

## Erodálhatósági értékek számítása talajtulajdonságok alapján

MÉSZÁROS ERZSÉBET–JAKAB GERGELY<sup>1</sup>

### Abstract

#### Soil erodibility values calculated on the basis of soil loss experiments (USLE)

At the Csákvár Research Station measurements were carried out on five experimental parcels, four of which represented the uppermost 25 cm (ploughed) layer of the most erosion-relevant soil types from the Balaton Upland and one parcel contained that of the in situ soil. The measured runoff values were fixed by a computer system. The experiments were aimed at the registration of soil loss caused by atmospheric precipitation influencing  $K$  (erodibility) factor in the USLE (WISCHMEIER and SMITH, 1978).

The trends of change in soil parameters during the studied period (1990–2000) are described below based on laboratory analyses of soil samples and on the evaluation of results.

The parcels were kept free of vegetation, consequently the organic matter reduced considerably on parcels E, B and C, having already been eroded topsoils when the experiments started. Carbonate content has tended to decrease as well and this loss is probably associated also with soil permeability. The more mobile is water along the profile the higher quantity of carbonates can be solved. For the studied period chemical reaction has hardly changed and despite carbonate loss it remained to be basic.

For the past 10 years fundamental changes have occurred in the mechanical composition of soils. Four granulometric classes have been separated as a starting point to create a basis to determine the Wischmeier-Smith nomogrammic  $K$  factor based on physical properties of soils. A general trend has been the decrease in clay and sand content and an enrichment in silt fraction. After intense rainfall events a thin, non-structured muddy crust keeps rainwater on the surface as a result of poor permeability. During less intense precipitation events silt fraction is mobilised first and penetrates into the lower horizons transported by the infiltrating water raising the portion of this fraction in the mechanical composition. The typical topsoil granulometry has changed: sand and clay have a relative prevalence, subsequently removed by surface runoff.

The experiment suggests that for the application of USLE or the nomogram in Hungary a correction factor has to be built in which should reflect values to be obtained through extensive domestic rainfall simulation.

### Bevezetés

Az erózióval kapcsolatos vizsgálatok, mérések általános célja, hogy a mért értékekből adatbázis felépítése után olyan összefüggéseket tárjanak fel, amelyek segítségével – a szükséges paraméterek ismeretében – az erózió mértéke újabb, konkrét mérések nélkül is becsülhetővé válik. Jelenleg a legszélesebb körben elterjedt összefüggés az Általános Talajvesztés-becslési Egyenlet (USLE),

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

amelyet az Egyesült Államokban nagy számú mérési eredmények alapján dolgoztak ki (WISCHMEIER, W. H.–SMITH, D. D. 1978). Mivel az összefüggést a helyi körülmények között határozták meg, annak adaptációja, kiegészítése regionális szinten javítja a becslés pontosságát.

Az egyenletben szereplő  $K$  tényező (erodibilitás) talajfüggő paraméter: azt fejezi ki, hogy a talaj mennyire képes ellenállni a csapadék erozivitásának. A paraméter meghatározása kétféle módon történhet, egyrészt mérések útján, másrészt számítás útján a talaj fizikai paramétereinek felhasználásával. Jelen tanulmányban a második módszer alapján kapott eredményeket ismertetjük az eltelt idő függvényében. A  $K$  faktor értékét 4, a Balaton vízgyűjtő területén domináns talajtípusra, valamint egy vértessaljai talajtípusra határoztuk meg.

### Vizsgálati módszer

A vizsgálat az Általános Talajvesztés-becslési Egyenleten alapszik, amellyel a csapadék által okozott talajelhordást regisztráljuk. Az erozivitás nagysága befolyásolja a  $K$  tényező (erodálhatóság) értékét. Mivel hazánk klímájában gyakoriak a csapadék tekintetében szélsőséges évek, ezért a helyi viszonyokat valóban reprezentáló átlagot csak hosszabb időszakban végzett folyamatos méréssel kaphatunk.

A talajok viselkedésének jó összehasonlíthatóságához szükséges, hogy a klimatikus hatások – elsősorban a csapadék – azonosak legyenek. Ehhez állandó terepi mérőállomás szükséges, amelyre a vizsgálandó feltalajok áttelepíthetők. Az eróziós állomás 1989-ben az MTA és a Deutsche Forschungsgemeinschaft közös talajeróziós kutatási projektje keretében az MTA FKI csákvári kutatóállomásának területén épült ki (*l. kép*). SCHWERTMANN, U.–VOGL, W.–KAINZ, M. 1987 módszerét követve a Balaton-felvidék 4, az erózió szempontjából legfontosabb talajtípusának felső, 25 cm-es szántott rétegét szállították Csákvárra és építették be az állomáson (KERTÉSZ, Á.–RICHTER, G. 1997).

Az eróziós állomás tszf.-i magassága kb. 190 m, az objektum közvetlenül a Vértessaljai lábánál, a hegységperemtől kb. 200 m-re D-re fekszik, Ny-i kitettségű, hegylábi lejtőn. Az állomás 5 x 2, egyenként 1 m széles és 8 m hosszú parcellából áll, ahol a lejtőszög 8°. A 10 parcella 5 különböző talajtípus feltalaját tartalmazza. Minden második parcella az ellenőrzést szolgálja. Az 5 talajtípus egyike az *in situ* talaj, a többi 4 a Balaton-felvidékről, ebből 3 az Örvényesi-Séd vízgyűjtőjéről származik.

Az 5 talajtípus rövid jellemzése:

A) Köves sziklás vázta talaj dolomittörmelékű lejtőhordalékon, homokos vályog, Csákvár.

B) Vázta talaj bazalttörmelékű pannon homokon, vályogos homok, Szent-György-hegy lejtője.

C) Földes kopár lejtőlőszön, agyagos vályog, Pécselyi-medence, felső lejtőszakasz.

D) Erdőtálat talaj lejtőhordaléka, vályogos agyag, Pécselyi-medence, lejtőláb.

E) Redzina mészkövön, vályogos agyag, Pécselyi-medence, völgyoldali lejtő.

Az 5 parcella alatti felfogó rendszer közvetlen kábelkapcsolatban áll a kutatóházban elhelyezett komputerrel. Kezdetben a berendezés databox rendszerrel működött, de a feldolgozás akkor is számítógéppel történt. A műszeregyüttes a lefolyó víz mennyiségét regisztrálja az idő függvényében. A hordalékészlelés manuális módon szűrővel



1. kép. A csákvári eróziós mérőállomás

The Csákvár Research Station

történik. Az összegyűlt filtereket havonta egyszer szállítják az Intézet laboratóriumába. Itt történik a hordalék anyag szárítása és visszamérése.

Az állomáson közvetlen kábelkapcsolattal ellátott meteorológiai állomás is működik. Csapadékmennyiség, intenzitás, léghőmérséklet, páratartalom, szélirány és -sebesség mérése folyik. A kutatóállomáson napi, ill. csapadékeseményenkénti adatészlelés folyik.

### **Eredmények**

A kitűzött kutatási cél alapján – a parcellák talajaiból vett minták laboratóriumi vizsgálata és az eredmények kiértékelése nyomán – az erodálhatóságra vonatkozóan az alábbi következtetések vonhatók le.

A talajok tulajdonságaiban bekövetkezett változásokat az 1. táblázat szemlélteti. A parcellákat 10 évig növénymentesen tartottuk, ebből következően a talajok szerves anyag tartalma mind az 5 parcella esetében csökkent. A csökkenés különösen nagy mértékű a B és C parcellákon (itt meghaladja az 50%-ot), amelyekben már eleve erodált feltalajok kerültek. Az ezekben a talajokban található szerves anyag valószínűleg újabb keletű, még nem teljesen humifikálódott, ezáltal lazább kapcsolatban áll a többi talajalkotóval. Kimosódásához kevesebb energiára van szükség, mint egy nem erodált talaj esetében.

1. táblázat. A talajok tulajdonságaiban 1990 és 2000 között bekövetkezett változások

Parcella	Szervesanyag (%)		CaCO <sub>3</sub> (%)		pH		Agyag		Por		Nagyon finom homok		Homok	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
A	2,71	1,83	15,13	8,30	7,76	7,70	22,6	9,80	40,3	61,4	8,50	11,4	37,1	28,8
B	11,09	1,67	1,56	0	7,39	7,55	15,8	15,8	13,6	24,7	12,8	16,3	70,6	59,5
C	7,54	2,42	46,22	27,55	7,80	7,70	29,5	13,9	50,4	72,3	5,50	5,30	20,1	13,8
D	6,18	4,25	7,35	2,35	7,61	7,30	43,9	32,1	45,0	61,9	4,50	3,60	11,1	6,10
E	6,36	3,87	27,63	6,15	7,73	7,55	32,3	23,9	55,6	71,6	9,50	3,10	12,1	4,50

A talajok mésztartalmának csökkenése ugyancsak igazolható mind az 5 parcella esetében. A C parcella talajának igen magas CaCO<sub>3</sub> tartalom értékei sekély termőréteget és feltalajként áthordott anyagövet sejtetnek. Ezt a tényt látszik megerősíteni az E parcella talajának szintén magas mésztartalma, amely ugyanazon lejtő aljáról, a szedimentálódott területről származik. A mész viszonylag jó vízdoldhatósága miatt nem lejtőirányba távozik a parcellákról, hanem a beszivárgó vízzel együtt az altalaj irányába migrál, a feltalaj kilúgozódik. A mészvesztés nagysága – többek között – a talaj vízáteresztő képességével is összefüggésben van. A talajszövet minél nagyobb hányadában tud mozogni a víz, annál több mész kioldására képes (KERTÉSZ, Á.–MARKUS, B.–RICHTER, G. 1995). A D és E parcellák talajainak esetében a mészvesztés jelentősen meghaladja az 50%-ot, ami – legalábbis a vizsgálat kezdeti időszakában – jó vízvezető és áteresztő képességre utal.

A vizsgált talajok kémhatása 10 év alatt alig változott. Bár a pH – helyenként jelentős mészvesztés ellenére – enyhe csökkenést mutat, értéke minden esetben a lúgos tartományon belül maradt.

Vizsgálataink kiterjedtek a talajok mechanikai összetételének nyomon követésére is. A szemcseméret alapján 4 osztályt különítettünk el úgy, hogy azok kiindulási alapul szolgálhassanak a WISCHMEIER–SMITH-féle nomogramos *K* tényező talajfizikai adatok alapján történő meghatározásához. Ez a 4 frakció a következő:

agyag	0–0,002 mm
vályog	0,002–0,05 mm
nagyon finom homok	0,05–0,1 mm
homok	0,1–2,0 mm

Az 1. táblázat adataiból jól látható, hogy az összes parcella talajainak mechanikai összetételében 10 év alatt jelentős változások történtek.

Általános tendenciaként az agyag- és homoktartalom minden esetben csökkent szemben a porfrakció növekedésével. A jelenség magyarázata a talajművelésben keresendő. Nagyobb csapadékesemények után a talajfelszínen egy vékony, szerkezet nélküli szétiszapolt réteg jön létre, amely – rossz vízáteresztéséből adódóan – a felszínen tartja a csapadékot. E kéreg feltörését gereblyével, max. 5 cm-es mélységig, a keletkezése után azonnal, rendszeresen elvégeztük.

A mész- és szervesanyag-vesztés, az aggregátumok kötőanyagának folyamatos kilúgozódása szerkezetromboló hatású, és előbb-utóbb az aggregátumok teljes széteséséhez vezet. Az ily módon elemi alkotóikra szétesett rögök anyaga a vízmozgás hatására rendeződik.

Alacsony intenzitású csapadékesemény a legkönnyebben elmozdítható porfrakciót mobilizálja először. (A homokszemcsék tömege sokkal nagyobb, az agyagásványok pedig elektromos polaritásuk révén jól tapadnak más szemcsékhez és egymás-

hoz.) Az ily módon mobilizálódó porfrakció a talaj pórusterein keresztül a vízzel együtt jellemzően a talaj alsóbb rétegei felé szivárog, beiszapolódik. A pórusterekbe távozó porfrakció miatt a közvetlen talajfelszínen a feltalajra jellemző mechanikai összetétel megváltozik, a homok és az agyag relatív túlsúlyba kerül. Ahogy – a csapadékesemény előrehaladtával – a talaj felszíne lassan telítődik vízzel, az agyagásványok duzzadása megkezdődik.

Az amúgy is fejletlen és egyre zsugorodó térfogatú gravitációs és kapilláris pórusterek porral feltöltődve egyre kevesebb vizet képesek a talajba vezetni. A talajfelszínen összegyűlő, beszivárogni képtelen víz a gravitáció hatására lejtőirányba mozdul el. Ekkor már rendelkezik olyan energiával, amely képes a nagyobb homokszemcsék el sodrására is. A felszínen mozgó víz tehát relatíve több agyagot és homokot hord el, mint port. Az így – lassan, csapadékeseményenként – kialakuló kéreg (szigorúan csak a felső 1–5 cm-t bolygatva) feltör. A feltörés során újra létrejönnek az eltömődött, beiszapoló pórusterek, így a folyamat előlről kezdődik. Hosszútávon megállapítható tehát, hogy a talajtípustól többé-kevésbé függetlenül:

- a homok- és agyagfrakció a felszíni lefolyással együtt eltávozik a területről;
- a porfrakció a talaj alsóbb rétegeibe migrálva fokozatosan növeli a részarányát a mechanikai összetételben.

A talajtulajdonságokban bekövetkezett változásokon kívül nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a kísérlet elején a helyszínen szállított feltalajok vastagsága nem volt pótolva. Következésképpen az évek során gyakorlatilag a forrásterületről elmozdítható anyag elfogyott. A talajok felszínének kövessége szintén jelentősen megnövekedett, ill. egyre nagyobb mértékben jelentett borítotttságot és ezáltal védelmet a talajpusztulással szemben. Apró eltérések az egyes évek csapadékkintenzitásában mutatkozó szélsőséges értékeknek (pl. 1994) tudhatók be, amikor magas átlagos erózió következett be. Ez elsősorban az E parcella esetében igaz, amelynek erodálhatósága a kezdeti fázisban is a legmagasabb volt, ill. a legkevesebb vázrészt tartalmazza.

### Következtetések

A vizsgálatok során erodálhatósági trendet egy parcella esetében sem sikerült igazolni. Ennek fő oka, hogy az aktuális  $K$  értéket igen nagy mértékben az  $R$  érték határozza meg (ROMKENS, M. J. M. 1985), trend felállításához pedig hosszútávú (25 éves) mérőorozatra lenne szükség.

A  $K$  faktor változása és a felszín kövessége közötti szoros összefüggést a 2. táblázat adatai bizonyítják. A nomogram alapján számított értékek (3. táblázat) azonban jócskán túlbecsülik a mérési eredmények alapján meghatározott, nagyságrenddel alacsonyabb erodálhatósági faktor adatokat. Igaz ez az alábbi egyenlet alapján kalkulált értékekre is, ahol a 70% fölé növekedett vályog + nagyon finom homok miatt a kalkuláció az A, C és E parcellák esetében nem volt lehetséges (2. táblázat):

$$K = 2,77 \cdot 10^{-6} \cdot M^{1,14} \cdot (12-OS) + 0,043 (A-2) + 0,033 \cdot (4-D),$$

ahol  $M = (\% \text{ vályog} + \% \text{ nagyon finom homok}) \cdot (\% \text{ vályog} + \% \text{ homok})$ ,  $OS = \% \text{ szervesanyag tartalom}$ ,  $A = \text{aggregátum osztály}$ ,  $D = \text{vízáteresztő-képességi osztály}$ .

2. táblázat. USLE alapján számított K értékek

Év	Parcella	Por + nagyon finom homok	Agyag	M	Szer- ves- anyag, %	Agre- gátum osztály	Vízát- ereszté- si osztály	K- faktor (nem korri- gált)	Vázré- szek (kor- rekciós faktor)	Korri- gált K- faktor
1990	A	48,87	22,6	3782,4	2,70	3	3	0,37	11	0,28
	B	25,45	15,8	2142,6	11,00	3	3	0,21	7	0,18
	C	55,91	29,5	3941,6	7,00	3	3	0,35	7	0,30
	D	49,55	43,9	2779,5	6,00	2	3	0,22	3	0,21
	E	60,33	32,3	4084,4	6,00	2	3	0,32	3	0,30
2000	A	72,9	9,8	-	1,80	3	3	-	15	-
	B	41,10	15,8	3452,2	1,67	3	3	0,38	21	0,23
	C	77,70	13,9	-	2,40	3	3	-	30	-
	D	65,50	32,1	4454,2	4,20	2	3	0,34	21	0,21
	E	74,70	23,9	-	3,80	2	3	-	24	-

3. táblázat. Nomogram alapján számított parcellánkénti K-faktor értékek

Faktor	1990					2000				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
K-faktor (előzetes)	0,29	0,13	0,25	0,18	0,27	0,73	0,42	0,57	0,30	0,38
K-faktor (nem korrigált)	0,36	0,2	0,33	0,21	0,3	0,78	0,49	0,64	0,41	0,47
korrigált K-faktor	0,28	0,17	0,28	0,2	0,29	0,63	0,31	0,32	0,24	0,28

A kapott eredmények ismeretében akár a nomogram, akár az egyenlet magyarországi alkalmazásának elengedhetetlen feltétele, egy, a hazai viszonyokat és a lehető legkiterjedtebb esőszimulátoros mérési eredményeket figyelembevevő korrekciós tényező beépítése.

Meglátásunk szerint a 10 éves mérés jó közelítéssel meghatározhatja a valós K tényező értékét, de csak abban az esetben, ha a 10 év időjárása reprezentálja a klímát. A mért értékek megbízhatóságát javítani lehetne az mérések időtartamának növelésével. Szintén hasznos lenne a Balaton vízgyűjtő területén található, még nem vizsgált talajok erodálhatóságának meghatározása. Ezáltal olyan adatbázist építhetnénk fel, amely segítséget nyújthatna a területhasználat tervezésében a Balaton vízgyűjtőjén.

#### IRODALOM

- KERTÉSZ, Á.–MÁRKUS, B.–RICHTER, G. 1995. Assessment of soil erosion in a small watershed covered by loess. – *GeoJournal*, 36. 2/3. pp. 285–288.
- KERTÉSZ, Á.–RICHTER, G. 1997. Plot measurements under natural rainfall. – *ESSC newsletter* 2+3 pp. 15–17.
- ROMKENS, M. J. M. 1985. The soil erodibility factor, a perspective. – In: EL-SWAIFY, MOLDENHAUER & Loeds: Soil erosion and conservation. A volume based on „Malama Aina”, the International Soil Conservation Organisation (ISCO) Conference, Honolulu, Hawaii, 1983. Soil Conservation Society of America, Ankeny, Iowa pp. 445–461.
- SCHWERTMANN, U.–VOGL, W.–KAINZ, M. 1987. Bodenerosion durch Wasser-Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. – Stuttgart, 64 p.
- WISCHMEIER, W. H.–SMITH, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. – *USDA Agricultural Handbook 537*, US Government Printing Office, Washington, D. C. 58 p.