

# A TALAJOK TÉRBELI VÁLTOZATOSSÁGA – ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI VONATKOZÁSOK



**Talajvédelmi Alapítvány**

**Kuratórium elnöke**

Michéli Erika

**Cím**

H-1126 Budapest, Zulejka u. 4.

**A TALAJOK TÉRBELI VÁLTOZATOSSÁGA –  
ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI VONATKOZÁSOK**

---

TALAJTANI VÁNDORGYŰLÉS  
KESZTHELY

**Save  
Our  
Soils**

Talajvédelmi Alapítvány  
Magyar Talajtani Társaság  
Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytermesztési és Talajtani Tanszék  
Keszthely, 2015

**Kötetszerkesztők**

Hernádi Hilda, Sisák István, Szabóné Kele Gabriella

**A kötet lektorai**

Bakacsi Zsófia, Bidló András, Biró Borbála, Csitári Gábor, Dobos Endre,  
Farsang Andrea, Juhos Katalin, Kuti László, Kalmár János,  
Lehoczky Éva, Makó András, Michéli Erika, Nádasyné Ihárosi Erzsébet,  
Pásztor László, Rékási Márk, Simon László, Sisák István, Tolner László

©Talajvédelmi Alapítvány, 2015  
Minden jog fenntartva

ISBN 978-963-9639-80-5

**Nyomda**

Ziegler Nyomda Kft.  
H-8360, Keszthely, Rezi út 3.

**Kiadó**

Talajvédelmi Alapítvány  
H-1126 Budapest, Zulejka u. 4.  
Magyar Talajtani Társaság  
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

# TALAJTANI VÁNDORGYŰLÉS

---

KESZTHELY

2014. szeptember 4–6.

**Save  
Our  
Soils**

**Rendezők**

Magyar Talajtani Társaság

**A Vándorgyűlés helyszíne**

Pannon Egyetem, Georgikon Kar

**A Vándorgyűlés szervezőbizottsága**

Berényi Üveges Judit, Fuchs Márta, Makó András,  
Michéli Erika, Pirkó Béla, Sárdi Katalin, Sisák István (elnök), Szabóné Kele  
Gabriella, Szegi Tamás

**A Vándorgyűlés tudományos bizottságának tagjai**

Barczy Attila, Bíró Borbála, Makó András, Michéli Erika (elnök), Szabóné Kele  
Gabriella, Sisák István, Szabó Péter, Szendrei Géza, Tolner László, Tóth Tibor,

**Támogató**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

## Talajeróziós folyamatok vizsgálata különböző tájhasználati intenzitás alatt

*Szabó Boglárka<sup>1</sup>, Centeri Csaba<sup>1</sup>, Szabó Judit<sup>2</sup> és Jakab Gergely<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>SzIE, MKK, Természetvédelmi- és Tájgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék, 1117 Pázmány Péter sétány 31/C.

E-mail: bogi87@gmail.com

<sup>2</sup> ELTE TTK Környezet-és Tájföldrajzi Tanszék, Budapest;

<sup>3</sup>MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest

### Összefoglalás

A Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen, egy szántóföldi művelés alatt álló, illetve egy a szántófölddel párhuzamosan elhelyezkedő gyepterületet jelöltünk ki. Mindkét területen (a TIM módszertannak megfelelően) lejtőharmadonként (LFH, LKH, LAH) vizsgáltuk az éves szinten jelentkező talajvesztesség mértékét (USLE), illetve az általános talajparaméterek (KA, szemcseösszetétel, karbonát-tartalom, pH, TOC, humusztartalom, humuszos réteg vastagsága, P- és K-tartalom) alakulását. Ezt követően a művelés hatására végbemenő eróziós folyamatok térbeli jellemzéséhez a szántó egészen lejtőirányban, 10 m-ként, a talaj felső 30 cm-ét, illetve a lejtő alján közel 2 m mélységben felhalmozódott szedimentet 20 cm-ként mintáztuk, általános talajparamétereiket szintén meghatároztuk.

A szedimentből vett minták vizsgálati eredményeit összevetettük egy korábbi (JAKAB et al., 2013) vizsgálat mért értékeivel is.

Eredményeink jól szemléltetik az erózió folyamatát, mely az egyes művelési-módok és ágak esetében igen különböző lehet. Mindezt pedig az általunk vizsgált talajparaméterek értékei is alátámasztják. Ennek megfelelően szorgalmazni kell a dombvidéki, erózióra érzékeny területeken a talajvédelem és az azt elősegítő agrotechnikák, illetve extenzívebb művelési módok előtérbe helyezését.

### Summary

At the Koppány Valley Habitat-Rehabilitation Pilot Area we selected an area under crop and grassland which is parallel with it. The occurring annual soil loss (USLE) of both areas were determined for every thirds of slope (upper, middle and lower part of slope based on the Hungarian Soil Information and Monitoring System) and common soil parameters (KA, particle size distribution, CaCO<sub>3</sub> content, pH, TOC, humus content, the thickness of humus layer, phosphorus and potassium content) were measured. To spatially characterize the erosion processes under cultivation we collected soil samples from the upper 30 cm layer in every 10 m to downwards and at the bottom of the slope on the whole of the arable land and we took samples from the close to 2 m deep accumulated sediment in every 20 cm also.

The results of the samples from the sediment were compared with the results of an earlier study (JAKAB et al., 2013). Our results illustrate the erosion processes, which may be very different in case of different cultivation methods. This is supported by the determined soil parameters. Hence should urge to put forward the soil protection, extensive cultivation methods and the promoting agricultural techniques on the hilly erosion sensitive areas.

## Bevezetés

A víz általi erózió jelentős problémát jelent szerte a világon. LAL (1990) szerint a szárazföld 56%-át veszélyezteti a vízerózió, 28%-át pedig a szélerózió.

Európában, a becslések szerint mintegy 1,3 millió km<sup>2</sup>-nyi terület van kitéve az erózió pusztító hatásainak (STEFANOVITS, 1992). A vízerózió az egyik legjelentősebb formája a talajdegradációs folyamatoknak szerte a világon, mely első sorban a szántóföldeken okozza a legnagyobb problémákat. Éppen ezért egyre több kutatás jelenik meg a szántóföldek különböző modellekkel végzett talaj- és tápanyagveszteségének becslésével kapcsolatban (MAHMOOD, 1987; DREGNE, 1992; MCCULLY, 2001; GOURNELLOS et al., 2004; JAKAB, 2004, 2006; JORDAN et al., 2005; VÁRALLYAY et al., 2005).

Hazánk területének 2/3-a geológiai adottságokból adódóan igen érzékeny a talajpusztulásra, így az erózióra és tömegmozgásokra is, mely folyamatok első sorban a dombvidék területeken okoznak jelentős problémát (STEFANOVITS et al., 1999; BARCZI és CENTERI, 2005; CENTERI & PATAKI, 2005; SZABÓ, 2006; SZILASSI et al., 2006; BORCSIK et al., 2011; FARSANG et al., 2012). Ennek megfelelően az egyes eróziós modellek esetében, mint az Egyetemes Talajveszteség becselő egyenlet (USLE – Universal Soil Loss Equation; WISCHMEIER & SMITH, 1978) bemeneti paraméterei között fontos tényező a vegetáció talajerózióra gyakorolt hatása, illetve a megfelelő földhasználat figyelembe vétele, mivel különböző felszínborítások alatt különböző mértékű erózió jelentkezik.

Dombvidéki szántó területeken a legnagyobb problémát a kapás kultúrnövények okozzák, mivel azok nagy sortávolsággal és kis levélfelülettel rendelkeznek, így egy kapás kultúrnövényekkel jellemezhető vetésforgó talajvédelmi funkciója szinte elhanyagolható mértékű (BARCZI et al., 1997; CENTERI, 2002). A talajdegradációs folyamatokban a felszín- és talajborítottságnak kiemelt jelentősége van, amelyet számos tanulmány is szemléltet, illetve hangsúlyoz (KOSMAS et al., 1997; CSEPINSZKY & JAKAB, 1999; MARTINEZ et al., 2000; VACCA et al., 2000; KERTÉSZ et al., 2001; ERSKINE et al., 2002; PARDINI et al., 2003; CENTERI & CSÁSZÁR, 2005; NEARING et al., 2005; COTLER et al., 2006; CHEN et al., 2007; NEEGARD et al., 2008; PETŐ et al., 2008; BAKOS et al., 2008; BALLETTINE et al., 2009; GARCIA, 2010; KERTÉSZ et al., 2010; MOHAMMAD et al., 2010; PODMANICKY et al., 2011; PENG & WANG 2012; JAKAB et al., 2013; KATE et al., 2013; MAALIM et al., 2013; MADARÁSZ & KERTÉSZ, 2013; MADARÁSZ et al., 2011, 2014).



Az erózió dinamikájának lejtőharmadonkénti értékelését, illetve az intenzív és extenzív lejtőterületeken végbemenő eróziós folyamatok összehasonlítását tűztük ki célul.

### Vizsgálati anyag és módszer

A Somogy és Tolna-megye határán elhelyezkedő Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen (1. ábra) egy szántóföldi művelés alatt álló, illetve egy, a szántófölddel párhuzamosan elhelyezkedő gyepterületet jelöltünk ki, a két különböző intenzitással hasznosított terület lejtőharmadonkénti talajtani, illetve eróziós folyamatainak jellemzése, összehasonlítása céljából.

Mindkét területen, az intenzív szántó és az extenzív gyepterület esetében – a Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer módszertanának megfelelően – lejtőharmadonként (Lejtő felső harmada – LFH, Lejtő középső harmada – LKH, Lejtő alsó harmada – LAH) vizsgáltuk az éves szinten jelentkező talajvesztés mértékét az USLE (WISCHMEIER & SMITH, 1978) modell segítségével. Vizsgáltuk továbbá néhány általános talajparaméter ( $\text{CaCO}_3\%$ , TOC, humuszos réteg vastagsága és a foszfor- (AL-P), illetve a káliumtartalom (AL-K)) alakulását.



1. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedése

Ezt követően a művelés hatására végbemenő eróziós folyamatok térbeli jellemzéséhez a szántó egészén lejtőirányban összesen mintegy 32 mintát vettünk. 10 m-ként, a talaj felső 30 cm-ét, illetve a lejtő alján, közel 2 m mélységben a felhalmozódott szedimentet 20 cm-ként mintáztuk. Ezekből a mintákból szintén elvégeztük a kiválasztott általános talajparaméterek meghatározását, mint az Arany-féle kötöttség ( $K_A$  – MSZ 08-0205:1978), szemcseösszetétel, karbonát-tartalom (MSZ 08-0206-2:1978), pH (MSZ 08-0206-2:1978), humusztartalom (MSZ 08-0210:1977), AL-P (MSZ 20135:1999), AL-K (MSZ 20135:1999), illetve  $\text{NO}_2$ - $\text{NO}_3$ -N tartalom (MSZ 20135:1999).

A mintalejtő a szántó felső harmadában 11,8%-os, a középső harmadában 19%-os, míg az alsó harmadában 14%-os meredekségű.

Az egyes minták szemcseeloszlását a HORIBA Partica La950LA V2 lézerdiffrakciós szemcseanalizátorral vizsgáltuk.

A felhagyott gyümölcsös meredeksége mind a három lejtőharmadban 11,8%-os.

A lejtőlábi szedimentből vett minták vizsgálati eredményeit pedig egy korábbi vizsgálat (JAKAB et al., 2013) mért értékeivel is összevetettük.

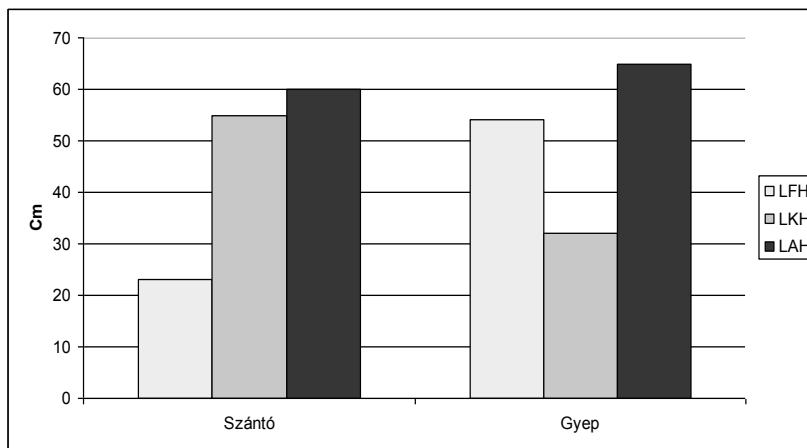
### Vizsgálati eredmények

Az USLE modellel végzett talajveszteség becslés (1. táblázat) során kapott lejtőharmadonkénti éves értékek kiugróan magasak, jóval meghaladják a tolerálható talajveszteség mértékét. Az eredményekből ugyanakkor tisztán látszódik a művelési mód, illetve a vegetáció fontossága.

**1. táblázat.** Az USLE modellel végzett talajveszteség becslés eredményei

Lejtőharmad	Szántó						Gyep					
	A	R	K	LS	C	P	A	R	K	LS	C	P
LAH	139,08	800	0,038	18,3	0,5	0,5	22,07	800	0,038	14,5	0,1	0,5
LKH	115,99	800	0,038	15,3	0,5	0,5	22,07	800	0,038	14,5	0,1	0,5
LFH	51,92	800	0,038	6,8	0,5	0,5	12,39	800	0,038	8,1	0,1	0,5

*Megjegyzés:* LAH, LKH és LFH a lejtő alsó, középső és felső harmada; R az esőtényező (MJ·mm/ha·h·év); K a talaj erodálhatósági tényezője (t·ha/ha·MJ·mm); LS a lejtőhosszúság tényezője (-); C a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője (-); P a talajvédelmi eljárások tényezője (-).



**2. ábra.** A humuszos réteg vastagságának alakulása szántó, illetve gyep területen  
*Jelmagyarázat:* LAH, LKH és LFH a lejtő alsó, középső és felső harmada

Az éves talajvesztés mértéke az egyes lejtőharmadok eltérő meredekségének megfelelően alakult, amely meglepő módon a lejtő alsó harmadában volt a legtöbb. Ugyanakkor a humuszos réteg vastagságával (2. ábra) összevetve az eredményeket, elmondható, hogy a lejtő felső harmada erodálódik a legintenzívebben.

A lejtőharmadonként vett átlagminták vizsgált általános talajparaméterei is jelzik a művelés intenzitásának jelentőségét (2. táblázat).

Jól látszik a  $\text{CaCO}_3\%$  mért értékein, hogy az intenzíven hasznosított szántó esetében a karbonát tartalom jóval magasabb, mint az extenzíven hasznosított gyepterület esetében, amely szántó esetében a meszes alapkőzet közelségéből, a terület nagyfokú erodáltságából származik. Ennek megfelelően alakultak a TOC értékek is. Ahol magasabb a karbonát-tartalom, ott a TOC értékek mindig alacsonyok voltak.

A laboreredmények alapján az egyes lejtőharmadok erodáltságának foka is nyomon követhető, mely szerint a lejtő felső harmadát sújtják leginkább az eróziós folyamatok. A vizsgált tápanyagok mért értékei elhanyagolhatóak voltak.

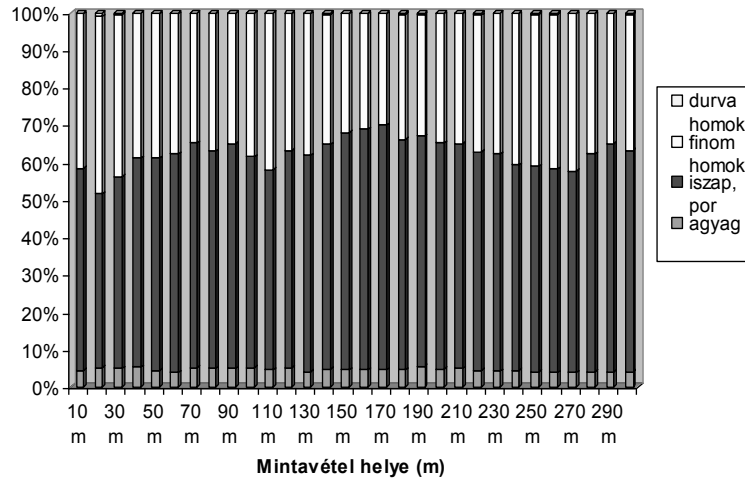
**2. táblázat.** Általános talajparaméterek alakulása lejtőharmadonként, különböző tájhasználat esetén

Gerézdpuszta								
Lejtő-harmad	Szántó				Gyep			
	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	TOC	$\text{CaCO}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	TOC	$\text{CaCO}_3$
	mg/kg		%		mg/kg		%	
LFH	4,04	2,59	1,9	23,8	9,17	10,44	7,5	13,3
LKH	6,05	3,54	6,4	8,5	7,08	19,38	14,1	8,1
LAH	6,66	5,52	8,7	10	31,6	18,76	12,4	4,5

Megjegyzés: LAH, LKH és LFH a lejtő alsó, középső és felső harmada

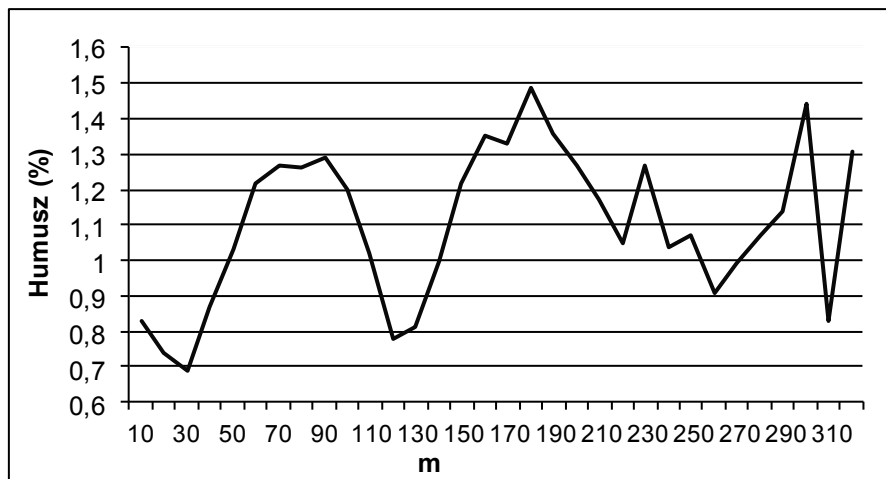
A lejtőirányban, 10 méterenként vett minták laboreredményei nagyon érdekesen alakultak, az eróziós folyamatok a terület egészét tekintve egyértelműen kirajzolódottak (3. ábra).

Az aranyféle kötöttségi értékszám alapján a minták jelentős része homokos vályog, vályog fizikai féleségű, melyet a lézerdiffrakciós szemcseanalizátor mérései is alátámasztottak. Az Atterberg-féle osztályozás szerint a legnagyobb arányban az iszap, por (0,02–0,002 mm), illetve finom homok (0,2–0,02 mm) részecskék alkotják. Az agyag frakció (< 0,002 mm) szinte mindenhol 5% körüli. A 3. ábrán három kisebb csúcsot is látni, a diagram az erodáltság fokát követi; ahol erodáltabb a felszín, ott az alapkőzet közelebb kerül a felszínhez, mely a finom homok frakciók arányának emelkedését eredményezi.



3. ábra. A szemcsefrakció eloszlás a lejtő egészén

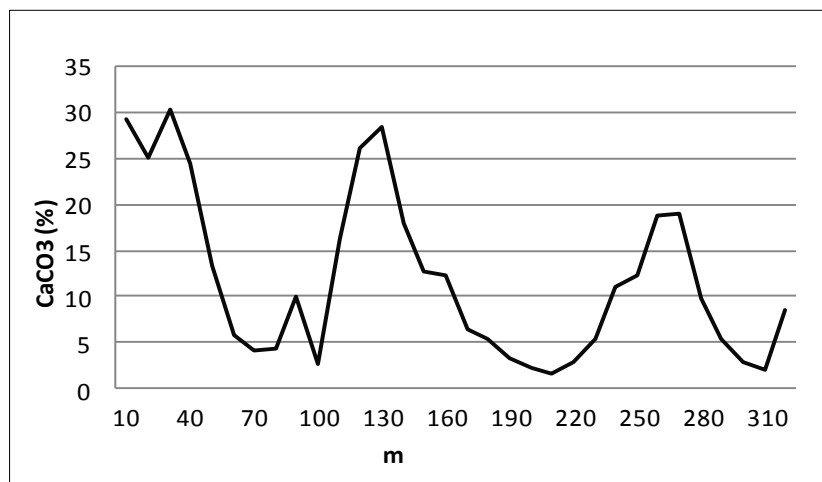
A humusztartalom(4. ábra) értékek alakulása szintén a vizsgált lejtőt érő eróziós folyamatokra enged következtetni; a lejtő felső harmada a legszegényebb humuszanyagokban és a másik két esetben is alacsony humusztartalom jelentkezik. A humuszanyagok eloszlása a lejtő aljához érve nem egyenletes, mely elsősorban a lejtőlábi területen található szedimentálódott hordaléknak köszönhető.



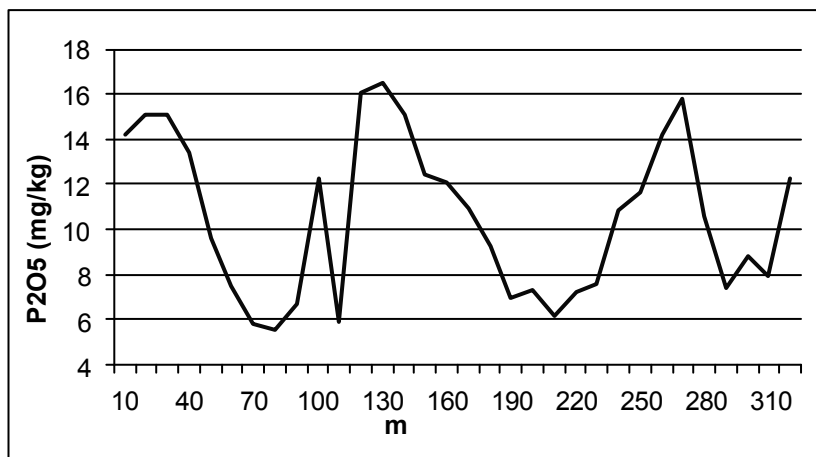
4. ábra. A humusztartalom eloszlása a vizsgált lejtőn

A humusztartalommal szoros kapcsolatban állnak a mért  $\text{CaCO}_3$  értékek (5. ábra), de annak pont ellentettjeként alakulnak; ahol a humusz kis mennyiségben van jelen, ott a karbonát-tartalom megnövekszik, jelezvén a meszes alapkőzet közelségét, így az erodáltság fokát. A karbonát-tartalom összesen három csúcsot és három depressziót mutat, melyek az erózió dinamikáját jelzik a lejtő egészén.

A tápanyagok közül a foszfort emelném ki (6. ábra), mely szintén 3-3 csúcsot mutat, melyek azokon a pontokon jelentkeznek, ahol a karbonát-tartalom alacsonyabb, így az erózió mértéke is kisebb.



5. ábra. A  $\text{CaCO}_3$  tartalom eloszlása a lejtő egészén



6. ábra. A foszfortartalom ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) eloszlása a vizsgált lejtőn

A lejtőlábi, szedimentációs területeken nagy mennyiségű hordalék halmozódott föl, mely néhol meghaladja a 2 m mélységet is, ezért egy ponton 180 cm mélységig, 20 cm-ként mintáztuk a szedimentet.

A tápanyag-tartalom vizsgálatok eredményei alapján először a 20–40 cm-es rétegben láthatunk anomáliát (3. táblázat), a 0–20 cm-es réteg alatt (20–40 cm) csökken, majd a 40–60 cm-es rétegben az értékek már nagyobbak. Ezek után (60–120 cm-ig) fokozatosan csökkennek a tápanyagtartalmak, a kálium esetében egészen az alapkőzetig. A nitrogén- és a foszfortartalom a 120 cm-es mélységtől ismét nő – a nitrogén közel háromszorosára.

A mésztartalom a mélységgel előbb közel a felére csökken a 0–20 és a 120–140 cm-es rétegek között, majd az ez alatt fekvő két rétegben folyamatosan nő (12,5 és 21,7%-ra), ami jól jelzi, hogy a legalsó minta már a lösz alapkőzetből való, nagy mésztartalma jól jelzi annak megjelenését.

A humusztartalom az első 0–60 cm-en nő, majd szépen, fokozatosan csökken.

JAKAB és munkatársai (2013) 290 cm-ig 20 cm-ként vizsgálták ugyanitt a lejtőlábi szedimentet és az általános talajparaméterek vizsgálata mellett végeztek szemcsefrakció méréseket, vizsgálták a TOC, a humuszminőség (E4/E6 arány) és az összes-N ( $N_{tot}$ ) értékek alakulását is. A szénsavas mésztartalom eloszlása vizsgálatuk eredményei szerint nem volt olyan egyenletes, mint a mi esetünkben. A szemcseosztályozódás sem volt egyértelműen kimutatható, míg a szervesszén-tartalom a mélyebb rétegek felé csökkent. A nitrogén mennyisége és a szelvény mélysége között sem találtak egyértelmű összefüggést.

**3. táblázat.** A lejtőlábi rétegek talajtani vizsgálati eredményei

A réteg száma	A réteg mélysége	$K_A$	Összes só	$CaCO_3$	Humusz	pH	$NO_2^-$ $NO_3^-$ -N	$P_2O_5$	$K_2O$
	cm								
1	0–20	44	0,03	17,2	1,55	7,4	57,2	207	204
2	20–40	44	0,03	17	1,58	7,4	41,6	197	197
3	40–60	44	0,03	15,2	1,62	7,4	50,6	228	211
4	60–80	44	0,03	9,2	1,33	7,4	34	94	177
5	80–100	43	0,02	7	1,17	7,4	19,6	44	164
6	100–120	43	0,02	6,9	0,95	7,3	17,8	44	153
7	120–140	44	0,02	8,6	0,89	7,4	26,5	57	154
8	140–160	42	0,03	12,5	0,67	7,4	30,7	76	146
9	160–180	40	0,04	21,7	0,6	7,5	73,7	78	118

### Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A lejtőharmadonként kapott talajveszteség értékek meglepő módon a lejtő alsó harmadában voltak a legnagyobbak, mely elsősorban a lejtőviszonyoknak köszönhetően alakult így. Ugyanakkor a humuszos réteg vastagsága ezzel ellentétes folyamatokat jelez.

A szintén lejtőharmadonként végzett laborvizsgálatok egyértelműen mutatják, hogy intenzív- és extenzív területek esetében is a lejtő felső harmada erodálódik erőteljesebben. Emellett megmutatkoznak a két terület művelési módjának talajparaméterekre tett kedvező, vagy éppen kedvezőtlen hatásai is, mit például a szerves anyagok és a hozzájuk kapcsolódó fontosabb tápanyagok erózió általi veszélyeztetettsége is.

A gyepterület esetében igen kis számú minta állt rendelkezésre, ugyanakkor e minták vizsgálati eredményei alapján is egyértelmű a vizsgált extenzív terület jobb humusz-és tápanyag-ellátottsága. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy extenzív művelés alatt nem jelentkezik erózió, ugyanakkor annak intenzitása sokkal kisebb mértékű, mely hatással van a talaj humuszanyagának és tápanyagainak minőségére és mennyiségére is.

A 10 méterenként lejtő irányában vett minták laboreredményei jól indikálják az erózió lejtőn végzett munkáját, mely elsősorban a szemcsefrakció eloszlásban, a karbonát, a humusz és a tápanyagok eloszlásában érhető tetten. Az erózió dinamikára vonatkozó eredményeink szántó területen igen látványos képet adnak, ugyanakkor az alkalmazott módszerek az extenzív területek eróziós folyamatainak megértésében is segíthetnek.

A lejtőlábi területekre vonatkozó eredmények azonban nem mutattak egyik vizsgálat esetében sem egyértelmű összefüggéseket, ezért a jobb összehasonlíthatóság érdekében több minta vétele és kiértékelése szükséges.

### Irodalomjegyzék

- BAKOS, K., BARCZI, A., VONA, M., EVELPIDOU, N. & CENTERI, Cs., 2008. Potential effects of land use change around the Inner Lake in Tihany, Hungary – examination of geology, pedology and plant cover/land use interrelations. *Cereal Research Communications*. **36**. Suppl. 143–146.
- BALLANTINE, D., WALLING, D. E. & LEEKS, G. J. L., 2009. Mobilization and Transport of Sediment-Associated Phosphorus by Surface Runoff. *Water, Air and Soil Pollution*. **196**. 311–320.
- BARCZI A. & CENTERI Cs., 2005. Az erózió és defláció tendenciái Magyarországon. In: *A talajok jelentősége a 21. században*. (Szerk: STEFANOVITS, P.) 221–244. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest.
- BARCZI, A., PENKSZA, K., CZINKOTA, I. & NÉRÁTH M., 1997. A study of connections between certain phytoecological indicators and soil characteristics in the case of Tihany peninsula. *Acta Botanica Hungarica*. **40**. 3–21.

- BORCSIK Z., FARSANG A., BARTA K. & KITKA G., 2011. Humuszanyagok mennyiségi és minőségi eróziójának mérése a Tolna megyei Szálka település melletti vizgyűjtőn. *Talajvédelem különszám*. **2011**. 127–138.
- CENTERI Cs. & CSÁSZÁR A., 2005. A felszínborítás, a lejtőszakasz és a foszfor kapcsolata. *Tájökológiai Lapok*. **3**. (1) 119–131.
- CENTERI, Cs. & PATAKI, R., 2005. Soil erodibility measurements on the slopes of the Tihany Peninsula, Hungary. In: *Sustainable Use and Management of Soil – Arid and Semiarid Regions. Advances in GeoEcology 63*. (Eds.: CANO, A. F., SILLA, R. O. & MERMUT, A. R.) 149–154. CATENA Verlag GMBH. Reiskirchen, Germany.
- CHEN, L., HUANG, Z., GONG, J., FU, B. & HUANG, Y., 2007. The effect of land cover/vegetation on soil water dynamic in the hilly area of loess plateau. China. *Catena*. **70**. (2) 200–208.
- CSEPINSZKY B. & JAKAB G., 1999. Pannon R-02 Esőszimulátor a Talajerózió Vizsgálótára. XLI. Georgikon Napok, Keszthely. Konferencia Kiadvány. 294–298.
- DREGNE, H. E., 1992. Erosion and soil productivity in Asia. *Journal of Soil and Water Conservation*. **47**. (1) 8–13.
- ERSKINE, W. D., MAHMOUDZADEH, A. & MYERS, C., 2002. Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney, NSW, Australia. *Catena*. **49**. (4) 271–287.
- GOURNELLOS, TH., EVELPIDOU, N. & VASSILOPOULOS, A., 2004. Developing an Erosion risk map using soft computing methods (case study at Sifnos island). *Natural Hazards*. **31**. (1) 39–61.
- FARSANG, A., KITKA, G., BARTA, K. & PUSKÁS, I., 2012. Estimating element transport rates on sloping agricultural land at catchment scale (Velence mts., nw Hungary). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. **7**. (4) 15–26.
- JAKAB G., 2004. Erodálhatósági vizsgálatok eső-szimulátorral. In: *Táj, tér, tervezés. Geográfus Doktoranduszok VIII. Országos Konferenciája*. (Szerk: BARTON G. & DORMÁNY G.) 1–10. Szeged, szeptember 4-5. CD kiadvány ISBN 963-482-687-3
- JAKAB G., 2006. A vonalas erózió megjelenési formái és mérésének lehetőségei. *Tájökológiai Lapok*. **4**. (1) 17–33.
- JAKAB G., CENTERI Cs., KISS K., MADARÁSZ B. & SZALAI Z., 2013. Erózió és művelés okozta anyagvándorlás szántóföldön. In: *Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában. Talajvédelem (különszám)*. (Szerk.: DOBOS, E., BERTÓTI R. D. & SZABÓNÉ KELE G.) 283–292. Talajvédelmi Alapítvány, Magyar Talajtani Társaság. Budapest.
- JORDAN, GY., VANROMPEAY, A., SZILASSI, P., CSILLAG, G., MANNAERTS, C. & WOLDAI, T., 2005. Historical land use changes and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **108**. 119–130.
- KERTÉSZ, Á., TÓTH, A., JAKAB G. & SZALAI, Z., 2001. Soil erosion measurements in the Tetves Catchment, Hungary. In: *Multidisciplinary Approaches to Soil Conservation Strategies. Proceedings, International Symposium, ESSC, DBG, ZALF, may 11–13, 2001. Müncheberg, Germany*. (Ed.: HELMING, K.) ZALF-Bericht, Münchenberg; 47–52.
- KERTÉSZ, Á., MADARÁSZ, B., CSEPINSZKY, B. & BENKE, SZ., 2010. The role of conservation agriculture in landscape protection. *Hungarian Geographical Bulletin*. **59**. (2) 167–180.



- KOSMAS C, DANALATOS N., CAMMERAAT L.H., CHABART M., DIAMANTOPOULOS J., FARAND R., GUTIERREZ L., JACOB A., MARQUES H., MARTINEZ-FERNANDEZ J., MIZARA A., MOUSTAKAS N., NICOLAU J.M., OLIVEROS C., PINNA G., PUDDU R., PUIGDEFABREGAS J., ROXO M., SIMAO A., STAMOUD G., TOMASI N., USAI D. & VACCA A., 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*. **29**. (1) 45–59.
- KOULOURI, M. & GIOURGA, CHR., 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena*. **69**. (3) 274–281.
- LAL, R., 1990. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Prepared for Soil Management Support Services, U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, and U.S. Agency for International Development, SMSS Technical Monograph 21. Columbus, Ohio, U.S.A.: Ohio State University, Department of Agronomy.
- MADARÁSZ B. & KERTÉSZ Á., 2013. A gyepes sávok szerepe a talaj, víz és természetvédelemben. In: IX. Kárpát-medencei környezettudományi konferencia: Konferencia kiadvány. Miskolc, Magyarország, 2013.06.13–2013.06.15. (Szerk.: ZÁKÁNYI B. & FAUR K. B.) 24–29. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar. Miskolc.
- MADARÁSZ, B., BÁDONYI, K., CSEPINSZKY, B., MIKA, J. & KERTÉSZ Á., 2011. Conservation tillage for rational water management and soil conservation. *Hungarian Geographical Bulletin*. **60**. (2) 117–133.
- MADARÁSZ B., CSEPINSZKY B. & BENKE SZ., 2014. Gyepes sávok szerepe a talajerózió elleni védekezésben. In: Talajpusztulás térben és időben: az "Eróziós kerekasztal 2013" közleményei. Budapest, Magyarország, 2013.12.12. (Szerk.: JAKAB G. & SZALAI Z.) 32–39. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet. Budapest.
- MAHMOOD, K., 1987. Reservoir sedimentation: impact, extent, and mitigation. World Bank Technical Paper. **71**.
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A. & SÁNCHEZ-BOSCH, I., 2000. Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedès–Anoia vineyard region (NE Spain). *Soil and Tillage Research*. **57**. (1–2) 101–106.
- MCCULLY, R., 2001. *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. Revised edition. Zed Books. London.
- MOHAMMAD, A. G. & MOHAMMAD, A. A., 2010. The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Catena*. **81**. (2) 97–103.
- NEARING, M. A., JETTEN, V., BAFFAUT, C., CERDAN, O., COUTURIER, A., HERNANDEZ, M., LE BISSONNAIS, Y., NICHOLS, M. H., NUNES, J. P., RENSCHLER, C. S., SOUCHÈRE V. & VAN OOST, K., 2005. Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. *Catena*. **61**. 2–3. 131–154.
- PARDINI, G., GISPERT, M. & DUNJÓ, G., 2003. Runoff erosion and nutrient depletion in five Mediterranean soils of NE Spain under different land use. *Science of the Total Environment*. **309**. (1–3) 213–224.
- PETŐ, Á., BUCSI, T. & CENTERI, CS., 2008. Comparison of soil properties on slopes under different land use forms. Proceedings of the 15th International Congress of ISCO, Soil and Water Conservation, "Climate Change and Environmental Sensitivity" Proceedings (CD) pp. 1–4., Budapest-Hungary, Geographical Research Institute, HAS, ISBN 978 963 9545 20 5

- 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**. 4–15.
- STEFANOVITS P., FILEP GY. & FÜLEKY GY., 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- SZABÓ L., 2006. A termőföld védelme. Agroinform Kiadó. Budapest.
- SZILASSI, P., JORDAN, G., VAN ROMPAEY, A. & CSILLAG, G., 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *Catena*. **68**. (3) 96–108.
- PENGA T. & WANG, S., 2012. Effects of land use, land cover and rainfall regimes on the surface runoff and soil loss on karst slopes in southwest China. *Catena*. **90**. 53–62.
- VACCA, A., LODDO, S., OLLESCH, G., PUDDU, R., SERRA, G., TOMASI, D. & ARU, A., 2000. Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinia (Italy). *Catena*. **40**. (1) 69–92.
- VÁRALLYAY GY., CSATHÓ P., NÉMETH T., 2005. Az agrártermelés környezetvédelmi vonatkozásai Magyarországon. In: A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. (Szerk.: Kovács G. & Csathó P.) 155–188. MTA TAKI. Budapest.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. Agriculture Handbook, No. 537, US Department of Agriculture. Washington DC.