

## FELTÉTELEZETT KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A TALAJPUSZTULÁSRA MODELLSZÁMÍTÁSOK ALAPJÁN

BALOGH J. - JAKAB G. - KERTÉSZ Á. - SCHWEITZER F. - SZALAI Z.  
MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, Budaörsi út 45., jakabg@mtafki.hu

### Összefoglalás

A klímaváltozás mind rövid, mind hosszú távon befolyásolja a talaj fizikai és kémiai paramétereit, valamint ezen keresztül a talajpusztulás ütemét is. A feltételezhetően egyre gyakoribbá váló extrém csapadékesemények rövidtávú hatásait a WEPP modellel szimuláltuk. Az éghajlati viszonyok megváltozásának hosszú távú modellezésére a MEDRUSH modellt alkalmaztuk. A modellezett éghajlat legfontosabb ismérvei az időjárási szélsőségek számának emelkedése és az éves csapadékmennyiség a mainál sokkal rendszertelenebb eloszlása. Ezen hatások eredőjeként hosszútávon valószínűsítettük a jelenlegi felszínborítás (szántóföld, legelő) megváltozását. Az időjárási szélsőségek gyakoribbá válása a csapadék csökkenése mellett is intenzívebb talajpusztulást idézhet elő. Esetünkben a lepusztulás mértéke a modellszámítások szerint elérheti a 110-116%-ot is, miközben a barázdás erózió részaránya is ugrásszerűen megemelkedik. Rövidtávon a szántóföldi művelés alatt álló lejtők - különösen a meredek térszíneken - jelentős pusztulása várható. E pusztulás kártétele várhatóan elsősorban a lerakódásban mutatkozik meg és csak másodlagosan a termőhelyi veszteségben. Hosszabb távon a meredekebb térszíneken a talajpusztulás ütemének erősödésére kell számítani. Ennek a folyamatnak a spontán visszaerdősülés is hatékony védőeszköze lehet. A legkritikusabb térszíneken klímazonális jellegű erdő telepítése is hatékony talajvédelmi eszköz lehet, bár a modell e társulások szempontjából kedvezőtlen környezeti feltételeket prognosztizál, így ezek talajmegkötő és vízvisszatartó képessége csekélyebb a jelen körülményekhez képest.

### Bevezetés

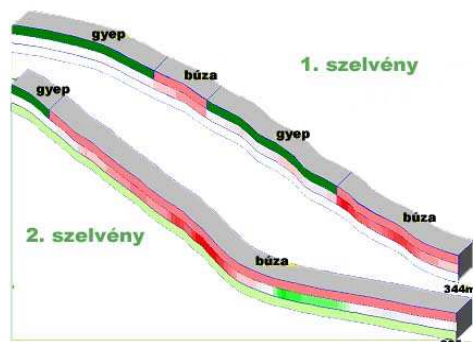
A talajeróziót kiváltó tényezők között legfontosabb a csapadék, ha a csapadékok megváltoznak, úgy jelentős eltérések várhatók a talajpusztulás folyamatában is (Kertész, 2001; Kertész et al., 1999). E változások előrejelzése meghatározó fontosságú nemcsak természetvédelmi, hanem gazdasági és társadalmi szempontból is. A közelmúltban falvakat elárasztó sárfolyamok arra figyelmeztetnek, hogy a talaj és a települések együttes védelme megköveteli a változó időjáráshoz való alkalmazkodást. A megváltozó éghajlat hatásainak számszerűsítésére a modellezés nyújt lehetőséget.

### Anyag – módszer

A Kosdi-dombság változatos felszínű területén, egy völgyközi hát két oldalán jelöltük ki a mintaterületet (1. ábra). Az 1. szelvény a D-i oldal meredekebb lejtésviszonyait reprezentálja. A területre jellemző talaj a földes kopár, melynek adatait az 1. táblázatban adjuk közre. Az 1. szelvény esetében a lejtőt a valóságnak megfelelően négy eltérő vegetációval borított szakaszra bontottuk, vagyis a lejtőn egymást váltják gyepvegetáció és az őszibúzával vetett szántóföld.

A 2. keresztmetszelvény a hátról indulva az É-i oldal erózióbázisáig tart (1. ábra). E lejtőn a legfelső szakaszt kivéve szántó található, amelyen a csapadék-szenáriók időpontjában szintén őszibúza kultúrát szimuláltunk. A lejtés ezen az oldalon jelentősen enyhébb, mint az 1. szelvénynél. A talaj itt csernozjom barna erdőtalaj, amely a 1. táblázatban található értékekkel rendelkezik.

1. ábra  
A modellezett lejtők hosszszelvényei



A hosszú távú modellezéskor nemcsak a jelenlegi szántóföldi földhasználatot, hanem a talajvédelem szempontjából előnyösebb erdő (telepítés) ill. a spontán visszaerdősülés korai szukcessziós fázisát képviselő cserjés hatásait is vizsgáltuk. Az USDA-WEPP (Nearing, et. al., 1989) modell egy új erózióbecslő eljárást mutat be, amely a sztochasztikus időjárási adatok előállításán, a beszivárgási elméleten, hidrológiai, talajfizikai, növénytani, és hidraulikai törvényszerűségeken és az eróziós mechanizmusok ismeretein alapszik.

1. táblázat  
A modellezett lejtők talajszelvényeinek legfontosabb adatai

Mélység	CaCO <sub>3</sub>	Humusz	pH	Szemcseösszetétel mm Ø gr %										Agyag	Iszap	Kőzetliszt	Homok
				<0.002	0.002-0.005	0.005-0.01	0.01-0.02	0.02-0.05	0.05-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	> 0.5	%				
Csernozjom barna erdőtalaj																	
0-25	6.5	2.47	7.50	16.8	8.7	8.1	17.3	28.9	17.8	1.4	0.3	0.7	25.5	25.4	28.9	20.2	
25-30	5.6	2.58	7.60	20.8	10.2	9.0	17.3	25.3	15.7	1.3	0.2	0.2	31.0	26.3	25.3	17.4	
30-50	3.5	2.58	7.70	20.6	9.9	10.8	24.0	22.2	11.4	1.0	0.1	0.0	30.5	34.8	22.2	12.5	
50-70	7.4	2.90	7.80	16.9	9.7	9.5	21.7	28.4	12.3	1.2	0.2	0.1	26.6	31.2	28.4	13.8	
70-90	18.6	0.97	8.00	15.5	6.8	8.0	26.0	19.5	21.6	1.3	0.5	0.8	22.3	34.0	19.5	24.2	
90-120	18.6	0.43	7.90	17.0	6.6	8.5	16.6	28.3	20.0	1.7	0.6	0.7	23.6	25.1	28.3	23.0	
Földes kopár																	
0-25	14.7	1.62	7.80	20.5	10.6	8.9	17.8	25.4	13.7	1.4	0.4	1.3	31.1	26.7	25.4	16.8	
25-65	16.0	0.86	8.00	20.5	9.0	7.0	23.7	20.0	14.3	2.4	0.6	2.5	29.5	30.7	20.0	19.8	
65-120	11.3	0.65	8.10	22.1	9.7	7.5	20.4	21.2	16.5	1.7	0.5	0.4	31.8	27.9	21.2	19.1	

Legjelentősebb előnye, hogy képes a talajveszteség térbeli és időbeli eloszlásának becslésére (a nettó talajveszteség a teljes lejtőszakaszon, illetve a lejtő profil minden egyes pontján napi, havi, éves átlagban becsülhető). A modell további kedvező tulajdonsága, hogy folyamat alapú jellegéből adódóan számos olyan körülményhez extrapolálható, amikor gyakorlati vagy gazdasági okokból a terepi mérés nem megvalósítható. A WEPP modellt használtuk az egyedi csapadékesemények talajpusztításának modellezésére. A feltételezett csapadékokat a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat  
A WEPP által szimulált csapadékesemények.

Időpont	„A” csapadék	„B” csapadék
	Szeptember 09.	Május 04.
Mennyiség (mm)	160	60
Időtartam (óra)	2,5	1,5
Max. intenzitás (mm/h)	100	60
Max. intenz. Ideje (min)	120	66

A MEDRUSH modellt a londoni Kings College és a University of Leeds kutatógárdája fejlesztette ki (Kirkby 1999). A modell időjárás, talajfizikai hidrológiai, topográfiai és növényzeti paraméterekkel dolgozik, ezeken keresztül mérsékelt égövi területek dombsági vízgyűjtőinek vizsgálatára alkalmas. A topográfiai adatok forrását jelen futtatás esetén a mintaterület környezetének EOVI vetületű GEOTIFF kódolású digitális térképe jelentette. A MEDRUSH modell segítségével 50 éves időtávra prognosztizáltuk a talajpusztulást, a 3. táblázatban bemutatott scenáriókat feltételezve.

3. táblázat  
A MEDRUSH által feltételezett klímaváltozás értékei

Hónapok	Jelen csapadék (mm/hó)	Csapadék I. (mm/hó)	Csapadék II. (mm/hó)	PET	SR (W m <sup>-2</sup> )
Január	31.6	35.6	32.8	48	88
Február	34.6	29.7	46.9	89	157
Március	32.0	28.2	52.0	166	260
Április	65.1	44.1	98.4	268	391
Május	71.3	68.3	105.4	383	499
Június	63.1	57.1	98.1	421	518
Július	37.5	15.1	41.7	390	465
Augusztus	42.3	18.3	67.0	350	419
Szeptember	62.4	51.2	81.8	243	309
Október	68.2	55.1	96.0	154	218
November	31.2	22.4	41.2	53	87
December	32.1	23.6	65.7	38	67
ÖSSZESEN	571.4	448.7	827.0		

## Eredmények

Mindkét csapadékesemény-szenárió alapján történt szimuláció esetében szembeötlő a szántott felszín nagyobb erózióveszélyeztetettsége. A gyepterítés – ez esetben is – lényegesen lecsökkenti a talajpusztulás mértékét, ezért annak kialakítása a vizsgált terület erózióveszélyeztetettségének szempontjából feltétlenül javasolt az összes lejtőn.

4. táblázat  
A WEPP modell által számított főbb talajpusztulás értékek

	1. szelvény		2. szelvény	
	„A” csapadék	„B” csapadék	„A” csapadék	„B” csapadék
Lefolyás (mm)	144	47	144	47
Átl. Talajveszt. (kg m <sup>-2</sup> )	5,2	1,8	3,0	0,5
Max. talajveszt. (kg m <sup>-2</sup> )	21,8	8,1	8,1	2,4
Távozó talaj (kg m <sup>-1</sup> )	1793	630	1547	356

Az „A” csapadék esetében szélsőségesen nagy mennyiségű és intenzitású csapadékot szimuláltuk. Az „A” csapadék intenzitásmaximuma az eső vége felé következik be, amikor a talaj már telített állapotban van, így a talajszemcsék elragadásához lényegesen kisebb

energiára van szükség. Ez magasabb talajveszteség értékekhez vezet. Látható, hogy a modell szerint a legnagyobb talajpusztulás a DNY-i kitettségű domboldalon, a lejtő alsó harmadában, a szántóföldön várható. E területen 10-20cm közötti talajveszteség is elképzelhető. Tehát az is megállapítható, hogy a szántóföldi művelés sem egyformán veszélyes talajpusztulási szempontból a lejtő mentén. A lejtő felső harmadán található szántó komoly talajveszteséget szenved ugyan a szimulált csapadékesemény hatására, mégis az alsó harmadban található szántó ezt az értéket jóval meghaladja. Az arányok teljes megtartásával ugyanez a folyamat játszódik le a „B” csapadékesemény szimulációjakor, azonban ezesetben az abszolút talajveszteség értékek jóval kisebbek (4. táblázat). Az ÉK-i kitettségű lejtőszelvény meredeksége sokkal kisebb, ezért itt a szimulált csapadékesemények is jóval kisebb talajpusztulás értékeket mutatnak, annak ellenére, hogy a lejtő jelentős részét szántóföld foglalja el. Az egyes csapadékesemények közötti viszonylagos eltérések hasonlóak a fent leírtakhoz. A felszíni lefolyás mértékét számos tényező befolyásolja. Ezek között a (csapadékon túl) a vegetáció, a talaj, a relief, valamint ezek erdőjeként a beszivárgás és az evapotranspiráció szerepel, a MEDRUSH modellben (Tóth et al., 2001). A modell a megemelkedő csapadék arányában nagyobb lefolyást számol a cserjések és az erdők esetében, mint a szántóknál. A megnövekedő csapadék csak a szántók esetében eredményez különböző lefolyást a két lejtő között. A cserjés és az erdő esetében ez a különbség eltűnik. A várható lefolyás a 450 mm-es scenáriónál is magasabb lesz, mint a jelenlegi. A megemelkedő lefolyás a modell szerint a lecsökkenő növényzeti borításnak köszönhető. A beszivárgás éves mennyisége a szántókon a legmagasabb, míg a cserjéseknél ennek alig több mint harmada, erdők esetében pedig csak 5-8%-a. A csökkenő csapadék a várakozásoknak megfelelően csökkenő beszivárgást is eredményez. A csapadék mennyiségének csökkenése a lejtők közötti különbséget felnagyította, míg növekedése a különbségeket csökkentette. Az összes elhordott talajmennyiség cserjés és erdő esetében jelentősen különbözik a szántón várhatótól. 50 esztendő alatt a cserjésekben alig több, mint 1 mm, erdőben még ennél is kevesebb talajpusztulás várható. A csapadék csökkenésével és az intenzitás növekedésével a talajpusztulás a cserjésekben kétszeresére nő, az erdőkben azonban a különbség jelentéktelen marad. Az éves csapadékmennyiség növekedése - a vegetáció hatására - a jelenlegihez képest nem idéz elő változást a talajpusztulásban. Az időjárási szélsőségek gyakoribbá válása a csapadék csökkenése mellett is intenzívebb talajpusztulást idézhet elő. Esetünkben a lepusztulás mértéke a modellszámítások szerint elérheti a 110-116%-ot is, miközben a barázdás erózió részaránya is ugrásszerűen megemelkedik.

### **Következtetések**

Összességében megállapítható, hogy egy nagyon csekély visszatérési valószínűségű, igen extrém csapadékesemény önmagában nem okozna jelentős talajpusztulást a vizsgált szelvények mentén. Ugyanakkor, ha az ilyen jellegű csapadékesemények előfordulása a jövőben esetlegesen nagyobb valószínűséggel következik be, javasolt a kísérleti terület területhasználatát megváltoztatni, azaz a szántóföldet állandó borítást adó gyepre, vagy erdőre cserélni. Rövidtávon a szántóföldi művelés alatt álló lejtők - különösen a meredek térszíneken - jelentős pusztulása várható. E pusztulás közvetlen kártétele várhatóan elsősorban a lerakódásban és feliszapolódásban mutatkozik meg és csak másodlagosan a termőhelyi veszteségben. Hosszabb távon a meredekebb térszíneken a talajpusztulás ütemének erősödésére kell számítani. Ennek a folyamatnak a spontán visszaerdősülés is hatékony védőeszköze lehet. A legkritikusabb térszíneken klímazonális jellegű erdő telepítése is megfelelő talajvédelmi eszköz lehet, bár a modell e társulások szempontjából kedvezőtlen környezeti feltételeket prognosztizál, így ezek talajmegkötő és vízvisszatartó képessége várhatóan csekélyebb lesz a jelen körülményekhez képest.

**Irodalom**

KERTÉSZ, Á. 2001: A globális klímaváltozás természetföldrajza. Bp. Holnap Kiadó.

KERTÉSZ, Á. - HUSZÁR, T. - MIKA, J. - LÓCZY, D. - MOLNÁR K. (1999): Climate Change and Soil Moisture: A Case Study, Phys. Chem. Earth (A), Vol. 24, No. 10, pp. 905-912, 1999.

KIRKBY, M. (1999): Application and further development of the MEDRUSH model. Book of Medalus III. Final report. pp. 528-559.

NEARING, M.A., FOSTER, G.R., LANE, L.J., FINKNER, S.C. (1989): A process-based soil erosion model for USDA – Water Erosion Prediction Project Technology. – Transactions of the ASAE, Vol. 32, No. 5, pp. 1587–1593.

TÓTH A. – SZALAI Z. – JAKAB G. – KERTÉSZ Á. – BÁDONNYI K. – MÉSZÁROS E. (2001): Talajpusztulás modellezése a MEDRUSH modell alkalmazásával. Földrajzi Értesítő 49. 1-4.