

Talajerózió-becslés az EPIC-EROTÓP módszerrel

HUSZÁR TAMÁS¹

Bevezetés

Századunk első fele óta a légkör fölmelegedésének számos jelét figyelték meg Magyarországon: a téli félév középhőmérsékletei emelkednek, a nyarak hűvösebbek, a tenyészidőszak hosszabbodik. A szárazodás pedig elsősorban abban nyilvánul meg, hogy csökken a csapadékos napok száma, feltehetően nő az esőzések intenzitása és vele a lefolyás, következésképp mérséklődik a beszivárgás, süllyed a talajvíz szintje, csökken a talaj nedvességtartalma (különösen a tenyészidőszak kezdetén tározódott vízkészlet), emiatt nő az aszályra való hajlam (KERTÉSZ Á. 1996). A klímaváltozással kapcsolatos fent említett problémák különösen aktuálissá teszik a talajeróziós kutatások minél szélesebb körű kiterjesztését, hiszen e változások az eróziós mechanizmust jelentősen befolyásolják. Jelen kutatás elsődleges célja egy mezőgazdaságilag fontos, ám a talajerózió által veszélyeztetett dombosági mintaterület talajpusztulási folyamatainak modellezése.

Az EPIC modell

Az EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) program (WILLIAMS, J. R. et al. 1990) a talaj- és szél-erózió eredményének szimulálására és ennek alapján a termesztett növények átlagos hozamának és a termelés nyereségének becslésére készített modell. Célja a talaj termékenységét megőrző, és a legnagyobb fajlagos bevételt biztosító földhasznosítási rendszer kialakítása. A modell fizikailag jól megalapozott paraméterekkel becsli az eróziót, a növények fejlődését és a terméseredményt befolyásoló folyamatokat, ezáltal próbálja meghatározni az *optimális management-stratégiát* kis területű, homogén talajtulajdonságokkal és földhasznosítással jellemzett lejtőkre.

Ez a modell ún. "field scale" (tábla méretű) vizsgálatokra alkalmas, amely a talajpusztulás számításakor az USLE-egyenleten kívül további elméleti és tapasztalati módszereket tud alkalmazni, köztük az USLE módosított változatait is.

Az EPIC-modell hidrológiai komponense a csapadék és a lefolyás okozta eróziót becsli. A rendelkezésre álló öt egyenlet az esőenergia-komponenstől eltekintve megegyezik. A MUSLE (WILLIAMS, J. R. 1975) annyiban tér el a hagyományos WISCHMEIER–SMITH-formulától (USLE), hogy az esőenergia-faktor helyett a lefolyást jellemző változók kerültek az egyenletbe. Ezáltal megnövekedett az előrejelzés pontossága, szükségtelenné vált a lepusztulási arányszám használata (ami az USLE

¹ MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. 1062 Budapest, Andrassy u. 62.

hordalékhozam-becsléséhez kell), valamint az egyenlet alkalmazhatóvá vált az egyedi csapadékeseményekhez kapcsolódó hordalékhozam-számításokhoz.

Az ONSTAD-FOSTER-féle egyenlet (1975) az USLE és a MUSLE esőenergia-faktorát kombinálja. A MUSS lineáris elemeket nem tartalmazó, kis területű vízgyűjtőkre alkalmazható új verzió, csakúgy, mint a hordalékfelhalmozódás alapján elméleti módszerrel kifejlesztett MUST egyenlet. Az EPIC program talajeróziós modulja az alábbi módon írható le:

$$A = (\Psi) \times (K) \times (CE) \times (PE) \times (LS) \times (ROKF),$$

ahol A az egységnyi területre számított évi átlagos talajvesztés (t/ha/év), K a talajeródálhatósági tényező (erodibilitás), CE a növény management faktor, PE a talajvédelmi eljárások tényezője, LS a lejtésfaktor, $ROKF$ a felszín kőborítottságának (coarse fragment) faktora és Ψ az egyes egyenletek esetében megegyezik.

USLE: EI ,

$$\text{MUSLE: } 11,8 (Q^* \times q_p)^{0,56},$$

$$\text{ONSTAD-FOSTER: } 0,646 EI + 0,45 (Q \times q_p^*)^{0,33},$$

$$\text{MUSS: } 0,79 (Q^* \times q_p)^{0,65} A^{0,009},$$

$$\text{MUST: } 2,5(Q^* \times q_p)^{0,56},$$

ahol EI az esőenergia-tényező (dimenzió nélkül), Q^* a lefolyás mennyisége (m^3), q_p a csúcslefolyási arányszám (m^3/s), A a vízgyűjtő területe (ha) és q_p^* egy másik csúcslefolyási arányszám (mm/h).

A mintaterület adatbázisa

Jelen kutatás mintaterületét az Örvényesi-Séd Vászolytól Ny-ra elhelyezkedő, tagolt, dombsági jellegű völgyfőrendszerét választottam, amely önálló rész-vízgyűjtőnek tekinthető. A vizsgálatok szorosan kapcsolódnak az Örvényesi-Séd egész vízgyűjtőjének területére kiterjedő talajeróziós kutatások eredményeihez (RICHTER, G. et al. 1995; HUSZÁR T. 1998).

A modell alkalmazásának alapfeltétele az erotópok terepen való elkülönítése, ezek további tagolása a földhasznosítás szerint és az így nyert területfoltok további felosztása a talajviszonyok alapján. RICHTER, G. (1995) szerint, az erotóp olyan területesség, amelyen a lefolyás iránya állandó, ugyanakkor a határain belül nincs irányított vízösszegyűjtés (völgy, delle). Körvonalát görbületes vonalak (dombhát- és völgybe-vágásszerű vonalak), a völgyek és dellék, az utak és földutak, továbbá az állandó vegetációjú területek (pl. erdő) határai adják meg. (Az erdőkre, a beépített területekre, valamint a 2° -nál kisebb meredekségű völgytalpakra a vizsgálat nem terjedt ki.)

Sajnos, az EPIC-modell 5300. sz. verziója még nem rendelkezik GIS-kapcsolatot biztosító interfésszel. Ezért a rendelkezésre álló GIS-adatbázis adatait (ta-

lajszerkezet, humusztartalom és -vastagság, a talaj kövessége, talajvastagság, földhasznosítás, lejtőkategória, genetikai talajtípus, mésztartalom) manuálisan és egyszerűbb segédprogramok felhasználásával lehetett betáplálni. A kiválasztott erótopok topográfiai adatai esetében a terület, a lejtőhossz, az átlagos tengerszint feletti magasság és az átlagos lejtőmeredekség értékei a digitális domborzatmodell alapján voltak kinyerhetők. Az erótopon belül található domináns talajtípus meghatározása az overlay (poligonmetszetés) GIS-művelettel történt. Az output-eredmények térinformatikai rendszerben történő ábrázolásához és elemzéséhez az ARC-INFO és az ARC-VIEW szoftvert használtam fel.

A keletkezett szakadatokat a mintaterületen elhatárolt erótopokat, mint poligonokat tartalmazó fedvény térbeli egységeihez, erótop-poligonjaihoz rendeltem hozzá.

a) Általános adatok

A vízgyűjtő nagyságát, átlagmagasságát, földrajzi szélességét, lejtőhosszát és meredekségét az adott erótopokra számoltam ki.

A potenciális evapotranspiráció számításához a PRIESTLEY–TAYLOR-féle (1972) egyenletet alkalmaztam. A modell a párolgást a talaj és a növényzet esetében külön-külön számítja ki (RITCHIE, J. C. 1972). A talaj potenciális párolgását a potenciális párolgás és a levélfelület-index (LAI: a növény leveleinek felülete a talajfelszínhez viszonyítva) függvényében számítja, a talaj tényleges víztartalmának párolgását pedig a talajmélység és a talajnedvesség közötti exponenciális függvénnyel becsli. A növényzet párologtatását a potenciális párolgás és a levélfelület index közötti lineáris függvénykapcsolat alapján adja meg.

b) Éghajlati adatok

A közeli (3 km) mensehelyi meteorológiai állomás hosszú távú (min. 15–30 éves) havi átlagértékeit, valamint a szimulált időszakra (1991–1993) vonatkozó alábbi paraméterek napi adatsorait használtam fel: maximum- és minimumhőmérséklet, csapadék, napsütéses órák száma, relatív nedvesség és szélsébség.

c) Talajadatok

Az EPIC-talajparaméterei az alábbiak voltak:

A homok- és iszapfrakció részaránya, a pH, a szervesszén- és CaCO₃-tartalom a laborvizsgálatok alapján állt rendelkezésre. A szóban forgó talajtípus albedója – DÁVID A. (1990) adatai alapján – (nedves állapotot feltételezve): 0,07. A talajtípust hidrológiai jellemzői (SCHWAB, G. O.1966) alapján az alábbi csoportba osztottam: *C csoport* – gyenge víznyelésű és közepes vízvezető képességű talajok.

A földhasznosítás, a növénytípus, valamint a hidrológiai csoport szerint – jó hidrológiai kondíciókat feltételezve – a talaj CN₂-értéke: 85 (HUDSON, N. W. 1988; National Engineering Handbook, USDA, SCS 1972). Az egyes talajrétegek térfogattömegét laborvizsgálatok hiányában – a szemcseösszetétel és a humusztartalom ismeretében – RAWLS, W. J. (1983) képlete alapján számítottam ki. A térfogattömeg, a szemcseméreték és a szervesanyag-tartalom ismeretében (1987) módszere alapján becsültem meg a vízkapacitás- és hervadáspont-értékeket.

d) Agrotechnológiai adatok

A mezőgazdasági művelésre, az alkalmazott vetésforgóra és a terméseredményekre vonatkozó információkat a földet a tulajdonosoktól bérlő, nagyüzemi gazdálkodást folytató állami gazdaságtól szereztem be. Az alkalmazott vetésforgó és az agrotechnológiai eljárások ezért egységesnek tekinthetők (*1. táblázat*). A növények ökológiai igényére és élettani tulajdonságaira, valamint művelési ágakra vonatkozó paramétereket igyekeztem a magyarországi, ill. helyi sajátosságokhoz igazítani, amiben szakavatott agrármérnök kollégák voltak segítségemre. A valós terméseredmények szintén ismeretesek voltak.

1. táblázat. Vetésforgó, talajművelés

Év	Dátum	Talajművelés	Növény
1991.	03. 26.	simítózás	–
	03. 27.	tárcsázás	–
	04. 15.	kombinátor	–
	04. 20.	vetés	kukorica
	04. 21.	hengerelés	–
	10. 05.	betakarítás	–
	10. 09.	tárcsázás	–
	10. 10.	őszi mélyszántás	–
	10. 11.	kombinátor	–
	10. 12.	vetés	őszi búza
1992.	10. 13.	hengerelés	–
	07. 25.	betakarítás	–
1992.	11. 30.	őszi mélyszántás	–
	1993.	03. 20.	simítózás
03. 22.		kombinátor	–
03. 27.		vetés	tavaszi árpa
07. 15.		betakarítás	–
07. 18.		tarlóhántás	–
07. 20.		tárcsázás	–
08. 15.		szántás	–
08. 20.		kombinátor	–
08. 25.		vetés	repce

Eredmények

A korábbi kutatás során (KERTÉSZ Á.–HUSZÁR T. 1996) két talajerózió-becslésre alkalmas modell (USLE és EPIC) eredményeinek összehasonlíthatósága érdekében csak az átlagos lepusztulás-értékeknek (t/ha/év) az erotópokhoz való hozzárendelésével foglalkoztam. Az EPIC-modell azonban ennél többre képes. Bővebb információval szolgál, ha a szimulált időszakra (1991–1993) vonatkozó adatokat évenkénti és havi átlagok formájában vizsgálom. Az egyes évek, hónapok időjárási körülményei, valamint a vetésforgó aktuális szakasza lényegesen eltérő feltételeket teremt a talajerózió szempontjából. Ennek bemutatására a vászolyi részvízgyűjtő két erotópját választottam ki. Mindkét erotópon barnaföld talajtípuson és hasonló lejtésviszonyok között szántóföldi gazdálkodás folyik. A 2. és 3. táblázat a három év számított és becsült átlagértékei alapján szemlélteti a talajerózió és a terméseredmények közötti kapcsolatot.

2. táblázat. A szimulált időszak mért és becsült értékei a 309. sz. erotóp esetében

Mutató	1991	1992	1993
Napi maximum léghőmérséklet (°C)	13,52	15,18	14,18
Napi minimum léghőmérséklet (°C)	5,10	6,17	5,50
Napsugárzás (MJ/m ²)	12,30	13,02	12,55
Csapadék (mm)	705,30	642,70	632,60
Relatív nedvesség	0,81	0,77	0,79
Potenciális evaporáció (mm)	1129,95	1262,68	1171,62
Evapotranspiráció (mm)	539,69	561,79	525,36
Transpiráció (mm)	257,38	315,37	261,07
Felszíni lefolyás (mm)	21,98	15,45	10,04
SCS-görbe-szám	76,56	79,66	78,23
A felszínközeli lefolyás összegyülekezésének ideje (nap)	4,07	4,94	4,47
Esőenergia (EI)	242,35	123,83	53,50
C-faktor	0,33	0,04	0,35
Talajveszteség, USLE (t/ha/év)	62,58	3,68	14,16
Talajveszteség, MUSLE (t/ha/év)	9,57	1,27	0,50
Talajveszteség, ONSTAD–FOSTER (t/ha/év)	25,00	1,03	0,17
Talajveszteség, MUSS (t/ha/év)	4,04	0,54	0,21
Talajveszteség, MUST (t/ha/év)	9,89	1,30	0,53
Kultúrnövény	kukorica	őszi búza	árpa
Terméseredmény (t/ha)	5,58	4,81	2,09
Összes NO ₃ -N a talajszelvényben (kg/ha)	37,22	23,96	40,78
Labilis (felvehető) P a talajszelvényben (kg/ha)	109,09	97,72	95,59

Vízgyűjtő terület: 14,86 ha, átlagos magasság: 310 m, lejtőhossz: 467 m, lejtés: 3

Típus: alulról visszameszeződő, felülről átmeszeződő, sztyepesedő dinamikájú barnaföld lejtőlőszön

3. táblázat. A szimulált időszak mért és becsült értékei a 321. sz. erotóp esetében

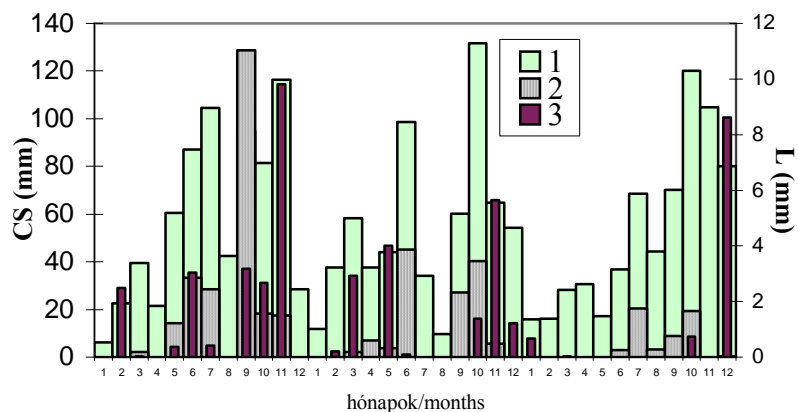
Mutató	1991	1992	1993
Napi maximum léghőmérséklet (°C)	13,52	15,18	14,18
Napi minimum léghőmérséklet (°C)	5,10	6,17	5,50
Napsugárzás (MJ/m ²)	12,30	13,02	12,55
Csapadék (mm)	705,30	642,70	632,60
Relatív nedvesség	0,81	0,77	0,79
Potenciális evaporáció (mm)	1200,04	1348,55	1240,81
Evapotranspiráció (mm)	522,23	478,55	454,25
Transpiráció (mm)	265,02	245,54	202,88
Felszíni lefolyás (mm)	56,99	38,71	26,19
SCS-görbe-szám	81,14	77,89	78,68
A felszínközeli lefolyás összegyülekezésének ideje (nap)	4,25	4,80	4,31
Esőenergia (EI)	242,35	123,83	53,50
C-faktor	0,32	0,04	0,32
Talajveszteség, USLE (t/ha/év)	36,95	2,17	8,06
Talajveszteség, MUSLE (t/ha/év)	22,44	3,40	1,73
Talajveszteség, ONSTAD-FOSTER (t/ha/év)	20,30	2,06	1,17
Talajveszteség, MUSS (t/ha/év)	12,22	1,62	0,78
Talajveszteség, MUST (t/ha/év)	23,29	3,86	2,02
Kultúrnövény	kukorica	őszi búza	árpa
Terméseredmény (t/ha)	5,15	3,52	1,10
Összes NO ₃ -N a talajszelvényben (kg/ha)	25,03	20,42	35,30
Labilis (felvehető) P a talajszelvényben (kg/ha)	46,12	39,14	37,48

Vízgyűjtő terület: 5,59 ha, átlagos magasság: 300 m, lejtőhossz: 213 m, lejtés: 3

Típus: lejtőhordalék alapanyagon kialakult, mostanra közepesen erodált, (sztyepesedő) barna erdőtalaj mészkőtörmelékes lejtőlőszön

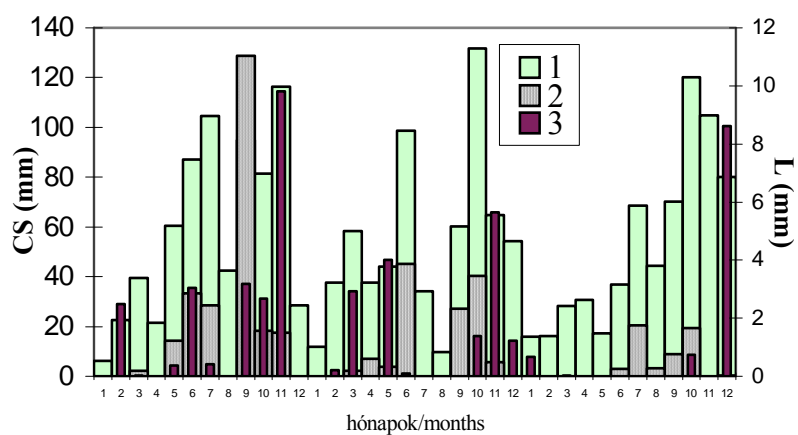
A 309. sz. erotóp esetében a kapott magasabb hozamok a nagyobb vízgyűjtő területről, de a jóval nagyobb lejtőhossz miatt alacsonyabb felszíni lefolyás- és lepusztulás-értékekkel, ill. kedvezőbb tápanyagforgalommal hozhatók összefüggésbe. Az első év során a talajerózió szempontjából fokozott veszélyt jelentő kapás növény szerepelt a vetésforgóban. A kapott talajveszteség-eredmények alapján kitűnik, hogy a magasabb borítottság-érték miatt a búza és az árpa mennyivel jobb védelmet biztosít a talajok számára, mint a kukorica. Az EPIC-modell talajeróziós egyenletei által becsült talajveszteség havi átlagainak összehasonlítását és a felszíni lefolyást az 1-4. ábra mutatja.

Érdemes megfigyelni, hogy a betakarítást és az őszi mélyszántást követő október-novemberi esőzések okozta lehordódás milyen számottevő méreteket ölt. Szintén megfigyelhető, hogy a lineáris elemeket nélkülöző kisvízgyűjtőkre alkalmazható MUSS-egyenlet mind éves, mind havi bontásban nagyságrenddel alacsonyabb talajveszteséget prognosztizál, mint az eredeti WISCHMEIER-SMITH-féle egyenlet és



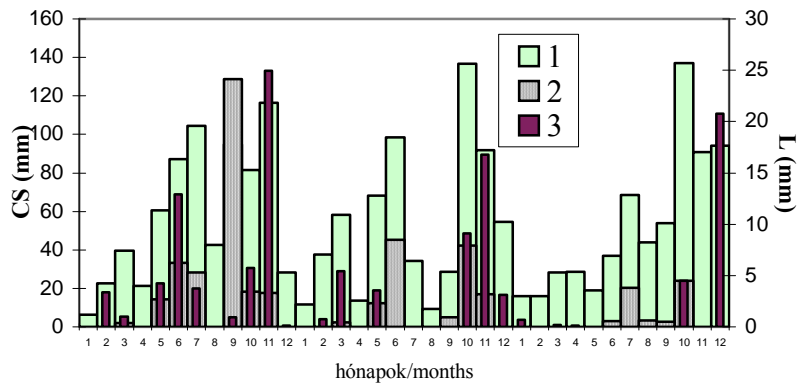
1. ábra. Mutatók a 309. erotóp esetében. – 1 = a vizsgált időszak mért havi átlagos csapadék értékei, 2 = a számított esőenergia; 3 = havi átlagos felszíni lefolyás; CS = csapadék; L = lefolyás

Parameters for erotop No. 309. – 1 = measured monthly mean precipitation; 2 = calculated EI; 3 = runoff for the simulation period on; CS = precipitation; L = runoff



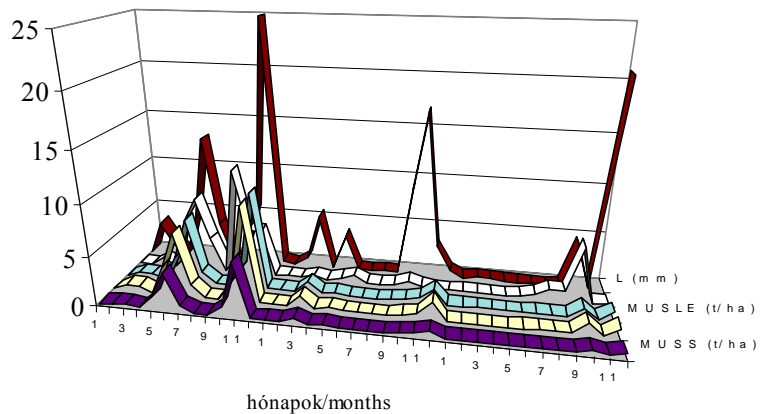
2. ábra. A különböző egyenletek által becsült havi átlagos lepusztulásértékek és a számított havi átlagos felszíni lefolyás a 309. erotóp esetében. L = lefolyás

Calculated runoff and estimated monthly soil loss values using different equations for water erosion on erotop No. 309. L = runoff



3. ábra. Mutatók a 321.erotóp esetében. – 1 = A vizsgált időszak mért havi átlagos csapadék értékei; 2 = számított esőenergia; 3 = havi átlagos felszíni lefolyás; CS = csapadék; L = lefolyás

Parameters for erotop No. 321. – 1 = measured monthly mean precipitation; 2 = calculated EI; 3 = runoff for the simulation period on; CS = precipitation; L = runoff



4. ábra. A különböző egyenletek által becsült havi átlagos lepusztulás értékek és a számított havi átlagos felszíni lefolyás a 321. erotóp esetében. L = lefolyás

Calculated runoff and estimated monthly soil loss values using different equations for water erosion on erotop No. 321. L = runoff

annak módosított változatai. A vizsgált erotópok esetében, azok helyzetéből és méretéből adódóan a MUSS-egyenlet által becsült eredmények tekintendők mérvadónak.

A továbblépés lehetőségei

Az EPIC-modell továbbfejlesztett változata a talajerózió és a produktivitás kapcsolatát már vízgyűjtő méretben szimuláló APEX (Agricultural Policy/Environmental Extender; WILLIAMS, J. R. 1993). Ez a modell nagyobb területek egységes rendszerben lezajló folyamataira ad becslést. 1993 óta létezik a SWAT-modell (Soil and Water Assessment Tool), amely a texasi laboratóriumból kikerülő modellek legújabb fejlesztése. A GIS-interfésznek köszönhetően (GRASS [Geographical Resources Analysis Support System]; U.S. Army, 1988 – UNIX környezet), raszteres rendszerben modellezi a gazdálkodás hatását a víz-, a hordalék- és a kemikálihalmazokra. A SWAT-modell nagy – akár folyómedencékre is kiterjedő – területek szimulációjára fejlesztették ki.

Kézenfekvőnek tűnik tehát a lehetőség, hogy az Örvényesi-Séd vízgyűjtőjének erotópjairól már elkészített adatbázist tovább építsük és az APEX- modell segítségével az egyes részvízgyűjtőkről, majd az egész mintaterületről ténylegesen lepusztuló hordalékot (vö. hordalékszámítási arányszám) megbecsüljük. A patak által a Balatonba szállított szennyező anyagok, valamint a tó általános hordalékterhelésének kiszámításához a SWAT-modell alkalmazható. Persze ehhez az egész Balaton-vízgyűjtő adatbázisának – már folyamatban levő – kiépítésére, valamint további projektek célirányos indítására lenne szükség.

IRODALOM

- DÁVID A.–TAKÁCS O.–TIRINGER CS. 1990. A sugárzási egyenleg eloszlása Magyarországon az 1951–1980-as időszak adatai alapján. – OMSZ kisebb kiadv. 66. Budapest, 94 p.
- HUDSON, N. W. 1988. Conservation practices and runoff disposal on steep lands – In: MOLDENHAUER–HUDSON, N. W. eds. pp. 117–128.
- HUSZÁR T. 1998. Talajeróziós vizsgálatok az Örvényesi-Séd vízgyűjtőjén. – In: BOTTLIK ZS.–FARKAS GY.–TELBI SZ. T. (szerk.) Geográfus Doktoranduszok II. Országos Konferenciája. Budapest, 1997. Előadások. ELTE TTK Földrajzi Tanszékcsoport. Budapest. pp. 1–9.
- KERTÉSZ Á.–HUSZÁR T. 1996. Talajerózióbecslés az USLE és az EPIC modellek alkalmazásával – összehasonlítás. – In: A termőföld védelme. OMÉK '96 Kísérő rendezvénye – Gödöllői Agrártudományi Egyetem Gödöllő pp. 57–65.
- KERTÉSZ Á. 1996. Az aridifikáció fogalmának értelmezése. – Földr. Ért. 45. 1–2. pp. 5–9.
- ONSTAD, C. A.–FOSTER, G. R. 1975. Erosion modeling on a watershed. – Trans. ASAE 18. (2). pp. 288–292.
- PRIESTLEY, C. H. B.–TAYLOR, R. J. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. – Mon. Weather Rev. 100. pp. 81–92.
- RAJKAI K. 1988 A talajok víztartó képessége és különböző talajtulajdonságok összefüggésének vizsgálata. – Agrokémia és Talajtan, 36–37. pp. 15–30.
- RAWLS, W. J. 1983. Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content – Soil Science, Vol. 135. No. 2. pp. 123–125.

- RICHTER, G.–KERTÉSZ, Á.–MÁRKUS, B. 1995. Assessment of soil erosion in a small watershed covered by loess. – *GeoJournal*, 36. 2/3. pp. 285.– 288.
- RITCHIE, J. C.–SPRABERRY, J. A.–MCHENRY, J. R. 1974. Estimating soil erosion from the redistribution of fallout Cs¹³⁷. – *Soil Science Society of America Proceedings*, Vol. 38. pp. 137–139.
- SCHWAB, G. O.–FREVERT, R. K.–EDMINSTER, T. W.–BARNES, K. K. 1966. *Soil and Water Conservation engineering* – 2nd ed. – John Wiley.
- WILLIAMS, J. R. 1975. Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor. – U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Ser., ARS-S–40.
- WILLIAMS, J. R.–DYKE, P. T.–FUCHUS, W. W.–BENSON, V. W.–RICE, O. W.–TAYLOR, E. D. (eds.) 1990. EPIC – Erosion / Productivity Impact Calculator: 2. User manual, – US Department of Agriculture Technical Bulletin. 1768

ESTIMATION OF SOIL EROSION USING OF EPIC – EROTOP METHOD

by *T. Huszár*

S u m m a r y

The aim of this research was the estimation of soil and nutrient loss in the catchment area of the Örvényesi-Séd stream (24 km²), using the EPIC model. Unfortunately, the 5300 version of EPIC model does not have a GIS-interface, therefore the input data for the GIS database were loaded manually and with the aid of auxiliary programs. The output results were stored in a GIS, displayed and analysed by ARC/INFO and ARC/VIEW.

The basic condition for applying the model is the delineation of erotopes in the field. Erotopes were then further divided according to land use and soil types. These spatial units of soil loss estimation with uniform runoff conditions are the so called erotopes defined by G. RICHTER (1995).

Erotopes were classified into 3 different types: arable lands, pastures, vineyards. Erotopes belonging to the latter land use category were excluded, and the model was applied only to arable lands and pastures. Detailed investigation of two erotopes (No. 309 and 321) selected in the Vászoly sub-catchment was performed.

In case of erotop No. 309, a higher yield was obtained, which can be correlated with smaller surface runoff and soil loss values (although the catchment area is larger, but the slope length is bigger) and with a more favourable nutrient supply. In the course of the first year, row crops appeared in crop rotation, indicating an increased erosion danger. According to the soil loss values, it is clear that wheat and barley, because of their higher coverage values, provide better soil protection, than corn.

Translated by the author