

Az eróziós térképek kategóriáinak értékelése

Jelen tanulmány áttekinti az eróziós modellekkel becsült talajveszteség térképezésének eddigi történetét, amely egy saját kutatás kapcsán javaslatot kíván adni az erózió-veszélyeztetettség kategóriák optimalizálására. Egy tudományosan is megalapozott kategóriarendszer alátámaszthatja a talajveszteség prognózisának szükségességét a gazdák számára, és elősegítheti a talajhasználat fenntarthatóságát.

A talajveszteség-becslő modellek adatigénye és a térképek készítése

A talajvédelem története egykorú a talajművelés, a legeltetés és az erdőirtás megjelenésével. A kutatások azonban csak az 1900-as évek elején kezdődtek világszerte. Hazánkban az 1950-es évek elejéig csak röviden emlékeztek meg a talajvédelem fontosságáról vagy eddigi eredményeiről (STEFANOVITS, 1964). Komoly kutatások ezután kezdődtek (MATTYASOVSKY, 1953, 1957; STEFANOVITS, 1956, 1964; DUCK, 1960). Az 1950-es években létrehozták a Talajjavító és Talajvédelmi Vállalatot, amely a talajvédelem területén kiemelkedő eredményeket ért el. ERŐDI és munkatársai (1965) jelentették meg az első jelentősebb könyvet, amely általános áttekintést ad a témakörben.

A talajeróziós modellekben általában a talajeróziót kiváltó és befolyásoló tényezőket együttesen (STEFANOVITS, 1964, 1977) vagy egyes tényezőket kiemelve veszik figyelembe (MATTYASOVSKY, 1956; FEKETE & TÓTH, 1961; GÓCZÁN & KAZÓ, 1970; KERÉNYI, 1981, 1991; SZŰCS & KAZÓ, 1969; FARKAS, 1987). PINCZÉS (1980) vizsgálta az egyes művelési ágak hatását az erózióra. Az USLE (Universal Soil Loss Equation) modellel kapcsolatos konkrét terepi mérésekről KERTÉSZ és munkatársai (1997), hazai használatáról BARCZI és CENTERI (1999), az EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) modell hazai alkalmazásáról MEZŐSI és RICHTER (1991), valamint HUSZÁR (1999), az EUROSEM (European Erosion Model) modell kalibrálásáról pedig BARTA (2001) ír. Távérzékelés segítségével készített talajveszteség térképet hasonlított össze USLE modellel készült térképpel VERŐNÉ (1996).

Az Amerikai Egyesült Államokban hosszú évtizedeken át folyó kutatások során nyert adatok egy eróziós modellben nyerték el végleges formájukat, amely USLE néven került be a köztudatba (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Készítői szerint a modell a Világ sok táján alkalmas a talajveszteség becsülésére, bár az adatok gyűjtése elengedhetetlen a talajveszteség értékének pontos meghatározásához. Erre hívja fel e figyelmet STEFANOVITS (1966) is: „A talajvédelmi tervezés csak akkor nyugszik reális alapokon, ha a talajviszonyok lehető legmélyebb ismeretére épül”. Ennek tükrében számos terepi mérést végeztünk az USLE modell talajeródálhatósági tényezőjének megállapításához, majd ezekkel készítettünk talajveszteség-becslő térképet hazai mintaterületeken

(CENTERI, 2002a,b,c, 2003; BELÉNYESI et al., 2002). Jelenleg a somogyvári eróziós térképet mutatjuk be.

Talajvesztéséget ábrázoló térképek és kategóriáik

Az elkészített eróziós térkép elemzéséhez szükség van arra, hogy a becsült talajvesztéseket különböző osztályokra osszuk, hiszen a térkép így lesz alkalmas az agrotechnikai vagy műszaki talajvédelmi eljárásokat igénylő területek kiválasztására. Természetesen különbséget kell tennünk a különböző eróziós formák térképi megjelenítései között. Jelen esetben valamilyen talajvesztés-eg-becsítő modellel készített, nagy területre becsült, az átlagos talajvesztés ábrázolásával kapcsolatos kutatásokat elemezzük. Nem foglalkozunk a speciális vonalas eróziós formák, a padkásodás és a szedimentáció térképi ábrázolásával. Az irodalom általában a következő kategóriákat jeleníti meg: jelentéktelen és/vagy nincs erózió, gyenge, közepes, erős és nagyon erős/extrém erózió. A kategóriák száma bővíthet vagy csökkenhet, erre vonatkozóan láthatóan nincsenek szabályok.

LO (1995) – aki két taiwani vízgyűjtőre (1. táblázat) készített talajvesztéséget becsülő térképeket az AGNPS modellel (YOUNG et al., 1987) – fontosnak tartja tolerancia-érték meghatározását, hiszen „azok elengedhetetlenül fontosak a szükséges talajvédelmi eljárások meghatározásához és bevezetéséhez”. A WISCHMEIER és SMITH (1978) által megállapított $11\text{--}22\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ tolerálható talajvesztéséget veszi alapul, mivel ilyen trópusi területekre még nem határoztak meg. A LO (1995) által becsült talajvesztés több esetben jelentősen meghaladja ezt. A két vízgyűjtő talajvesztés adatait lényegesen eltérő módon osztályozta a szerző, még a kategóriák száma sem egyezik meg. A Tsengwen-

1. táblázat
Különböző szerzők talajvesztés-kategóriái

Szerzők és helyszínek	Kategóriák ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$)
LO (1995), Bajun-vízgyűjtő	0–20, –500, –1000, 1000<
LO (1995), Tsengwen-vízgyűjtő	0–300, –700, –1000, –3000, 3000<
MORGAN et al. (1997), Swáziföldön*	10–99, –499, –2499, 2500<
MORGAN et al. (1997), Swáziföldön**	0–14, –59, –499, 500<
FAO–UNEP–UNESCO (1979)	0–10, –50, –200, 200<
YUSOF & BABAN (1999), Langkawi-sziget	0–50, –150, 150<
DE LA ROSA et al. (1998)	0–5, –10, –50, –100, –150, 150<
RAGHUNATH (2002), Nepál	0–1, –10, –30, –100, 100<
BOUHLASSA (1999), Errachidia-medence	0–20, –40, –60, –80, –100, 100<
SPAROVEK et al., WEILL et al. (1998), Ceveiro-vízgyűjtő	0–5, –10, –20, –40, –60, 60<
MOTOC et al. (1992), Románia	0–1, –8, –16, –30, –45
JAMBOR et al. (1998), Szlovákia	0–4, –10, –30, 30<
SPOTILA (1998), San Bernardino-hegység	<0,3; –0,6; –1,5; –3; –4,5; –6; –7,5; –15; –30; 30<
UNEP–EEA (2000)	0–1,3; –6,5; –15,6; –26

Megjegyzés: * USLE, ill. ** SLEMSA modellel végzett elemzés

vízgyűjtőnél 15-ször nagyobb a legkevésbé erodált kategória felső, és háromszor nagyobb a legerősebben erodált kategória alsó határértéke. A $300 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ több mint tízszerese WISCHMEIER és SMITH (1978) tolerálható talajveszteség-értékének, LO mégsem magyarázza annak okát, hogy miért választott ilyen nagy értéket. A csapadék erozivitás index a Bajun-vízgyűjtőben 2000, a Tsengwen-vízgyűjtőben 2500 (mértékegységet nem közöl) Ez a kismértékű eltérés nem magyarázza, hogy miért vette figyelembe a szerző a WISCHMEIER és SMITH (1978) által megállapított tolerálható talajveszteség értékét a Bajun-, és miért állapított meg ennél közel 15-ször nagyobb értéket a Tsengwen-vízgyűjtőben a legkisebb eróziós kategória esetében. Véleményünk szerint az 1000 és a $3000 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ is túlságosan nagy értékek ahhoz, hogy bármilyen tervezés alapjául szolgálhassanak.

MORGAN és munkatársai (1997) az USLE és SLEMSA (STOCKING, 1988) modellekkel végeztek elemzést (1. táblázat). Felmerül a kérdés, hogy a SLEMSA modell esetében miért alacsonyabb a „nincs erózió” kategória ($0\text{--}14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$) és a LO (1995) által is ismertett tolerálható talajveszteség-értéket miért nem vették figyelembe az USLE modellel történő becslés során a „nincs erózió” kategória ($0\text{--}99 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$) határértékeinek meghatározásánál? A „nagy” eróziós kategória alsó határértékét jelen esetben is túlságosan nagyra tartjuk.

A Romero folyó vízgyűjtőjében a következő beosztást használták a szerzők (HTTP3): $0\text{--}5$, $5\text{--}10$, $10\text{--}50$, $50\text{--}150$, $150\text{--}1000$, $1000\text{--}2000 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$. A területen jellemző talajveszteség átlagos üteme 5 és $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ volt, de egyes helyeken $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ feletti talajveszteség is előfordult.

A FAO–UNEP–UNESCO (1979) módszertant dolgozott ki a talajpusztulás becslésére. Az $1:5\text{M}$ méretarányú térképhez javasolt kategóriákat az 1. táblázatban adjuk meg. A legalacsonyabb kategóriához tartozó talajveszteség ($0\text{--}10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$) értéke hasonlít a rokon térképek ezen kategóriáihoz, a javasolt $200 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ talajveszteséget túlságosan magasnak tartjuk, még a nagyon extrém kategória alsó határértékeként is.

YUSOF és BABAN (1999) (HTTP1) az USLE modellel elkészítették a Langkawi-sziget erózió-veszélyeztetettségi térképét, amely egy ún. legrosszabb esetre készült (fekete ugar, nincs talajvédő művelés). A kapott eredményeket véletlenszerűen csoportosították. A közlemény 3. térképének (HTTP1) jelmagyarázatában egy határértékekkel jelölt kategória van ($0\text{--}30$), a többi színhez nem határértékek, hanem konstans átlagértéket rendeltek (pl. $60,2$; $90,3$; $120,4$, $150,4$ stb.). A térkép jelmagyarázata ilyen módon nehezen értelmezhető. A 4. térképen (HTTP1) az eróziós veszélyeztetettség három osztályát láthatjuk (1. táblázat), amelyet kifejezetten nagy, és el nem fogadható értéknek tartunk.

DE LA ROSA és munkatársai (1998) térképükön megadják a talajveszteség-kategóriák határértékeit (1. táblázat). Nagyon alacsony és alacsony kategóriái $0\text{--}5$ és $5\text{--}10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$, a közepes kategória már $10\text{--}50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$; a következő kategóriák pedig indokolatlan módon ötvenesével ugranak.

RAGHUNATH (2002) Nepálban készített talajveszteség-becslő térképet a RUSLE modell segítségével (RENARD et al., 1997) (1. táblázat). A térkép talajveszteség értékei 0 és $731 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ között változtak, amit öt részre osztott.

BOUHLASSA (1999) az Errachidia-medencében végzett izotópos vizsgálatokat. A kutatás eredménye egy eróziós térkép lett, amelynek kategóriáit az 1. táblázatban közöljük.

SPAROVEK és munkatársai (1998), valamint WEILL és munkatársai (1998) Brazília területén a Ceveiro-vízgyűjtőben készítettek talajveszteséget ábrázoló térképet. A kate-

góriák száma (1. táblázat) megegyezik a DE LA ROSA és munkatársai (1998) által megszabottakkal.

KOKH-SHRESTHA (2002) Nepálban készített talajveszteséget becsülő térképet. BOUHLASSA (1999) osztályozásán kívül ez az egyetlen olyan hivatkozott térkép, ahol egyenlő intervallumokban kerültek elosztásra a talajveszteség kategóriák (1. táblázat).

Románia területére MOTOC és munkatársai (1992) készítettek elemzést (1. táblázat). A határértékek nem illeszkednek pontosan, így 1–2, 8–9, 16–17, ill. 30–31 közötti és a $45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ feletti kategóriák esetében üres foltok lesznek a térképen. Az így készített elemzések megbízhatósága kétséges. A végeredmény térképen más kategóriák szerepelnek.

Szlovákia eróziós térképét mutatták be JAMBOR és munkatársai (1988). A térképen egy újabb kategóriarendszerrel találkozhatunk, amely sokkal szigorúbb kategóriákat állít fel, mint amit az előző esetekben láthattunk (1. táblázat).

SPOTILA (1988) $\text{mm}\cdot\text{év}^{-1}$ -ben fejezte ki talajveszteség-adatait. Ezeket számoltuk át $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ -re, $1,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ térfogattömeget feltételezve (1. táblázat).

A FAO–UNEP–UNESCO (1979) a talajveszteség tolerancia-értékére vonatkozóan is közöl adatokat (2. táblázat). KONVICKOVA és munkatársai (1992) hivatkoznak az 1983-ban megjelent, „Az erózió ellenőrzése mezőgazdasági területeken” című kézikönyvre, amely kijelenti: „A talajok átlagos évi gyarapodása 0,1 mm, ami $0,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ talajképződésnek felel meg”. Részletes értékeket közölnek az elfogadható talajveszteség mértékére vonatkozóan (2. táblázat).

Az UNEP–EEA (United Nations Environment Program–European Environment Agency) két fontos, idevágó kijelentést tett 2000-ben: 1. A talaj nem megújítható erőforrás. 2. A talajképződés lassú ütemének megfelelően minden olyan talajpusztulás irreverzibilisnek tekinthető, ahol 50–100 éven át a talajpusztulás üteme meghaladja az $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ értéket.

A táblázatokat vizsgálva felmerül a kérdés, hogy milyen módszer alapján választhatták az egyes szerzők a kategóriákat, a kategóriák számát, ill. hogyan határozták meg az egyes kategóriák intervallumait? Az „Anyag és módszer” részben ismertetett nemzetközi áttekintés után elemzést végeztünk Somogyvár területére, a különböző szerzők által megállapított eróziós kategóriák alkalmazásával, összesen 16 esetre vonatkozóan.

A tolerálható talajveszteség mértéke

A talajveszteség-kategóriák megállapításához komoly alapot nyújthat a talajveszteség tolerancia-érték ismerete. SMITH (1941) szerint a megengedhető talajveszteség maximális üteme legfeljebb a talajtermékenység kialakulásának ütemével egyezhet meg. A

2. táblázat

Talajveszteség tolerancia-értékek

Talajvastagság, cm	Tolerancia	Talajvastagság, cm	Tolerálható talajveszteség, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$
FAO–UNEP–UNESCO (1979)		KONVICKOVA et al. (1992)	
0–10	nincs tolerancia	0–30	1
10–50	kis tolerancia	30–60	4
> 50	normál tolerancia	> 60	10

koncepció továbbfejlesztéseként SMITH és WHITT (1948) szerint „minden olyan talajvesztést el kell kerülni, ami csökkenést okoz a talaj termékenységében”. HAYES és CLARK (1941) „Fayette silt loam” talajon $7,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ -ben határozzák meg a farmereknek javasolható tolerancia-értéket. A megengedhető talajvesztés volt a központi témája az USDA „Agricultural Research Service”, a „Soil Conservation Service” és egyes egyetemi tanszékek részvételével folyó tanácskozáson 1956-ban, amelyen $11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ értéket javasoltak a megengedhető talajvesztés értékéül. A javaslat arra épült, hogy egy tonna talajban kb. 2 USA dollárnak (USD) megfelelő foszfor- és nitrogénműtrágya van, és 10 USD per acre-t meghaladó veszteséget egyetlen farmer sem engedhet meg magának. Ezt támasztotta alá HALL és munkatársai (1985) kijelentése, miszerint a megengedhető talajvesztés felső határaként $11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ értéket fogadhatunk el, mivel *optimális körülmények* között ennyi a potenciálisan elérhető maximális talajképződés. Mind külföldi, mind hazai szerzők becsülték a talajképződés aktuális ütemét (CHAMBERLIN, 1909; GUSTAFSON, 1937; BENNETT, 1939; STEFANOVITS, 1966; HUDSON, 1971; PIMENTEL et al., 1976), amely nem a potenciális, maximális talajképződés ütemére, hanem egy átlagos esetben elérhető talajképződési ütemre vonatkozik. A tolerálható talajvesztésre vonatkozó becsléseket vettük alapul saját kategóriarendszerünk kialakításánál.

Anyag és módszer

A mintaterület eróziós térképének elkészítéséhez szükség volt a Wischmeier–Smith-féle egyenlet tényezőinek (R, K, L, S, C, P) térképes ábrázolására. Az alaptérképek az 1:10 000 genetikus talajtérkép és a 33-323-as számú EOVS térképlapok közül kerültek ki.

A csapadék erózióviszonyainak (*R*) részletes ábrázolásához hiányoztak az adatok. A talajerodálhatósági tényező (*K*) ábrázolásához a terület 1:10 000 méretarányú genetikus talajtérképét használtuk. Az *LS* tényező térképének elkészítéséhez az EOVS térképek magassági pontjait és szintvonalait, a *C* tényező térkép elkészítéséhez az EOVS szelvények felszínborításra vonatkozó adatait használtuk. A *P* tényező ábrázolására nem volt lehetőség.

Az adatok térinformatikai feldolgozásához az ERDAS Imagine 8.3 (transzformálások, ellenőrzés), Able Software R2V (digitalizálás), Arc/Info 7.3 (modellelés, ellenőrzés) és ArcView 3.1 (megjelenítés) programokat használtuk.

Az USLE modellel készült térképek összehasonlíthatóságát gyakran megghiúsítja, hogy a szerzők nem közlik a mértékegységeket. A következőkben ezért mértékegységekkel együtt adjuk meg a használt tényezők értékeit. Az USLE-egyenlet bal oldalán álló *A* a talajvesztés, amelyet $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ mértékegységben fejezünk ki. Az *R* minden szimulált esetben $415 \text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ volt. Fel kell hívnunk a figyelmet, hogy az általában mértékegység nélkül közölt, valójában az amerikaival megegyező nagyságrendű, hazai viszonyok között is alkalmazott *R* tényezőkhöz képest a 415-ös *R* nagy értéknek tűnhet. Az általunk használt *R* dimenziója azonban $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$, amely tízszer nagyobb, mint az amerikai $100\text{-foot}\cdot\text{tonf}\cdot\text{inch}\cdot\text{acre}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ -ben vagy a magyar szabványban $\text{kJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ -ben kifejezett értékek. Észak-amerikai területeken az *R* tényező $10\,000 \text{ MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{év}^{-1}$ feletti értéket is felvehet.

A K értékei közül a Ramann-féle barna erdőtalaj rendelkezett a legkisebb (0,0097), míg a humuszkarbonát talaj a legnagyobb (0,0381 t·ha⁻¹·év⁻¹) értékkel. A K meghatározása CENTERI (2002d) alapján történt. A többi tényező dimenzió nélküli szám.

A végeredmény térképeknél gridenként általában 0–800 t·ha⁻¹·év⁻¹ közötti talajveszteség-értékeket kaptunk. Ezután már csak valamilyen metódus alapján csoportokba kellett rendezni a talajveszteség-adatokat, ahogyan ezt minden ilyen jellegű térképen a jelmagyarázatban láthatjuk. Ez az utolsó munkaművelet bizonyult azonban a legnehezebbnek.

Az irodalmi feldolgozás során olyan adatokat találtunk, amelyek különböző szerzők talajveszteség-becselő térképeinek kategóriáit tartalmazzák. Az adatok jelentősen szórta, és nem magyarították a kategorizálás indokait. Olyan hivatkozást kerestünk, amely magyarázatot nyújt a kategóriarendszer kialakításának optimalizálására, és a saját mintaterületen már ezt használtuk. Az így kapott adatokat összehasonlítottuk a többi módszer alapján kidolgozott kategóriákkal. Az adatok statisztikai értékeléséhez χ^2 próbát használtunk, amelyhez kétféle csoportosítást alkalmaztunk. Először mindkét kategorizálás esetében az összes eloszlást egy eloszlásból származónak tekintettük, feltételezve, hogy azonosak a szerzők osztályozásai (homogenitás-teszt). Ezután megvizsgáltuk, hogy a talajvédelem érdekeit leginkább szem előtt tartó kategorizáláshoz képest mennyire térnek el az egyes szerzők kategorizálásai (illeszkedés vizsgálat).

Eredmények és értékelés

A kategóriarendszer optimalizálása

Az irodalmi feldolgozás alapján létrehoztuk saját talajveszteség kategóriarendszerünket. Ez segítséget nyújthat ahhoz, hogy a talajveszteség térképi ábrázolása során ne csak egy egyszerű matematikai művelettel osszuk be a kategóriákat, hanem talajvédelmi szempontokat is figyelembe vegyünk. Ennek megfelelően a következő kategóriákat tartjuk optimálisnak:

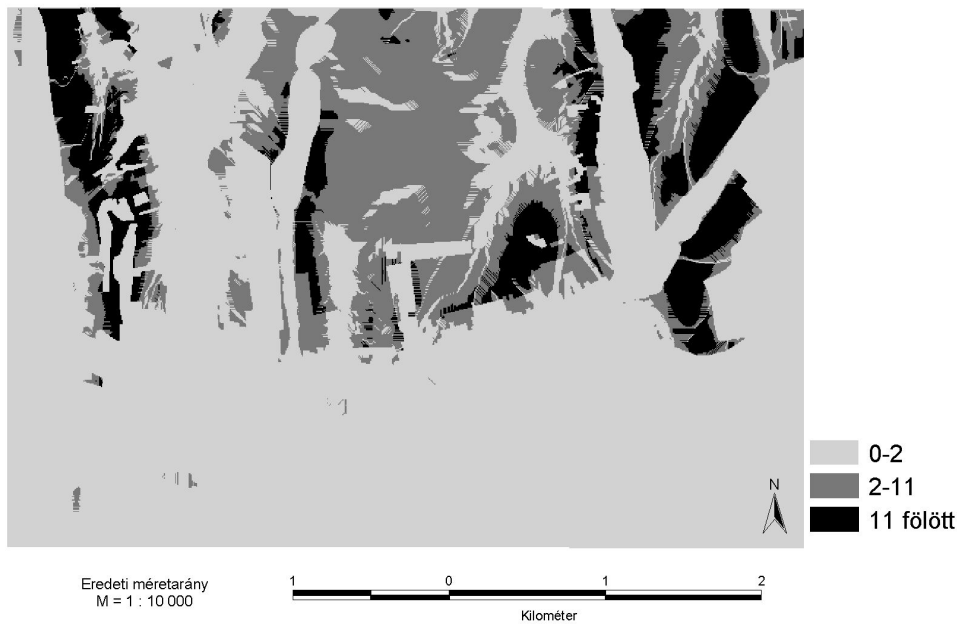
- *fenntartható* a talajveszteség üteme 0–2 t·ha⁻¹·év⁻¹ között (hiszen átlagosan 2 t·ha⁻¹·év⁻¹ értéket adnak meg a szerzők a talajképződés potenciális ütemére vonatkozóan, tehát az ez alatti értékek esetén a talajpusztulás és a képződés üteme egyensúlyban van),
- *közepes* 2–11 t·ha⁻¹·év⁻¹ között (azaz az optimális körülmények közötti maximális és az aktuális körülmények között elérhető potenciális talajképződés üteme közötti értékek),

- *nagy vagy extrém* a talajveszteség üteme 11 t·ha⁻¹·év⁻¹ felett (a potenciálisan elérhető maximális talajképződési sebességet meghaladó talajpusztulás üteme nem fenntartható talajhasználathoz vezet).

A szántóföldi körülmények közötti talajképződés ütemére vonatkozóan számos becslés történt. A talajképződés globális, átlagos ütemére vonatkozó értéket leggyakrabban 1 t·ha⁻¹·év⁻¹-ben határozzák meg a szerzők, ezért elemzésünket erre a csoportosításra vonatkozóan is elvégeztük (alacsony 0–1; közepes 1–11; extrém 11 t·ha⁻¹·év⁻¹ felett). A somogyvári térképlapon kapott talajveszteség-értékeket az első kategóriarendszer alapján soroltuk be.

A somogyvári térképlap elemzése az optimalizált kategóriákkal

A somogyvári térképlapon a 4×6 km-es szelvénynek csak egy részére állt rendelkezésre a talajtérkép. Erre a területre készítettük el az eróziós térképet is (1. ábra).



1. ábra

Somogyvár talajvesztés-becslés térképe (az értékek $t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$ -ben értendők)

A térképen nulla értéket kaptak a felszíni vizek (tavak, folyók, patakok stb.), a települések és az utak, azaz a térkép 52,42 %-a (ez a nagy szám a talajtérkép részleges hiányának köszönhető). A nulla érték utáni első kategória a ($0-2 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$) a térkép 27,23 %-át érinti. Ekkora területen folyik fenntartható művelés. Itt kevesebb a lemosódott talaj a képződött talaj mennyiségénél, így az egyenlet alkotói sem írnak elő kötelező talajvédelmet. A második kategória ($2-11 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$) 12,47 %-ot fed le. Ekkora területen folyik a nem fenntartható művelés, ahol több a lemosódott talaj, mint amennyi képződik, ugyanakkor a nemzetközi megegyezésnek megfelelően nem kötelező sem agrotechnikai, sem műszaki talajvédelem. A harmadik kategóriába ($11 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$) esik a térképlap 6,3 %-a. Ekkora területen lehetne a gazdákat talajvédő művelésre törvény által is kötelezni.

A kategóriarendszerek értékelése

Az ismertetett szerzők maximálisan $300 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$ értéket adnak meg az „alacsony” és/vagy a „nagyon alacsony/nincs erózióveszély” kategória felső határértékeként. Ez alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy azok a területek mentesek az eróziótól, ahol maximum $300 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$ az éves talajvesztés, valamint hogy a közepesen veszélyeztetett területeken az üteme hektáronként meghaladja a 300 tonnát. Az extrém, nagy

3. táblázat

A kis talajveszteség-kategória felső és a legnagyobb talajveszteség-kategória alsó határértékei ($t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$) az idézett szerzők térképein

Szerzők	A legkisebb kategória felső értékei	Szerzők	A legnagyobb kategória alsó értékei
LO (1995) (I)	300	(I)	3000
MORGAN et al. (1997) (II)	99	(II)	2500
YUSOF & BABAN (1999) (III)	30	(IV)	1000
LO (1995) (IV)	20	(VI)	500
BOUHLASSA (1999) (V)	20	(VII)	200
MORGAN et al. (1997) (VI)	14	(III)	150
FAO–UNEP–UNESCO (1979) (VII)	10	(VIII)	150
DE LA ROSA et al. (1998) (VIII)	5	(V)	100
SPAROVEK et al. (1998) (IX)	5	(XII)	100
WEILL et al. (1998) (X)	5	(X)	60
JAMBOR et al. (1988) (XI)	4	(IX)	60
RAGHUNATH (2002) (XII)	1	(XIII)	31
MOTOC et al. (1992) (XIII)	1	(XI)	30

vagy nagyon nagy eróziós kategória alsó határértékét az egyes szerzők lényeges, mintegy százszoros különbséggel határozták meg (1. és 3. táblázat). Ezek az értékek feltétlenül revízióra szorulnak.

A talajveszteséghez kötődő kategóriák osztályozása

A tolerálható talajveszteséget előremutató módon KONVICKOVA és munkatársai (1992) a talajvastagságtól tették függővé (2. táblázat): sekély termőrétteg esetén szigorúbb, míg a vastagabb termőrétteg esetén kevésbé szigorú tolerálható talajveszteség-értéket adnak meg.

Hasonló módszert publikált a FAO–UNEP–UNESCO (1979) (2. táblázat). A tolerancia nélküli kategóriát szigorúbban határozták meg, mint KONVICKOVA és munkatársai (1992), azonban a felső határérték kevésbé szigorú.

A tolerálható talajveszteségre vonatkozó irodalmi adatok alapján minden olyan osztályozás, ahol a legalacsonyabb kategória felső határértéke meghaladja a $11 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$ értéket, átgondolásra, illetve átdolgozásra szorul. Tekintve, hogy a becsült átlagos talajveszteség-értékek sem haladják meg a $20\text{--}30 t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$ -et, a tolerálható talajveszteségnek mindenféleképpen az átlagos értékek alatt kellene maradnia.

A kategóriák osztályozása a statisztikai elemzéshez

Az ismertett szerzők kategóriáinak saját kategóriáinkkal való összehasonlításához olyan mintaterületet jelöltünk ki, amely egyazon művelési ágba tartozik. Az egyszerűség kedvéért szántóterületet választottunk, hogy nagy talajveszteség-értékek is szerepeljenek a területen.

A különböző szerzők kategóriáit kétféleképpen csoportosítottuk. Mindkét esetben három csoportra osztottuk a kategóriákat: alacsony, közepes és nagy.

Első csoportosítás. – A szerzők által megállapított „alacsony” eróziós fokozatot vagy a legkisebb számmal jelölt kategóriáinak értékeit tettük az első csoportba. A második csoportba soroltuk minden szerzőnél azt az intervallumot, amely a közepes alatti kategória felső és a legnagyobb kategória alsó határa között volt. Ezt minden szerzőnél a közepes kategóriába soroltuk. A legfelső kategóriát soroltuk a harmadik csoportba.

Második csoportosítás. – A második esetben az alacsony kategóriába soroltunk mindent, ami a közepes alatti kategóriákban volt; közepesnek, ami a közepesben; és nagyknak mindent, ami a közepes kategória felett volt. Ezzel szeretnénk volna kizárni azt a lehetőséget, hogy az általunk történő kategória-összevonásokból eredjen a hiba.

Statistikai értékelés

Az első csoportosítás szerinti vizsgálat azt mutatta, hogy a kategóriák extrém módon eltértek egymástól ($\chi^2 = 2713,9$, $df = 30$, $p < 0,001$). Az elméleti eloszlásnak tekintett optimalizált kategorizálástól ($0-2$, $2-11$, $11 < t \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$) csak az általunk készített első osztályozás ($0-1$, $1-11$, $11 < t \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$) nem tért el szignifikánsan.

A második besorolási esetben szintén extrém eltéréseket kaptunk a különböző osztályozások között ($\chi^2 = 3423,2$, $df = 30$, $p < 0,001$). Az elméleti eloszláshoz hasonlóan az egyes szerzők kategorizálásait a saját osztályozásunkon kívül JAMBOR és munkatársai (1998) kategorizálása nem különbözött szignifikánsan.

Következtetések

A talajveszteséget ábrázoló térképek kategóriarendszere nem kidolgozott. A kategóriák szélső- és átlagértékei, intervallumai függnak a szerzők célterületének földrajzi elhelyezkedésétől, a készített térképek méretarányától, illetve a javasolt felhasználásától (regionális vagy globális szint). Nem kérdéses azonban, hogy az egyes kategóriák meghatározása független kell, hogy legyen a méretaránytól és általában az országhatároktól, és hogy a talajképző tényezők változatosságának függvényében valamelyest változhat a tolerálható talajveszteség mértéke is.

A bemutatott és értékelt táblázatok (1–3. táblázat) jó példát mutatnak arra, hogy az eróziós térképezés során az egyes szerzők mind más kategóriákat állítottak fel a különböző mértékű erózió $t \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ -ben kifejezett nagyságának csoportosítására. A megvizsgált irodalmakról általánosságban megállapíthatjuk, hogy nem egymást idézik a szerzők, hanem minden kutató igyekezett saját módszerrel meghatározni a talajveszteség-kategóriákat – ezek általában hasonlítanak – és a hozzájuk tartozó talajveszteség-értékeket – ezek általában különböznek. A térképek jelmagyarázatának tudományos magyarázata általában hiányos, bár egyes szerzők komolyabb elemzésre is vállalkoztak.

A talaj fenntartható műveléséhez nagyobb körültekintéssel, alaposabban megteremtett tudományos háttérrel kell megalapoznunk a talajveszteséget ábrázoló térképek kategóriáit, és az ehhez tartozó, $t \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ -re vonatkozó talajveszteség-érték határait is. A lejtős szántóterületen történő művelés fenntarthatósága azonban csak abban az esetben képzelhető el, ha a szükséges talajvédő eljárások ténylegesen bevezetésre kerülnek. Jelenleg dombvidéki területeink jelentős százaléka talajtani szempontból nem fenntartható módon művelt. Ez annak is köszönhető, hogy az elérhető térképeket sem használ-

ják a hivatalos intézmények a talajvédő művelés bevezetésének kötelezővé tételére. Meg kell jegyeznünk, hogy a nemzetközi szakirodalomban fellelhető (talajképződés ütemére, talajveszteség-tolerancia mértékére, egyes szemcsefrakciók erózióval szembeni ellenállására vonatkozó) adatok szerint hazánkban a tervezés részére elérhető, becsült talajveszteséget kategorizáló térképek használatával sem állítható meg a talajok pusztulása. A talajvédő művelés bevezetésének szükségességét olyan nagy talajveszteség-értékhez kötik (lásd a legalacsonyabb kategóriák felső értékeit), amely a lejtős területeken csak a nagyobb erózióveszélynek kitett talajok pusztulását csökkentené valamegyest. A talajvédő művelés bevezetésének szükségességét és mértékét meghatározó részletes, minden potenciális befolyásoló tényezőt figyelembe vevő terv kidolgozása még várat magára.

A talaj feltételesen megújítható természeti erőforrás, de intenzív talajművelés alatti területeken ezek a feltételek nem teljesülnek. A talaj pusztulásának jelenlegi üteme mellett féltő, hogy képesek vagyunk a fosszilis tüzelőanyagokhoz hasonló időtartam alatt elhasználni. A kategóriarendszer részletes kidolgozása, globális elfogadhatóságának vizsgálata a talajvédelem egyik kiemelkedő jövőbeni feladata kell, hogy legyen. A talajművelés gazdaságossága, a talajok fenntarthatósága, eme fontos erőforrásunk hosszú távon és jó minőségben való megőrzése csak így biztosítható.

Irodalom

- BARCZI A. & CENTERI Cs., 1999. A mezőgazdálkodás, a természetvédelem és a talajok használatának kapcsolatrendszere. *ÖKO*. **10**. (1–2) 41–48.
- BARTA K., 2001. A EUROSEM talajeróziós modell tesztelése hazai mintaterületen. In: Földrajzi Konferencia kiadványa, Szeged. CD. 1–9.
- BELÉNYESI M., CENTERI Cs. & GRÓNÁS V., 2002. A térinformatika alkalmazásának lehetőségei a fenntartható földhasználat tervezésben. *Acta Agraria Kaposvariensis*. **6**. (3) 185–194.
- BENNETT, H. H., 1939. *Soil Conservation*. McGraw-Hill, New York
- BOUHLASSA, S., 1999. Application de certains radio-isotopes de l'environnement en hydrologie. In: Rencontre Franco-Marocaine de Physique Nucléaire, El Jadida, mars 1999. 75–80.
- CENTERI, Cs., 2002a. Importance of local soil erodibility measurements in soil loss prediction. *Acta Agron. Hung.* **50**. 43–51.
- CENTERI Cs., 2002b. A talajerodálhatóság terepi mérése és hatása a talajvédő vetésforgó kiválasztására. *Növénytermelés*. **51**. 211–222.
- CENTERI, Cs., 2002c. The role of vegetation cover in soil erosion on the Tihany Peninsula. *Acta Bot. Hung.* **44**. 285–295.
- CENTERI Cs., 2002d. Az általános talajveszteség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Doktori értekezés. Gödöllő.
- CENTERI Cs., 2003. Hazai talajerodálhatósági mérések meghatározásának fontossága a talajveszteség tolerancia-értékek tükrében. *Tájökológiai Lapok*. (Megjelenés alatt)
- CHAMBERLIN, T. C., 1909. Soil wastage. In: Proc. Conf. of Governors in the White House. U.S. Congress 60th, 2nd Session, House Doc. 1425. Washington, D. C.
- DE LA ROSA, D. et al., 1998. The IMPEL project, an integrated model to predict European land use. Part 3: Soil erosion and its effect on the productivity of soils. In: Trans. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France. Symp. No. 31. (Reg. No. 481) CD.
- DUCK T., 1960. Magyarország dombos vidékeinek eróziós térképe. *Agrártudomány*. (12) 17–22.
- ERŐDI B. et al., 1965. Talajvédő gazdálkodás hegy- és dombvidéken. *Mezőgazd. Kiadó*. Bpest.
- FAO-UNEP-UNESCO, 1979. A Provisional Methodology for Soil Degradation Assessment. FAO. Rome.

- FARKAS P., 1987. A talajerózió új, térképszerű ábrázolási módszere. In: MÁFI évi jelentése az 1985. évről. 287–294. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest.
- FEKETE Z. & TÓTH A., 1961. Heves nyári záporok talajeróziós hatása. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve. 9.
- GÓCZÁN L. & KAZÓ B., 1970. A Tihanyi-félsziget talajtípusainak vízgazdálkodási viszonyai. In: Magyarázó a Balaton környéke 1:10 000 építésföldtani térképsorozatához. Tihany. 79–84. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest.
- GUSTAFSON, A. F., 1937. Conservation of the Soil. McGraw–Hill, New York.
- HALL, G. F., LOGAN, T. J. & YOUNG, K. K., 1985. Criteria for determining tolerable erosion rates. In: Soil Erosion and Crop Productivity. (Eds.: FOLLETT, R. F. & STEWART, B. A.) Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin
- HAYES, O. E. & CLARK, N., 1941. Cropping Systems that Help Control Erosion. Bulletin No. 452. Wisc. Soil Cons. Comm., Soil Cons. Serv., and the Univ. of Wisc. Agr. Exp. Sta., Madison
- HUDSON, N., 1971. Soil Conservation. Cornell Univ. Press. Ithaca, NY.
- HUSZÁR T., 1999. Talajerózió-becslés az EPIC–EROTÓP módszerrel. Földrajzi Ért. **48.** (1–2) 189–198.
- JAMBOR, P., SOBOCKÁ, J. & ILAVSKÁ, B., 1998. Erosion control possibilities of loessial soils in Slovakia. In: Trans. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier. Symp. No. 31. (Reg. No. 764.) CD. Montpellier, France.
- KERÉNYI A., 1981. A csepperózió törvényszerűségeinek kvantitatív vizsgálata kísérleti körülmények között. Földrajzi Ért. **30.** (2–3) 205–233.
- KERÉNYI A., 1991. Talajerózió. (Soil Erosion.). Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KERTÉSZ, Á. et al., 1997. The Balaton Project. ESSC Newsletter **2/3.** 1–37.
- KOKH-SHRESTHA, M., 2002. Soil erosion modelling using remote sensing and GIS: A case study of Jhikhu Khola Watershed, Nepal. 1-7. (HTTP5)
- KONVICKOVA, M. et al., 1992. Soil erosion in Czech Republic (Problems, concerns and needs). In: Proc. Soil Erosion Prevention and Remediation Workshop, Vol. 1., Budapest, Hungary. 64.
- LO, K. F. A., 1995. Erosion assessment of large watersheds in Taiwan. J. Soil and Water Cons. **50.** (2) 180–183.
- MATTYASOVSKY J., 1953. Észak-dunántúli talajok eróziós viszonyai. Agrokémia és Talajtan. **2.** 333–340.
- MATTYASOVSKY J., 1956. A talajtípus, az alapkőzet és a lejtőviszonyok hatása a talajeróziós folyamatok kialakulására. Földrajzi Közlemények. **4.**
- MATTYASOVSKY J., 1957. Az erózió térképezése és eddigi eredményei. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **11.** 1–4.
- MEZŐSI G. & RICHTER G., 1991. Az EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator) modell tesztelése. Agrokémia és Talajtan. **40.** 461–468.
- MORGAN, R. P. C. et al., 1997. Soil erosion survey of the central part of the Swaziland Middleveld. Soil Technology. **11.** 263–289.
- MOTOC, M. et al., 1992. Soil erosion control in Romania – State of the Art. In: Proc. Soil Erosion Prevention and Remediation Workshop, Budapest. Vol. 1. 118.
- PIMENTEL, D. et al., 1976. Land degradation: Effects on food and energy resources. Science. **194.** 149–155.
- PINCZÉS Z., 1980. A művelési ágak és módok hatása a talajerózióra. Földr. Közlem. **28.** 357–379.
- RAGHUNATH, J., 2002. Potential erosion map for Bagmati Basin using GRASS GIS. In: Proc. Open Source GIS–GRASS Users Conference, Trento, Italy, 11–13 Sept. 2002. 1–9. (HTTP4)
- RENARD, K. G. et al., 1997. Predicting Soil Erosion by Water – A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Equation (RUSLE). Agriculture Handbook 703. US Govt. Printing Office. Washington, D. C.
- SMITH, D. D., 1941. Interpretation of soil conservation data for field use. Agr. Eng. **22.** 173–175.
- SMITH, D. D. & WHITT, D. M., 1948. Evaluating soil losses from field areas. Agr. Eng. **29.** 349–396, 398.

- SPAROVEK, G. et al., 1998. The life-time concept as a tool for erosion tolerance definition. In: Trans. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier. Symp. No. 31. (Reg. No. 1280). CD. Montpellier, France.
- SPOTILA, J. A., FARLEY, K. & SIEH, K. E., 1998. Uplift and erosion of the San Bernardino Mountains associated with transpression along the San Andreas fault, California, as constrained by radiogenic helium thermochronometry. *Tectonics*. **17**. 360–378. (HTTP2)
- STEFANOVITS P., 1956. Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- STEFANOVITS P., 1964. Talajpusztulás Magyarországon. OMMI. Budapest.
- STEFANOVITS P., 1966. Talajvédelmi tervek talajtani megalapozása. *Agrokémia és Talajtan*. **15**. 25–35.
- STEFANOVITS P., 1977. Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- STOCKING, M. A., 1988. Assessing vegetative cover and management effects. Chapter 8. In: *Soil Erosion Research Methods*. (Ed.: LAL, R.) Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa.
- SZÜCS L. & KAZÓ B., 1969. Nyirokszerű agyagon képződött talajok erodáltsági viszonyai az Északi-középhegységben. *Agrokémia és Talajtan*. **18**. 235–254.
- UNEP–EEA, 2000. Down to Earth: Soil Degradation and Sustainable Development in Europe. A Challenge for the 21st Century. Environmental issue series No. 16. Copenhagen. 1–32. (HTTP6)
- VERÓNÉ W. M., 1996. Távérzékelés alkalmazása talajeróziós becslésekben pázmáncsi mintaterületen. *Agrokémia és Talajtan*. **45**. 31–44.
- WEILL, M. DE A. M. et al., 1998. Erosion and land degradation in the Ceveiro Watershed, Brazil. In: Trans. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier. Symp. No. 31. (Reg. No. 1272). CD. Montpellier, France.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. USDA Agriculture Handbook No. 537. USDA. Washington, D. C.
- YOUNG, R. A. et al., 1987. AGNPS: An Agricultural Non-point Source Pollution Model: A Watershed Analysis Tool. USDA Cons. Research Report No. 35. Washington, D. C.
- YUSOF, K. W. & BABAN, S. M. J., 1999. A preliminary attempt to develop an erosion risk map for Langkawi Island, Malaysia using the USLE, remote sensing and GIS. Proc. of GIS Development portal. (<http://www.gisdevelopment.net>)
- HTTP1: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ts3/ts3061pf.htm>
- HTTP2: <http://www.geol.vt.edu/profs/js/js-r.html>
- HTTP3: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1998/ts1/ts1006b.shtml>
- HTTP4: http://www.ing.unitn.it/~grass/conferences/GRASS2002/proceedings/proceedings/pdfs/Jha_Raghunath.pdf
- HTTP5: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/sol/244.pdf>
- HTTP6: http://www.grid.unep.ch/proser/publications/assessments/soil%20_final4.pdf

Érkezett: 2003. szeptember 8.

¹ CENTERI CSABA, ² PATAKI RÓBERT,
³ BÍRÓ ZSOLT és ¹ CSÁSZÁR ALEXANDRA

¹SzIE Természetvédelmi Tanszék, Gödöllő,
²Földmérési és Távérzékelési Intézet, Budapest és
³SzIE Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

Postai cím: CENTERI CSABA, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi Tanszék, 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
E-mail: centeri@freemail.hu