

# A TALAJERÓZIÓ MINT GLOBÁLIS PROBLÉMA

KERTÉSZ ÁDÁM

## SOIL EROSION AS A GLOBAL PROBLEM

### Abstract

Soil erosion is one of the most important and most destructive land degradation processes acting on 12 % (OLDEMAN, L.R. et al. 1991) of the Earth surface. The most affected continents are Europe and Central America. Since the beginning of agricultural activities 11 000 years B.P., erosion due to human impact is much more important than erosion as a purely natural process. The damage caused by soil erosion is discussed in detail as well as the relationship between erosion and food supply. A detailed analysis of the extent and degree of water and wind erosion on the Globe is provided pointing to the characteristics of each continent. The interaction between soil erosion and land use is presented in detail focusing on the role of deforestation. Various calculations are cited on the global rate of soil erosion. In the opinion of the author, the global average of 7–10 t/ha/year (PIMENTEL, D. et al., 1995) seems to be the most realistic approximation.

**Keywords:** land degradation, soil erosion, food supply, land use

### Bevezetés

A talajdegradációs és tájdegradációs folyamatok között az egyik legfontosabb a talajpusztulás- folyamat (*1. ábra*). SCHERR, S.J. (1999) szerint a mérsékeltövi mezőgazdák és kutatók a talajminőség szerepét gyakran nem tartják a legfontosabb tényezőnek, mivel a mérsékelt égöv talajai általában termékenyek és viszonylag jól ellenállnak a degradációs folyamatoknak. Ezzel szemben a trópusi égöv talajai többnyire terméketlen alapkőzeten keletkeztek, illetve évmilliók során képződött málladéktakarón, amelyből az oldható tápanyagok kilúgozódtak és e talajok gyakran el is savanyodtak. Szélsőséges csapadékesemények, aszályok, igen magas hőmérsékleti értékek tovább növelik a degradáció veszélyét.

A GLASOD (Global Assessment of SOil Degradation, OLDEMAN, L.R. et al. 1991) az első világméretű talajdegradációs felmérés. (*1. táblázat*).

OLDEMAN, L.R. et al. (1991) adatai szerint a szárazföld területének 3,7%-át sújtja fizikai és kémiai degradáció, 12%-át pedig víz- és szél általi talajerózió (*1. 1. és 2. táblázat*). Különösen magas a fizikai és kémiai degradáció aránya Európában és Közép-Amerikában, sőt a talajerózió sújtotta területek is itt a legnagyobb részarányúak. A degradáció következtében – a földhasználat változásához kapcsolódóan – a talaj minősége is változik (PODMANICZKY L. et al. 2011).

A talajdegradáció okait illetően a *2. táblázat* szerint egyetlen, az elemzésben szereplő oknak sem tulajdoníthatunk vezető szerepet. Az erdőirtás, a túllegeltetés (*2. ábra*) és a helytelen gazdálkodás körülbelül egyenlő fontosságúak. Feltűnő az is, hogy a túlhasználat szerepe viszonylag kicsiny és csak Afrikában haladja meg a 10%-ot.



1. *ábra* Felületi rétegeróziós és vonalas erózió, továbbá szélerózió által alakított felszín (Fuerteventura).  
*Figure 1* Land surface formed by sheet erosion, gully erosion and wind erosion (Fuerteventura).



2. *ábra* Túllegeltetés hatására meginduló lineáris erózió (Sárkány-hegység előtere, Dél-Afrika).  
*Figure 2* Gully erosion triggered by overgrazing (foreland of the Drakensberg, South-Africa).

1. táblázat A kémiai és fizikai talajdegradáció által sújtott területek kontinensenként (OLDEMAN L.R. et al. 1991).  
A „+” jel azt jelenti, hogy „elhanagolható”, a „-” jel a vonatkozó adatok hiányára utal.  
Table 1 Global extent of chemical and physical soil degradation by region (OLDEMAN L.R. et al. 1991).

Földrész	Kémiai degradáció sújtotta terület			Fizikai degradáció sújtotta terület					Összes degradált terület	Összes degradált terület az összterület %-ában
	tápanyag veszteség	szikesedés	szennyeződés savanyúság	tömörödés és kérgesedés	víz borított terület	szerves anyag veszteség	Összes degradált terület			
Afrika	45	15	+	18	1	-	81	4,8		
Ázsia	115	53	2	10	+	2	86	3,0		
Dél-Amerika	668	2	-	4	4	-	78	5,1		
Közép-Amerika	4	2	+	+	5	-	12	6,0		
Észak-Amerika	-	+	+	1	-	-	1	+		
Európa	3	4	19	33	1	2	62	7,7		
Ausztrália	+	1	-	2	-	-	3	+		
Világ	136	77	21	68	11	4	323	3,7		

2. táblázat A talajdegradáció kiváltó okai.  
Table 2 Causes of soil degradation (OLDEMAN, L.R. et al. 1991).

Földrész	Degradált terület (millió km <sup>2</sup> )	A talajdegradáció okai a degradált terület %-ában				
		Erdőirtás	Túl-legeltetés	Helytelen használat	Túlhasználat	Környezet-szennyezés
Európa	2,19	38	23	29	-	10
Ázsia	7,48	40	26	27	6	-
Afrika	4,94	14	49	24	13	-
Ausztrália	1,03	11	81	8	-	-
Észak- és Közép-Amerika	1,58	11	24	58	7	-
Dél-Amerika	2,43	41	28	26	5	-
Földterület az É.s.z. 72°és D.s.z. 57° között	19,65	29	35	28	7	1

### A talajerózió által okozott anyagi kár

Az emberi tevékenység által kiváltott talajerózió a Föld egész szárazföldi területén óriási környezeti probléma, természetesen nagy térbeli – földrajzi – és időbeli változatossággal. A talajpusztulás végigkísérte a mezőgazdálkodás történetét, jelen volt már a gazdálkodás kezdetekor is. Amint tudjuk, ez a kezdeti időszak kb. 11 000 évvel ezelőttre tehető, földrajzilag pedig a „termékeny félhold”, Mezopotámia volt az a terület, ahol a mezőgazdaság feltételezhetően elkezdődött. A 3. ábrán egy hazai példán mutatjuk be az areális és a lineáris erózió együttes előfordulását mezőgazdasági területen.



3. ábra Barázdás és barázdaközi erózió (Somogybabod, Magyarország).  
*Figure 3 Rill and interrill erosion (Somogybabod, Hungary).*

Bár a talajerózió által okozott anyagi kár nehezen becsülhető, vannak az irodalomban becslési adatok, amelyek erről tájékoztatnak. A talajpusztulás következtében keletkezett kár 30 milliárd (URI, N.D.–LEWIS, J.A. 1998) és 44 milliárd dollár (PIMENTAL D. et al. 1993) közötti összegbe kerül évente az amerikai kormánynak. Az irodalomban igen sokat olvashatunk arról, hogy az USDA (United States Department of Agriculture) minden bizonnyal alulbecsüli az erózió okozta kár mértékét. LANG, S.S. (2006) a kárt, pontosabban a talajerózió gazdasági impaktját 37,6 milliárd dollárban, a Föld egészén okozott gazdasági kárt pedig 400 milliárd dollárban határozza meg évente.

Az Egyesült Királyságban az éves kár összege 90 millió dollár körül alakul évente (ENVIRONMENTAL AGENCY, 2002). Indonéziában, azon belül Jáván (MAGRATH, W.–ARENS, P. 1989) 400 millió dollár körüli kiadást jelent évente a talajerózió. Ezek a költségek az erózió közvetlen és közvetett hatásainak együttes következményei.

## Népességnövekedés és élelmiszerellátás

Ma több, mint 7 milliárd ember él a Földön és a növekedés üteme hatalmas. A népességnövekedés közismerten lényegesen nagyobb a harmadik világ országaiban (2020-ra a becsült népesség 84 %-a fog itt élni). A növekvő népesség fokozott élelmiszerigénnyel lép fel, ezért az élelmiszerellátás jelentősége a jövőben óriási lesz. A jövőben a megnövekedett igényt kielégítő élelmiszertermelés főként a már napjainkban is használt mezőgazdasági területeken fog történni. Fontos tehát, hogy a talajok minőségét legalábbis megőrizzük.

Ha a mezőgazdasági technológiai változásokat a korszerű, komplex és dinamikus társadalmi-gazdasági környezet részeként tekintjük, úgy kisebbnek tűnik a veszély az élelmiszerellátással kapcsolatban. A tájvédelem, környezetvédelem fejlődése is ehhez a folyamatos technológiai változáshoz tartozik. A Föld 14,9 milliárd hektárnyi területének mindössze a 22 %-a (4 milliárd ha) alkalmas élelmiszertermelésre (EL–SWAIFY, S.A. 1994). Ezek a területek termelik meg a világ élelmiszerszükségleteinek 97 %-át (a maradék 3 %-ot az óceánok, tengerek, folyók és tavak szolgáltatják). A világ népességnövekedésének kihívásaira megfelelően a mezőgazdasági művelés egyre intenzívebbé válik és további (marginális) területeket vonnak be a termelésbe. Az élelmiszertermelésre alkalmas földterületnek ma ugyanis alig több, mint a felét művelik. Mindezek jelentős mértékben megnövelhetik az eróziót, ami viszont komoly veszélyt jelenthet a Föld élelmiszerbiztonságára.

Azok a területek, amelyek a mezőgazdasági termelésbe még bevonhatók, főként a trópusokon találhatók. Miután a viszonylag jobb adottságú területeket már használják, a még bevonható területek általában sekély termőrétegű, lejtős területek, amelyeket ma még erdő borít. Ezeknek a területeknek mezőgazdasági területekké való átalakítása automatikusan igen jelentős mértékű táj- és talajdegradációs problémákhoz fog vezetni.

Az exponenciálisan növekvő népesség fokozódó élelmiszerigényét két úton lehet kielégíteni: egyrészt a jó és közepes adottságú térségek talajainak kizsárolásával, a művelés és a termelés intenzívebbé válásával, másrészt az eddig még nem használt – tehát többségében kedvezőtlen adottságú területeknek a termelésbe való bevonásával. A globális helyzet elemzése azt mutatja, hogy a talajerózió jelenlegi mértéke még nem jelent veszélyt a világ élelmiszerellátására. A szántóföldek nagy részének termőképessége elegendő arra, hogy termelést folytassanak rajta, sőt fejlettebb mezőgazdasági eljárások alkalmazásával az erózió negatív hatásait is ellensúlyozni tudják, miközben egységnyi területen több élelmiszert tudnak előállítani. Nigériai és kenyai tanulmányok (BRIDGES, E.M.–OLDEMAN, L.R. 2001) bizonyítják, hogy még fejlődő országok nagyobb népsűrűségű területein is el lehet érni nagyobb termelékenységet és egyúttal jobb hatásfokú talajvédelmet. A pozitív példák ellenére azonban a világnak számos olyan tája van, ahol a talajerózió komoly problémát jelent. Ráadásul, a talajerózió nemcsak önmagában jelent problémát, de számos más környezeti hatással összefüggésben is előkerül, ilyen a vízminőség, az áradások vagy szénkibocsátás. Ezeket az összefüggéseket a globális szintű elemzések általában figyelmen kívül hagyják.

Az erózió világméretű romboló szerepéhez közismerten más negatív, onsite és offsite hatások is társulnak (MADARÁSZ B. et al. 2006). A növényvédő szerek, műtrágyák, a helytelen művelés és öntözés környezeti és egészségügyi problémákhoz is vezetnek, pusztítják az élőhelyeket, hozzájárulnak a túlzott energiafogyasztáshoz. Külön kiemeljük az erdőirtásnak a talajerózió fokozódására való hatását, amely komplex jelenség, hiszen a kiirtott erdőterületen folytatott szántóföldi termelés is abbamaradhat, ha az erózió kvázi elvitte már a területről a talajt. A körfolyamat úgy folytatódik, hogy a felhagyott, terméktelenné vált terület helyett új területre van szükség, amelyet ismét erdőirtás árán lehet nyerni.

## A talajerózió területi elterjedése és mértéke

A Föld erózió szempontjából legérzékenyebb területei: a Himalája tibeti része, a Kínai-löszfennsík, a szub-szaharai Afrika szub-humid és szemi-arid területei, Közép-Amerika fennsíkjai, az Andok, Haiti és a Karibi-szigetvilág (SCHERR, S.J.–YADAV, S. 1996).

A legnagyobb mértékű erózióval Ázsiában, Afrikában és Dél-Amerikában találkozunk, ahol az erózió mértéke hektáronként 30–40 tonnát is elér évente. A legalacsonyabb értékek az USA-ban és Európában vannak. PIMENTAL, D. et al. (1995) szerint az európai talajvesztés éves értéke  $17 \text{ t ha}^{-1}$ . Természetesen ezek az „alacsony” értékek is messze túlszárnyalják a talajképződés mértékét. Erre vonatkozóan hadd idézzünk egy becslést. TROEH, F.R. és THOMSON L.M. (1993) szerint egy év alatt átlagosan 1 t talaj képződik egy hektáron. Természetes állapotú, bolygatatlan erdőkben pedig mindössze 0,004–0,005 t a hektáronkénti talajképződés üteme.

Nyugat-Európa nagy részén és az Egyesült Államokban a termelékenység évi 1–2 %-os növekedése ellensúlyozza az erózió negatív következményeit, amely (helyi szinten) 0,1–0,5 % között alakul (CROSSON, P. 1995). Ezekben a területeken a mezőgazdaság képes volt növekvő számú népességet eltartani annak ellenére, hogy a mezőgazdaságban közvetlenül foglalkoztatottak száma jóval 10 % alá esett.

A már idézett GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation, OLDEMAN, L.R. 1994) országonként, mintegy 200 szakértő bevonásával vizsgálta a Földön a talajerózió elterjedését. Becslésük szerint 1,6 milliárd hektár területet érint és ennek 82 %-a antropogén eredetű, de mindössze 0,5 %-án váltak visszafordíthatatlanná a folyamatok. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezek az adatok korántsem biztos, hogy pontosak, inkább csak közelítő értékek.

A degradáció folyamatai között valamennyi kontinensen a talajerózió, azon belül is a víz általi talajerózió áll az első helyen (3. és 4. táblázat). A közepesen és erősen erodált területek Afrikában 267 millió hektárt (az összterület 9%-át), Ázsiában 317 millió hektárt (az összterület 7,4%-át) tesznek ki. Közép-Amerikában az 50 millió hektár az összterület 16%-a, vagyis relatíve itt a legnagyobb.

Afrikában, Észak-Amerikában és Ázsiában a szélerózió szerepe is jelentős. A közepesen és erősen erodált széleróziós területek a teljes terület 1,6–4,1%-át érintik: Európában (39 millió ha, az összterület 4,1%-a), Észak-Amerikában (32 millió ha, az összterület 1,7%-a), Közép-Amerikában (5 millió ha, 1,6%), Afrikában (98 millió ha, 3,3%) és Ázsiában (90 millió ha, 2,1%).

A 4. táblázat szerint a Földön 1,094 milliárd hektárt érint a vízerózió, ebből 751 millió hektárt érint súlyosan. A szélerózió 549 millió hektáron pusztít, ebből 296 millió hektáron okoz komolyabb gondokat.

## Erózió és hordalékhozam

A hordalék hozamról készített globális térképeket kontinensenként WALLING, D.E.–WEBB, B.W. (1983), valamint LVOVICH, M.I. et al. (1991). Ha ezeket az adatokat használjuk fel a tényleges talajerózió becslésére, akkor szükség van a hordalékhozam arányszám ismeretére is. Az utóbbi a definíció szerint a szárazföldről lepusztult üledékmennyiségnek azon része, amely ténylegesen eléri a folyókat, a nagyobb vízelvezető rendszereket (WALLING, D.E. 1983). Az 5. táblázat azt mutatja, hogy 13–20 %-os arányszám esetén mekkora az erózió össz mennyisége kontinensenként lebontva.



3. táblázat A talajerózió által sújtott területek (10<sup>6</sup> ha) a Földön, kontinensenként.  
Table 3 Global and continental extent of soil erosion (10<sup>6</sup> ha, OLDEMAN, L.R. et al. 1991)

Terület	Víz által erodált terület			Szél által erodált terület			Összes erodált terület	Összes erősen erodált terület	Összes erősen erodált az összes terület %-ában		
	Enyhén	Közepesen	Erősen	Össz.	Enyhén	Közepesen				Erősen	Össz.
<b>Afrika</b>	58	67	102	227	88	89	9	186	413	267	16
<b>Ázsia</b>	124	242	73	441	132	75	15	222	663	405	15
<b>Dél-Amerika</b>	46	65	12	123	26	16	-	42	165	93	6
<b>Közép-Amerika</b>	1	22	23	46	246	4	1	251	51	50	25
<b>Észak-Amerika</b>	14	46	-	60	3	31	1	35	95	78	7
<b>Európa</b>	21	81	12	114	3	38	1	42	156	132	17
<b>Óceánia</b>	79	3	222	83	16	-	27	46	99	3	3
<b>Világ</b>	343	526	223	1094	269	254	26	548	1642	1029	12

4. táblázat A víz- és szélérozió globális mértéke az erozió által komolyan érintett területeken.  
Table 4 Global extent of water and wind erosion in areas severely affected by erosion (OLDEMAN, L.R. (1994) és SCHERR, S.J. (1999).

Terület	Erozió által komolyan érintett területek (közepes és annál erősebb erozió, millió ha)			Összesen a terület
	Vízérozió	Szélérozió	Összesen	
<b>Afrika</b>	169	98	267	16
<b>Ázsia</b>	317	90	407	15
<b>Dél-Amerika</b>	77	16	93	6
<b>Közép-Amerika</b>	45	5	50	25
<b>Észak-Amerika</b>	46	32	78	7
<b>Európa</b>	93	39	132	17
<b>Óceánia</b>	4	16	20	3
<b>Világ</b>	751	296	1047	12

5. táblázat A lebegtetett hordalék mennyiségének és az erózió mértékének becsült értéke  
(WALLING, D.E.–WEBB, B.W. 1983 alapján)  
Table 5 Estimated value of suspended load and of the degree of erosion  
(after WALLING, D.E.–WEBB, B.W. 1983)

Terület	Terület nagysága ( $\times 10^9$ ha)	Lebegtetett hordalék mennyisége ( $\times 10^6$ t)	Erózió mértéke 13–20 %-os hordalék hozam aránnyal számolva ( $\times 10^9$ t/év)	Évi átlagos erózió (t/ha/év)
<b>Afrika</b>	3,01	2342,1	23,4	7,8
<b>Ázsia</b>	4,46	22.088,3	220,9	49,5
<b>Dél-Amerika</b>	1,78	5599,7	56,0	31,5
<b>Észak-Amerika</b>	2,28	4534,2	45,3	19,9
<b>Európa</b>	0,98	3288,2	32,9	33,6
<b>Óceánia</b>	0,80	1525,5	15,3	19,1
<b>Összes</b>	13,26	39.378,0	393,8	26,7

Az 5. táblázat adataihoz az alapot a WALLING, D.E.– WEBB, B.W. (1983) által a lebegtetett hordalék mennyiségéről készített világtérkép adta. Az 5. táblázat a lebegtetett hordalék éves globális mennyiségét 20 milliárd tonnára, a globális erózió átlagát pedig 7–10 t/ha/évre becsli. PIMENTEL, D. et al. (1995) szerint 197–303 milliárd t/év a globális eróziós ráta értéke. Látjuk tehát, hogy az erózió és a hordalékhozam globális adatainak becslése igen nagy szórást mutat.

### Erózió és éghajlat

A talajpusztulás és az éghajlat közötti kapcsolatot globális vonatkozásban elemezve megállapíthatjuk, hogy ahol az éves csapadék összege 450 mm alatt alakul, ott a csapadékmennyiség emelkedése az erózió növekedésével jár (WALLING, D.E.–KLEO, A.H.A. 1979). Ahol az éves csapadékmennyiség 450 és 650 mm között van, ott a talajpusztulás mértéke csökken a csapadék mennyiségének növekedésével, hiszen a jobb csapadék ellátottság dúsabb növényborítást eredményez, ami hatékonyabb talajfelszín védelmet jelent. A csapadék mennyiségének további növekedése a növényborítás védő hatásával szemben az eróziót erősíti. Ha még több csapadék esik, a még dúsabb növényzet kialakulása miatt ismét a növényzet védő szerepe kerül előtérbe. 1700 mm felett azonban olyan mennyiségű és intenzitású csapadék éri a felszínt, hogy a növényzet védő hatása semmiképp sem múlja felül az erózió mértékét, így az erózió mértéke ebben a tartományban egyenes arányban változik a csapadék mennyiségével.

Ha egy viszonylag kis területi egységen belül nem található nagy eltérés a csapadék természetét, mennyiségét és intenzitását illetően, úgy az erózió térbeli eltéréseit a talaj, a lejtőviszonyok és a földhasználatban tapasztalható eltérések fogják meghatározni. BOARDMAN, J. (1990) 1982 és 1987 között az angliai South Downs megye Brighton és Lewes közötti részén végzett vizsgálatai alapján megállapította, hogy az erózió a vizsgált területen leginkább a nagyobb kiszáradt völgyek oldalán fordul elő, ahol a szintkülönbség nagyobb volt 100 méternél és a területet őszi vetésű búza borította.

A legnagyobb mértékű erózióval mindig a szemi-arid, szemi-humid és a trópusi monszun területeken találkozhatunk. Ez alól a nedves trópusi területek jelentenek kivételt. Nyugat-Afrikában 0,3–4 fokos lejtőkön végeztek méréseket a talajpusztulás mértékének megállapítására (ROOSE, E.J. 1971). A nyílt füves szavannák, a sűrű, cserjés szavannák és trópusi esőerdők területein, természetes növényborítás körülményei között 0,15, 0,20 illetve



0,03 t ha<sup>-1</sup> értékeket mértek. A természetes növényzet mezőgazdasági célból történt kiirtását követően a fenti értékek 8, 26 és 90 t ha<sup>-1</sup>-ra növekedtek. Ha a növényzet kiirtását követően a talaj parlagon maradt, még magasabb értékek adódtak: 20, 30 és 170 t ha<sup>-1</sup>. Az értékek azt mutatják, hogy a trópusi esőerdők kiirtása sokkal erőteljesebb erózióhoz vezet, mint a természetes szavannák eltűnése. A mérések rámutatnak, hogy az esőerdők igen nagyfokú védelmet jelentenek, de azt is visszatükrözik, hogy a nedves trópusokon a nagy mennyiségű és intenzív csapadék növényzet híján nagy pusztítást végezhet.

LVOVICH, M.I. et al. (1991) és DEDKOV, A.P.–MOZZHERIN, V.I. (1996) számításai megerősítették WALLING, D.E.–WEBB, B.W. (1983) adatait (5. táblázat), hangsúlyozva, hogy a szemi-arid és szemi-humid területek, amelyek főleg Kínában, Indiában, az USA nyugati részén, Közép-Ázsiában és a Mediterráneum területén helyezkednek el, az erózióra leginkább érzékenyek a Földön – amint erre már korábban is utaltunk. Ezek a területek a talajerózió mellé társul még a természetes vízkészletek megőrzésének problémája, valamint a környezet ökológiai érzékenysége, ugyanis ha a természetes vegetációval borított terület helyére szántóföld vagy legelő kerül, gyors mértékben lecsökken a talaj szerves anyag tartalma, amit a talaj kimerülése követ, végső fázisban pedig az elsivatagosodás. A szemi-arid és szemi-humid területeken kívül a magashegységekben is lehet találkozni magas eróziós értékekkel, pl. az Andok, a Himalája és a Karakorum területén, a Sziklás-hegység egyes részein, az afrikai Great Rift Valley-ban. Ugyanígy a vulkanikus talajokkal borított területek is hajlamosabbak a nagyobb mértékű erózióra. Ilyen területek a Földön: Jáva, Új-Zéland Déli szigete, Pápua Új-Guinea és Közép-Amerika egyes részei.

Vannak olyan területek is, ahol szintén nagy az erózió veszélye, de alkalmasint e térségek nem kerülnek ábrázolásra valamely erózióveszélyt bemutató térképen. Olyan felszinformákról és a hozzájuk kapcsolódó talajtípusokról van szó, amelyek valamely korábbi földtörténeti korból reliktumként maradtak vissza. Dél-Afrika számos területén rétegtani vizsgálatok bizonyítják, hogy voltak a táj fejlődése szempontjából viszonylag stabil periódusok, amelyeket a humuszos rétegek rétegsorai jelölnek, illetve instabil periódusok is, kolluviális üledékekkel. Ez utóbbiak gyakran 5 m vastagságot is elérnek. Szváziföld és Zimbabwe számos részén jelent súlyos problémát az említett kolluviális üledékekkel borított területek árkos eróziója. Ezek a kolluviális üledékek főleg finomszemcsés homokból és kőzetlisztből állnak, amelyek természetüknél fogva rendkívüli mértékben érzékenyek az erózióra (SHAKESBY, R.A.–WHITLOW, R. 1991). Az eróziós árkok képződése azokon a területeken is gyakori, ahol a gránit kőzeteket erősen mállott regolit vagy szaprolit takarja. Ezek az erősen mállott fedő kőzetek valószínűleg egy korábbi földtörténeti kor sokkal nedvesebb trópusi éghajlatán képződtek, amikor a talajt dús vegetáció borította. A növényzet kiirtása a lefolyás és az erózió növekedésével járt. A felső fedőrétegek eltűnésével oly mértékben lecsökken az erózióval szembeni ellenállás, hogy a terület nagyon gyorsan az erózió által mélyen felszabdalttá válik. Ez nemcsak Dél-Afrikában tapasztalható, hanem a nyugat-afrikai szavannák peremterületein, valamint Brazíliában és Kína déli részein is.

### Talajerózió és földhasználat

A talajpusztulás és a földhasználat közötti kapcsolat, különös tekintettel a földhasználat változására igen szerteágazó tudományos és gyakorlati kérdés (CSEPINSZKY B. et al. 1999; SZÜCS P. et al 2006; DEMÉNY K.–CENTERI Cs. 2008; DEMÉNY K. et al. 2008; CENTERI Cs. et al. 2009a,b).



4. ábra Árkos erózió beerdősített, korábban szántóföldként használt vízgyűjtőn (Somogybabod, Magyarország).  
*Figure 4 Gully erosion in a forested watershed, formerly used for agriculture (Somogybabod, Hungary).*

A 4. ábra pozitív használati változást mutat be. SPETH, J.G. et al. (1994) adatai szerint a Föld mezőgazdasági területének egyharmada szántó, a maradék kétharmad pedig rét és legelő. A szőlő, gyümölcs stb. területek kiterjedése ezek szerint elhanyagolható. PIMENTEL, D. et al. (1995) szerint a mezőgazdasági hasznosítású terület 80 %-a közepesen, illetve erősen, 10 %-a pedig enyhén erodált.

A Föld legelő területeinek több, mint a felén jellemző a túllegeltetés és így azokon különböző mértékű erózióval kell számolnunk. CENTERI CS. et al. (2007) hazai körülmények között vizsgálják a legelők és a talajtulajdonságok összefüggéseit. Magától értetődően a szántóterületeken a legnagyobb az erózióveszély és a tényleges erózió is, mivel itt a gyakori talajművelés, illetve az aratás utáni növényzetmentes, fedetlen területek nagyban elősegítik a talajpusztulást.

Ha most az összes degradációs folyamatot tekintjük, úgy használt földterület vonatkozásában (mezőgazdasági terület, állandó legelő, erdő, l. 6–7. táblázat) a degradált terület aránya 23%, az erősen degradálté pedig 14%. Kiemelkedő a degradált terület aránya Közép-Amerikában, Afrikában, Ázsiában és Európában.

Azt látjuk a 6. táblázatból, hogy a mezőgazdasági terület 38%-a degradált. Ebben a vonatkozásban Közép-Amerika (74%) és Afrika (65%) a legveszélyeztetettebb. A világ legelőinek 21%-a degradált. Itt Európa és Afrika állnak az első helyen. A Föld erdőterületének 18%-át érinti a degradáció; Közép-Amerika, Ázsia és Európa kiemelkedő értékeivel.

6–7. táblázat A talajdegradáció mértéke kontinensenként és földhasznosítás szerint.  
(FAO, 1990, OLDEMAN, L.R. et al., 1991, SCHERR, S.J., 1999)  
Table 6-7 Global estimates of soil degradation, by region and land use  
(FAO, 1990, OLDEMAN, L.R. et al., 1991, SCHERR, S.J., 1999)

Terület	Mezőgazdasági terület		Állandó legelő		Erdő				
	Összesen Degradált	%	Összesen Degradált	%	Összesen Degradált	%			
	(millió hektár)		(millió hektár)		(millió hektár)				
Afrika	187	121	65	793	243	31	683	130	19
Ázsia	536	206	38	978	197	20	1273	344	27
Dél-Amerika	142	64	45	478	68	14	896	112	13
Közép-Amerika	38	28	74	94	10	11	66	25	38
Észak-Amerika	236	63	26	274	29	11	621	4	1
Európa	287	72	25	156	54	35	353	92	26
Óceánia	49	8	16	439	4	19	156	12	8
Világ	1475	562	38	3212	685	21	4048	719	18

  

Terület	Összesen				
	Összes mezőgazdasági, legelő és erdőterület	Degradált	%	Erősen degradált	%
	(millió hektár)		(millió hektár)		
Afrika	1663	494	30	321	19
Ázsia	2787	747	27	453	16
Dél-Amerika	1516	244	16	139	9
Közép-Amerika	198	63	32	61	31
Észak-Amerika	1131	96	9	79	7
Európa	796	218	27	158	20
Óceánia	644	104	17	6	1
Világ	8735	1966	23	1216	14

### Következtetések

A talajerózióval kapcsolatos jövőbeli aggodalmak és félelmek a következők. A Föld mezőgazdasági területein mérik a legmagasabb talajvesztés értékeit, amelyek elérhetik a 100 t ha<sup>-1</sup>-t is, ugyanakkor a talaj termőképessége évi átlagban 15–30 %-kal csökken, az erózió következtében leromlott, alacsony termőképességű talajok helyreállítása viszont nagyon nehéz feladat (MORGAN, R.P.C. 2005). PIMENTAL, D. et al. (1993) szerint éves szinten 6 millió hektárnyi földterület megy veszendőbe a talajerózióra és más okokra visszavezethetően. PIMENTAL, D. et al. (1995) szerint az elmúlt fél évszázad alatt a Föld szántóterületének csaknem egyharmada veszett el az erózió következtében és ez a folyamat rohamos ütemben folytatódik, évente több, mint 10 millió hektár esik áldozatul az erózióknak. Világszerte 12 millió hektár szántóterületen károsodik, semmisül meg a talaj olyan mértékben, hogy felhagynak a műveléssel. Évente 75 milliárd tonna talaj pusztul le a víz- és szél-erózió következtében, elsősorban természetesen a mezőgazdasági területekről. Az ember által kiváltott – antropogén – erózió mértéke nagyságrendekkel múlja felül a természetes eróziót.

Az itt idézett adatok is arra utalnak, hogy a talajpusztulás és a hozzá kapcsolódó egyéb káros folyamatok a Föld egészségét súlyosan érintik – természetesen a területi különbségek

rendkívül nagyok. Eltérés mutatkozik valamennyi talajeróziót kiváltó és befolyásoló tényező tekintetében is – ezek közül a földhasználat, illetve annak változása tekinthető a legfontosabb és az emberi társadalom által leginkább meghatározott tényezőnek. Az élelmiszerellátás és ezáltal az egész emberiség jövője szempontjából tehát kulcskérdés a termőtalaj megőrzése és az erózió elleni szervezett és tudatos védekezés fokozott érvényesítése.

---

KERTÉSZ ÁDÁM  
MTA CSFK, Földrajztudományi Intézet, Budapest  
kertesza@helka.iif.hu

## IRODALOM

- BOARDMAN, J. 1990: Soil erosion on the South Downs: a review. In: BOARDMAN J. – FOSTER I.D.L. – DEARING J.A. (eds.): *Soil erosion on agricultural land*. – Wiley, Chichester. pp. 87–105.
- BRIDGES, E.M.–OLDEMAN, L.R. 2001: Food production and environmental degradation. In: BRIDGES, E.M.–HANNAM, I.D.–OLDEMAN, L.R.–PENNING DE VRIES, F.W.T. –SCHERR, S.J. –SOMBATPANIT, S. (eds.): *Response to land degradation*. – Science Publishers, Enfield, NH. pp. 36–43.
- CENTERI CS.–MALATINSZKY Á.–VONA M.–BODNÁR Á.–PENKSZA K. 2007: State and sustainability of grasslands and their soils established in the Atlantic-Montane zone of Hungary. *Cereal Research Communications* 35 (2 PART I). pp. 309–313.
- CENTERI CS.–BARTA K.–JAKAB G.–SZALAI Z.–BIRÓ ZS. 2009a: Comparison of EUROSEM, WEPP, and MEDRUSH model calculations with measured runoff and soil-loss data from rainfall simulations in Hungary. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172. 6. pp. 789–797.
- CENTERI CS.–HERCZEG E.–VONA M.–BALÁZS K.–PENKSZA K. 2009b: The effects of land-use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. – *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172. 4. pp. 586–592.
- CROSSON, P. 1995: Soil erosion estimates and costs. – *Science* 269. p. 461.
- CSEPINSZKY B.–JAKAB G.–JÓZSA S. 1999: Szimulált csapadék, beszivárgás és talajvesztés. In: SÉNYI PNÉ (szerk.) *"Agrárjövők alapja a minőség"* 41. – *Georgikon Napok*. 327 p. Keszthely Pannon Agrártudományi Egyetem, pp. 424–429.
- DEDKOV, A.P.–MOZZHERIN, V.I. 1996: Erosion and sediment yield on the Earth. – *International Association of Scientific Hydrology Publication* 236. pp. 29–33.
- DEMÉNY, K.–CENTERI, CS. 2008: Habitat loss, soil and vegetation degradation by land use change in the Gödöllő Hillside, Hungary. – *Cereal Research Communications, Supplement* 36. pp. 1739–1742.
- DEMÉNY, K.–JAKAB, G.–CENTERI, CS. 2008: The role of land use change on water erosion in the Gödöllő Hillside. – *Proceedings of the 15th International Congress of ISCO, Soil and Water Conservation, "Climate Change and Environmental Sensitivity"* on CD. pp. 1–4.
- EL-SWAIFY, S.A. 1994: State of the art for assessing soil and water conservation needs and technologies. In: NAPIER, T.L.–CAMBONI, S.M.–EL-SWAIFY, S.A. (eds.): *Adopting conservation on the farm. An international perspective on the socioeconomics of soil and water conservation*. – Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA. pp. 13–27.
- ENVIRONMENT AGENCY 2002: *Agriculture and natural resources: benefits, costs and potential solutions*. – Environmental Agency, Bristol. 37 p. <http://www.environment->

- agency.gov.uk/static/documents/Research/natrespt1\_673325.pdf
- FAO 1990: *FAO Production Yearbook*. Rome, FAO.
- LANG, S.S. 2006: 'Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment,. – Cornell study asserts. <http://www.news.cornell.edu/stories/march06/soil.erosion.threat.ssl.html>
- LVOVICH, M.I.–KARASIK, G.Y.–BRATSEVA, N.L.–MEDVEDEVA, G.P.–MALESHKO, A.V. 1991: Contemporary intensity of the world land intercontinental erosion. – Moscow, USSR Academy of Sciences.
- MADARÁSZ, B.–KERTÉSZ, Á.–JAKAB, G.–TÓTH, A. Movement of solutes and their relationship with erosion in a small watershed In: NESTROY, O.–JAMBOR, P. (eds) *Aspects of the Erosion by Water in Austria, Hungary and Slovakia*. 169 p. Bratislava – Soil Science and Conservation Research Institute, 2003. pp. 99–110.
- MAGRATH, W.–ARENS, P. 1989: *The Cost of Soil Erosion in Java: A Natural Resource Accounting Approach*. – World Bank Environment Department Working Paper No. 18. The World Bank, Washington, DC.
- MORGAN, R.P.C. 2005: *Soil Erosion & Conservation*, 3rd edition. – Blackwell Publishing, Oxford. 304 p.
- OLDEMAN, L.R. 1994: The global extent of soil degradation. In: GREENLAND, D.J.–SZABOLCS I. (eds.): *Soil resilience and sustainable land use*. – Wallingford, CAB International. pp. 99–118.
- OLDEMAN, L.R.–HAKKELING, R.T.A.–SOMBROEK, W.G. 1991: World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. – Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.
- PIMENTEL, D. 1993: *World Soil Erosion and Conservation*. – Cambridge University Press, Cambridge. 364 p.
- PIMENTEL, D.–HARVEY, C.–RESOSUDARMO, P.–SINCLAIR, K.–KURZ, D.–MCNAIR, M.–CRIST, S.–SHPRITZ, L.–FITTON, L.–SAFFOURI, R.–BLAIR, R. 1995: Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. – *Science*, New Series 267. 5201. pp. 1117–1123.
- PODMANICKY L.–BALÁZS K.–BELÉNYESI M.–CENTERI Cs.–KRISTÓF D.–KOHLHEB N. 2011: Modelling Soil Quality Changes in Europe An Impact Assessment of Land Use Change on Soil Quality in Europe. – *Ecological Indicators* 11. pp. 4–15.
- ROOSE, E.J. 1971: Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion: le bilan hydrique et chimiquesuite á la mise en culturesous climat tropical. – ORSTOM, Adiopodoumé, Ivory Coast. p. 28.
- SCHERR, S.J. 1999: *Soil Degradation – A Threat to Developing Country Food Security by 2020*. – Washington, International Food Policy Research Institute. p. 71.
- SCHERR, S.J.–YADAV, S. 1996: Land degradation in the developing world: implications for food, agriculture and the environment to 2020. – IFPRI, Food, Agric. and the Environment Discussion Paper 14, Washington, DC. 36 p.
- SHAKESBY, R.A.–WHITLOW, R. 1991: Perspectives on prehistoric and recent gullying in central Zimbabwe. – *GeoJournal* 23. pp. 49–58.
- SPETH, J.G. 1994: *Towards an Effective and Operational International Conventionon. – Desertification International Negotiating Committee, International Conventionon Desertification*, United Nations, New York. 867 p.
- SZÜCS, P.–CSEPIN SZKY, B.–SISÁK, I.–JAKAB, G. 2006: Rainfall simulation in wheat culture at harvest. – *Cereal Research Communications* 34. 1. pp. 81–84.

- TROEH, F.R.–THOMPSON, L.M. 1993: *Soils and Soil Fertility*. – Oxford Univ. Press, New York, ed. 5. 489 p.
- URI, N.D.–LEWIS, J.A. 1998: The dynamics of soil erosion in US agriculture. – *Science of the Total Environment* 218. pp. 45–58.
- WALLING, D.E. 1983: The sediment delivery problem. – *J Hydrol* 65. pp. 209– 37.
- WALLING, D.E.–KLEO, A.H.A. 1979: Sediment yield of rivers in areas of low precipitation: global view. – *International Association of Scientific Hydrology Publication* 128. pp. 479–93.
- WALLING, D.E.–WEBB, B.W. 1983: Patterns of sediment yield. In: GREGORY K.J. (ed.) *Background to paleohydrology*. – Wiley, Chichester. pp. 69–100.