

## AZ ERÓZIÓ ÉS A DOMBORZAT KAPCSOLATA SZÁNTÓFÖLDÖN, A TOLERÁLHATÓ TALAJVESZTESÉG TÜKRÉBEN

JAKAB Gergely, KERTÉSZ Ádám, MADARÁSZ Balázs,  
RÖNCZYK Levente, SZALAI Zoltán

MTA Földrajztudományi Kutatóintézet Természetföldrajzi Osztály  
1112 Budapest, Budaörsi út 45., e-mail: jakabg@mtafki.hu

**Kulcsszavak:** Földes kopár, talajszelvény vastagsága, tolerálható talajveszteség, talajművelés, vonalas erózió

**Összefoglalás:** A talajerózió a recens lejtőformálódás meghatározó folyamata. A folyamat meredek szántóföldeken különösen gyorsan változtathatja meg a mikrodomborzatot. A lejtő pusztuló részén a lefolyó víz egyaránt magával ragadja a felszínen található részecskéket, származzanak azok egy talajszelvény humuszos rétegéből, vagy akár nyers löszből. A szállított hordalék egy része azután még ugyanazon lejtő épülő részén lerakódik, míg más része távolabbra kerülve akár az élővizeket is elérheti. Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy egy Külső-Somogyi szántón miként változott meg az eredetileg homogénnek tekintett talajvastagság, illetve a változások hogy kapcsolódnak a mikrodomborzathoz. A vizsgált táblán belül jelentős eltérések vannak a talajvastagság értékek és ebből fakadóan a talajtípusok között is. Egyes földes kopár foltokról minimum 100 cm talaj pusztult le mintegy 170 év alatt, néhány méterrel odébb 150 cm-es a humuszos réteg található. Az ennyire mozaikos területen a tolerálható talajveszteség fogalma átlagosan nem, csak a homogén egységekre vetítve értelmezhető. Feltételezésünk szerint a terület felszínfejlődésében a periodicitás játszhat meghatározó szerepet. Átlagos körülmények között a dellék két oldaláról felületi rétegerózió útján pusztul le a feltalaj de a hordalék nagy része csak a delle aljáig jut ahol lecsökken a lejtés. Extrém intenzitású és mennyiségű csapadékesemények alkalmával az összegyülekező nagymennyiségű felszíni lefolyás mélyen bevág a csekélyebb lejtésű szakaszokon is és kitisztítja az addig ott lerakódott feltalajt. Vizsgálataink szerint nagyságrendileg a megmozdított talaj harmada hagyja el a területet. E folyamatok a nagyobb időléptékű glaciális (areális erózió) és interglaciális (lineáris erózió) szakaszokban jellemző talajpusztulás analógiájára játszódhatnak le.

### Bevezetés

A talaj, mint természeti erőforrás csak feltételesen megújuló és nem áll rendelkezésre korlátlan mennyiségben, ezért mennyiségi és minőségi védelme is egyre fontosabbá válik. A mennyiségi talajveszteség legfőbb oka a talajpusztulás. Az általános szóhasználat szerint talajpusztuláson a talajnak a víz és a szél mechanikai hatására történő elszállítását értjük. Ezen belül is a szél pusztító hatását deflációnak, a vizét (talaj)erózióknak nevezzük (KERÉNYI 1991).

Az ember megjelenése óta e természetes folyamat rendkívüli mértékben felerősödött (KERTÉSZ 2001). STEFANIVITS et al. (1999) osztályozása szerint a természetes körülmények között végbemenő eróziót geológiai, míg az emberi tevékenység hatására létrejött eróziót gyorsított talajpusztulásnak nevezzük. Az erózió folyamata bármilyen kőzetten lejátszódhat (HEGEDŰS et al. 2008) elsősorban mégis a talaj pusztulása a legfontosabb.

Az erózió okozta károk megítélésében külön kell választanunk a talajveszteség (terméscsökkenés) okozta veszteséget és a hordalék felhalmozódásából adódó károkat. Míg az első témakörnek nagy múltra visszatekintő irodalma van, a feliszapolódás, eutrofizáció folyamatát csak később kezdték vizsgálni. A talajveszteség látszólag könnyen megfogható folyamat, hiszen számtalan mért eredmény áll rendelkezésre (CENTERI és CSÁSZÁR 2003), míg a másik témakörben sokkal kevesebb a számszerűsíthető adat (JAKAB et al. 2006). A talaj azonban feltételes megújuló képességéből adódóan folyamatosan

képződik, fejlődik, átalakul, azaz egy dinamikus rendszert alkot. A talajeróziós kutatások legtöbbször a talajvesztésre koncentrálnak és nem, vagy csak kevéssé veszi figyelembe a talaj képződésének folyamatát. A talajpusztulást számszerűsítő adatok tehát csak a képződés – átalakulás üteméhez viszonyítva értelmezhetők, ezzel kiegészítve viszont alkalmasak a lejtőfejlődés általános törvényszerűségeinek vizsgálatára is (MAROSI és SZILÁRD 1969).

A talajképződés meglehetősen lassú és igen összetett folyamat, amelyet számos tényező befolyásol, ezért erről csak nagyon kevés és speciális körülmények között mért adat áll rendelkezésre. Szükséges ismernünk a vizsgált felszín létrejöttének időpontját, illetve az azóta eltelt időt, valamint meg kell győződnünk, hogy a területen sem talajpusztulás, sem szedimentáció nem történt ezen időszakban. A néhány mért adat birtokában felmerül az eredmények kiterjeszhetőségének kérdése. A talajképződés ütemét általában csak becsülni lehet.

A tolerálható talajvesztés fogalma alapvetően a pusztulás és a képződés ütemének ismeretében válik meghatározhatóvá (BRONGER et al. 2000). WISCHMEIER és SMITH (1978) szerint a veszteség addig megengedhető mértékű, amíg a talaj termékenységét nem veszélyezteti. E megfogalmazás persze nehezen számszerűsíthető. Voltak törekvések a pusztán gazdasági alapon történő számításra is. Eszerint a lepusztuló talajban található tápanyagok műtrágyára átszámított értéke lenne mérvadó a tervezésben (CENTERI és PATAKI 2003). Napjainkban egyre inkább a komplex szemléletű megközelítés válik általánossá, vagyis tolerálható talajvesztés alatt azt a talajvesztésértékét értjük, aminek elvesztése nem csökkenti adott talaj legfontosabb tulajdonságait (termékenység, összetétel, élettér stb.) (PODMANICZKY et al. 2010, CENTERI és PATAKI 2003).

Az általánosan elfogadott talaj definíciók alapján (KVVM 2000; STEFANOVITS et al. 1999; VÁRALLYAY 2002; EURÓPAI TALAJ CHARTA HTTP1 1972) nagyon nehéz meghúzni a határvonalat a porózus, többé-kevésbé mállott üledékek és a talaj között. Egyes elképzelések szerint a talaj fogalma feltételezi egy humuszos réteg meglétét, ugyanakkor a definíciókból e téren semmiféle követelmény nem derül ki, sőt a Stefanovits-féle genetikai talajosztályozási rendszerben szép számmal szerepelnek olyan talajok is, melyeknek nem feltétlenül sajátja egy humuszos réteg megléte (nyers öntés, futóhomok, földes kopár stb.). A közelmúltban, hazánkban is egyre hangsúlyosabbá válik a városi talajok (technosol) vizsgálata (PUSKÁS és FARSANG 2007, 2008; PUSKÁS et al. 2008). Ebben az értelemben a talaj fogalmát ki kell terjesztenünk a fentebb említett felszínen található, vízbefogadó kőzetekre, sőt olyan mesterséges felszínborításokra is, mint a feltöltések, (rekultivált) meddőhányók és antropogén talajok. Ebben a tekintetben a talajképződés fogalmát is ki kell terjesztenünk.

A fentiek alapján felmerül a kérdés, hogy mikor tekinthető talajnak egy nyers – porózus – kőzetfelszín, illetve hogy ennek pusztulásakor az elfogadható talajvesztésű talajképződés üteme, vagy a talaj funkciói alapján érdemes becsülni.

Jelen közlemény egy mintaterület példáján keresztül vizsgálja a lejtőfejlődés, a vonalas- és rétegerózió összefüggéseit a tolerálható talajvesztés vonatkozásában. Célunk meghatározni a vizsgált területen bekövetkezett talajpusztulási folyamatokat az elmúlt 200 év folyamán, illetve becsülni a lepusztuló talaj lehetséges forrásait, illetve a területen belüli áthalmozódásokat.

### Anyag és módszer

Mintaterületül egy nagyüzemileg művelt szántóföldet választottunk, mely a Tetves-patak völgyének (TÓTH és SZALAI 2007) egy jellemző keresztmetszében (MADARÁSZ et al. 2003) található. A területen meghatározó jelentőségű a vonalas erózió (JAKAB 2007), a vizsgált szántóföld több, egymással párhuzamosan futó vízmosás vízgyűjtő területéhez is tartozik. A hátravágódó vonalas formák időről időre árkokat vágnak a szántóföldbe, melyeket csak a következő művelés tüntet el (1. ábra). Megelőző vizsgálatok szerint a vízgyűjtőn ezen időszakos vízmosások felelősek a vonalas erózió által megmozgatott talajmennyiség döntő részéért (JAKAB et al. 2005).

A hosszútávú időbeni visszatekintést a területről készült katonai felmérések alapján dolgoztuk ki. A területhasználat, a művelésmód és ezen belül is a földművelés alapvetően befolyásolja a talajerózió folyamatát (BÁDONYI et al. 2008a,b). A lejtésre merőleges művelésirány (1. ábra) jobb talajvédelmet biztosít ugyan mint a hegy-völgy irányú művelés, de ezzel egy később kialakuló, lejtésirányú főbarázdát tápláló másodrendű barázdák sűrű hálózatát hozza létre és ezáltal jelentős talajpusztulást okoz. A szintvonal menti művelés – amellet, hogy területkiesést és többletmunkát igényel – a precíziós mezőgazdasági műszerezettség híján nem megoldható.



1. ábra Időszakos vízmosások által alakított dellék a vizsgált szántón  
*Figure 1. Ephemeral gullies on the investigated arable field*

A területen barnaföldek erősen erodált változatait találjuk, amelyek homokos löszön alakultak ki (MAROSI és SOMOGYI 1990). A mintaterület tágabb környezetében agyag-bemosódásos barnaerdőtalajok is megtalálhatók voltak, azonban a szántóföldi művelés megindulásával az erdőtalajok mezőségi dinamikájú fejlődési irányt kaptak. Szintén a talajművelés hatására intenzív talajpusztulás kezdődött ennek hatására került több helyen

a felszínre az erdőtalajok vöröses „B” szintje (1. ábra). A felső szintjeit elvesztő, közben csernozjomosodó szelvényekről már szinte lehetetlen eldönteni, hogy eredetileg mennyire viselték magukon az agyagbemosódás jeleit. A jelentősebb pusztulásnak kitett területeken kisebb-nagyobb foltokban földes kopárok alakultak ki (1. táblázat), melyek közvetlen környezetüktől eltérő fizikai és kémiai paraméterekkel rendelkeznek. (BARTA 2005; SZALAI és NÉMETH 2008). Itt a humuszos réteg jelentősen elvékonyodott, sőt sok esetben teljesen hiányzik, ezért e talajfoltok világos színűek. E világos foltok – csekély növényzeti fedettség mellett – távérzékelési módszerekkel jól azonosíthatók, területük és alakjuk meghatározható. A közelmúlt eltérő időpontjaiban készült légi- és űrfelvételek elemzésével képet kaphatunk e foltok térbeli elhelyezkedéséről, kiterjedésük változásairól és az esetleges „helyváltoztatásokról” is.

A távérzékelési módszerekkel térképezett talajfoltok pillanatnyi helyzetét terepi vizsgálatok segítségével is meghatároztuk. 2009 tavaszán a szántóföldön 152 db PÜRCKHAUER-féle szűrőbotos mintavételt végeztünk (FINNERN 1994). A mintákból meghatároztuk adott pontban az anyakőzet felszíntől való távolságát, azaz a talajszelvény vastagságát. A mintavételi helyeket igyekeztünk lépésközökkel 20 m-es négyzetrács-hálózathoz közelíteni, de a mikrodomborzatot is figyelembe vettük, a pontos helyet Thales Mobil Mapper GPS készülékkel rögzítettük. A területről rendelkezésre álló digitális domborzatmodell (JAKAB 2009) adatait 2009 tavaszán geodéziai felméréssel (Trimble 3305DR lézeres mérőállomás használatával) pontosítottuk. Hasonlóan a talajmintákhoz ez esetben is a húsz méteres közőket és a mikrodomborzatot követtük. A további számítások elvégzéséhez két domborzatmodellt hoztunk létre az egyikkel a pillanatnyi talajfelszint modelleztük, a másikkal az anyakőzet (löss) felszínét becsültük. A raszterek generálását az ArcGIS szoftver segítségével, „Topo to Raster” eljárással (HTTP2) végeztük. E széles körben elfogadott és használt módszer az ANUDEM szoftverre épül.

Az így létrejött 1 m<sup>2</sup>-es felbontású, a talajvastagságot és a jelenlegi felszint térben ábrázoló felületeket összevetettük, ezáltal nemcsak a földes kopárokról nyertünk újabb információkat, hanem következtetni tudtunk az erózió által lepusztított hordalék mozgásának törvényszerűségeire is. A szántóföld humuszos rétegéből készült talajtani vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A szántott réteg tulajdonságai (barnaföld, földes kopár) a szántón  
Table 1. Main parameters of the tilled layer (cambisol, regosol) at the research site

<i>Paraméter</i>	<i>Barnaföld</i>	<i>Földes kopár</i>
$K_A$	36	33
$pH_{KCl}$	6,15	7,33
$pH_{H_2O}$	6,91	7,89
$CaCO_3$ %	–	21
SOM %	1,93	1,09

### **Eredmények és megvitatásuk**

A mintaterület környezetét időben vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a XVIII. század végén, (az I. katonai felmérés idején) a völgytalpon található füves terület kivételével még erdő borítja a tájat (2. ábra). Az elkövetkező 70 év során aztán jelentősen átalakul a vizsgált terület. A II. katonai felmérés előtt jelentős erdőirtások kezdődnek, a letarolt területek egy részét pedig szántóföldi művelésbe vonják. Látható, hogy a művelt területek részben a völgytalp vízmentes területein jelennek meg, ám nagyrésztük a völgyközi háton található. E két terület közötti, meredek lejtésű, Ny-i kitettségű szakaszon megmarad az erdő, ami többé-kevésbé megvédi az alatta található felszínt a talajpusztulástól. Az erdőirtás valószínűsíthető maximuma a felfutó hadiipar faigénye és a növekvő népesség ellátása miatt a Napóleoni háborúk (1810-es évek) idejére tehető (CSÜLLÖG 2001). 1783-ban a patakon átkelő út egyenesen futott K-i irányban fel a hegyre. Ezt az utat 1857-ben már nem találjuk, helyén vízmosásként is felfogható vonalas formát ábrázolt a térképező, az új út pedig valamivel északabbra halad, a legmeredekebb szakaszon szinte a lejtésiránnyal párhuzamosan. Ebből adódóan az út e szakasza hosszabbtávon szükségszerűen szintén bevágódásra van ítélve (JAKAB et al. 2005). Figyelemre méltó a terület DNy-i sarkában ábrázolt völgy, amely a mai napig a legjelentősebb domborzati formája a mintaterületnek. Ugyan az I. felmérés térképén még nincs ez a forma feltüntetve, feltételezhetően azonban már akkor is létezett. Erre az eltelt idő hossza, illetve az ábrázolt völgy méreteinek összevetése alapján következtethetünk, azaz e völgy valószínűleg nem a művelésbe vonás hatására alakult ki. Keletkezésének idejéről és pontos okáról – egyéb források híján – nincsenek információink, ugyanakkor feltételezhető a vonalas eróziós eredet.

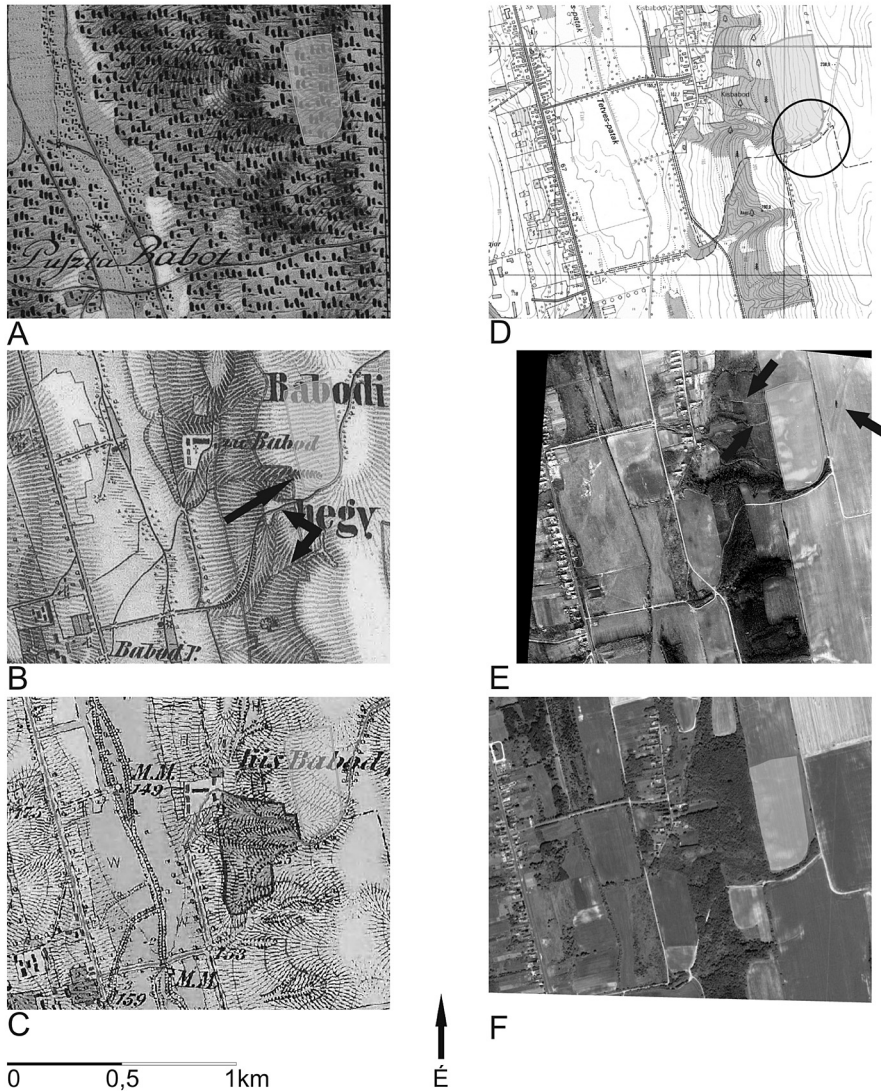
Az elkövetkező kb. 20 év (1857–1875) folyamán az erdők jelentős része a meredek lejtőkről is eltűnik. Ezzel párhuzamosan új vonalas eróziós formák jelennek meg a területen, melyek a korábban is ábrázoltakkal szemben nem feltétlenül köthetők utakhoz. A III. katonai felmérés (1875) adataiból készült térkép a mintaterületen hátráló formát egyértelműen völgyként jeleníti meg, míg a 1857-ben még egy keskeny, vízmosásként is felfogható képződményként tüntették fel.

Az elkövetkező mintegy 100 év (1875–1970) meglepően csekély változásokat okozott mind a területhasználat, mind a vonalas és domborzati formák terén. A mérés technika javulásával és főleg az ábrázolásmód finomulásával az 1970-es térkép már jóval több információt tartalmaz. Látható, hogy a hegy-völgy irányú útszakasz mélyen bevágódott ezért felhagyták, a pillanatnyilag használt út közvetlenül az elődje mellett halad. A hát közelében aztán a felszíni lejtés csökkenésével a bevágódás mértéke is csökken, ennek ellenére a régi út ezen részét is – vélhetően a nagyüzemi táblásítások miatt – felhagyták, illetve az új utat is eltérő nyomvonalon vezették. A mintaterület vonatkozásában nincs érdemleges változás az előző állapothoz képest, tőle K-re, az erdőben azonban újabb vízmosások jelennek meg.

Az 1984-es légifotón még látszik a háton a régi út eldózerolt nyoma. A legfontosabb változás azonban a vízmosások hátravágódása egészen a mintaterület határáig. A mintaterület Ny-i oldalát határoló fenyves és lombos erdőt 1970 után kivágták, így az újonnan keletkezett vízmosások is elérik a mintaterület határát. Ezek fejlődését gátló a területet újra erdősítik, ezáltal azonban már akáccal. Napjainkra az akácerdő teljes fedettséget biztosít a területen, ennek ellenére a vízmosások fejlődése töretlenül



folytatódik. A vízmosás falainak stabilitását az akácok gyökerei javítják ugyan, de amíg a vízgyűjtőterületükről (szántóföld) nagymennyiségű, koncentrált felszíni lefolyás érkezik, addig növekedésük, hátrálásuk biztosított (JAKAB 2009).



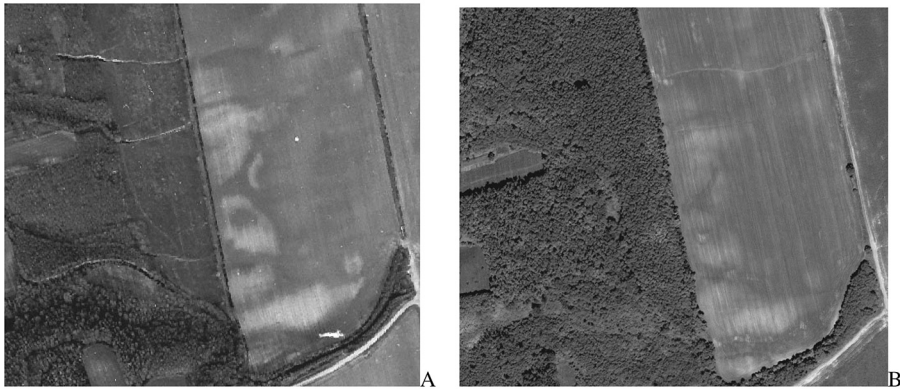
2. ábra A felszínborítás és a domborzat változásai az elmúlt kb. 220 évben Kisbabod környezetében. A mintaterület szürkével ábrázolva. (A=I. kat. Felmérés 1783, B=II. kat. felmérés 1857, C=III. kat. felmérés 1875, D=1:10.000 térkép (1970), E=légifotó (1984), F=légifotó (2006, Google Earth)

Figure 2. Changes in land use and topography during the last 200 years at Kisbabod. Research site is highlighted (A= 1st military survey 1783, B=2<sup>nd</sup> military survey 1857, C=3<sup>rd</sup> military survey 1875, D=1:10.000 map (1970), E=aerial photo (1984), F=aerial photo (2006, Google Earth)

A légifotók alapján lehetőség nyílt a mintaterület egyes részein a talajvastagság közelítő becslésére. A képeken világosabb színnel jelennek meg a kisebb humusztartalmú földes kopárok. MAROSI és SZILÁRD (1969) a Karádi-hátat vizsgálva olyan felszíni anyagközet foltokról számolt be, melyeknek anyaga a lejtők magasabb részeiről lepusztulással szállítottott jelenlegi helyére, ahol közvetlenül a humuszos feltalajon akkumulálódott. Az ebből adódó lehetséges tévedéseket egyrészt a mikrodomborzat vizsgálatával (épülő vagy pusztuló felszín), másrészt a szűrőbotos felvételezéssel küszöböltük ki.

A feltalaj pillanatnyi nedvességi állapota a felvételek időpontjában erősen befolyásolja a képen látható kontrasztot. Ebből, illetve a földes kopár definíciójából adódóan nincs egzakt módszer e foltok méretének és alakjának matematikai meghatározására, a lehatárolás meglehetősen szubjektív.

A 2006-os felvételen a nagyobb nedvességtartalomnak és a növényzeti fedettségnek köszönhetően a foltok csak halványabban látszanak, de a 32 évvel korábbi képpel összehasonlítva azzal csaknem azonos mintázatot láthatunk (3. ábra). Eszerint e földes kopárok az eltelt időszakban nagyságrendileg nem változtatták meg jelentősen sem alakjukat, sem területüket, azaz talajpusztulás és áthalmozódás tekintetében a táblán belüli inhomogenitást a (mikro)domborzat határozza meg, a meglehetősen intenzív mezőgazdasági művelés nem közvetlenül hat.



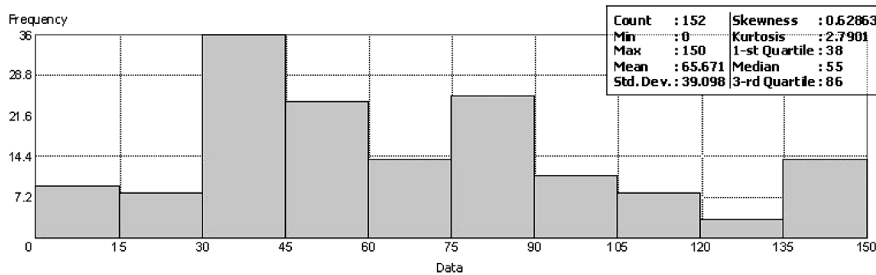
3. ábra A vizsgált területen található földes kopárok 1984-ben (A) és 2006-ban (B)  
 Figure 3. Regosol spots on the research site in 1984 (A) and in 2006 (B)

A területre jellemző Ramann-féle barna erdőtalaj tipikus szelvényeit Stefanovits (1971) írta le Gamáson és Karádon. E szelvényekben az anyagközet mélysége 90–110 cm között változik. A talajszelvények környezetének leírása alapján feltételezhetjük, hogy e szelvények nem voltak kitéve sem jelentősebb eróziós, sem komolyabb akkumulációs folyamatoknak. A továbbiakban – az egyszerűség kedvéért – a területre jellemző, ép talajszelvény vastagságát 100 cm-nek vesszük.

Az 1810 körüli erdőirtások valószínűleg ép talajszelvényeken történtek, azaz az akkor művelésbe vont mintaterület jelentős részén 1 m vastag talajjal számolhatunk.

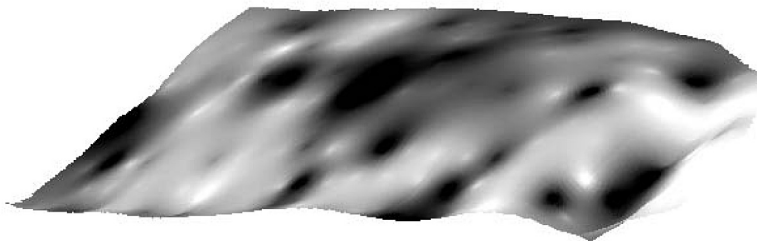
Az általunk mért talajvastagság értékek a vizsgált területen belül meglehetősen heterogénnek bizonyultak. Egyes részeken meghaladták a 150 cm-t, máshol felszínre került a lösz. A művelő eszközök hatására esetenként némi humuszt itt is megfigyeltünk a művelt rétegben (ilyenkor a talajvastagság a művelt réteg vastagságával egyezett meg).

Arra is volt példa, hogy a művelés az anyakőzet összetételét nem, csak fizikai szerkezetét változtatta meg. Ez esetben a talajvastagságot nullának tekintették. Bár a mélyebb szelvények in situ agyagbemosódásos barna erdőtalajra is utalhatnak az e típusra jellemző színezettség egyik fűrásban sem jelent meg. A talajvastagság adataiból készült hisztogramon (4. ábra) látszik, hogy a számtani átlag (65 cm) és a medián (55 cm) értéke között 10cm eltérés mutatkozik. E tény is arra utal, hogy a vizsgált változó nem normális eloszlású.



4. ábra Talajvastagság értékek hisztogramja és főbb statisztikai adatai  
 Figure 4. Histogram and main statistical parameters of soil depth

Legkésőbb 1984-re a területen olyan földes kopárok alakultak ki, melyeken a löszön gyakorlatilag nincs humuszos réteg. E foltokon tehát 100 cm talaj erodálódott mintegy 170 év alatt (az 1810-es erdőirtások óta), ami átlagosan több mint 0,5 cm ( $65 \text{ t ha}^{-1}$ ) talaj elvesztését jelenti évente. Hangsúlyozzuk, hogy e lepusztulás csak lokálisan, néhány  $\text{m}^2$  nagyságú foltokon következett be. Ugyanakkor több helyen 150 cm mélységben sem értük el az anyakőzetet, következésképpen a lepusztult talaj egy része a táblán belül halmozódott fel, vagyis csak kis távolságot tett meg és a domborzat kiegyenlítődése irányába hatott. E folyamatért egyértelműen az erózió areális folyamatai (csepperózió, felületi rétegerózió) tehetők felelőssé. A megmozdított talaj másik része elhagyta a vizsgált területet. Összegezve a 152 pontban mért talajvastagság értékeket kb. 101 m adódik. A fenti feltételezés alapján a művelésbe vonáskor a pontok összegzett talajvastagság értéke kb. 152 m lehetett, vagyis nagyságrendileg a megmozdított talaj harmada hagyta csak el a területet. Ez a mennyiség azonban belépett a vízmosságokba, amelyek az anyagot több lépcsőben egészen a völgytalpig szállították.



5. ábra Talajvastagság értékek a terület domborzatmodelljére vetítve (A sötétebb szín vastagabb talajt jelöl)  
 Figure 5. Soil depth values projected on the DEM (darker colour refers to thicker soil profile)



A talajvastagság adatbázis értékelése során nem voltak egyértelmű tendenciák. A meglehetősen mozaikos eredmények alapján nem vonhatunk le statisztikailag igazolható következtetéseket, ezek megtételéhez a mintavételi háló sűrítésére van szükség.

Nagy általánosságban azonban elmondhatjuk, hogy talajpusztulás főként a domború lejtőkön történt. Az időszakos vízmosások két oldala pusztul a legjobban, a dellék völgytalpain inkább akkumuláció tapasztalható (5. ábra). A talajvastagságot szemléltető ábra egyúttal talajtérképként is felfogható, hiszen a 20 cm-nél vékonyabb talaj földeskopárt jelöl, míg az 1m-nél mélyebb talajfoltokon a felhalmozódás dominál, ezért itt feltételezhetjük a lejtőhordalék talajt. Az időszakos vízmosások aljában lerakódó hordalék aztán a nagyintenzitású csapadékesemények alkalmával kezd el ismét vándorolni, immár a vonalas erózió hatására. A tábláról lefolyó víz jelentős része tehát az időszakos vízmosásokon keresztül hagyja el a területet, a leperszerű vízmozgás aránya minimális.

E mélyebb fekvésű területeken felhalmozódott feltalaj magas lokális tolerálható talajvesztés értékét eredményez, ugyanis a szelvény felső 10–20 cm-ének elvesztése nem befolyásolja károsan a növénytermelést. Hasonlóan magas a talajképző kőzetig erodált földes kopárok tolerálható talajvesztése, hiszen a lepusztuló anyagmennyiség már nem csökkenti a helyben maradó „talaj” termékenységet. Az ismertetett példa alapján a tolerálható talajvesztés jövőbeni meghatározásakor nem elsősorban a meglévő tulajdonságok megőrzése kell, hogy domináljon, hanem sokkal inkább a talajképződés üteme, illetve a lehordott talajmennyiség akkumulációja által okozott kár. Ezen túlmenően a tolerálható talajvesztés értékek meghatározása vízgyűjtő, vagy tábla léptékben csak homogén egységek esetén lehetséges, de ott is csak általánosságban. Mozaikos területen célszerű a konkrét tolerálható talajvesztés értékeket is mozaikosan megadni a talajok és a domborzat függvényében.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OTKA 76434 támogatásával készült, amit ezúton is köszönünk.

#### Irodalom

- BÁDONYI K., HEGYI G., BENKE SZ., MADARÁSZ B., KERTÉSZ Á. 2008a: Talajművelési módok agroökológiai összehasonlító vizsgálata. Tájökológiai Lapok 6: 145–163.
- BÁDONYI K., MADARÁSZ B., KERTÉSZ Á., CSEPIN SZKY B. 2008b: Talajművelési módok és a talajerózió kapcsolatának vizsgálata zalai mintaterületen. Földrajzi értesítő 57: 147–167.
- BARTA K. 2005: A beszívárgás mérésének és modellezésének lehetőségei. Tájökológiai Lapok 3. 1–2.
- BRONGER, A., WICHMANN, P., ENSLING, J. 2000: Over-estimation of efficiency of weathering in tropical “Red Soils”: its importance for geoecological problems. Catena, 41: 181–197
- CENTERI CS., CSÁSZÁR A. 2003: A talajpusztulás hatása a tájalakulásra a Tihanyi-félszigeten Tájökológiai Lapok, 1: 81–85.
- CENTERI CS., PATAKI R. 2003: A talajerodálhatósági értékek meghatározásának fontossága a talajvesztés tolerancia értékek tükrében. Tájökológiai Lapok, 1: 181–192.
- CSÜLLÖG G. 2001: Magyarország történeti térszerkezete és hatása a mai téralakításra. A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged CD kiadvány ISBN 963 482 544 3
- DORREN L., BAZZOFFI P., SÁNCHEZ DÍAZ J., ARNOLDUSSEN A., BARBERIS R., BERÉNYI ÜVEGES J., BÖKEN H., CASTILLO SÁNCHEZ V., DUWEL O., IMESON A., MOLLENHAUER K., DE LA ROSA D., PRASUHN V., THEOCHAROPOULOS S. P. 2004: Impacts of soil erosion. In: VAN-CAMP, L., BUJARRABAL, B., GENTILE, A. R., JONES, R. J. A., MONTANARELLA, L., OLAZABAL, C. SELVARADJOU, S. K. 2004: Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/2, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

- FINNERN, H. (ed.) 1994: *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 4. verbesserte und erweiterte Auflage — Hannover, 392 pp.
- HEGEDŰS K., HORVÁTH G., KARANCSI Z., PRAKFAI P. 2008: Eróziós vizsgálatok a Medves-vidék egy homokkő-szurdokában. *Földrajzi Közlemények* 132: 157–173.
- JAKAB G. 2007: A vonalas erózió vizsgálata a Tetves-patak vízgyűjtőjén. *Tájökológiai Lapok* 5: 208.
- JAKAB G. 2009: Természeti tényezők hatása a talajpusztulás vonalas formáinak kialakulására. Doktori értekezés ELTE TTK, MTA FKI
- JAKAB G., KERTÉSZ Á., DEZSŐ Z., MADARÁSZ B., SZALAI Z. 2006: The role of gully erosion in total soil loss at catchment scale. 14th International Poster Day. Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Crop Canopy-Atmosphere System Bratislava, 9.11.2006 Proceedings CD, ISBN 80-85754-15-0
- JAKAB G., KERTÉSZ Á., PAPP S. 2005: Az árkos erózió vizsgálata a Tetves-patak vízgyűjtőjén. *Földrajzi értesítő* 54: 149–165.
- KERÉNYI A. 1991: Talajerózió Térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest
- KERTÉSZ Á. 2001: A globális klímaváltozás természetföldrajza. Holnap Kiadó, Budapest p. 118.
- KVVM 2000: Kármentesítési kézikönyv2 A talaj és védelme p. 181.
- MADARÁSZ, B., KERTÉSZ, Á., JAKAB, G., TÓTH, A. 2003: 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*. Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava. 99–110 pp.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere Budapest MTA FKI
- MAROSI S., SZILÁRD J. 1969: A lejtőfejlődés néhány kérdése a talajképződés és talajpusztulás tükrében. *Földrajzi értesítő* 18: 53–65.
- PODMANICKY, L., BALÁZS, K., BELÉNYESI, M., CENTERI, Cs., KRISTÓF, D., KOHLHEB, N. 2010: Modelling Soil Quality Changes in Europe. An Impact Assessment of Land Use Change on Soil Quality in Europe. *Ecological Indicators* (accepted: doi:10.1016/j.ecolind.2009.08.002) (in press, available on-line)
- PUSKÁS I., FARSANG A. 2007: A városi talajok osztályozása, az antropogén hatás indikátorainak elkülönítése Szeged talajtípusainak példáján. *Tájökológiai Lapok* 5: 371–379.
- PUSKÁS I., FARSANG A. 2008: Városaink talajai : szegedi talajok besorolása a WRB (2006) rendszerébe *Földrajzi Közlemények*, 132: 71–82.
- PUSKÁS I., PRAZSÁK I., FARSANG A., MARÓY P. 2008: Antropogén hatásra módosult fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságok értékelése Szeged és környéke talajaiban. *Agrokémia és Talajtan*. 57: 261–280.
- STEFANOVITS P. 1971: *Brown forest soils of Hungary*. Akadémiai kiadó, Budapest pp. 139–141.
- STEFANOVITS P., FILEP Gy., FÜLEKY Gy. 1999: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SZALAI Z., NÉMETH T. 2008: Elemi táji mintázatok hatása talajkémiai paraméterekre. *Földrajzi értesítő* 57: 135–146.
- TÓTH A., SZALAI Z. 2007: Tájökológiai és tájtipológiai vizsgálatok a Tetves-patak vízgyűjtőjén. *Tájökológiai Lapok* 5: 131–142
- VÁRALIYAY Gy. 2002: *A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai Egyetemi jegyzet*. FVM Vízgazd. Osztály. Budapest–Gödöllő.
- 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. p. 58
- HTTP1: <https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=588295&SecMode=1&DocId=644074&Usage=2>
- HTTP2: Using Topo to Raster in 3D Analyst – ESRI Webhelp - [http://resources.esri.com/help/9.3/ArcGISDesktop/com/GP\\_ToolRef/Geoprocessing\\_with\\_3d\\_analyst/using\\_topo\\_to\\_raster\\_in\\_3d\\_analyst.htm](http://resources.esri.com/help/9.3/ArcGISDesktop/com/GP_ToolRef/Geoprocessing_with_3d_analyst/using_topo_to_raster_in_3d_analyst.htm)

THE ROLE OF RELIEF IN SOIL EROSION WITH SPECIAL EMPHASIS  
ON TOLERABLE SOIL LOSS

JAKAB, G., KERTÉSZ, Á., MADARÁSZ, B., RONCZYK, L., SZALAI, Z.

Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences  
1112 Budapest, Budaörsi út 45., e-mail: jakabg@mtafki.hu

**Keywords:** Regosol spots, slope evaluation, tolerable soil loss, tillage, gully erosion

Soil erosion is one of the most important processes in recent slope evolution. This process causes rapid and considerable changes in microtopography especially on tilled steep slopes. Runoff transports either topsoil aggregates or parent material particles from the eroded slope sediments. The delivered sediment partly accumulates on the same slope, while the remaining sediment leaves the slope and possibly enters into streams or rivers. The main objective of this study is to survey and to estimate the changes of soil depth on arable land (Outer Somogy, Hungary) during the last 200 years. An additional aim was to compare soil depth changes with microtopography. Soil thickness values show great variations consequently soil types will vary, too. From some regosol spots at least 100 cm soil is gone during approximately 170 years while more than 150 cm thick soil profiles developed not far away. Our results show that the concept of tolerable soil loss as an average value cannot be applied in this case. It is suggested that several individual tolerable soil loss values should be identified for each homogenous unit. The authors suppose the importance of periodicity in landform evolution. Under average climatic conditions sheet erosion plays a primary role in soil detachment at the steepest sections (ephemeral gullies). Most of this sediment accumulates on the bottom of the ephemeral gullies where the steepness decreases consequently. In case of storms with extremely high intensity the huge volume of concentrated runoff deeply cuts into the bottom and clears the sediment accumulated there before. Approximately one third of the detached soil leaves the investigated field mainly through ephemeral gullies. Probably these processes can be understood as an analogy of gully erosion taking place in the interglacial periods and sheet erosion characteristic for the glacial periods of the Pleistocene.