



A térinformatika alkalmazásának lehetőségei a fenntartható földhasználat tervezésében

¹Belényesi M., ²Centeri Cs., ³Grónás V.

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet, Gödöllő, 2103 Páter K. u. 1.

¹Térinformatika Tanszék

²Természetvédelem Tanszék

³Tájökológia Tanszék

ÖSSZEFOGLALÁS

A védett természeti területek kezelését meghatározó irányelvek célja, hogy a gazdálkodó és egyéb szervezetek a védett területeken az irányelveknek megfelelően folytatott gazdálkodási tevékenységükkel megfeleljenek a természetvédelemre vonatkozó állami, jogi, szakmai, társadalmi szabályozási elvárásoknak. A korlátozó szabályok és a gazdaságos termelés között azonban érdekellentétek húzódnak, melyeknek feltérképezése és elemzése elengedhetetlen a védett természeti területek működéséhez. Első lépésben országos becslést mutatunk be a mezőgazdasági művelésre korlátozott mértékben alkalmas területek kijelölésére vonatkozóan, majd egy konkrét vizsgálati terület elemzésén keresztül vázoljuk a globálisan megfogalmazódó természetvédelmi célok és elvárások lokális megvalósításának lépéseit. Az elemzés, a természetvédelmi és mezőgazdasági érdekeket összehangoló, a táj fenntartható fejlődését előmozdító intézkedési, kezelési javaslatok kidolgozásához szolgáltat új információkat.

(Kulcsszavak: térinformatika, fenntarthatóság, földhasználat tervezés, talajvédelem)

ABSTRACT

Potential use of GIS in sustainable land use planning

M. ¹Belényesi, Cs., ²Centeri, V. ³Grónás,

Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Science, Institute of Environmental Management
Gödöllő, H-2103 Páter K. u. 1.

¹Department of Geoinformatics

²Department of Nature Conservation

³Department of Landscape Ecology

The aim of the management guidelines for naturally protected areas is to harmonize the needs of land and other users versus state, judiciary, scientific and sociological requirements regulating nature conservation. However limiting orders do not help economical production, so the assessment and analysis of these conflicts is elementary for functioning of a naturally protected area. Our first approximation was a countrywide estimation to outline the less appropriate areas for agricultural production and then to demonstrate steps of local applicability of globally formulated aims and requirements of nature protection with analyzing a real target area. The analyses provide new information for arrangement and treatment proposals to promote sustainable development of landscape and to harmonize values between nature conservation and agricultural interests.

(Keywords: GIS, sustainability, land use planning, soil protection)

BEVEZETÉS

Intézetünkben immár 6 éve folyik a „Térinformatika”, a „Térinformatika a gyakorlatban” (tárgyf.: Skutai Julianna), valamint a „Kartográfia” (tárgyf.: Harkányiné Székely Zsuzsanna) c. tantárgy oktatása. 2000-tól a „Távérzékelés a környezetgazdálkodásban” című B tárgy beindításával (tárgyf.: Belényesi Márta és Kristóf Dániel) tovább bővült a térinformatikát és a távérzékelést bemutató tantárgyak köre.

Ennek eredményekképpen Intézetünkben sorra születtek a térinformatikai és távérzékelési módszereket, ill. eszközöket alkalmazó munkák, M.Sc. és Ph.D. dolgozatok, fenntartható mezőgazdaság, környezetgazdálkodás és területi tervezés témakörben.

Cikkünkben két színvonalas - fenntartható tájhasználattal és erózióval foglalkozó - doktori munkát szeretnénk bemutatni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az országos eróziós térkép készítése

Az első, mindenki által ismert erózióbecslési modell a *Wischmeier-Smith* szerzőpáros nevéhez fűződő empirikus Egyetemes Talajvesztési Egyenlet (1978). Ennek folyamatos fejlesztése mellett megjelentek a ráépülő, magáról a folyamatról már bővebb információt nyújtó, sok bemeneti adatot igénylő eróziós modellek (pl. ANSWERS (*Beasley és Huggins*, 1982), CREAMS (*Knisel*, 1980), DRAINMOD (*DRAINMOD User's Manual*, 1989), EGEM (*Nachtergaele et al.*, 2001), EPIC (*Huszár*, 1999), EUROSEM (*Morgan et al.*, 1997, 1998, 1999), WEPP (*Flanagan és Nearing*, 1995) stb.). Sajnos ezen modellek hazai adaptációja nem minden esetben készült el. Számítógépes futtatásuk, azaz térinformatikai módszerekkel való ötvözésük messze túlmutat a jelenleg rendelkezésre álló adatbázisok készültségi fokán. Sokszor a bemeneti alapadatok mérése is hiányzik, a becslésekkel pedig szintén óvatosan kell bánni.

Az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet

Az országos eróziós térkép elkészítéséhez az ún. Egyetemes Talajvesztési Egyenletet választottuk. Mindenki által ismert képlete a következő:

$$A=R*K*L*S*C*P$$

A: az egységnyi területre számított évi átlagos talajvesztés [t/(ha*év)];

R: esőtényező, a helyileg várható záporok zivatarok erózió-potenciálja, megművelt, de bevetetlen talajon, a csapadék 30 perces maximális intenzitásának és összes kinetikai energiájának felel meg [MJ*mm*ha⁻¹*h⁻¹];

K: a talaj erodálhatóságát kifejező tényező, amelynek az alapja a talajelsodródás mennyisége megművelt ugaron 22,1 m hosszú, 9%-os lejtésű terepen. A K tényező becsléséhez a genetikai talajtípust, fizikai féleséget és a mészállapotot lehet figyelembe venni. A K értékeit a talaj tulajdonságai és a laboratóriumi vizsgálatok alapján korrigálhatjuk. [t*ha*h*ha⁻¹*MJ⁻¹*mm⁻¹];

L: a lejtőhosszúság tényezője [dimenzió nélküli szám];

S: a lejtőhajlás tényezője [dimenzió nélküli szám];

C: a felszínborítás tényezője, a talajvesztés aránya különböző talajfedettségek esetén a fekete ugaréhoz viszonyítva [dimenzió nélküli szám];

P: a talajvédelmi eljárások tényezője, a talajvesztés aránya vízszintes, sávos vagy teraszos művelés esetén a lejtőirányú műveléshez viszonyítva [dimenzió nélküli szám].

Az L, S, C és P tényezők azért dimenzió nélküliek, mert minden esetben az egységparcellához történő viszonyítás során kapjuk meg az eredményt. Az egységparcella 22,13 m hosszú, 9 %-os lejtésű, növénymentes fekete ugar, lejtőirányban művelve. Így pl. a C tényező kiszámításánál a fekete ugaron és az adott növényborítás esetén mért talajvesztés értékeket hasonlítják össze. Mivel mindkettő $t \cdot ha^{-1}$ -ban van megadva, a mértékegységek eltűnnek a számítás végén, csak egy 0 és 1 közötti számot kapunk. Az 1 megfelel 100 %-nak. Ez a maximális talajvesztés mértéke a fekete ugaron végzett mérés során. Ennek megfelelően, ha fekete ugaron pl. átlag $3 t \cdot ha^{-1}$ talajvesztéget mérünk, kukorica vetése esetén pedig $1,5 t \cdot ha^{-1}$ -t, akkor a C tényezőnk 0,5 lesz, abban az esetben, ha kukorica van az adott szántón.

Az egyenlet egyes tényezőinek térinformatikai feldolgozása

Az R tényező Thyll Szilárd eróziós index térképe alapján készült. A térképen az erozivitás index értékeket tüntettük fel. A magyarázóban találunk útmutatót arra vonatkozóan, hogy hogyan kapjuk az EI értékekből az R tényezőt. Ezek után szükséges még az R tényező SI mértékegységben való meghatározása is.

A K tényező térkép alapjául az Agrotopográfiai térkép szolgált. A K tényező meghatározásához egyrészt saját méréseket, másrészt hazai és külföldi becsléseket, méréseket használtunk fel.

Az LS tényező térkép a digitális szintvonalak, valamint a folyó és állóvizek alapján készült domborzatmodell terméke. A domborzatmodell finomításához felhasználtuk Hickey (1992) adatait, valamint Pataki (2000) munkáját. Nézzünk néhány példát arra, hogy mire használhatók az elkészült domborzatmodell adatai:

1. ábra

A folyásirány a DDM-ből származtatott adat, a folyáshossz meghatározásához szükséges

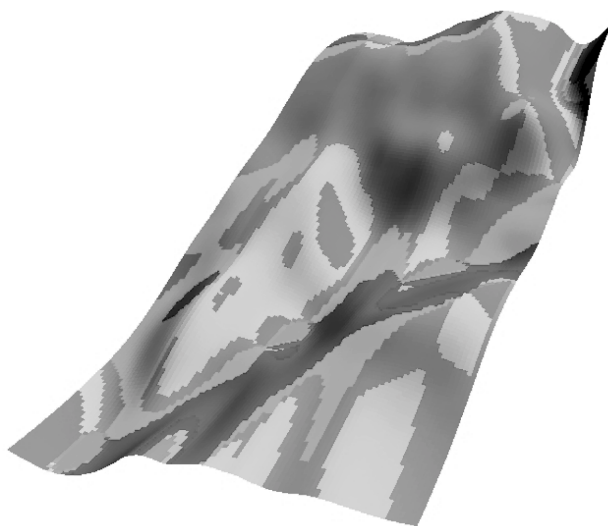


Figure 1: Flow direction is derived from Digital Elevation Model, necessary to calculate flow length

2. ábra

A folyáshossz az L tényező meghatározásához szükséges adat

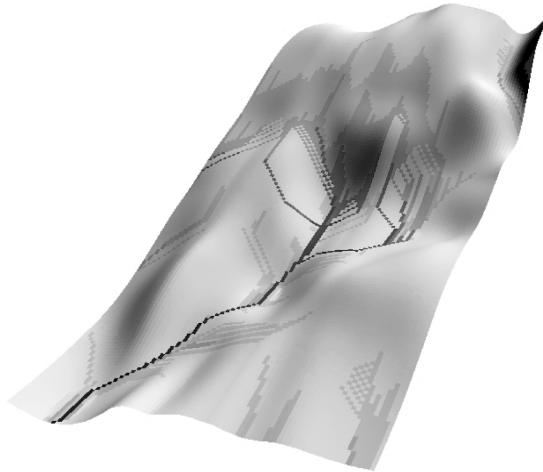


Figure 2: The flow length is necessary for L factor calculations

A C tényező térkép készítéséhez a FÖMI CORINE Land Cover felszínborítási adatbázis szolgált alapul. A C tényező értékeit az USLE használati útmutató alapján határoztuk meg. Mivel az egyes vetésforgók és felszínborítási egységek C tényezőjét elsősorban a levélfelület index határozza meg, ezért elfogadhatónak tartjuk az Amerikai Egyesült Államok területére meghatározott értékeket.

A Tihanyi-félszigeten folytatott kutatás

A munka során konkrét vizsgálati terület elemzésén keresztül kívántuk bemutatni a globálisan megfogalmazódó természetvédelmi célok és elvárások lokális megvalósításának lépéseit. A mintaterület kijelölésénél az egyik fontos szempont az volt, hogy olyan, természetvédelmi és tájképi értékeiben gazdag területet vizsgáljunk, ahol a mezőgazdasági tevékenységnek bizonyos korlátai vannak, vagy a gazdálkodás érdekei ellentétesek a másfajta tájhasznosítással. Választásunk mindezek miatt a Tihanyi-félszigetre esett.

Az irodalmi adatok kigyűjtése és feldolgozása után a mintaterület részletes feltárása következett. Az alapadatok és térképek előkészítésével, egymáshoz szorosan kapcsolódó elemzések sorozatával jutottunk el a kívánt eredményekhez.

Első lépésben a hazai és nemzetközi irodalom feldolgozásával feltártuk a természetvédelmi tevékenység kialakulását, jelenlegi helyzetét, a természetvédelem és a mezőgazdaság kapcsolatának konfliktusát, illetve a félsziget ökológiai adottságaira ható emberi tényezőket.

A második lépésben annak érdekében, hogy a 90-es évek elején a félsziget mezőgazdasági helyzetében és aktivitásában bekövetkező változásokat feltérképezhessük, az irodalmi feldolgozás mellett kérdőíves felméréssel kiegészített mélyinterjút végeztünk Tihany közigazgatási határán belül.

Az adatok és a térképek feldolgozását GIS számítógépes programcsomaggal végeztük. Az ArcView GIS version 3.1 nevű programcsomagot alkalmasnak találtuk

nagy mennyiségű térképi és adatállományok korszerű együttes elemzésére, a térképi fedvények közötti térbeli műveletek elvégzésére, továbbá a különböző feltételek szerinti lekérdezésre.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Digitális formában elkészítettük az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet egyes tényezőinek térképét a rendelkezésre álló adatok alapján (3. ábra). A talajvesztés kategóriáit annak megfelelően választottuk, hogy milyen mértékben haladja meg a talajképződés ütemét.

3. ábra

Talajvesztés becslés az USLE modell alapján (a szántókon a kukorica C faktorával)

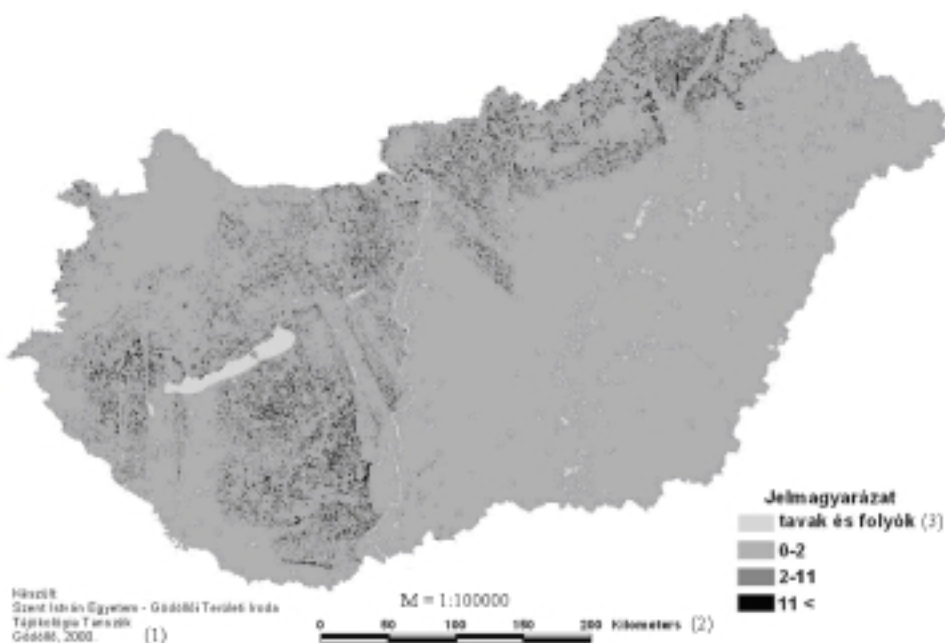


Figure 3: Estimation of soil loss with USLE (with C factor of corn on arable lands)

Prepared by: Szent István University Gödöllő, Campus, Dept. of Landscape Ecology, Gödöllő, 2000(1), Scale 1:100000, kilometers(2), Legend: lakes and rivers, soil loss (0-2, 2-11, 11- $t \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$)(3)

Világoszürke színnel jelöltük a tavakat és vízfolyásokat.

Középszürke szint kaptak azok a területek [0-2 t/(ha*év)], ahol talajvédő művelés nélkül is fenntartható gazdálkodás folytatható. Legóvatosabb becslések szerint 1,5-2,5 tonna talaj keletkezik egy év alatt egy hektáron. Ennek megfelelően átlagosan 2 t/ha/évben határoztuk meg a talajképződés ütemét a térképeken.

Sötétszürke színt kaptak azok a területek [0-1 t/(ha*év)], ahol az USLE talajvédő művelés nélkül is engedélyezi a növénytermesztést. A Wischmeier-Smith-féle egyenlet szántóra meghatározott tolerancia értékhatára 11 [t/(ha*év)], mert ennyiben határozták meg az egy hektáron, egy év alatt maximálisan keletkező talaj mennyiségét optimálisnak feltételezve a körülményeket. Ezt a határértéket vettük figyelembe a megengedhető és a meg nem engedhető talajvesztés közötti határ megállapításához.

A *feketével jelölt* területek [11 < t/(ha*év)] a leginkább veszélyeztetettek. Általában azokon a domblábi területeken, illetve ezek felett helyezkednek el, ahol szántó művelés van. A fekete területeken már az USLE is megköveteli a talajvédő művelés bevezetését. A legsürgetőbb feladat lenne a fekete területek kivonása a szántó művelés alól vagy a talajvédelem megfelelő módszerének bevezetése ezeken a területeken.

Az elemzések rámutattak arra, hogy a talajt jobban takaró növények alkalmazásával (kukorica lecserélése őszi búzára) mekkora terület óvható meg országos szinten az erózió pusztító hatásától (1. táblázat).

1. táblázat

A művelési ág változtatás hatása a talajvesztés becslés kimeneti eredményére

Talajvesztés kukorica esetén (1)	Terület (ha) (2)	Terület (%)
0-2 t/(ha*év) (3)	4957206	67,01
2-11 t/(ha*év)	1937354	26,19
11- t/(ha*év)	502470	6,79
Talajvesztés őszi búza esetén (4)	Terület (ha)	Terület (%)
0-2 t/(ha*év)	5781195	78,15
2-11 t/(ha*év)	1325651	17,92
11- t/(ha*év)	290184	3,92
Az alacsony eróziós fokozatú területek kiterjedésének csökkenése kukorica esetén (5)	13,04 %	
A közepes eróziós fokozatú területek kiterjedésének növekedése kukorica esetén (6)	8,31 %	

Table 1: Effect of land use change on soil loss prediction output results

*Soil loss with corn(1), Area (hectare)(2), tons*hectare⁻¹*year⁻¹(3), Soil loss with winter wheat(4), Decrease of areas with low soil loss in case of corn(5), Increase of areas with medium soil loss in case of corn(6)*

A Tihanyi-félszigeten készített mélyinterjúk alapján történő elemzés rámutatott a mezőgazdasági tevékenység szerepvesztésére, a termőföld rendezetlen tulajdoni viszonyaira és a gazdasági kényszer következtében bekövetkező problémákra.

Lokális térinformatikai adatbázist hoztunk létre, amelyre azért volt szükség, hogy az elmúlt években bekövetkező változásokat a térben is tudjuk ábrázolni és ezáltal biztosítsuk a további elemzések alapját. Ennek segítségével elkészítettük a művelési ág, a természetvédelmi zóna és a tulajdon viszonyokat tartalmazó térképeket.

Ezek alapján lehatároltuk a védett vizes élőhelyeket veszélyeztető, szántóföldi növénytermesztéssel hasznosított területeket.

4. ábra

A Tihanyi-félsziget művelési ágainak, vizes élőhelyeinek és a természetvédelmi zónarendszer együttes lehatárolása
(a. vizes élőhelyek, b. szántó, c. szőlő-gyümölcs, d. erdő, e. gyepek, f. belterület, g. tó, A-C természetvédelmi zónák)

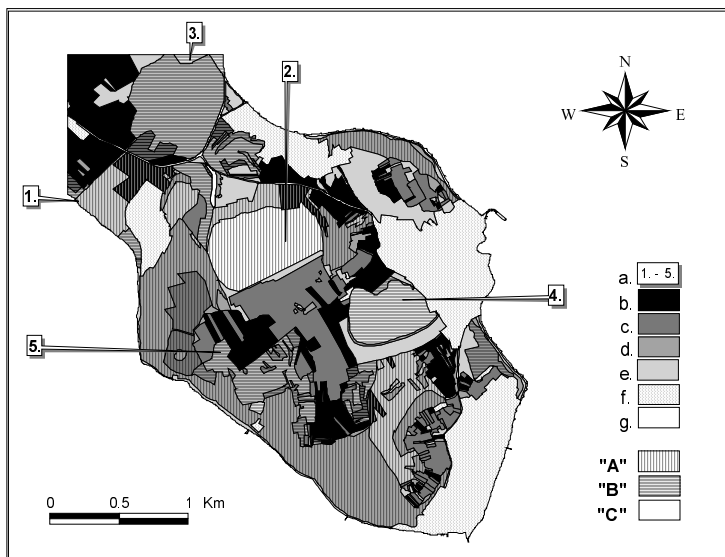


Figure 4: Overall analyses of land use categories, wetlands and nature protection system of zones (a. wetlands, b. arable land, c. vineyard-orchard, d. forest, e. pasture, f. settlement, g. lake, A-C = nature conservation zones)

A következő lépésben a kijelölt szántó területek részletes agroökológiai elemzésére került sor, amikor is felmértük a vizsgálati terület domborzati, éghajlati és talajtani adottságait. A terepi bejárás, a mintavételezés és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeivel feltöltöttük az alaptérkép attribútum tábláját, amelyből leválogatást készítettünk az irodalmi adatok alapján a Tihanyi-félszigeten hagyományos, természetbe vont növények ökológiai igényeinek figyelembevételével. Így meg tudtuk határozni a jelenlegi adottságok között természetes növények körét és helyét a természetvédelmi elvek szem előtt tartásával. Tihany változatos termőhelyi adottságaihoz leginkább alkalmazkodó növények a gabonafélék, pillangósok, illetve a gyógy- és fűszernövények közül kerültek ki.

A vizsgálatok során fontosnak tartottuk a mezőgazdaságilag jelentős, ám a talajerózió által veszélyeztetett dombosági mintaterületek talajpusztulási folyamatainak térképezését és szimulációját a legkorszerűbb modellek alapján, azon célból, hogy az adott területekre leválogatott növények, illetve a belőlük kialakított talajvédelmi vetéskörnyezet milyen mértékben akadályozza meg a védett vizes élőhelyek degradációját. Ezért, egy kiválasztott területre hosszú távú elemzést végeztünk az EPIC-EROTÓP program segítségével.

5. ábra

Az átlagos évenkénti talajvesztés mértéke a földhasznosítás és az erotóp függvényében (EPIC modell)

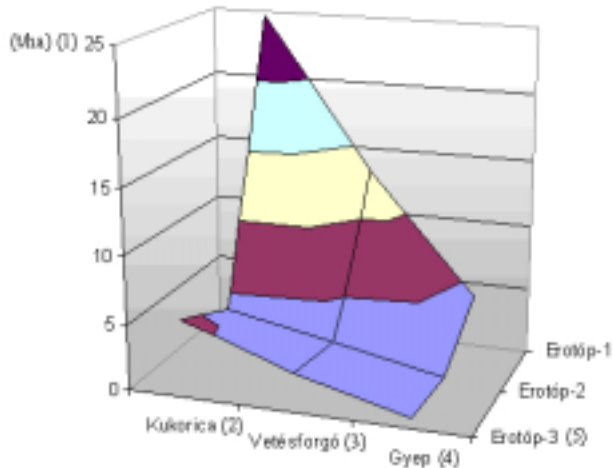


Figure 5: The amount of average annual soil loss as compared of erotopes with land use (EPIC model)

Tons per hectare(1), Corn(2), Crop rotation(3), Pasture(4), Erotopes(5)

A hazánkban még nem elterjedt elemző módszer eredményei rámutattak a területre leválogatott növények és a belőlük összeállított vetésforgó talajvédő hatásának különbségeire (5. ábra).

KÖVETKEZTETÉSEK

A talajvesztés országos szintű becslése segítséget nyújt a regionális tervezésben azon területek kijelölésére, ahol beavatkozásra van szükség a talaj védelme érdekében. Az USLE modell bemeneti adatainak megváltoztatásával lehetőség nyílik a különböző haszonnövények talajvesztésre való hatásának elemzésére országos szinten. Ez fontos eredményeket hozhat a művelésre kevésbé alkalmas területek kijelölésében. Kiválaszthatók azok a területek, pl. megyék, ahol az egyes haszonnövények termesztése talajvédelmi szempontból szigorításokat kíván.

A nagyobb méretarányú térképek már részletes, a helyi viszonyokhoz alkalmazkodó mezőgazdasági stratégia kidolgozására alkalmasak. Ez olyan lehetőséget kínál a gazdálkodók számára, amely nemcsak a talaj védelme szempontjából fontos, hanem gazdasági előnnyel is járhat a gazdálkodóknak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatások végrehajtását a következő pályázatok segítségével végeztük: FM 30.503/98, KAC 20817, KAC 23506-01. A kutatásban nyújtott segítségért köszönet illeti Dr. Csepinszky Béla és Csizsár Béla tanár urat, Dr. Barczy Attilát, Jakab Gergelyt, Huszár Tamást és Pataki Róbertet.

IRODALOM

- Beasley, D.B., Huggins, L.F. (1982). ANSWERS (Areal Nonpoint Source Watershed Environmental Response Simulation) User's Manual. Chicago: U.S. Environmental Protection Agency Report, 905/9-82-001.
- DRAINMOD User's Manual (1989). Biological and Agricultural Engineering Dept., NC St. Univer. Raleigh, N.C., 1-46.
- Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (1995). USDA, Water Erosion Prediction Project: Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Rep. 10, USDA-ARS-NSERL, West Lafayette, IN., 1-123.
- Hickey, R., Smith, A., Jankowski, P. (1992). Slope length calculations from a DEM within Arc/Info Grid., Computers, Environment and Urban Systems, 365-380.
- Huszár T. (1999). Talajerozió-becslés az EPIC-EROTÓP módszerrel. Földrajzi Értesítő, 1-2. 189-198.
- Knisel, W.G. (1980) CREAMS: A field-scale models for Chemicals, Runoff and Erosion form Agricultural Management Systems. - Rep. No. 26, U.S. Department of Agriculture, 1-156.
- Morgan, R.P.C, Quinton, J.N, Smith, R.E, Govers, G, Poesen, J.W.A, Auerswald, K, Chisci, G, Torri, D, Styczen, M.E. (1997). The European soil erosion model (EUROSEM): A process-based approach for predicting soil loss from fields and small catchments. Earth Surface Processes and Landforms, 23. 527-544.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J., Auerswald, K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.E. (1998). The European Soil Erosion Model (EUROSEM): A dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments. Earth Surface Processes and Landforms, 23. 527-544.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J., Auerswald, K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.E. (1999). Reply to discussion on "The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments". Earth Surface Processes and Landforms, 24. 567-568.
- Nachtergaele, J., Poesen, J., Vandekerckhove, L., Oostwoud Wijdenes, D.J., Roxo, M. (2001). Testing the Ephemeral Gully Erosion Model (EGEM) for two Mediterranean environments. Earth Surface Processes and Landforms, 26. 17-30.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. USDA Agriculture Handbook. 537. 1-58.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Belényesi Márta

Szent István Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Térinformatika Tanszék
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1

*Szent István University, Institute of Environmental Management Department of
Geoinformatics*

H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel: +36-28-410-200/1038/116

e-mail: belenym@nt.ktg.gau.hu