

AZ ANTROPOGÉN HATÁSOK MÉRTÉKÉNEK TÉRBELI KÜLÖNBΣÉGEI ÉΣ VÁLTOZÁSAI HAZAI TÁJAKON FELSZÍNBORÍTÁSI ÉΣ TALAJDIAGNOSZTIKAI ADATOK ALAPJÁN

NOVÁK TIBOR JÓZSEF – BALOGH SZABOLCS – INCZE JÓZSEF

SPATIAL DIFFERENCES AND CHANGES OF HUMAN IMPACTS ON HUNGARIAN
LANDSCAPES BASED ON LAND COVER CLASS DATA AND SOIL DIAGNOSTICS

Abstract

Since the beginning of landscape research there has been an intent to express and compare the grade of anthropogenic transformation, or even the naturalness of landscapes, by applying objective landscape analytical methods. The most preferred indicator for this kind of landscape study is the state of vegetation or ecosystems. In our study land cover classes and their influences on soil properties were applied to characterize the grade of anthropogenic transformation and their temporal changes in Hungarian micro- and mesoregions. Based on our results, we could point to the spatial extent and differences among micro- and mesoregions, how far they are affected by ongoing abandonment and the extensification of land use and soils, as well as the localization of well-known and widely studied soil- and landscape degradation processes as a consequence of urban and industrial sprawl and intensive agriculture.

Keywords: land cover change, human impacts, landscape change, landscape indicators, anthropogenic transformation of soils

Bevezetés

A táj kutatással egyidős az a törekvés, hogy a különböző tájak eltérő mértékű antropogén átalakítottságát, vagy éppen természetességét objektív módszer segítségével fejezzük ki. Az indikátor-indikandum reláció kölcsönösségéből adódóan erre a célra megfelelő indikátorként az antropogén hatásoknak kitett, azok által leginkább átalakított tájalkotó tényezők lehetnek alkalmasak. Fontos szempont az alkalmazott indikátor tekintetében, hogy az antropogén hatás tartósan fennmaradó és könnyen értékelhető változást okozzon, és táji léptékben is rendelkezünk róluk elégséges információval ahhoz, hogy nagyobb területi egységekre azonos metodikával végezzünk összehasonlításokat.

Az antropogén átalakítottság mértékének jellemzésére elsőként JALAS, J. (1953; 1955) alkalmazta a növények antropogén bolygatásokkal szembeni viselkedését indikátorként, amely alapján SUKOPP, H. (1972) dolgozott ki hemeróbia néven olyan indexet, amely első sorban a növényzet természetességén, illetve diszturbancia-toleranciáján alapul. A hemeróbia fokozatok széleskörű alkalmazása és közkedveltsége elsősorban a növényzet könnyű megfigyelhetőségén alapul. Ugyanakkor a módszer alkalmazásának jelentős korlátot szab az, hogy részletes növényzeti adatokat igényel (SZABÓ M.–MOLNÁR E. 2000; WALZ, I.–STEIN, C. 2014), amely a táji szint feletti vizsgálatokat megnehezíti, ezért a SUKOPP, H. által a növényzet értékelésére kidolgozott hemeróbia fokozatokat gyakran felszínborítási (CSORBA P.–SZABÓ SZ. 2009), vagy más további adatokkal kombináltan (SZILASSI P. et al. 2015) használják, és szintén hemeróbiának nevezik. Hazai kistájak egy csoportjának antropogén átalakítottságát a felszínborítási értékek alapján megállapított hemeróbia alapján elsőként CSORBA P.–SZABÓ SZ. (2009) tanulmánya értékelte, később más tanulmányok is foglalkoztak az antropogén hatás értékelésével (MÓGA J. et al. 2014). A kizárólag a növény-

zet állapotán alapuló index, amely a hemeróbia inverzeként is értelmezhető (SZILASSI P. et al. 2015), a természeti tőke index (CZÚCZ B. et al. 2008).

A tájak állapotának, illetve változásának jellemzésére használt egyik leggyakoribb indikátor a felszínborítás (TÚRI Z. 2011; SZILASSI P. 2017; LISKA Cs. M. et al. 2017; LENNERT J. 2018), amely széleskörű alkalmazását nem utolsó sorban a távérzékelési módszerek, és az azon alapuló CORINE felszínborítási adatbázis fejlődésének köszönheti (MARI L.–MATTÁNYI Zs. 2002). Alkalmazását nem csak a nagy területekről homogén módszerekkel nyert, sokoldalúan tovább osztályozható információ indokolja (MARI L. 2010), hanem az is, hogy a vegetáció mellett a növényzet mentes felszín anyagminőségének jellemzésére is alkalmas, amellyel két, az antropogén hatások által leginkább érintett tájelemről kapunk információt.

A növényzeti és felszínborítási adatokon alapuló tájértékeléssel ellentétben a talajok állapotán alapuló vizsgálatok kevésbé terjedtek el a táj kutatásban. Pedig a talajok alkalmazása az antropogén tájalakítottság mértékének kifejezésére messzemenően alkalmasnak tűnik, mivel a növényzet változásaihoz hasonlóan a többi tájalkotó tényező hatásai (alakózat, morfológia, klíma, idő) összegződnek benne, de a növényzettől eltérően az antropogén hatásokat követő talaj-regenerációs folyamatokhoz szükséges idő lényegesen hosszabb. A vegetáció viszonylag gyors regenerációs képessége miatt igen jelentős, akár a teljes felszínt átalakító emberi hatások is felismerhetetlenné, értékelhetetlenné válnak néhány száz év elteltével, ami azt jelenti, hogy az adott táj antropogén átalakítottságának mértékét a vegetáció állapota alapján megállapított természeti tőke index, vagy hemeróbia ilyenkor erősen alábecsülheti. Ezzel szemben a gyakran, vagy frissen, de csak felszínesen bolygatott területeken az antropogén hatás mértékét a vegetáció alapján megállapított indexek túlbecsülik. További nehézséget okoz, hogy a természetes vegetációval nem rendelkező felszínek között az antropogén hatások tekintetében a természeti tőke index egyáltalán nem, a hemeróbia pedig csak a felszínborítási kategóriák szerint tesz különbséget, holott egy szántóföldi és egy ipari terület antropogén hatások tekintetében nem tekinthető egyformának, ahogyan egy települési és egy ipari terület sem.

Természetes állapotú talajok termőrétegének növekedési üteme 0,0001-0,6 mm/év, 0,027 mm/év középértékkel (STOCKMANN, U. et al. 2014). A talajokba került anyagok tartózkodási ideje stabil állapotban teresztris kozmogén izotópok mennyiségének meghatározása alapján 47000 év (STOCKMANN, U. et al. 2014). Ehhez képest a talaj felső rétegének antropogén átalakítása nagyságrendekkel gyorsabb folyamat, mind a talajréteg vastagságának változását, mind a talaj elemeinek tartózkodási idejét tekintve. Az antropogén átalakítás rendkívül gyors üteme mellett még a degradált talajok regenerációja esetén is a primer talajképződéshez képest sokkal gyorsabb folyamattal számolhatunk. A humuszos réteg vastagságának növekedését, a szerves-szén készlet regenerálódását vizsgáló tanulmányok megállapításai szerint a regeneráció első fázisában néhány évtized alatt, viszonylag gyors szervesanyag-készlet növekedés tapasztalható (GUO, L. B.–GIFFORD, R. M. 2002; LAGANIÈRE, J. et al. 2010; MCLAUCHLAN, K. K. et al. 2006; POST, W. M.–KWON, K. C. 2000), de a természetes talajokra jellemző szintet a talajtípus függvényében csak 150-200 év alatt éri el (KALININA, O. et al. 2011; 2013; 2014). Az antropogén hatásokra jellemző bélyegek azonban (bolygatott szintek, szerves anyag felhalmozódás, műtermékek, stb.) megfelelő módszerekkel még több ezer év távlatából is kimutathatók.

A talaj, mint tájalkotó tényező használata tehát két okból is rendkívül alkalmasnak tűnik a tájak antropogén átalakítottságának jellemzésére:

1. a talajban az öt (emberi hatásokkal együtt hat) talajképző tényező (együttal tájalkotó tényező), hatása összegződik, ezáltal érzékenyen reflektál azok térben heterogén mintázatára;

2. az élővilágnál konzervatívabb tájalkotó tényezőként a benne megjelenő hatások hosszabb időn keresztül megőrzik a korábbi hatások nyomait, ezért esetenként több ezer évvel ezelőtti hatásokat is archiválnak.

Az antropogén átalakítottság jellemzéséhez a növényzeti, felszínborítási adatok mellett talajtani adatokat is alkalmazott SZILASSI P. et al. (2015; 2017) SZILASSI P. (2017) és CENTERI Cs. et al. (2012). A talaj antropogén átalakítottságának jellemzéséhez általuk felhasznált talajtani indikátorok lejtős területeken a USLE (általános talajvesztési egyenlet) alapján számított éves talajvesztés, sík területeken pedig az MTA TAKI által számított talaj tömörödöttség volt (MTA TAKI 2014). A történeti tájváltozások talajokra gyakorolt hatásainak értékelését SZILASSI P. et al. (2006) már korábbi tanulmányukban is alkalmazták.

A talajoknak a tájak antropogén átalakítottságát is kifejező egyik indexe lehet a leromlottságot, azaz degradációt kifejező degradációs érték (MTA TAKI 2011), amely elsősorban a termőképesség megváltozásának jellemzéséhez használatos.

A talajoknál még konzervatívabb, azaz még lassabban változó, sajátosságait még hosszabb időn keresztül megőrző tájalkotó tényező a domborzat. A felszínformák alapján történő tájértékelés az antropogén folyamatoknak a felszínformák átalakításában is megnyilvánuló hatását használja fel (RÓZSA P.–NOVÁK T. J. 2011; INCZE J. et al. 2013; NOVÁK T. J. et al. 2013). Az emberi tevékenység tájra gyakorolt hatásainak ezúton történő értékelése az antropogén geomorfológia egyik aktuális kutatási kérdése.

A hazai tájak antropogén átalakítottságára a fenti indikátorok felhasználásával készült tanulmányokról az *1. táblázat* nyújt – korántsem teljes – áttekintést. Láthatjuk, hogy a talajok állapota alapján történő tájértékelés egyelőre nem áll a táj kutatás középpontjában. Ugyanakkor a talajtani kutatások a talajoknak inkább mezőgazdasági szempontú értékelésével foglalkoznak, ezért számos – erős antropogén hatás alatt álló, de mezőgazdaságilag nem hasznosított – talaj kikerül a kutatások látóteréből. Az *1. táblázatban* idézett talajdegradációs adatbázis (MTA TAKI 2011) a talajok termőképességét korlátozó talajhibákat értékeli, tekintet nélkül arra, hogy azok természetes, vagy antropogén eredetűek.

1. táblázat – Table 1

Tájak, ill. tájalkotók antropogén átalakítottságán alapuló indikátorok és azokat hazai tájak vonatkozásában vizsgáló tanulmányok
 Overview of studies applying indicators based on anthropogenic transformation of landscapes or landscape components in Hungarian landscapes
 (Applied landscape element; name of applied indicator; time scale of changing the indicator in natural process; studies applying the indicator)

| Indikátorként alkalmazott tájalkotó, vagy táji sajátosság | Indikátor elnevezése | Az indikátor természetes változásának idő léptéke | Hazai tájak állapotára vonatkozó tanulmányok |
|--|-----------------------------|--|---|
| növényzet (csak erdők) | hemeróbia* | 10-102 év | BARTHA D. 1994 FRANK N.–BARTHA D. 1997 MÁTYÁS Cs. 1998 BARTHA D. et al. 2003 |
| növényzet | természeti tőke index | 10-102 év | BÖLÖNI J. et al. 2008 CZÚCZ B. et al. 2008 MOLNÁR Zs. et al., 2009 |
| felszínborítás | hemeróbia | 10-102 év | CSORBA P.–SZABÓ Sz. 2009 SZILASSI P. et al. 2012 |

| Indikátorként alkalmazott tájalkotó, vagy táji sajátosság | Indikátor elnevezése | Az indikátor természetes változásának idő léptéke | Hazai tájak állapotára vonatkozó tanulmányok |
|--|-----------------------------|--|--|
| komplex (felszínborítás, növényzet, talaj erodáltsága/tömörödöttsége; domborzat átalakítottsága) | hemeróbia | 102-103 év | SZILASSI P. et al. 2012 SÜTŐ L. et al. 2014 SZILASSI et al. 2015 |
| talaj | degradációs érték** | 102-103 év | MTA TAKI 2011 NOVÁK T. J.–INCZE J. 2018 |
| domborzat (átalakítottsága) | hemeromorphia | 103-104 év | RÓZSA P. 2007 RÓZSA P.–NOVÁK T. J. 2011 INCZE et al. 2013 NOVÁK et al. 2013 |

* az indikátor alkalmazásának célja nem a táj-, hanem az erdőértékelés

** az indikátor alkalmazásának célja nem a táj, hanem a talajok termőképességének értékelése

Mivel a degradációs érték használhatósága a mezőgazdasági területeken kívül korlátozott, tanulmányunkban kísérletet tettünk a felszínborítási adatok talajokra vonatkozó információinak értékelésére és azok indikátorként történő alkalmazására a tájak antropogén átalakítottságára vonatkozóan.

A talaj, mint az emberi tevékenységek indikátora

Az ember és az általa végzett tevékenységek, a társadalmi jelenségeket is magában foglaló ökológia rendszer részeként, jelenlétüktől kezdve hatást gyakorolnak a rendszer további elemeire, így a talajra is. Hogy ez a hatás mikor válik olyan mértékűvé vagy minőségűvé, amely miatt a rendszer többi biológiai elemeitől megkülönböztetve, azok közül kiemelve az emberi társadalom hatásait külön, egy hatodik talajképző tényezőként kell kezelniünk (DUDAL, R. 2005), arról megoszlanak az egyes szerzők nézetei. Az egyik álláspont szerint az ipari forradalom óta eltelt 200-300 év, vagy az ember és társadalom megváltozott viszonyára alapozva, a második ipari forradalmat követő időszak tekinthető lényegesen új korszaknak a talajok fejlődésében (LEWIS, S. L.–MASLIN, M. A. 2015). Mások már az első kerámiák és fémtárgyak készítésétől, mintegy 5000 évvel ezelőtől számítják a korai *Anthropocene* és az antropogén talajok megjelenését (MONASTERSKY, R. 2015). Néhány szerző éppen az antropogén talajok, mint sztratigráfiailag megragadható entitások megjelenésében látják az új, emberi társadalom tevékenységei által lényegesen meghatározott földtörténeti kor, az *Anthropocén* bevezetésének jogosultságát (CERZINI, G.–SCALENGHE, R. 2011; RICHTER, D. DE B. et al. 2015), és annak kezdetét mintegy 2000 évvel ezelőtre teszik.

A társadalom talajokra gyakorolt hatásait DUDAL, R. et al. (2002), valamint DAZZI, C.–LO PAPA, G. (2015) az alábbiakban foglalják össze:

1. a talajtípus (referencia csoport, osztály stb. egyéb taxonómiai egység) antropogén okok miatt történő megváltozása,
2. diagnosztikai talajszintek antropogén megváltozása,
3. új, antropogén talajképző kőzet,

4. mélyreható antropogén talajbolygatás,
5. felszínformák antropogén megváltozása,
6. a feltalaj megváltozása antropogén folyamatok következtében,
7. talaj terszervű létrehozása, helyreállítása.

A talajtípus megváltozására a feltalaj lepusztulása következtében számos, korábbi eróziós kutatás szolgáltat példát (KERÉNYI A. 1991; 1994; JAKAB G. et al. 2015), amelynek következtében jól fejlett, vastag humuszos rétegű talajokból (*Luvisol*, *Phaeozem* stb.) antropogén hatások következtében földes kopárok (*Regosol*) jöhetnek létre. Ugyancsak eróziós, de síkvidéki folyamatok eredményeként a talaj referencia csoport nem, csak a szelvényhez rendelhető minősítők változnak (*'nudinatric'*) meg a réti szolonyec talajok padkás eróziója következtében (NOVÁK T. J. – TÓTH Cs. 2016).

Szintén a talajtípus megváltozásával járhat hazai réti talajok (*Vertisol*, *Gleysol*) vízrendezés hatására történő megváltozása, amikor másodlagosan kialakult réti szolonyec (*Solonetz*) talaj jöhet létre (SZABOLCS I. – RÉDLY M. 1989). A két talajtípus egyikének meghatározásához sem szükségesek, és a hazai osztályozásban nem is állnak rendelkezésre antropogén bélyegeket leíró diagnosztikai elemek (pl. diagnosztikai talajszintek, vagy tulajdonságok). Ám, ha a változás bizonyíthatóan emberi hatásra következett be, úgy ezek hiányában is megállapítható az antropogén átalakítotttság és a talajtípus megváltozásának kapcsolata.

Az általunk vizsgált meddőhányók (CZIFRA L. – NOVÁK T. J. 2011) szemléletesen példázzák az antropogén talajképző „közeten”, antropogén felszínforma-változást követően zajló humusz felhalmozódási folyamatokat. A létrejött talajokat *Spolic Hyperskeletal Technosol* (*Arenic*, *Calcaric*, *Ochric*)-ként osztályozhatjuk. A Lyukó- és Perces-patak vízgyűjtőjén a bányászati tevékenységgel érintett területek, azaz a lefejtett, vagy meddővel borított felszíneken ezen talajok kiterjedése eléri a 20 km²-t (SÜTŐ L. et al. 2014). Bár ezekben a talajokban igen gyors (0,1-4 t · ha⁻¹ · év⁻¹) (SHRESTHA, R. K. – LAL, R. 2006) a szerves vegyületek formájában történő szénmegkötés üteme, de a finomfrakció hiánya, valamint a jelentős térfogatarányú durva törmelék miatt kapcsolata a talaj ásványi részeivel gyenge és labilis (KUMAR, S. et al. 2015) (CZIFRA L. – NOVÁK T. J. 2011).

Ugyancsak antropogén felszínformákon, mélyreható bolygatást követően létrejött talajokra szolgáltatnak példát a hegyaljai teraszozott lejtőkön kialakult talajszelvények (NOVÁK T. J. et al. 2014). A szőlőteraszok mellett kisebb területi kiterjedésben, más tájakon, gyümölcsstermesztés céljából létesített teraszok (KISS et al., 2005) talajai is *'escalic'* minősítőt kapnak. Az *'escalic'* minősítésű talajok kiterjedése egyedül a tokaji Nagy-hegyen eléri az 1,2 km² kiterjedést (NOVÁK T. J. – INCZE J. 2014). A korábban jelentős antropogén beavatkozás eredményeként létrehozott teraszokra jelenleg Európa szerte a felhagyás és a talajok spontán regenerációs folyamatai jellemzők (ARNAEZ, J. et al. 2010; GARCÍA – RUIZ, J. M. 2010; STANCHI, S. et al. 2012; NOVÁK T. J. et al. 2014).

A feltalaj megváltozására, antropogén hatások következtében felhalmozódott réteg kialakulására szolgáltatnak példát a hortobágyi jószágállások területén vizsgált réti szolonyec talajok (NOVÁK T. J. et al. 2009).

Legszélsőségesebb példája a talajszelvények antropogén átalakítotttságának a városi talajok esete, amelyekben az antropogén szubsztrátok, antropogén talajszintek (SÁNDOR G. et al. 2013; HORVÁTH A. et al. 2015), a mesterségesen létrehozott felszíneken kialakított áthalmazott talajrétegek együtt jelennek meg a természetes talajszintek maradványaival (BIDLÓ A. et al. 2014; VINCZE T. et al. 2014).

A talajokban felismerhető antropogén hatások értékelése referencia hiányában azonban gyakran nem, vagy csak feltételesen kvantifikálható, ráadásul rendkívül sokféle, eltérő jellegű hatásban nyilvánul meg, ezáltal a hatás erőssége nehezen vethető össze objektív módon a különböző taxonokba tartozó talajokban. Az értékelést tovább nehezíti, hogy

számos talajosztályozási rendszer nem, vagy nem elég hangsúlyosan foglalkozik a talajok antropogén jellemzőivel, és ez nem csak az osztályozásban, hanem néha már az adatgyűjtésben, illetve a mintavételi helyszínek kijelölésénél is érvényesül. A hagyományos talajterképezés irányelvei között szerepel, hogy az emberi tevékenységgel érintett helyszíneket a szelvények, mintavételi helyek kijelölése során kerülni kell (BARANYAI F. 1989; VÁRALLYAY GY.–FÓRIZS J.-NÉ 1966). Éppen emiatt a talajokban megjelenő antropogén bélyegekről rendelkezésre álló információ is meglehetősen szűkös, mind azok térbeli elterjedésére, mind pedig azok jellegére vonatkozóan. A jelenleg érvényben lévő hazai osztályozásban esetenként nem is szerepelnek az antropogén talajok (FÖLDVÁRI GY. 1966; STEFANOVITS P. 1992), vagy ha főként említésre kerülnek, akkor sem további csoportosításukra, sem pedig a típusba sorolás egzakt kritériumaira vonatkozóan nincsenek pontos irányelvek. A megújuló hazai talajosztályozásban (FUCHS M.–MICHÉLI E. 2015; MICHÉLI E. et al. 2015) erre vonatkozóan publikált új, WRB elveket követő osztályozókulcs (FARSANG A. et al. 2015) egyelőre még nem került be a gyakorlatba.

Anyag és módszer

Indikátorként a WRB talajosztályozási rendszer számos, a talajokat ért antropogén hatások kifejezésére alkalmas diagnosztikai elemének felszínborítás alapján végzett becslését alkalmaztunk. A WRB osztályozás (IUSS WG WRB 2015) szerint megállapított talajtani információk a korábbinál sokkal részletesebb lehetőséget nyújtanak a talajokat és ezáltal a tájakat ért antropogén hatások mértékének kifejezésére. A WRB diagnosztikai elemek használatának jelentős korlátja, hogy jelenleg nagyon hiányos adatbázissal rendelkezünk WRB rendszerben leírt és osztályozott talajadatok tekintetében, amely semmi esetre sem elegendő ahhoz, hogy az ország teljes területét, tájanként differenciált módon erre vonatkozó adatokkal jellemezhessük. Ugyanakkor a WRB diagnosztikai elemeit összevetve a felszínborítási kategóriákkal, számos olyan antropogén bélyeg azonosítható önmagában a felszínborítás alapján, amely a WRB-ben diagnosztikai elem. Ezek részletes áttekintését korábbi munkánkban közöltük (NOVÁK T. J.–INCZE J. 2018).

Ilyenek például a leburkolt felszínek, amelyeket az 'ekranic' minősítő fejez ki, a szántott talajok, amelyek 'aric' minősítőt kapnak, a lerakóhelyek, meddőhányók, amelyek 'spolic' minősítővel rendelkeznek, a kertségek, ahol gyakran 'hortic' talajszintek előfordulásával számolhatunk, stb. A felszínborítási kategóriák tehát olyan csoportokba rendezhetők, amelyek kifejezik az antropogén hatások erősségének különbségeit. Ezáltal a felszínborítási adatok alapján olyan predikciók tehetők, amelyek a talajok és ezáltal egyben a tájak antropogén átalakíttóságának mértékét fejezik ki.

Talajok antropogén átalakíttóságának értékelése az osztályozás során

Talajok antropogén átalakíttóságának értékelése a hazai talajosztályozásban

A jelenleg érvényben lévő hazai talajosztályozás (FÖLDVÁRI GY. 1966; STEFANOVITS P. et al. 1999) genetikai szemléletű (KRASILNIKOV, P. et al. 2009; MICHÉLI E.–KRASILNIKOV, P. 2009), antropogén hatásra létrejött talajszinteket, tulajdonságokat nem különböztet meg, ezért az alkalmazott talajtaxonok (főtípusok, típusok, altípusok, változatok) elnevezésében az antropogén hatások nem jutnak kifejezésre. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a hazai talajadatbázisok semmiféle módon nem foglalkoznak a talajok antropogén átalakíttóságával, csupán annyit, hogy az osztályozásban ez nem tükröződik. Ha az antropogén hatásokat kívánjuk értékelni, vissza kell nyúlni a talajok leírásához használt adatbázisok

adataihoz (TÓTH G. et al. 2008), illetve összevetni azokat a táj változásaival. Ez azonban a táji szintű értékelést rendkívül megnehezíti, hiszen nagyon nehéz nagyobb területre azonos módszertannal megállapított talaj adatokat találni, amelyeket a tájat ért antropogén változásokkal is össze tudunk vetni. A talajdegradációs adatbázisban szereplő degradációs érték (MTA TAKI 2011) pedig nem mutatja meg a degradáció antropogén vagy természetes eredetét, illetve mellőzi az értékelés során a szántóföldi területeken kívül (települések, közlekedési, ipari, bányászati helyszínek stb.) megjelenő antropogén hatásokat.

A hazai osztályozás osztályozási egységeinek korrelációja más, elsősorban WRB taxonómiai elemekkel a megújuló hazai talajosztályozás egyik kurrens kérdése (MICHÉLI E. et al. 2006; DOBOS E. et al. 2014). Ugyanakkor a legtöbb esetben ez a referencia csoport–főtípus (típus) szinten is csak korlátozottan lehetséges, mert a hazai osztályozásban alkalmazott változati tulajdonságok és a WRB minősítők határértékei nem esnek egybe (BARTHA K. et al. 2009). A jelenleg kialakítás alatt álló új hazai osztályozás (MICHÉLI E. 2011) diagnosztikai szemléletű (MICHÉLI E. et al. 2014; MICHÉLI E. et al. 2015; FUCHS M. – MICHÉLI E. 2015), és a WRB osztályozással számos közös eleme van. Az új rendszertan kidolgozásánál (FUCHS M. et al. 2007; FUCHS M. et al. 2010; FARSANG A. et al. 2015; SZABARI SZ. et al. 2015) javasolt ún. altípus és változati tulajdonságok listája egyelőre azonban még nem olyan részletes, mint a WRB esetében.

A korábbi talajadatok numerikus alapú újra osztályozásán alapuló új talajtaxonok, illetve a hagyományos talajtípusok kapcsolatának vizsgálata (FUCHS M. et al. 2011; PÁSZTOR L. et al. 2014) feltehetően lehetőséget nyújt majd az új hazai osztályozásban is a talajokat ért antropogén hatások mértékének becslésére.

Talajok antropogén bélyegeinek értékelése a WRB szerint

A WRB 2014-es kiadásának 2015-ös javított változata (IUSS WG WRB 2015) 32 referencia csoportba sorolja a világ talajait, amelyből 2 referencia (*Anthrosol*, *Technosol*) csoport a kifejezetten antropogén tevékenység következtében létrejött talajokat foglal magában. Fontosabb azonban, hogy a WRB rendszer a többi referencia csoport esetében is lehetővé teszi az antropogén bélyegek kifejezését. A diagnosztikai bélyegek (diagnosztikai talajszintek, diagnosztikai tulajdonságok és diagnosztikai talajanyagok) között is megkülönböztet olyanokat, amelyek kifejezetten emberi tevékenység következtében jönnek létre. Mivel a referencia csoportokba történő besorolás és a minősítők hozzárendelése elsősorban a diagnosztikai bélyegek megléte, hiánya, illetve szelvénybeli helyzete és vastagsága alapján történik, ezért az antropogén bélyegek kifejezésre juttatása már a tényleges osztályozási folyamat megkezdése előtt, a szelvény leírása során is érvényesül.

A WRB 35 diagnosztikai talajszint, 18 diagnosztikai tulajdonság és 17 diagnosztikai anyag definícióját alkalmazza. A referencia csoportba besorolt talajok pontosabb jellemzésére 201 minősítő szolgál, amelyek túlnyomó többsége fő- illetve kiegészítő minősítőként is állhat. A kifejezetten antropogén bélyegek jellemzésre ezek közül 7 diagnosztikai talajszint, 1 diagnosztikai tulajdonság, 2 diagnosztikai talajanyag és 27 minősítő használható, amelyek tehát természetes folyamatok eredményeként elő sem fordulhatnak. A 27 minősítőből 3 (*'drainic'*, *'densic'*, *'novic'*) fejez ki olyan tulajdonságot, amely ugyan döntően antropogén tevékenység eredményeként jön létre, de természetes módon is előfordulhat.

Talajok WRB diagnosztika alapján megállapítható antropogén átalakítottságának kapcsolata a felszínborítási adatokkal

A felszínborítás ténye alapján a talajokra jellemző egyes antropogén bélyegek, hatások a WRB osztályozási eszközeivel jellemezhetők, becsülhetők (NOVÁK T. J. – INCZE J.

2018). Így például a beépített, városi területek esetében a felszínen lefedése, elegyengetése szilárd burkolata alapján a talajban a *műtermékek*, *technikai szilárd anyagok* jelenlétére következtethetünk. Közlekedési területeken, építési területeken a szilárd felszínburkolat nem csak a technikai szilárd anyag jelenlétét, hanem az *'ekranic'* minősítőt is jelzi. Szántóföld, szőlő és gyümölcsös felszínborítás esetén a megművelt talajréteg alapján az *'aric'* minősítő biztos jele. Zöldterületek, nem összefüggő beépítési területek esetében joggal feltételezhető a *'hortic'* talajsztint jelenléte. Állandóan öntözött, vízzel elárasztott mezőgazdasági kultúrák esetében a *'hydragric, irragric'* szintek megléte feltételezhető, míg vízrendezett, intenzív gyepek esetében a mesterséges lecsapolás következtében *'drainic'* minősítőt kell alkalmaznunk.

A fenti példák szemléltetik, hogy a WRB diagnosztikai bélyegei alkalmasak arra, hogy az egyes felszínborítás típusokhoz kapcsolódó tájhasználatok következtében a talajokban bekövetkező jellegzetes antropogén hatásokat szemléletesen jellemezzék, és az osztályozás szintjén is megjelenítsék. Ennek felhasználásával kísérletet tettünk arra, hogy a CORINE (CLC100) felszínborítási kategóriákat (FÖMI 2002) olyan csoportokba rendezzük, amelyekben a talajokat ért antropogén hatások mértéke hasonló, és ezt a WRB diagnosztika által használható hasonló referencia csoportok, diagnosztikai talajsztintek, talajanyagok, és tulajdonságok is megjelenítik (NOVÁK T. J. – INCZE J. 2018). A felszínborítási kategóriák alapján képzett csoportok az alábbiak (2. táblázat):

- azok a területek, ahol egyáltalán nincsenek talajok,
- döntően antropogén talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák,
- antropogén hatások nyomait viselő talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák,
- természetes, vagy természetközeli állapotú talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák.

A felszínborítás-változások kapcsolata a talajjellemzőkkel

A talajok antropogén átalakítása szükségszerűen a területhasználat megváltozásának velejárója, amelynek egyik legkézzelfoghatóbb indikátora a felszínborítás megváltozása (LAMBIN, E. F. – GEIST, H. J. 2006). A felszínborítás változások és a talajok átalakulásának összefüggései régóta vizsgálat tárgyát képezik. BOUMA, J. et al. (1998) a közép-európai országok átalakulása kapcsán elemzik a várható felszínborítás változások talajtani következményeit, veszélyeit. Figyelmeztetnek egyebek között az urbanizáció növekvő területigényéből, a mezőgazdaság fokozódó vegyszerhasználatából és a talajművelés intenzitásának növekedéséből fakadó veszélyekre, amelyek a talajok megnövekedett elszennyezéséhez, erózióveszélyeztetettségéhez, tömörödéséhez, szerkezetromlásához vezethetnek. Ugyancsak az 1990-es évtizedre, utólagosan elkészített felszínborítás változás elemzés (FERANEC, J. et al. 2010) az első öt legfontosabb változás típus között az urbanizált területek növekedését és ezzel a leburkolt talajok arányának növekedését (1), a szántóföldi területek növekedését (2), a mezőgazdasági területek felhagyását (3), valamint az erdőterületek kiterjedését (4) és az erdőirtást (5) jelölte meg. Az azonos felszínborítási típusokat érintő, de ellentétes irányú folyamatok jelenléte (pl. erdőirtás – erdők területének növekedése; mezőgazdasági területek felhagyása – szántók arányának növekedése) figyelmeztet a folyamatok térbeli különbségeinek jelentőségére.

Európa egészét tekintve a földhasználat változási scenáriók elemzői (ROUNSEVELL, M. D. A. et al. 2006) ugyanakkor az urbanizált területek egyre növekvő térfoglalása (SCALENGHE, R. – MARSAN, F. A. 2009) mellett a megművelt mezőgazdasági területek növekvő arányú felhagyását, az erdőterületek arányának várható növekedését, azaz a tájhasználat intenzitásának csökkenését jósolják. Utóbbi folyamatok ökológiai hatásaként

A CORINE felszínborítás kategóriák értékelése a talajok antropogén átalakíthatóságának mértéke szerint WRB diagnosztika alapján
 Reclassification of CORINE land cover classes according the grade of human transformation based on related anthropogenic soil features in WRB diagnostics
 (Land cover classes; assigned anthropogenic diagnostics in WRB; grade of anthropogenic transformation of soils)

| Felszínborítási kategóriák (CLC100) | A felszínborítási csoportra jellemző antropogén diagnosztikai bélyegek a WRB alapján | | | Talajok antropogén átalakíthatóságának mértéke |
|--|--|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Minősítő | Talajszint, Tulajdonság, Talajanyag | Referencia csoport | |
| 1. Nyersanyag kitermelés (1.3.1.) 2. Folyóvizek, vízi utak (5.1.1.) 3. Állóvizek (5.1.2.) | – | – | – | Nincs talajtakaró |
| 4. Összefüggő település szerkezet (1.1.1.) 5. Nem összefüggő település szerkezet (1.1.2.) 6. Ipari vagy kereskedelmi területek (1.2.1.) 7. Út- és vasúthálózatok (1.2.2.) 8. Kikötők (1.2.3.) 9. Repülőterek (1.2.4.) 10. Lerakóhelyek (meddőhányók) (1.3.2.) 11. Építési munkahelyek (1.3.3.) 12. Városi zöldterületek (1.4.1.) 13. Sport-, szabadidő- és üdülő területek (1.4.2.) | természetes, antropogén | természetes, antropogén | antropogén (Anthrosol, Technosol) | Antropogén talajok |
| 14. Nem-öntözött szántóföldek (2.1.1.) 15. Állandóan öntözött szántóföldek (2.1.2.) 16. Rizsföldek (2.1.3.) 17. Szőlők (2.2.1.) 18. Gyümölcsösök, bogyósok (2.2.2.) 19. Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek (2.3.1.) 20. Komplex művelési szerkezet (2.4.2.) 21. Elsődlegesen mezőgazdasági területek (2.4.3.) | természetes, antropogén | természetes, antropogén | természetes | Talajok jelentős antropogén hatással |
| 22. Lomblevelű erdők (3.1.1.) 23. Tűlevelű erdők (3.1.2.) 24. Vegyes erdők (3.1.3.) 25. Természetközeli gyepek (3.2.1.) 26. Átmeneti erdős-cserjés terület (3.2.4.) 27. Homokpadok, zátonyok, dűnék (3.3.1.) 28. Csupasz sziklák (3.3.2.) 29. Ritkás növényzet (3.3.3.) 30. Leégett területek (3.3.4.) 31. Szárazföldi mocsarak (4.1.1.) 32. Tőzeglápok (4.1.2.) | természetes, antropogén | természetes | természetes | Természetes, vagy természetközeli állapotú talajok |

a növényzet és a talaj regenerálódása (CRAMER, V. A. et al. 2008), és ezáltal megnövekvő szénmegkötő képessége éppen ellentétes folyamatokat tesz lehetővé, mint a korábban jellemző egyre intenzívebbé váló talajhasználat, amely a talajok szénmegkötő képességét csökkentette. A talaj ökológiai funkcióinak javítása érdekében ugyanakkor megművelt területeken is szükségesnek látják a művelés intenzitásának csökkentését, elsősorban a szerkezetromlás és a szervesanyag-készlet csökkenésének megelőzése érdekében. A 2000-es évtized végén 16-19 millió tonna /év-re becsülték az EU 15-ök mezőgazdasági talajainak szénmegkötő képességét (FREIBAUER, A. et al. 2004), amely a szerzők szerint csak kevesebb, mint ötöde az elméletileg lehetségesnek, és alig 2%-a ezen országok antropogén szénkibocsátásának. Modellfuttatásokon alapuló tanulmányukban PODMANICKY et al. (2011) a közép-európai országok területének nagy részén további szerveszén készlet csökkenést, míg az észak- és nyugat-európai területek jelentős részén és egyes mediterrán térségekben szerves széntartalom-növekedést jósolnak. A felszínborítás távérzékelt, vagy térképezett adatok alapján detektált változásai ugyanakkor a közép-európai térség számos régiójában is a tájhasználat extenzívebbé válását, ezáltal a talajokat érő antropogén terhelés csökkenését mutatták ki (KUEMMERLE, T. et al. 2006; VÁCLAVÍK, T.–ROGAN, J. 2009), amely a talajok vonatkozásában a regenerálódás lehetőségét, az erózió veszélyeztetettség csökkenését, a szénmegkötő képesség növekedését jelenti (CEBECAUER, T.–HOFIERKA, J. 2008). Az urbanizációs centrumokban azonban a térségben is rohamosan növekszik a leburkolt talajok aránya (VÁCLAVÍK, T.–ROGAN, J. 2009). A területhasznált extenzifikációja következtében várt szénmegkötés növekedését viszont számos területen a korábbi használatból adódó talajhibák (tömörödés, erózió-veszélyeztetettség, szerkezetromlás stb.) korlátozzák (BATJES, N. H. 2002).

Az összes lehetséges változástípus esetén mind a kezdeti, mind pedig a végső időpontban detektált felszínborítást minősítettük aszerint, hogy a felszínborítási kategória melyik csoportba tartozott a talajok antropogén átalakítottsága alapján (a 3. táblázat szerint). A változás folyamatát így a talajok antropogén átalakítottságának változása szempontjából is értékelni lehetett. Az antropogén hatás mértékét illetően:

- közömbösnek (0) ítéltük azokat a változásokat, ahol a felszínborítási kategória megváltozása olyan új felszínborítás létrejöttét eredményezte, amely a talajok antropogén átalakítottsága szempontjából ugyanabba a csoportba tartozott;
- erősödő antropogén hatást (+1) tételeztünk fel a változás során, ha a korábbi felszínborítási kategória és a későbbi kategória eltérő csoportba tartoztak, és a későbbi felszínborítás intenzívebb emberi hatásokkal érintett csoportba tartozott;
- gyengülő antropogén hatást (–1) tételeztünk fel, ha a korábbi felszínborítási kategória és a későbbi kategória eltérő csoportba tartoztak, és a későbbi felszínborítás a kevésbé intenzív emberi hatásokat viselő csoportba tartozott (3. táblázat).

Amennyiben a kiindulási időpont felszínborítása olyan kategóriába esett, amelynél a talajok hiánya volt jellemző, és a kezdeti felszínborítás álló- vagy folyóvíz volt, akkor a változást az antropogén hatások szempontjából erősödőnek ítéltük, amennyiben nem a természetes, vagy természetközeli talajok dominanciájával jellemezhető csoportba tartozó kategória (pl. szántóföld, beépített terület stb.) lett a konverzió eredménye. Ilyen konverziók ugyanis csak mesterséges feltöltés, lecsapolás eredményei lehetnek. Erdők, mocsarak, homokpadok, zátonyok azonban a vízfelületek természetes feltöltődésével foglalják el azok helyét, amely folyamat következtében talajképződési folyamatok kezdődhetnek. Amennyiben a kezdeti felszínborítás nyersanyag-kitermelés volt, abban az esetben az antropogén hatást gyengülőnek értékeltük, mivel a kitermelés megszűnését követően bármilyen felszínborítás jöjjön is létre, konszolidált felszín kialakulásával talajképződési folyamatok indulhatnak be. Azokban az esetekben viszont, amikor a későbbi időpont felszínborítási

Felszínborítás változások értékelési mátrixa a felszínborítási adathoz rendelt talajtermészetességi osztály megváltozása alapján
 Evaluation matrix of land cover class changes according to the changes of the grade of human transformation of soils
 (Land cover before/after change; no soils; anthropogenic soils; anthropogenic affected soils; natural soils)

| Tájváltozást megelőző/ követő állapot | Nincsenek talajok | Antropogén talajok | Antropogén hatás alatti talajok | Természetközeli talajok |
|--|-------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nincsenek talajok | 0 | +1 | +1 | +1 |
| Antropogén talajok | -1 | 0 | +1 | +1 |
| Antropogén hatás alatti talajok | -1 | -1 | 0 | +1 |
| Természetközeli talajok | -1 | -1 | -1 | 0 |

0 = antropogén hatás szempontjából indifferens felszínborítás változás

+1 = erősödő antropogén hatást jelző felszínborítás változás

-1 = gyengülő antropogén hatást jelző felszínborítás változás

kategóriája került abba a csoportba, amelynél a talajok hiánya a jellemző, az antropogén hatás változását a kezdeti időpont felszínborításától függetlenül erősödőnek értékeltük, mivel ez minden esetben a talajok megsemmisülésével járt.

A felszínborítás változásokat megjelenítő poligonokat külön-külön értékeltük, és besoroltuk valamely fenti típusba. A változások térbeli eloszlásának vizsgálata céljából az egyes típusoknak a tájak területéhez viszonyított kiterjedését kistájanként és középtájanként is megvizsgáltuk, és térképesen ábráztuk. Ezt az elemzést külön-külön mind a négy vizsgált időszakra elvégeztük, illetve a négy időszakra összegezve is megvizsgáltuk. A fenti elemzésekhez Quantum GIS szoftvert használtunk.

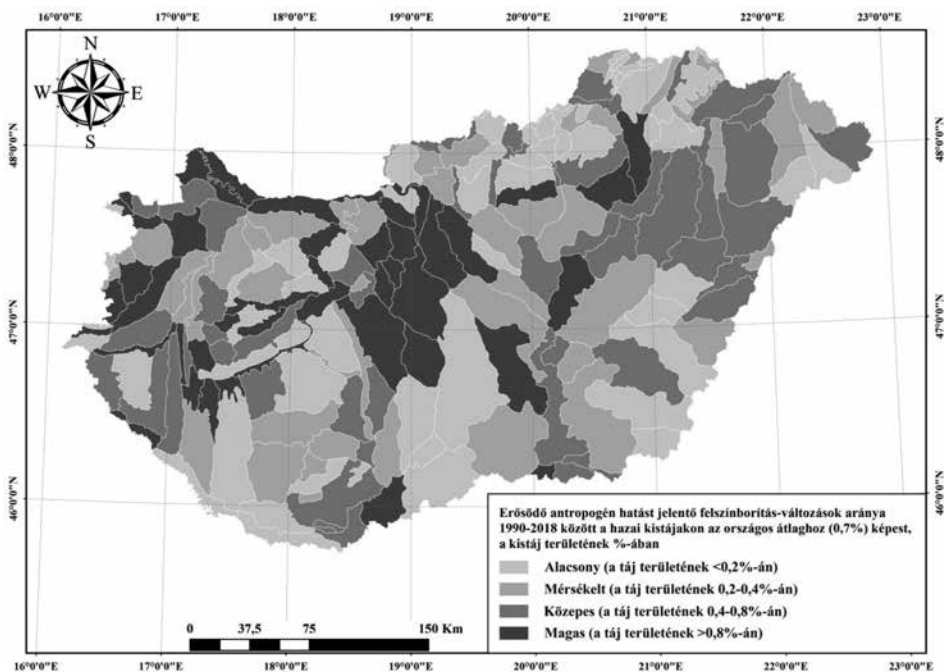
Eredmények

Az antropogén átalakítottság mértékének változásai hazai kistájakon négy vizsgált időszakban (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012, 2012-2018)

A felszínborítás-változások mértéke nem csak a négy vizsgált időszak közötti különbözik, hanem jelentős térbeli eltéréseket is mutat. A tájak között lényeges különbségek vannak abban a tekintetben, hogy a bekövetkezett tájváltozások elsősorban a gyengülő, vagy az erősödő antropogén hatások irányába mutatnak. Szinte minden tájon, mindhárom időszakban antropogén hatások szempontjából közömbösnek minősíthető tájváltozások domináltak, azaz a felszínborítás megváltozása nem járt az antropogén hatás mértékének lényeges megváltozásával. A felszínborítás változásoknak csak kisebb része tartozott azok közé, amelyek egyértelműen erősödő, vagy gyengülő antropogén hatást jeleznek.

Erősödő antropogén hatással járó tájváltozások kistájankénti területi arányát az *I. ábra* mutatja be. Kistajak szintjén legerősebben a Soproni-medence (5,9%) és a Budai-hegység (5,2%) területén jelentkezett. Az élmezőnyben vannak még a Pesti-sík (4,5%), Mátraalja (4,1%), Csepeli-sík (3,6%), Komárom-Esztergomi-sík (3,3%). Ugyanakkor tizenkettő azon kistajak száma, ahol ilyen jellegű változás egyáltalán nem volt kimutatható

1990–2018 között, ezek pedig: a Németújvári-dombság, a Kőszegi-hegység, a Soproni-hegység, a Pétervásárai-medence, a Tokaji (Kopasz)-hegy, a Vajdavár-vidék, a Losonci-medence, a Gömöri-erdőhát, a Szendrői-rögvidék, a Rudabányai-hegység, a Rakacai-völgymedence és a Szalonnai-karszt.



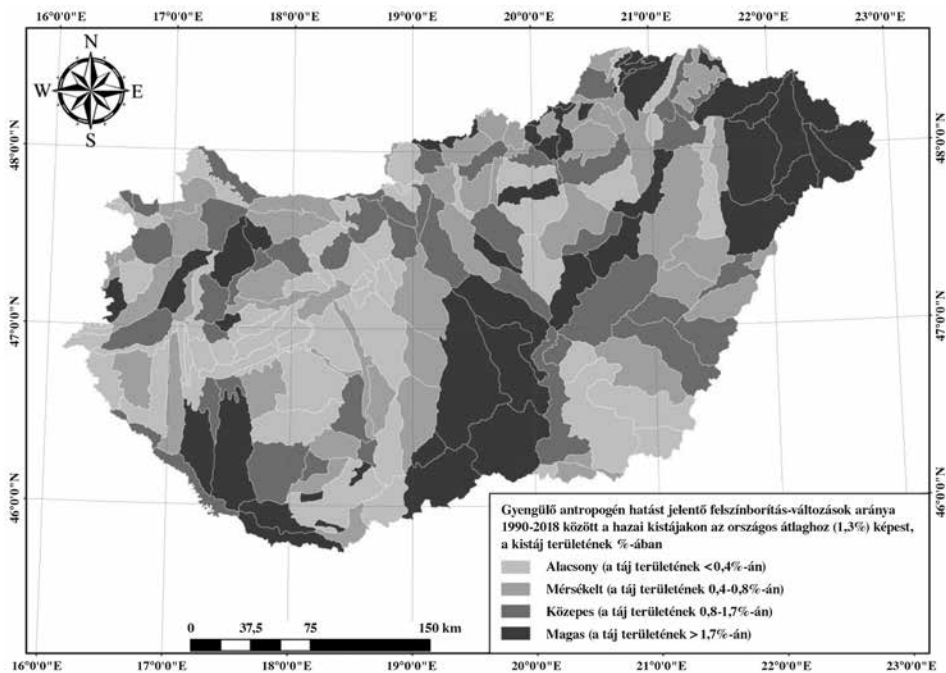
1. ábra Erősödő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990-2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (0,7%) képest, a kistáj területének %-ában

Figure 1 Land cover class changes resulting in increase in human impact (% of microregion area) in Hungarian microregions between 1990 and 2018 compared to the country-level mean value (0.7%)

Csökkenő antropogén hatás tekintetében a 1990–2018-as időszakot összesítve a 196 kistáj közül első két helyen a Bátorligeti Nyírség (10,0%) és Nyírátor-Kisvárdai Nyírség (9,1%) áll, amelyeknél a csökkenő antropogén hatás mértéke az idősziakra összegezve 10% vagy ahhoz közelít. Emiatt középtáj szinten, a teljes Nyírség területére vetítve is a táj területének 5,7%-án jellemző a gyengülő antropogén hatás. Kistájak szintjén 5% felet van a gyengülő antropogén hatás területi aránya a Mátraalján (7,0%), a Majsza–Szabadkai homokháton (6,0%), a Beregi-Tiszaháton (5,7%), a Pilis–Alpári homokháton (5,6%), a Pécsi-medencében (5,3%), a Baranya–Eszéki Dráva-síkon (5,3%), az Illancs (5,2%) és az Alsó-Kemeneshát (5,0%) területén (2. ábra). Ezzel szemben kistájak közül a Balaton, a Velencei-hegység, a Velencei-tómedence és a Soproni-hegység területén nem volt a vizsgált időszakban egyáltalán ilyen jellegű (gyengülő antropogén hatást mutató) felszínborítás változás.

Az antropogén átalakíthatóság mértékének változásai hazai középtájakon négy vizsgált időszakban (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012, 2012-2018)

A hazai középtájak területéhez viszonyított felszínborítás-változások mértéke alapján vannak középtájak, amelyekre mindhárom időszakban rendkívül kismértékű változás



2. ábra Gyengülő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990-2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (1,3%) képest, a kistáj területének %-ában

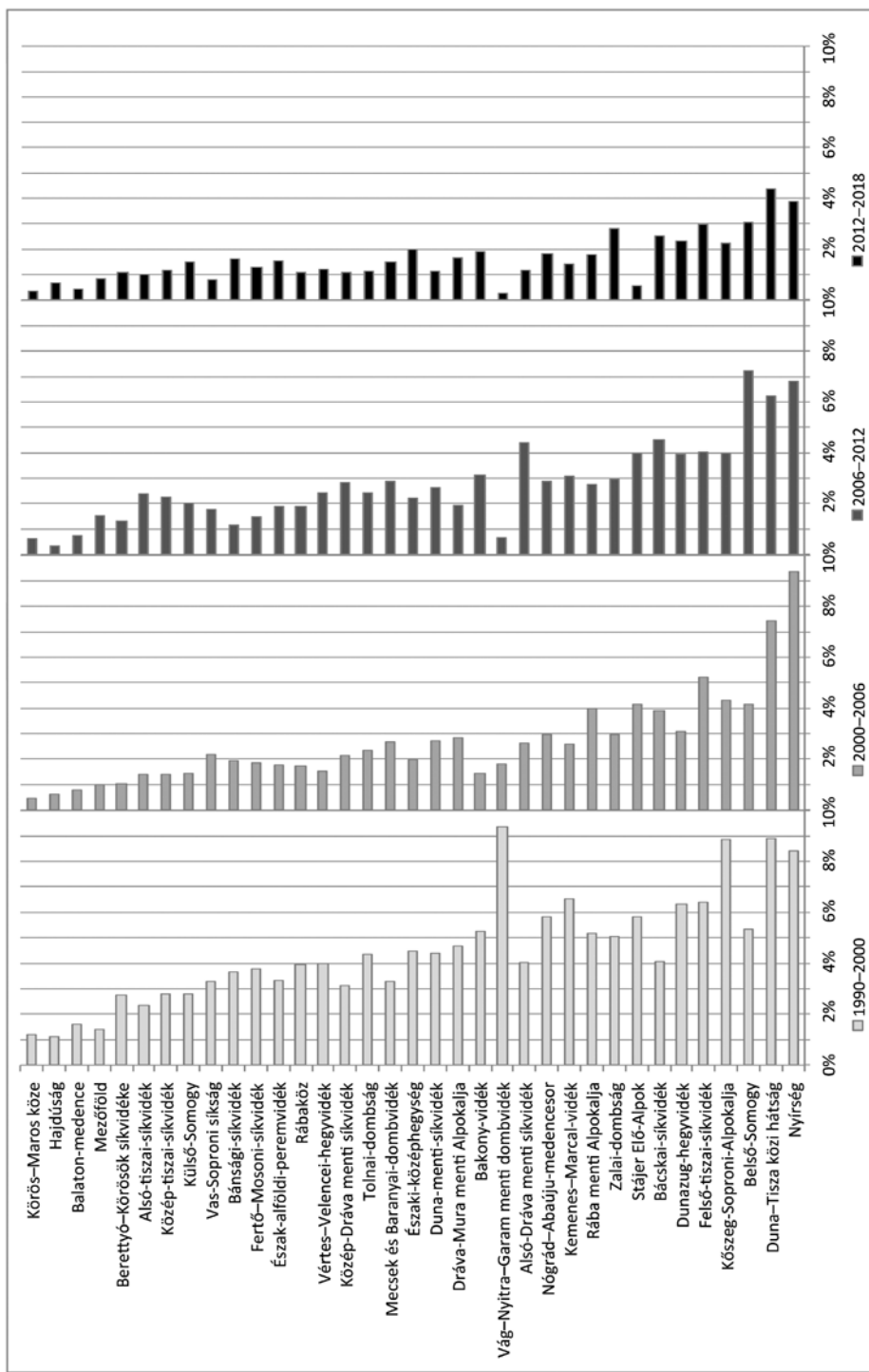
Figure 2 Land cover class changes resulting decrease in human impact (% of microregion area) in Hungarian microregions between 1990 and 2018 compared to the country-level mean value (1.3%)

volt jellemző. A vizsgált időszakok mindegyikében 0,34-1,54% körüli, vagy annál kisebb változás volt tapasztalható a Körös–Maros köze, a Hajdúság és a Mezőföld esetében. Az első időszakot leszámítva hasonlóan alacsony felszínborítás-változási arányok jellemzik a Balaton-medencét, és a Berettyó–Körösök síkvidékét is. Ezek a középtájak a felszínborítás változás szempontjából konzervatív, kevésbé dinamikus változó tájaknak tekinthetők (3. ábra). Ezzel szemben néhány középtáj esetében a változások aránya mindhárom időszakban meghaladta az 3%-ot. Ezek közé tartoznak a Nyírség, a Duna-Tisza közti hátság és a Belső-Somogy.

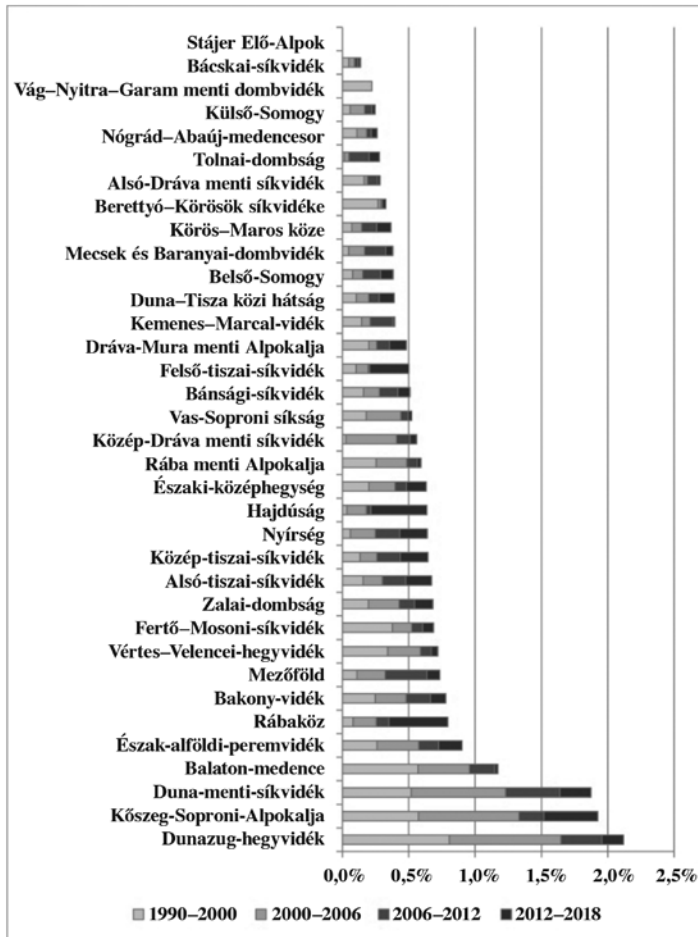
A négy időszakra összegzett erősödő antropogén hatást mutató tájváltozások terén középtájak közül és a Dunazug-hegyvidék (2,1%), a Kőszeg–Soproni-Alpokalja (1,9%) és a Duna menti-síkvidék (1,9%) állnak első helyen (4. ábra), ugyanakkor középtájaink közül a Stájer Elő-Alpokban egyáltalán nem történt erősödő antropogén hatást jelentő változás, és annak mértéke a Bácskai-síkvidék területén is szinte elhanyagolható (0,1%).

Gyengülő antropogén hatást mutató tájváltozások középtájak szintjén a teljes 1990-2018-as időszak adatai alapján a Nyírség (5,8%), a Duna–Tisza közti hátság (4,7%), a Belső-Somogy (3,6%) és a Felső-tiszai-síkvidék (3,3%) emelhetők ki. Legkisebb értékeket pedig a Körös–Maros köze (0,3%), a Balaton-medence (0,3%) és a Stájer Elő-Alpok (0,3%) esetében kaptuk.

A legtöbb középtáj esetén a legnagyobb mértékű felszínborítás-változás 1990-2000 között következett be, és a rákövetkező három vizsgált időszakban kisebb mértékű volt, de például a Belső-Somogy és az Alsó-Dráva menti síkvidék esetében éppen a 2006-2012 közötti időszak felszínborítás-változásai voltak a legjelentősebbek (3. ábra).



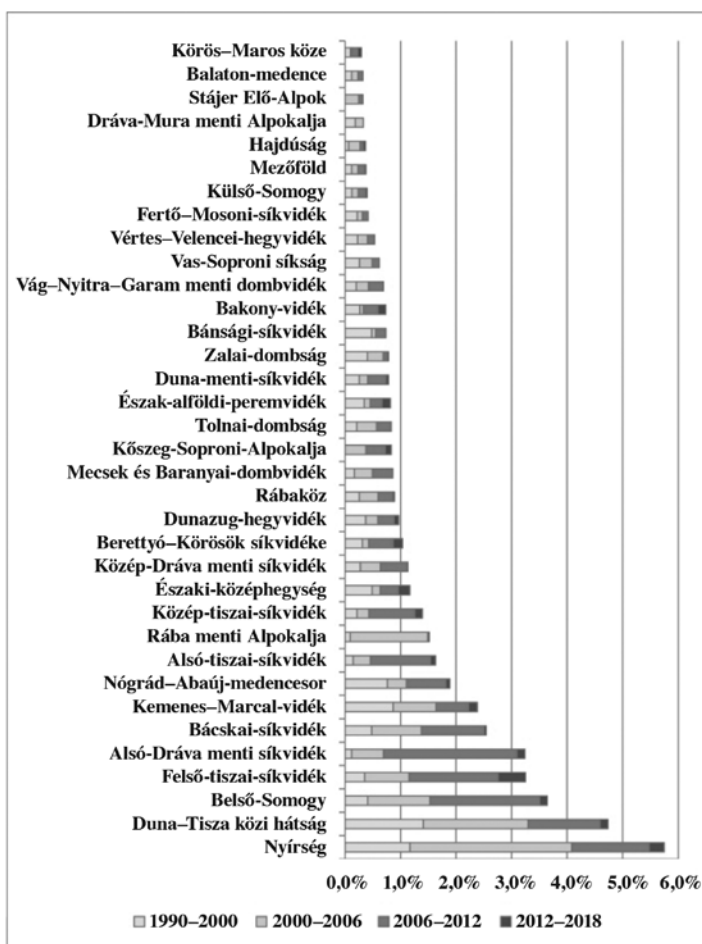
3. ábra. Az összes (semleges+erősödő+gyengülő antropogén hatást jelentő) felszínborítás változás területi aránya hazai középértékének %-ában a négy vizsgált időszakban
 Figure 3 Total land cover class changes (neutral + increasing + decreasing anthropogenic impacts) (% of mesoregion area) in Hungary in four periods of the study



4. ábra Erősödő antropogén hatással járó felszínborítás változások területi aránya középtájként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban
 Figure 4 Land cover class changes with increasing intense of human impacts (% of mesoregion area) in mesoregions of Hungary in the four investigated periods

Mindhárom időszakra vonatkozóan az országos átlag feletti arányban következett be gyengülő antropogén hatást eredményező tájváltozás a Duna-Tisza közti síkvidéken, a Bácskai síkvidéken, a Nyírségben és a Kemenesháton. A három időszak átlagos értékeit tekintve (5. ábra) gyengülő antropogén hatást jelentő tájváltozások jellemzik még a fenti tájakon túl a Felső-Tisza vidéket, Belső-Somogy és a Dráva menti síkság területét. Ezzel szemben mindhárom időszakban az országos átlagot meghaladó volt az erősödő antropogén hatást eredményező tájváltozások aránya a Duna menti síkságon, az Észak-alföldi hordalékkúp-síkságon, a Komárom- Esztergomi-síkságon és a Dunazug-hegyvidéken, a három időszak átlaga alapján pedig szintén az erősödő antropogén átalakítottságot eredményező felszínborítás konverziók domináltak a Mezőföldön, a Visegrádi-hegységben, és a Balaton-medence területén.

A gyengülő antropogén hatásként értékelt felszínborítás változások kiterjedése, illetve középtájkénti aránya átlagosan a 2006-2012-es időszakban volt a legmagasabb, amikor



5. ábra Csökkenő antropogén hatással járó felszínborítás változások területi aránya középtájanként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban
 Figure 5 Land cover class changes with decreasing intense of human impacts (% of mesoregion area) in mesoregions of Hungary in the four investigated periods

a középtájak területének átlagosan 0,5%-án volt észlelhető ilyen jellegű változás (4. táblázat), maximális értéke azonban 2,4%-ot tett ki. Erősödő antropogén hatással járó felszínborítás változások középtáji átlagban az első két vizsgált időszakban voltak a legnagyobbak, és ekkor átlagosan a középtájak területének 0,19%-át érintették (4. táblázat).

Az antropogén átalakítottság mértékének változásai országos szinten (1990-2018)

A fentiek alkalmazásában a 2018-as CLC100 felszínborítási adatok alapján Magyarország területének 2,0%-át (1865 km²) olyan felszínborítási kategóriák jellemzik, ahol egyáltalán nincs talaj, 6,3%-ot (5590,6 km²) tesznek ki a döntően antropogén talajokkal jellemezhető felszínborításba tartozó területek. Azon területek aránya, ahol a természetes talajokat a WRB osztályozás szintjén is kifejezhető antropogén hatások érték 64,87% (60 286,7 km²).

4. táblázat – Table 4

A gyengülő és erősödő antropogén hatást jelző felszínborítás változások középtájankénti területének átlag és maximum értéke km²-ben, illetve a középtáj területének %-ában az egyes vizsgált időszakokban, illetve összesítve az 1990-2018-as időszakra
Average and maximum values of extent (km²) and share (%) of land cover class changes with increasing and decreasing human impact within Hungarian mesoregions in the investigated periods, and summarized from 1990 to 2018
(Type of land cover changes; area and percentage for mesoregions; periods)

| Felszínborítás változás jellege | Középtájankénti | Időszak | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | 2012-2018 | 1990-2018 | |
| Erősödő antropogén hatást jelző változások | területe (km ²) | átlag | 4,9 | 5,1 | 3,6 | 3,5 | 17,6 |
| | | max. | 30,7 | 42,0 | 24,2 | 16,4 | 110,8 |
| | aránya (%) | átlag | 0,19% | 0,19% | 0,12% | 0,12% | 0,64% |
| | | max. | 0,81% | 0,84% | 0,41% | 0,44% | 2,12% |
| Gyengülő antropogén hatást jelző változások | területe (km ²) | átlag | 11,0 | 13,4 | 15,3 | 3,0 | 43,8 |
| | | max. | 98,5 | 132,3 | 90,9 | 17,3 | 331,2 |
| | aránya (%) | átlag | 0,32% | 0,44% | 0,50% | 0,08% | 1,38% |
| | | max. | 1,41% | 2,91% | 2,41% | 0,49% | 5,75% |

A felszínborítási kategóriák alapján várhatóan döntően természetes, vagy természetközeli talajokkal rendelkező területek aránya 26,77% (24884,4 km²). A fenti kategóriák területi eloszlásának különbségeit a 2012-es adatok alapján egy korábbi publikációkban (INCZE – NOVÁK, 2018) már bemutattuk.

A CORINE (CLC50) adatbázis alapján az ország területének 1990-2000 között 4,4%-át érintette valamilyen felszínborítás-változás, amely összesen mintegy 4091,5 km²-re terjedt ki. Ez az arány a következő évtizedben ugyan csökkent, 2000 és 2006 között 2,8% (2635,0 km²), majd 2006-2012 között 2,9% (2751,4 km²), 2012-2018 között pedig 1,8% (1702,7 km²), de még így is jelentősnek nevezhető.

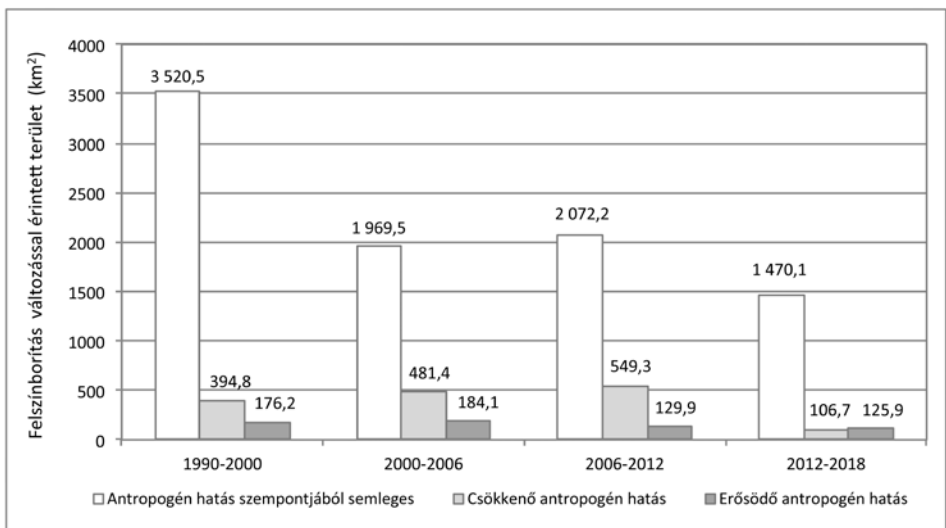
Az erősödő antropogén hatások az első két időszakban voltak a legkiterjedtebbek országos szinten (6. ábra), ekkor 176,2 (1990-2000 között) és 184,1 km²-t (2000-2006 között) érintettek. A legkisebb mértékű változást (106,7 km²) 2012-2018 között detektáltuk. A teljes négy időszak alatt összesen 616,1 km²-et érintett erősödő antropogén hatás, amely az ország területének 0,7%-át teszi ki. Gyengülő antropogén hatást az ország teljes területén a négy vizsgált időszak közül 2006-2012 között találtunk legnagyobb kiterjedésben (549,3 km²) és 2012-2018 között volt a legkevésbé (106,7 km²) ilyen változás. A teljes 1990-2018 közötti időszakban ez 1532,1 km²-et jelentett, amely az ország területének 1,6%-át teszi ki.

Összefoglalás

A négy időszakban összesen 289 féle felszínborítás-konverzió történt, amelyekből 71 a fenti besorolás alapján a talajok antropogén igénybevételének csökkenésével járt, 186 konverziótípus esetében a talajok antropogén átalakításának mértéke növekedett, 32 konverziótípus pedig a talajok antropogén átalakíttóságának mértéke tekintetében közömbös

változást jelentett. Országos szinten az érintett terület nagysága alapján mind a négy vizsgált időszakban az antropogén hatás szempontjából semleges konverziók domináltak. Az erősödő vagy gyengülő antropogén hatás fentiekben vázolt tájankénti különbségei, tájanként eltérő dinamikája viszont komplex társadalmi-gazdasági folyamatok kivételései a földrajzi tájakra (MEZŐSI G.–BATA T. 2011; CSORBA P. et al. 2012), így a táj antropogén átalakíthatóságának, és ennek időbeli változásainak kifejezésére is alkalmas indikátorként alkalmazhatók.

Összességében a felszínborítás változások területe a négy időszakban folyamatosan csökkent. Az antropogén hatás mértékét tekintve gyengülő és erősödő tájváltozásokat összegezve, a legnagyobb mértékű változás 2006–2012 között zajlott, amely 692,8 km²-re terjedt ki, a legkisebb pedig 2012–2018 között volt tapasztalható, amely 242,3 km²-t érintett (6. ábra). A csökkenő antropogén hatást eredményező felszínborítás változások mértéke 2006–2012 között, míg az erősödő hatást eredményezőké 1990–2000 között bizonyult legnagyobbaknak.



6. ábra Antropogén hatás szempontjából semleges, csökkenő és erősödő felszínborítások területi kiterjedése Magyarországon 1990-2018 között

Figure 6 Land cover class changes (neutral + increasing + decreasing concerning the change of human impacts) (km²) in Hungary between 1990 and 2018

A megváltozott antropogén hatáserősséget eredményező felszínborítás változások között három időszakban a gyengülő antropogén hatást kiváltó konverziók területe bizonyult nagyobbak, méghozzá az első vizsgált időszakhoz képest folyamatosan növekvő arányban, leszámítva az utolsó időszakot (2012–2018), amikor az erősödő antropogén hatás kiterjedése volt nagyobb. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy a felszínborítás, és az azzal együtt járó tájváltozások értékelésénél nem csupán az egyre nagyobb területeken érvényesülő, erősödő antropogén hatással (beépítés, leburkolás) kell számolnunk, hanem egyidejűleg a felhagyás és a területhasználat extenzifikációja következtében a talajok regenerációjának lehetőségével is. Bár ez a folyamat ugyanúgy társadalmi, és antropogén okok következménye, mint a talajok megnövekvő átalakítása, de mivel nem hoz létre új, a természetes folyamatok által generáltaktól eltérő diagnosztikai talajszinteket, tulajdonságokat vagy anyagokat, ezért a társadalom talajokra gyakorolt hatásainak DUDAL, R. (2005)

által összeállított inventárját emiatt nem szükséges újabb elemekkel kiegészíteni. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy míg az antropogén hatások növekedéséből adódó talajtani folyamatok hazánkban is a tudományos érdeklődés középpontjába kerültek, addig az extenzifikáció hatásaiaként végbemenő talajtani folyamatok (talajregeneráció, szén megkötés, szerkezet javulás stb.) sokkal kevesebb figyelmet kapnak.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberei Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett 20428-3/2018/FEKUTSTRAT azonosító számú, a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta a Debreceni Egyetem 4. tématerületi programja keretében.

NOVÁK TIBOR JÓZSEF

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
novak.tibor@science.unideb.hu

BALOGH SZABOLCS

DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
balogh.szabolcs@science.unideb.hu

INCZE JÓZSEF

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
incze.jozsef@science.unideb.hu

IRODALOM

- ARNAEZ, J. – LASANTA, T. – ERREA, M.P. – ORTIGOSA, L. 2010: Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain region: The case of Camero Viejo. – *Land degradation and development*, 22. 6. pp. 537–550.
- BARANYAI F. (szerk.) 1989: Útmutató a nagyméretarányú országos talajterképezés végrehajtásához. Melioráció-öntözés és talajvédelem. – *Agroinform*. Budapest pp. 51–55.
- BARTHA K. – TANÁCS E. – SAMU A. – KEVEINÉ BÁRÁNY I. 2009: Hazai rendzínák megfeleltetése a WRB nemzetközi talajosztályozási rendszerben (Classification of Hungarian rendzina soils in conformity with the international World Soil Reference Base System (WRB)). – *Agrokémia és Talajtan*, 58. 1. pp. 7–18.
- BARTHA D. 1994: A magyarországi erdők degradáltsága. – *Erdészeti Lapok* 129. pp. 366–367.
- BARTHA D. – BÖLÖNI J. – ÓDOR P. – STANDOVÁR T. – SZMORAD F. – TÍMÁR G. 2003. A magyarországi erdők természetességének vizsgálata. *Erdészeti Lapok* 138. 3. pp. 73–75.
- BATJES, N.H. 2002: Carbon and nitrogen stocks in the soils of Central and Eastern Europe. – *Soil Use and Management* 18. 4. pp. 324–329.
- BIDLÓ A., – GÁLOS, B. – HORVÁTH, A. 2014: The impact of climate change on carbon storage of urban soils. – *Geophysical Research Abstracts* 16: Paper EGU2014–13493.
- BOUMA, J. – VARALLYAY G. – BATJES, N.H. 1998: Principal land use changes anticipated in Europe. *Agriculture, – Ecosystems & Environment* 67. (2-3). pp. 103–119.
- BÖLÖNI, J. – MOLNÁR, ZS. – HORVÁTH, F. – ILLYÉS, E. 2008: Naturalness-based habitat quality of the Hungarian (semi-)natural habitats. – *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl.). pp. 149–159.
- CEBICAUER, T. – HOFIERKA, J. 2008: The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. – *Geomorphology* 98. 3–4. pp. 187–198.
- CENTERI, CS. – AKAC, A. – JAKAB, G. 2012: Land use change and soil degradation in a nature protected area of East-Central Europe. In: AUBRECHT, C. – FREIRE, S. – STEINNOCHER, K. (szerk.) *Land Use: Planning, Regulations, and Environment*. 252 p. New York: Nova Science Publishers, pp. 211–241.
- CERZINI, G. – SCALENGHE, R. 2011: Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene. – *The Holocene* 21. 8. pp. 1269–1274.

- CLC100 Copernicus Land Monitoring Services, Pan-European CORINE Land Cover Database (<http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>)
- CRAMER, V.A.–HOBBS, R.J.–STANDISH, R.J. 2008: What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly. – *Trends in Ecology & Evolution* 23. 2. pp. 104–112.
- CZIFRA L.–NOVÁK T.J. 2011: Spontán rekultiválódó meddőhányók talajának és növényzetének fejlődési sajátosságai a Bán-patak völgyében. In: WANEK F. (ed.) 2011. XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia absztraktkötete, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, pp. 292–293.
- CZÜCZ B.–MOLNÁR Zs.–HORVÁTH F.–BOTTA-DUKÁT Z. 2008: The natural capital index of Hungary. – *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl.). pp. 161–177.
- CSORBA, P.–SZABÓ, Sz. 2009: Degree of human transformation of landscapes: a case study from Hungary. – *Hungarian Geographical Bulletin* 58/2. pp. 91–99.
- CSORBA P.–BLANKA V.–VASS R.–NAGY R.–MEZŐSI G.–BURGAHRD M. 2012. Hazai tájak működésének veszélyeztetettsége új klímaváltozási előrejelzés alapján. *Földrajzi Közlemények* 136. 3. pp. 237–253.
- DAZZI, C.–LO PAPA, G. 2015: Anthropogenic soils: general aspects and features. – *Ecocycles* 1. 1. pp. 3–8.
- DOBOS E.–VADNAI P.–BETÓTI R.D.–KOVÁCS K.–MICHÉLI E.–SZEKI T.–FULLAJTAR, E.–PENIZEK, V.–SWITONIAK, M. 2014: Új WRB alapú validációs adatbázis és validációs módszertan Közép-Európára, ValiDat. *DSM. – Agrokémia és Talajtan* 63. 2. pp. 393–408.
- DUDAL, R. 2005: The sixth factor of soil formation. – *Eurasian Soil Science* 38. 60 p.
- DUDAL, R.–NACHTERGAEL, F.–PURNELL, M.F. 2002: The human factor of soil formation. In: 17th World Congress of Soil Science Paper No. 93. Bangkok, Thailand (CD-ROM) (IUSS).
- FARSANG A.–SZOLNOKI Zs.–BARTHA K.–PUSKÁS I. 2015: Javaslat az antropogén talajok osztályozására a hazai, megújuló osztályozási rendszer keretei között. – *Agrokémia és Talajtan* 64.1. pp. 299–316.
- FERANEC, J.–JAFFRAIN, G.–SOUKUP, T.–HAZEU, G. 2010: Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data. – *Applied Geography* 30.1. pp. 19–35.
- Food & Agriculture Org. of the United Nations 2006: Guidelines for soil description. – Rome, FAO, 97 p.
- FÖLDVÁRI Gy. 1966: Magyarország genetikus talajtípusainak, altípusainak és változatainak szisztematikusan jegyzéke. In: SZABOLCS I. (szerk.) 1966: A genetikus üzemi talajértékelés módszertanja. – Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, pp. 165–254.
- FÖMI 2002. Az 1 : 50.000 léptékű országos CORINE Felszínborítási (LandCover) Projekt némenklatúrája. – FÖMI, Budapest, (CLC50 1.42 verzió, 2002. január 10.) 20 p.
- FRANK N.–BARTHA D. 1997: A magyarországi erdők értékelése a hemeróbia-fokozatok segítségével. In: IV. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és Poszterek összefoglalói, Pécs, 64 p.
- FREIBAUER, A.–ROUNSEVELL, M.D.–SMITH, P.–VERHAGEN, J. 2004: Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. – *Geoderma* 122. 1. pp. 1–23.
- FUCHS M.–MICHÉLI E. 2010: A duzzadó agyagtalajok előfordulásának dokumentálása és osztályozásuk problémái Magyarországon. – *Agrokémia és Talajtan* 59. 2. pp. 217–232.
- FUCHS M.–WALTNER I.–SZEKI T.–LÁNG V.–MICHÉLI E. 2011: A hazai talajtípusok taxonómiai távolsága a képződésüket meghatározó folyamatársulások alapján. – *Agrokémia és Talajtan* 60. 1. pp. 33–44.
- FUCHS M.–MICHÉLI E. 2015: Javaslat a hazai genetikai talajszintek leírásának a FAO irányelveknek megfelelő módosítására. – *Agrokémia és Talajtan* 64. 1. pp. 273–285.
- FUCHS M.–WALTNER I.–MICHÉLI E. 2007: A hazai hidromorf talajok osztályozásának és nemzetközi megfeleltetésének kérdései. – *Talajvédelem (Különszám)* pp. 184–192.
- GARCÍA–RUIZ, J.M. 2010: The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. – *Catena*, 81. 1. pp. 1–11.
- GUO, L.B.–GIFFORD, R.M. 2002: Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. – *Global Change Biology* 8. pp. 345–360.
- HORVÁTH, A.–SZÜCS, P.–BIDLÓ, A. 2015: Soil condition and pollution in urban soils: evaluation of the soil quality in a Hungarian town. – *Journal of Soils and Sediments* 15. 8. pp. 1825–1835.
- INCZE J.–NOVÁK T.–RÓZSA P. 2013: Az antropogén geomorfológiai hatás mértékének jellemzése a tokaji Nagy-hegy példáján (Characterizing anthropic geomorphic impact on the Tokaj Nagy Hill – a case study). In: WANEK F.–GAGYI PÁLFFY A. 2013. XV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, ISSN 1842-9440, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Beszterce, pp. 201–202.
- IUSS Working Group WRB 2007: World Reference Base for Soil Resources 2006, – World Soil Resources Reports, No. 103. FAO, Rome, 93 p.
- IUSS Working Group WRB 2014: World Reference Base for Soil Resources 2014, – World Soil Resources Reports, No. 106. FAO, Rome, 181 p.
- IUSS Working Group WRB 2015: World Reference Base for Soil Resources 2015, – World Soil Resources Reports, No. 106. FAO, Rome, 192 p.
- JAKAB G.–SZABÓ J.–SZALAI Z. 2015: A review on sheet erosion measurements in Hungary. – *Tájékológiai Lapok* 13. 1. pp. 89–103.
- JALAS, J. 1953: Hemerokrit ja hemerobit. – *Luonnon Tutkija* 57. pp. 12–16.

- JALAS, J. 1955: Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. – *Acta Soc. – Flora Fauna Fennica* 72. pp. 1–15.
- KALININA, O.–BARMIN, A.N.–CHERTOV, O.–DOLGIKH, A.V.–GORYACHKIN, S.V.–LYURI, D.I.–GIANI, L. 2014: Self-restoration of post-agrogenic soils of Calcisol–Solonetz complex: Soil development, carbon stock dynamics of carbon pools. *Geoderma* 237–238. pp. 117–128.
- KALININA, O.–CHERTOV, O.–DOLGIKH, A.V.–GORYACHKIN, S.V.–LYURI, D.I.–VORMSTEIN, S.–GIANI, L. 2013: Self-restoration of post-agrogenic Albeluvisols: Soil development, carbon stocks and dynamics of carbon pools. – *Geoderma* 207–208. pp. 221–233.
- KALININA, O.–KRAUSE, S.-E.–GORYACHKIN, S.V.–KARAVAEVA, N. A.–LYURI, D.I.–GIANI, L. 2011: Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools. – *Geoderma* 162. pp. 196–206.
- KERÉNYI A. 1991: Talajerózió, térképezés, laboratóriumi és szabadjöldi kísérletek. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 219 p.
- KERÉNYI, A. 1994: Loess erosion on the Tokaj Big-Hill. – *Quaternary International* 24. pp. 47–52.
- KISS, A.–BARTA, K.–SÜMEGHY, Z.–CZINEGE, A. 2005: Historical land use and anthropogenic features, a case study from Nagymaros. – *Acta Climatol. Chorologica Univ. Szeged. Szeged* 38–39. pp. 111–124.
- KRASILNIKOV, P.–MARTI, J. J. I.–ARNOLD, R.–SHOBA, S. (eds) 2009: A handbook of soil terminology, correlation and classification. – Earthscan Publ.–UK, London, ISBN 978-1-84407-683, pp. 440.
- KUEMMERLE, T.–RADELOFF, V.C.–PERZANOWSKI, K.–HOSTERT, P. 2006: Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique. – *Remote Sensing of Environment* 103. 4. pp. 449–464.
- KUMAR, S.–MAITI, S.K.–CHAUDHURI, S. 2015: Soil development in 2-21 years old coalmine reclaimed spoil with trees: A case study from Sonepur-Bazari opencast project, Raniganj Coalfield, India. – *Ecological engineering* 84. pp. 311–324.
- LAGANIÈRE, J.–ANGERS, D. A.–PARÉ, D. 2010: Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. – *Global Change Biology* 16. pp. 439–453.
- LAMBIN, E.F.–GEIST, H.J. (eds.) 2006: *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*, – Springer-Verlag, Berlin. 176 p.
- LENNERT J. 2018: Felszínborítás-változás a visegrádi országokban a rendszerváltás után (Land Cover Change in the Visegrad Countries after the Regime Change). – *Magyar Tudomány* 179. 3. pp. 319–330. DOI: 10.1556/2065.179.2018.3.2
- LEWIS, S.L.–MASLIN, M.A. 2015: Defining the Anthropocene. – *Nature* 519. pp. 171–180.
- LISKA CS. M.–MUCSI L.–HENITS L. 2017: Hosszútávú felszínborítás-változások vizsgálata Csongrád-megyében idősoros adatok felhasználásával, Random Forest módszerrel. *Földrajzi Közlemények* 141. 1. pp. 71–83.
- MARI L. 2010: Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján. In: SZILASSI P.–HENITS L. (szerk) 2010: Tájváltozás értékelési módszerei a 21. században. Tudományos konferencia es műhelymunka tanulmányai, 2010, Szeged, pp. 226–234.
- MARI L.–MATTÁNYI ZS. 2002: Egységes európai felszínborítási adatbázis a CORINE Land Cover program. – *Földrajzi Közlemények* 126 /50. 1-4. pp. 31–38.
- MCLAUCHLAN, K.K.–HOBBIE, S.E.–POST, W. 2006: Conversion from agriculture to grassland builds soil organic matter on decadal time scales. – *Ecological Applications* 16. 1. pp. 143–153.
- MEZŐSI G.–BATA T. 2011: A földrajzi tájak határai. *Földrajzi Közlemények* 135. 1. pp. 33–43.
- MICHÉLI E. 2011: A talajképző folyamatok megjelenése a diagnosztikai szemléletű talajosztályozásban. – *Agrokémia és Talajtan* 60. 1. pp. 17–32.
- MICHÉLI, E.–KRASILNIKOV, P. 2009: The Hungarian Soil Classification System In: ARNOLD, R.–SHOBA, S.–KRASILNIKOV, P.–MARTI, J. J. I. (2009): A handbook of soil terminology, correlation and classification. – London, Earthscan, (ISBN: 978-84407-683-3) pp. 171–176.
- MICHÉLI, E.–FUCHS, M.–HEGYMEGI, P.–STEFANOVITS, P. 2006: Classification of the major soils of Hungary and their correlation with the World Reference Base for Soil Resources (WRB). – *Agrokémia és Talajtan*. 55. 1. pp. 19–28.
- MICHÉLI E.–FUCHS M.–LÁNG V.–SZEGI T.–DOBOS E.–SZABÓNÉ KELE G. 2015: Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. – *Agrokémia és Talajtan* 64. 1. pp. 285–297.
- MICHÉLI, E.–FUCHS, M.–LÁNG, V.–SZEGI, T.–SZABÓNÉ KELE G. 2014: Methods for modernizing the elements and structure of the Hungarian Soil Classification System. – *Agrokémia és Talajtan* 63. 1. pp. 69–78.
- MÓGA J.–SZABÓ M.–MARI L.–BORSODI A.–KÉRI A.–KNÁB M.–KISS K.–IVÁN V. 2014: Természetes és antropogén hatásokra végbemenő tájváltozások vizsgálata a Bakonyban. *Földrajzi Közlemények* 138. 2. pp. 89–106.
- MOLNÁR ZS.–BARTHA S.–HORVÁTH F.–BÖLÖNI J.–BOTTA-DUKÁT Z.–CZÚCZ B.–TÖRÖK K. 2009: Növényzeti örökségünk állapota és várható jövője az MTA ÖBKI MÉTA adatbázisa alapján. – *Magyar Tudomány*, 1. pp. 4–57.
- MONASTERSKY, R. 2015: Anthropocene – the human age. – *Nature* 519. pp. 144–147.

- MTA TAKI 2011: Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása. *Tájékológiai Lapok* 9. 1. pp. 203–205.
- MTA TAKI 2014: Talajtömörödöttség térkép (1 : 100 000)
- NOVÁK T. 2013: Talajtani praktikum. Talajok terepi vizsgálata, leírása és osztályozása. – Meridián Alapítvány, Debrecen, ISBN: 978-963-08-4044-6, 188 p.
- NOVÁK T. J.–INCZE, J.–RÓZSA, P. 2013: Quantifying anthropogeomorphological transformation by using the concept of „hemeromorphy” a case study from Hungary. In: 8th IAG International Conference on Geomorphology Abstract Book, Paris 2013. 466 p.
- NOVÁK, T.–BECKER, K.–GIANI, L. 2009: Modification of solonetz soil profile characteristics caused by organic matter influx on the livestock resting sites of Hortobágy, Hungary. In: TÓTH, T. (ed.) (2009): IUSS Salinization Conference Presentations, RISSAC-MTA TAKI, Budapest 33 p.
- NOVÁK, T. J.–INCZE, J. 2014: A tokaji Nagy-hegy felhagyott szőlőteraszainak támfalai – Retaining walls of abandoned vineyard terraces on Tokaj Nagy Hill. – 4D Tájépitészeti és kertművészeti folyóirat – Journal of Landscape Architecture and Garden Art 35. pp. 20–35.
- NOVÁK, T. J.–INCZE, J.–RÓZSA, P. 2013: Quantifying anthropogeomorphological transformation by using the concept of ‚hemeromorphy” – a case study from Hungary, the Tokaj Big Hill (In: NOVOTNY, J.–LEHOTSKY, M.–RACZKOWSKA, Z.–MACHOVA, Z. (eds.) 2013: Carpatho-Balkan-Dinaric Conference on Geomorphology 2013.06.24-28, Stara Lesna – Book of Abstracts) Geomorphologia Slovaca et Bohemica, ISSN 1337 – 6799, Association of Slovak Geomorphologists on the SAS, Czech Association of Geomorphologists, Institute of Geography – Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 13. 1. 59 p.
- NOVÁK T.J.–INCZE J. 2018: Antropogén hatások becslése hazai talajokban felszínborítási adatok és WRB diagnosztika alapján. *Agrokémia és Talajtan* 67. 2 pp. 179–199.
- NOVÁK, T.J.–INCZE, J.–SPOHN, M.–GLINA, B.–GIANI, L. 2014: Soil and vegetation transformation in abandoned vineyards of the Tokaj Nagy-Hill. – *Catena* 123. pp. 88–89.
- NOVÁK T.J.–TÓTH Cs. A. 2016: Development of erosional microforms and soils on semi-natural and anthropogenic influenced solonetzic grasslands. – *Geomorphology* 254. pp. 121–129.
- PÁSZTOR, L.–DOBOS, E.–SZATMÁRI, G.–LABORCZI, A.–TAKÁCS, K.–BAKACSI, Zs.–SZABÓ, J. 2014: Application of legacy soil data in digital soil mapping for elaboration of novel, countrywide maps of soil conditions. – *Agrokémia és Talajtan* 63. 1. pp. 79–88.
- PODMANICKY, L.–BALÁZS, K.–BELÉNYESI, M.–CENTERI, Cs.–KRISTÓF D.–KOHLEB, N. 2011: Modelling Soil Quality Changes in Europe. An Impact Assessment of Land Use Change on Soil Quality in Europe. – *Ecological Indicators* 11. pp. 4–15.
- POST, W. M.–KWON, K. C., 2000: Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. – *Global Change Biology* 6. 3. pp. 317–328.
- RICHTER, D. DE B.–BACON, A.R.–BRECHEISEN, Z.–MOBLEY, M.L. 2015: Soil in the Anthropocene. IOP Conf. Ser.: – *Earth Environ. Sci.* 25. pp. 1–11.
- ROUNSEVELL, M.D.A.–REGINSTER, I.–ARAÚJO, M.B.–CARTER, T.R.–DENDONCKER, N.–EWERT, F.–HOUSE, J.I.–KANKAANPÁA, S.–LEEMANS, R.–METZGER, M.J.–SCHMIT, C.–SMITH, P.–TUCK, G. 2006: A coherent set of future land use change scenarios for Europe. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114. 1. pp. 57–68.
- RÓZSA, P. 2007: Attempts at qualitative and quantitative assessment of human impact on the landscape. – *Geographia Fisica e Dinamica Quaternaria* 30. pp. 233–238.
- RÓZSA, P.–NOVÁK, T. 2011. Mapping anthropic geomorphological sensitivity on a global scale. – *Zeitschrift für Geomorphologie* 55. 1. pp. 109–117.
- SÁNDOR, G.–SZABÓ, Gy.–CHARZYŃSKI, P.–SZYNKOWSKA, E.–NOVÁK T.J.–ŚWITONIAK, M. 2013: Technogenic soils in Debrecen. In: CHARZYŃSKI, P.–MARKIEWICZ, M.–ŚWITONIAK, M. (eds.) 2013: *Technogenic Soils Atlas*, ISBN 978-83-934096-2-4, Polish Society of Soil Science. Toruń. pp. 35–74.
- SCALENGHE, R.–MARSAN, F.A. 2009: The anthropogenic sealing of soils in urban areas. – *Landscape and Urban Planning* 90. 1-2. pp. 1–10.
- SHRESTHA, R. K.–LAL, R. 2006: Ecosystem carbon budgeting and soil carbon sequestration in reclaimed mine soil. – *Environment International* 32. pp. 781–796.
- STANCHI, S.–FREPPAZ, M.–AGNELLI, A.–REINSCH, T.–ZANINI, E. 2012: Properties, best management practices and conservation of terraced soils in Southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps): A review. – *Quaternary International* 265. pp. 90–100.
- STEFANOVITS P.–FILEP Gy.–FÜLEKY Gy. (szerk.) 1999: *Talajtan*. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
- STEFANOVITS P. 1992: *Talajtan* (3. kiadás) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 p.
- STOCKMANN, U.–MINASNY, B.–MCBRATNEY, A.B. 2014: How fast does soil grow? – *Geoderma* 216. pp. 48–61.
- SUKOPP, H. 1972: Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. *Berichte über Landwirtschaft* 50. pp. 112–139.
- SÜTŐ L.–DOBÁNY Z.–NOVÁK T.J.–INCZE J.–RÓZSA P. 2014: Antropogén tájak összehasonlító elemzése – esettanulmányok Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből. *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek* 11. 2. pp. 45–52.

- SZABARI SZ.–SZEGI T.–FUCHS M.–LÁNG V.–MICHÉLI E. 2015: A szikes talajok nemzetközi korrelációs problémái a megújított hazai talajosztályozás tükrében. – Talajvédelem, pp. 199–210.
- SZABÓ, M.–MOLNÁR, E. 2000: Landscape changes in the Szigetköz region NW Hungary. In: GALLÉ, L.–KÖRMÖCZI, L. (eds.): Ecology of River Valleys. Szeged, pp. 37–42.
- SZABOLCS I.–RÉDLY M. 1989: State and Possibilities of Soil Salinization in Europe. – *Agrokémia és Talajtan* 38. 3-4. pp. 537–558.
- SZILASSI P. 2017: Land cover variability and the changes of land cover pattern in landscape units of Hungary. – *Tájökológiai Lapok* 15. 2. pp. 131–138.
- SZILASSI P.–BATA T.–MOLNÁR ZS. 2015: A táj antropogén átalakítottságának térképezése országos léptékben Magyarország példáján. – VI. Magyar Tájökológiai Konferencia. Absztraktkötet.
- SZILASSI P.–BATA T.–MOLNÁR ZS.–CZÚCZ B. 2012: Magyarországi kistájak hemeróbiaszintjének értékelése tájmetriai mutatók és a természeti tőke index közti kapcsolat elemzésével. – V. Magyar Tájökológiai Konferencia, Sopron, előadás.
- SZILASSI, P.–BATA, T.–SZABÓ, SZ.–CZÚCZ B.–MOLNÁR ZS.–MEZŐSI G. 2017: The link between landscape pattern and vegetation naturalness on a regional scale. – *Ecological Indicators* 81. pp. 252–259.
- SZILASSI, P.–JORDÁN, GY.–ROMPAEY, A.–CSILLAG, G. 2006: Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. – *Catena* 68. pp. 96–108.
- TÓTH G.–HERMANN T.–MÁTÉ F. 2008: Megjegyzések a magyar talajosztályozási egységek információtartalmáról (Notes on the information stored in the lower levels of the hungarian soil taxonomy – in hungarian). – *Journal of Central European Agriculture* 9. 3. pp. 589–598.
- TÚRI Z. 2011: A tájmintázat vizsgálata a Tiszazugban. – *Tájökológiai Lapok*, 9. 1. pp. 43–51.
- VÁCLAVÍK, T.–ROGAN, J. 2009: Identifying Trends in Land Use, Land Cover Changes in the Context of Post-Socialist Transformation in Central Europe: A Case Study of the Greater Olomouc Region, Czech Republic. – *GIScience & Remote Sensing* 46. 1. pp. 54–76.
- VÁRALLYAY GY.–FÓRIZS J.–NÉ 1966: A helyszíni talajfelvételezés In: SZABOLCS I. (szerk.): A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. – Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, pp. 19–160.
- WALZ, U.–STEIN, C. 2014: Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. – *Journal of Nature Conservation* 22. pp. 279–289.