

TALAJ- ÉS VÍZVÉDELMI KUTATÁSOK A KOPPÁNYVÖLGYI ÉLŐHELY-REHABILITÁCIÓS KÍSÉRLETI TERÜLETEN

SZABÓ Boglárka¹, VONA Márton², GELENCSÉR Géza³, AKÁC Andrea¹, DOBÓ Zsófia¹

¹SzIE-Gödöllő, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: bogi87@gmail.com

²Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

1077 Budapest, Wesselényi u. 20-22., e-mail: marton.vona@nfu.gov.hu

³Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület
7285 Törökkoppány, Kossuth L. u. 66., e-mail: voxvallis@voxvallis.t-online.hu

Kulcsszavak: erózió, vízminőség, USLE, Koppány-patak

Összefoglalás: A Koppány-völgyét egykor nagy kiterjedésű erdők, legelők és vizes élőhelyek tarkították, melyek helyét mára intenzív mezőgazdasági művelés vette át, mely szinte teljesen figyelmen kívül hagyja a táji adottságokat. Ennek hatására a löszön kialakult talajok gyors, vízerózió általi degradációnak indultak, mely folyamat talaj- és vízvédelmi szempontok alapján sem kedvező. Munkánk során legelőszőr az éves talajvesztés potenciális mértékére voltunk kíváncsiak, ezért öt mintalejtőt jelöltünk ki a talajvesztés potenciális mértékének megállapításához, mely mintaterületek talajait is megvizsgáltuk. Az éves talajpusztulás becslését az USLE modell segítségével végeztük el. Mivel a random vizsgált lejtők aljában igen nagymértékű hordalékfelhalmozódást mértünk, feltételeztük, hogy a hordalékkal együtt tápanyagok is távoztak az erodált domboldalokról. Ennek kimutatására havi rendszerességgel, illetve nagyobb csapadékeseményeket követően gyakrabban vizsgáltuk a Koppány-patak vízminőségét (oxigén-, nitrogén- és foszforháztartás jellemzői) annak céljából, hogy kimutassuk a kapcsolatot a talajdegradációs folyamatok és a Koppány-patak vízminősége között. A jellemző talajtípusok földeskopár, humuszkarbonát és lejtőhordalék talajok voltak, a talajvesztés becslés során kapott értékek pedig jóval meghaladták a tolerálható talajvesztés mértékét. Ezzel szemben a mért $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ értékek mindössze 1–2 alkalommal lépték át a megengedett határértékeket, míg a $\text{PO}_4\text{-P}$ értékek rendszerint igen magasak voltak. Ennek forrása viszont, a lejtők talajának és a lejtőlábi hordalékok talajtani laboratóriumi vizsgálatok alapján nem a szántóterületeken, hanem a Balatonlelleli szennyvízbevezetésben keresendő.

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 becslések szerint mintegy 1,3 millió km^2 terület van kitéve az erózió pusztító hatásainak. OLDEMAN et al. (1990) szerint a talajdegradációs folyamatok 56%-át a vízerózió, míg 28%-át a szélerózió teszi ki (kémiai degradációs folyamatok 12%, fizikai degradáció 4%). A vízerózió az egyik legjelentősebb formája a talajdegradációs folyamatoknak szerte a világon, mely elsősorban a szántóföldeken okozza a legnagyobb problémákat. Éppen ezért egyre több kutatás jelenik meg szántóföldeken, különböző modellekkel végzett talaj- és tápanyagvesztés becsléssel kapcsolatban (DREGNE 1992, GOURNELLOS et al. 2004, SZABÓ 1968, 1976, SZILASSI et al. 2006, JAKAB 2004, 2006, VÁRALLYAY et al. 2005, JORDAN et al. 2005, MAHMOOD 1987, MCCULLY 2001, SZÜCS et al.), melyek elsődleges célja, hogy iránymutatást adjon a gazdálkodóknak egy jobb gazdálkodási gyakorlatra vonatkozóan, melynek segítségével tápanyagot, talajt, pénzt, időt takaríthatnak meg, miközben figyelnek a környezetre is (JORDAN et al. 2005).

Magyarországon az egyik legfontosabb, feltételesen megújuló erőforrás a talaj (DEMÉNY és CENTERI 2008), és az élelmiszertermelésen keresztül világviszonylatban is egyre inkább függünk a talajtól, mint természeti erőforrástól, így racionális használatának (HENDRIX et al. 1986), védelmének és megőrzésének kiemelt jelentősége van (BARCZI és CENTERI 1999), hiszen közvetítő és összekötő szerepet tölt be más természeti rendszerekkel (VÁRALLYAY 2005, KERÉNYI 1991), valamint a biológiai sokféleség szerves része (GILLER et al. 1997, VÁRALLYAY 2005). Összességében elmondható, hogy hazánkban a fenntartható fejlődés három fontos alapeleme a talajkészletekkel való ésszerű gazdálkodás, a biodiverzitás megőrzése és fejlesztése, illetve a felszíni- és felszínalatti vízkészleteink minőségének és mennyiségének megóvása (VÁRALLYAY 2005). A mezőgazdasági termelés növekedésével a fenntarthatóság és a talajok minősége is jelentős mértékben romlott, nemcsak a természetes vegetáció kiterjedése csökkent le jellemzően, hanem a talajlakó élővilág diverzitása is változott (KAHINDI et al. 1997). Ez hazánkban azért jelent kiemelt problémát, mert az ország területének mintegy 70%-át mezőgazdasági területek borítják, melyek 73%-án szántóföldeket találunk mely területekre az intenzív talajművelés, a nem megfelelő agrotechnika és a táji adottságok figyelmen kívül hagyása jellemző (BARCZI és CENTERI 2005). STEFANOVITS et al. (1999) szerint hazánk területének mintegy 40%-a, CENTERI és PATAKI (2005) szerint 25%-a veszélyeztetett különböző mértékben a vízerózió által.

Hazánk területének 2/3-án laza, azon belül is elsősorban lösz és löszszerű üledékek (főleg a dombsági területeken nagy a kiterjedésük), homokos, illetve alluviális üledékek találhatóak, melyek igen érzékenyek a talajpusztulásra, így az erózióra és tömegmozgásokra is. SZABÓ (2006) becslései szerint az ország összes lejtős területének átlagos, évi talajvesztése eléri, illetve egyes esetekben meg is haladhatja a 25–30 tonna/hektár mennyiséget. Ebben nagy szerepet játszik az is, hogy az alkalmazott vetésszerkezet nem kedvez a talajvédelemnek, mivel igen alacsony százalékban jelennek meg a talajvédelmi funkciót is betöltő kultúrművények (SZILASSI et al. 2006).

CENTERI (2002), majd CENTERI és PATAKI (2003) megemlíti, hogy a talajképződés üteme alapján meghatározott tolerálható talajvesztés átlagosan 2 t/ha/év, míg a maximális tolerálható mennyiség 11 t/ha/év. Itt kell megemlíteni CENTERI et al. (2003) talajvesztés alapján történő kategorizálását, mely szerint 2–11 t/ha/év talajvesztés esetén nem szükséges talajvédelmi eljárás, míg ezen értékek fölött már javasolt. A tolerálható talajvesztés koncepciója még nem kidolgozott, és a hatósági engedélyeztetési eljárásnak sem része, a gazdálkodó feladata, hogy eldöntse, mekkora veszteséget engedhet meg magának. Az egyik megközelítés, amely felhívhatja a figyelmet a probléma nagyságára, az a talajvesztés mértékének átszámítása talajvastagságra, hiszen ismerve a saját talajunk vastagságát, könnyen kiszámítható, hogy hány év alatt fog elfogyni a talajkészlet, amin gazdálkodunk. 1,3 g/cm³ átlagos térfogattömeget véve alapul, a CENTERI-féle (2002) 11 t/ha/év veszteség 0,85 mm, míg a 2 t/ha/év veszteség 0,15 mm vastag talajréteg lepusztulását jelenti. Eszerint egy 60 cm vastagságú talajréteget az első esetben kb. 194, a másodikban 706, a harmadikban pedig 4000 év alatt veszítenénk el.

Az eróziós folyamatok nem csak a domboldali területeket érintik, hanem azokat a területeket is, ahol a lehordott talaj lerakódik (szedimentációs területek) (SISÁK és MÁTÉ 1993, ISRINGHAUSEN 1997, DUTTMANN 1999, FARSANG és BARTA 2004, FARSANG et al. 2006), ez pedig további veszélyeket rejthet magában, diffúz tápanyagterhelést okozhat a felszíni vizekben is (STEFANOVITS et al. 1999, THYLL 1992, MADARÁSZ et al. 2003).

Diffúz és pontszerű szennyezések

Számos tanulmányban olvashatunk kisvízfolyásokat érintő vízminőségi problémákról, ahol egyrészt a pontszerű, leginkább szennyvíz eredetű bevezetésekkel szembe fordított szerves- és szervetlen tápanyagok okozta vízminőség romlással és annak problémakörével találkozhatunk (KOVÁCSNÉ et al. 2008, VÁRADI és FEHÉR 2010, CLEMENT 2010, SZLEPÁK 2010), másrészt pedig a diffúz eredetű tápanyagterhelésekről és az ennek következtében kialakuló vízminőségi problémákról (KOVÁCS és CLEMENT 2008, CLEMENT 2005, SORÓCZKI-PINTÉR et al. 2006, TÓTH et al. 2001). Ez utóbbi elsősorban dombvidéki területeken jelentkezik, leginkább erózió útján (JOLÁNKAI 1983), bár a rendszerváltást követően nagymértékben visszaesett a talajok műtrágyával történő tápanyagbevitel, a probléma mégis jelen van. VÁRALLYAY et al. (2005) tanulmánya szerint az erózió által okozott szerves- és tápanyagvesztés évi átlagban mintegy 1,5 millió tonna szervesanyag hazánk lejtős területein, mely anyagvesztése 0,2 millió tonna N, 0,1 millió tonna P_2O_5 és 0,22 millió tonna K_2O .

A nitrogénformák a legmozgékonyabbak, ezért e tápanyag talajban történő elmozdulásának veszélye a legnagyobb. A nitrogén ionos formája jól oldódik vízben, így a felszíni lefolyás könnyen eljuttathatja befogadó vizekbe. A foszfor és a nitrogén fő forrása jellemzően a vízgyűjtő területek mezőgazdasági, ipari, települési szennyezése, így ezek bírnak a legnagyobb kockázattal a környezetterhelések szempontjából. Tehát mindkettő származhat pontszerű és diffúz szennyezőforrásokból is. A foszfor elsősorban talajkolloidokhoz kötötten, lebegtetett formában mozog (STEFANOVITS 1992), viszont oldódását bizonyos ionok jelenléte és a pH nagyban befolyásolhatja. Ha a csapadék nagyobb intenzitású, mint a talaj vízbefogadó képessége, akkor megindul a felszíni lefolyás, élővizekbe juttatva az oldott állapotú műtrágyát. A felszíni vizekbe a foszfor viszont elsősorban nem oldat formájában, hanem felszíni lefolyással, talajszemcsékhez kötve jut (OSZTOICS et al. 2004). A foszforvegyületek rossz vízoldhatóságuk, és talajkolloidokhoz való kötöttségük miatt csak kismértékben vándorolnak a mélyebb rétegek felé.

A művelt talajok nagy része hozzávetőlegesen 0,1% foszfort tartalmaz. Mintegy 1 mm/év talajerózió esetén a felszíni lemosódás hektáronként 10 kg foszfort távolít el, még olyan területről is, ahol nem használtak foszfor-műtrágyát. ISRINGHAUSEN (1997) szerint Németország területén a talajba juttatott foszfor 31%-a erózió következtében az élővizekbe jut, mely a lemosódott hordalékkal a víztestek fokozott mértékű feliszapolódásához vezethet, illetve tápanyagterhelést jelenthet a felszíni és a felszín alatti víztestekben. Az erózió következtében a szedimentációs területek is veszélyeztetettek, mivel túlzott tápanyag-felhalmozódás következhet be, így ezeknek a területeknek gazdagabb lehet foszfortartalmuk, mint eredetileg a szántóé volt. A mezőgazdasági eredetű foszfor környezetvédelmi, vízminőség-védelmi vonatkozásainak vizsgálata igen aktuális téma, melyről SISÁK és MATÉ (1993), SZABÓ (1998), CSATHÓ et al. (2003) és VÁRALLYAY (2005), GELENCÉR et al. (2010c) közleményei tájékoztatnak. Becslések szerint Magyarországon a felszíni vizekben, 10% az agráreredetű foszforterhelés aránya (CSATHÓ et al. 2003).

A kimosódott kálium mennyisége a nitrogén és a foszfor közé esik, de az eddigi tapasztalatok szerint nincs említésre méltó hatása a környezet minőségére.

A jelen kutatás keretében vizsgált területen, a patak melletti szántóföldek felső harmadán végeztek vizsgálatokat CENTERI et al. (2010a, b), mely során kimutatták, hogy a szántás elérte az alapközetet, tehát igen jelentős mértékű az erózió a területen. Az ebből

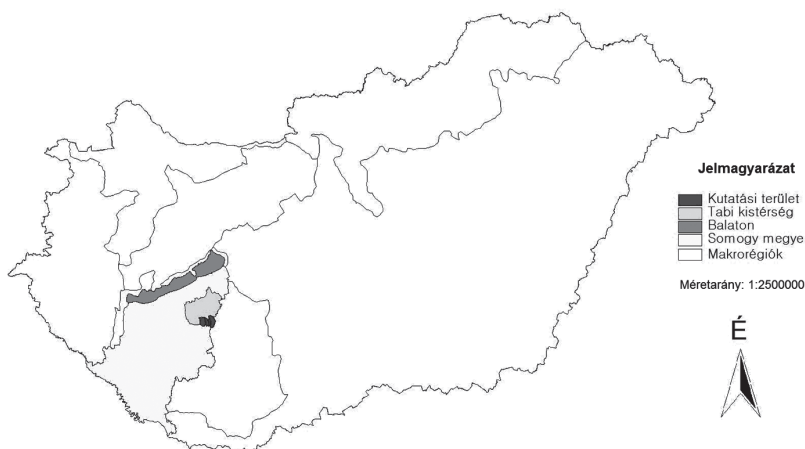
adódó hordalékok egy jelentős része a lejtő alján rakódik le, illetve halmozódik fel, míg a maradék pedig a patakba juthat, mely negatív irányban módosíthatja a Koppány-patak, illetve az ahhoz kapcsolódó vizes élőhelyek kémiai és biológiai állapotát.

Éppen ezért célul tűztük ki mintalejtők kijelölését a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen, a talaj- és tápanyagvesztés potenciális mértékének megállapításához, melyet az USLE modell segítségével végeztünk. Ezt követően megvizsgáltuk az egyes mintalejtők talajait, mellyel egy általános képet kaptunk a talajok jelenlegi állapotáról is. Hogy érzékeltesük a megfelelő tájhasználat fontosságát, célunk volt az éves potenciális talajvesztés mértékének vizsgálata más növényborítások alatt is, hogyan változik a talajvesztés mértéke. Ezt követően úgy gondoltuk szükséges a patakon rendszeres, illetve nagyobb csapadékeseményeket követően vízminőség monitoringot végezni (oxigén-, nitrogén- és foszforháztartás jellemzői) a diffúz, illetve pontszerű szennyezőforrások feltárása érdekében, mivel a patak vízminősége hatással van a patak menti vizes élőhelyekre, mocsarak, rétek és legelők élővilágára is. Továbbá célul tűztük ki talaj-és vízvédelmi javaslatok megfogalmazását is.

Anyag és módszer

A vizsgált terület bemutatása

A vizsgált terület kistáji hovatartozása DÖVÉNYI (2010) alapján a Dunántúli-dombság nagytáj ÉK-i részén, Külső-Somogyban, azon belül is a Kelet-Külső-Somogy kistáj D-i részén helyezkedik el (1. ábra). A Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület Gerézdpusztá és Somogydöröcske között található, párhuzamosan a Koppány-patak körülbelül 2 km hosszúságú szakaszával. A Koppány-völgye kistérsége egyike a leghátányosabb kistérségeknek, így a térség egyik legnagyobb problémája a fiatalok, főként a magasabb végzettséggel rendelkezők elvándorlása. Másik problémakör a fő tevékenységet jelentő mezőgazdaság, mely a biodiverzitást folyamatosan csökkenti, mivel ezeket a földeket nem a helyiek, hanem TSZ utódtársaságok művelik, figyelmen kívül hagyva a természeti és táji adottságokat.



1. ábra Koppány-völgyének elhelyezkedése
Figure 1. Situation of the Koppány Valley

Ennek következtében az erózió, mint nagy jelentőségű talajdegradációs forma, a Koppány-völgyében is jelen van (2. és 3. ábra). Első esetben (2. ábra) egy lejtő alján lévő talajszelvényénél láthatunk 2,5m vastagságban felhalmozott, lehordott termőréteget.



2. ábra 2,5 m mély szediment, Gerézdpusztza
(Fotó: Szabó Boglárka, 2010)

Figure 2. 2,5 meter deep sediment, Gerézdpusztza
(Photo: Boglárka Szabó, 2010)



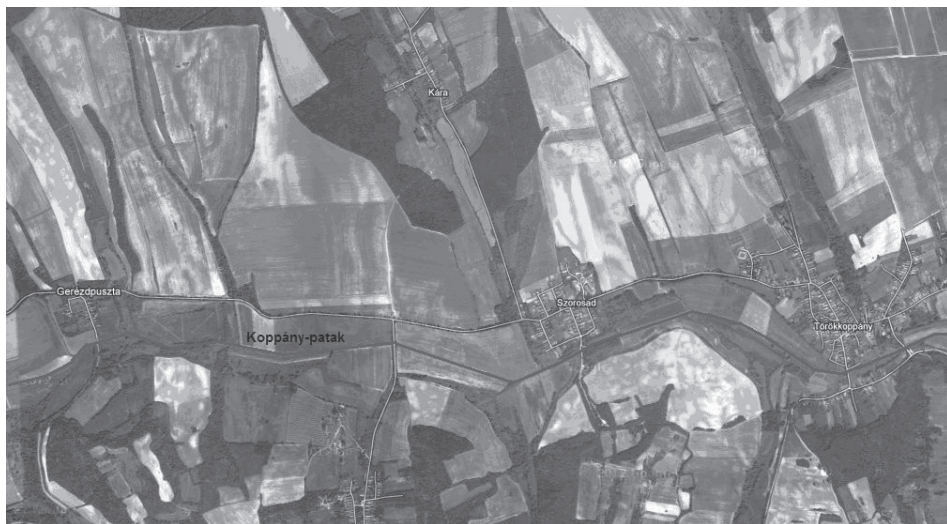
3. ábra 4–5 méter mély eróziós árok, Pusztaszemes
(Fotó: Szabó Boglárka, 2010)

Figure 3. 4–5 meter deep gully, Pusztaszemes
(Photo: Boglárka Szabó, 2010)

A másik esetben (3. ábra) egy 4–5 méter mély eróziós árkot láthatunk egy napraforgó-tábla közepén. Ennek kialakulásához nem egyetlen nap esőzése vezetett, így a területet művelő gazda gondatlansága felróható. A probléma megoldására a vízmosás visszatekintését tekintette a terület gazdája optimálisnak, majd folytatta a gazdálkodást. Ebből is jól látszik a helytelen mezőgazdasági gyakorlat miszerint nem a problémát kiváltó okot próbálják megszüntetni, hanem magát a „tünetet”. Tehát fontos lenne a művelés racionalizálására az extenzív gazdálkodási módok előtérbe helyezésével.

A Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen, illetve a környező települések közigazgatási határain belül, a mezőgazdasági művelés alatt álló szántóterületek csaknem fele 12%-os, vagy a feletti lejtőkategóriával rendelkező területeken található, ahol nem jellemző bármiféle talajvédelmi eljárás alkalmazása, így az erózió folyamatosan sújtja ezeket a területeket. Ezeket a folyamatokra jól szemlélteti a Google Maps felvétele (4. ábra), melyen tisztán látszanak a helyenként erőteljesen fehéredő, intenzív mezőgazdasági területek, illetve közvetlen a Koppány-patak mentén elterülő szántóföldek. Az agrotopográfiai térkép a vizsgált területen a Koppány-patak északi részén mészszelepdedes csernozjomokat, a patak menti területeken réti öntéstalajokat, míg a pataktól délre eső területeken barnaföldeket, Ramann-féle barna erdőtalajokat jelöl. Ezzel ellentétben

viszont már a Google Maps térképe alapján is egyértelműen látszik, hogy a szántóföldek talajának nagy része igen erősen erodálódott. A térképek mellett a terepbejárások alkalmával is nagymértékű leromlásukról tanúskodtak ezek a területek, mivel a lösszel borított domboldalakon elsősorban olyan kapás kultúrák termesztése került előtérbe, mint a kukorica, illetve a napraforgó, melynek sortávolsága igen nagy, növényállományuk zártsága nem megfelelő, illetve legnagyobb levélfelületük csak a nyár második felében alakul ki, így veszélyes csapadékesemények idején talajvédelmi hatásuk igen rossznak tekinthető. Mivel a löszön képződő talajok igen érzékenyek az erózióra (STEFANOVITS 1999), így a lassan meginduló erózió rövid idő alatt felgyorsul és hasonló lejtési és csapadékviszonyok között is több talaj pusztul le a területről, mint a még nem erodált részeken. Mindemellett pedig a környéken gazdálkodó Szorosadi Mezőgazdasági Zrt. munkatársai arról panaszkodnak, hogy termésátlagaik elmaradnak az országos átlagétól, vagy ha el is érik azt, akkor ahhoz igen nagy energia- és pénzbefektetés szükséges.



4. ábra A Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület elhelyezkedése

(Forrás: Google Earth)

Figure 4. Situation of the Koppány Creek Valley Habitat Rehabilitation Experimental Area

(Source: Google Earth)

A Koppány-völgyében a vizsgált terület települési, közigazgatási határain belül a szántóföldek részaránya igen magas, mintegy 52%, egyéb mezőgazdasági területek aránya 8%. Az erdőterületek kiterjedése szintén igen magasnak tekinthető 31%, mely meghaladja az országos átlagot, míg a rét és legelő művelési águ területek aránya igen alacsony, mindössze 3%. A rét és legelő művelési águ területek kiterjedése legfőképp az állattartás hiánya miatt alakult ilyen kedvezőtlenül, mivel nincs mivel legeltetni, vagy feletetni a takarmányt.

Érdekes volt számunkra, hogy a környező települések Településrendezési Tervei egyáltalán nem szabályozzák a mezőgazdasági tevékenységet a felszíni vizek mentén, pedig élőhely- és vízvédelmi szempontból szükséges lenne, mivel nagyon sok helyen a pataktól számított 5–10 m-en belül már szántóföldeket találunk, ahol a puffer zónák igen

kevés helyen lelhetők föl. Az egymásra gyöngyszerűen felfűzött halastavakból származó víz minősége feltételezésünk szerint tápanyaggal igen terhelt, mely esetlegesen, mint a Koppány mellékvízfolyása ronthatja annak vízminőségét.

A terepi munka és mintavétel

Összesen 5 területen mintalejtőket jelöltünk ki, melyek művelési ága szántó, így alkalmas talajvesztés-becslésre, mely számításokat minden egyes mintaterület esetében az USLE egyenlettel végeztünk. A mintalejtőkön, terepmunka során talajmintákat vettünk Pürckhauer-féle szűrőbotos mintavevővel, összesen 12 ponton. A szűrőbotos mintavételi helyek x, y koordinátáit GPS (Global Positioning System) vevővel határoztuk meg, majd az x és y koordinátákat EOVS rendszerű térképnek megfelelően transzformáltuk.

Az USLE egyenlet alkalmazása

Az USLE egyenletről az első tanulmány 1958-ban jelent meg (WISCHMEIER et al. 1958), mely mai formájában WISCHMEIER és SMITH (1978) nevéhez, a K-tényezőjének hazai mérése CENTERI (2002a,b,c,d) nevéhez fűződik:

$$A = R * K * L * S * C * P,$$

ahol:

A = az egységnyi területre számított évi átlagos talajvesztés ($t^*ha^{-1}*év^{-1}$);

R = esőtényező, a helyileg várható záporok erózió-potenciálja ($MJ*mm^*ha^{-1}*h^{-1}*év^{-1}$);

K = a talaj erodálhatóságát kifejező tényező ($t^*ha^*h^*ha^{-1}*MJ^{-1}*mm^{-1}$);

L = a lejtőhosszúság tényezője, (viszonyszám);

S = a lejtőhatás tényezője, (viszonyszám);

C = a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, a talajvesztés aránya különböző talajfedettség és gazdálkodásmód esetén a fekete ugaréhoz viszonyítva (viszony-szám);

P = a talajvédelmi eljárások tényezője, a talajvesztés aránya vízszintes, sávos vagy teraszos művelés esetén a lejtőirányú műveléshez viszonyítva (viszonyszám).

Az **R tényező** a helyileg várható záporok eróziópotenciálját adja meg. A talajerózió mechanikai folyamat, melyhez energia szükséges, ennek az energiának nagy részét pedig az esőcseppek szolgáltatják. Ezért a várható talajvesztés mértékének meghatározásához szükséges a lehulló záporok kinetikai energiájának ismerete. A 30 perces maximális intenzitás szoros kapcsolatban van a talajpusztulással, illetve a cseppek kinetikai energiájával, így az esőerózió-index (*EI*) az eső kinetikai energiájának és a 30 perces maximális intenzitásnak a szorzata. Munkánk során ezt a tényezőt nomogram segítségével határoztuk meg.

K tényező a talaj erodálhatóságát kifejező tényező, mely a talajleemosódásnak az erózióindex egységére vonatkoztatott mértékét fejezi ki, ez pedig több talajjellemzőtől is függ. Ezek a talajjellemzők a szemcseösszetétel, a humusztartalom, a szerkezet és a víznyelés. Mindez egy 22,13 m hosszú, 9%-os, ugar, folyamatosan lejtőirányba művelt lejtőhöz van viszonyítva. Vizsgálatunk során CENTERI (2002) esőszimulátorral végzett mérési eredményeit használtuk fel.

LS tényező a lejtőhosszt, illetve a lejtőhajlást kifejező érték, melyet ezen értékek (külön L és S) szorzataként kapunk meg. A lejtő emelkedésével az S tényező is növekszik.

C tényező a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, mely különböző növényfajok talajvédő hatását, a növényi maradványok mennyiségét, a kezelés módját és a termesztési módot (monokultúrás, vagy vetésváltó) fejezi ki.

P tényező a talajművelés tényezője, mely a művelés módját fejezi ki. A vízszintes szántás hatására a lejtő irányú műveléshez viszonyítva a 12%-os lejtőig jelentős. A legrosszabb értéket azok a területek kapják, ahol lejtőirányú művelés történik.

A vizsgált területről az alábbi térképet használtuk fel: 1:10000-es méretarányú EOVS térkép (FÖMI (1990): 33-421, 33-422, 33-423, 33-424 térképszelvények).

Vízminőség vizsgálatok

Vízminőségi vizsgálatokat havi rendszerességgel összesen 3 mintavételi helyszínen, a Koppány-patak Gerézdpusztá és Törökkoppány közti szakaszán, illetve egyes nagyobb csapadékeseményeket követően pedig csak a törökkoppányi helyszínen végeztünk. Egy alkalommal a Karád és Törökkoppány közötti szakaszon, összesen 9 ponton vizsgáltuk a vízminőséget. A mintavétel pontját illetően egy kivétellel mind a Koppány-patakra vonatkozik, míg a Gerézdi-tavak alatt lévő vízfolyásunk a Koppányba torkollik, mely vízutánpótlását a Gerézdi-tavakból kapja.

A vízminták kiértékelése a Macherey-Nagel cég által forgalmazott VISOCOLOR ECO kompakt fotométerével (PF-12) történt, VISOCOLOR ECO reagensekkel, mely során NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , $\text{PO}_4\text{-P}$, SO_4^{2-} , K^+ , Fe koncentráció mérését végeztük el. KOI kiértékelése a NANOCOLOR termoblokkban való roncsolás után történt szintén fotométerrel. Ezen felül vizsgáltuk még a minták pH-ját és az oldott oxigén mennyiségét is.

A felszíni vizeket az MSZ 12749 magyar szabvány alapján jellemeztük. A szabvány a felszíni vizek minőségéről, a minőségi jellemzőkről és a minősítésről szól, melyben 5 vízminőségi osztályt különböztetnek meg: kiváló, jó, tűrhető, szennyezett és erősen szennyezett víz. 2004-től az Európai Unió által meghatározott vízminősítési rendszer követelményei vonatkoznak ránk. Ilyen a vidékfejlesztési miniszter 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelete is, mely a felszíni vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szól. Ezen rendelet tartalmazza azon vízminősítési határértékeket víztest típusonként, melyek alapján meghatározható, hogy az adott felszíni vízfolyás a Víz Keretirányelvben (VKI) előírt jó állapot kategóriájába tartozik-e. E rendelet alapján történt az egyes vízminőségi jellemzők kategorizálása.

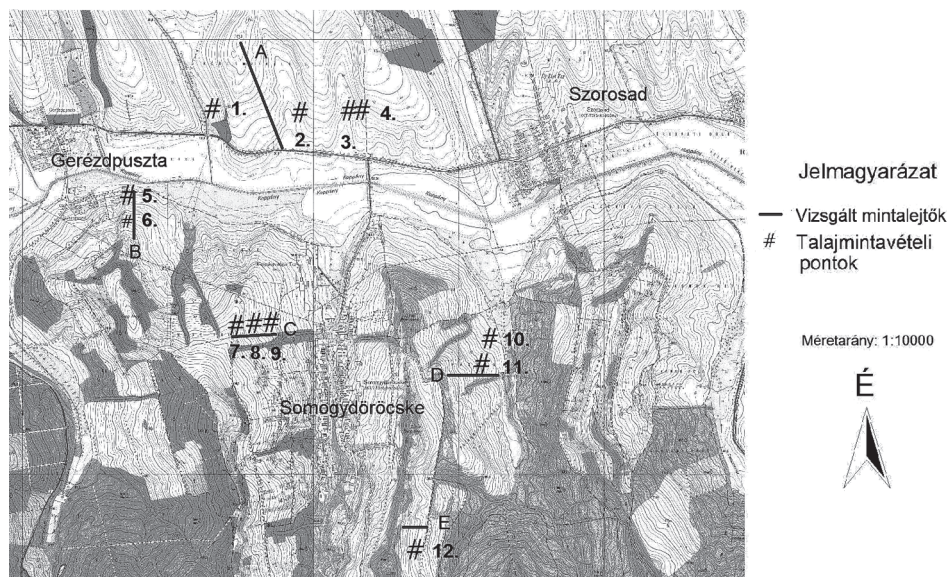
Eredmények

Talajtani vizsgálatok

A Pürckhauer-féle szűrőbotos talajtani vizsgálatok helyszíneit térképen ábrázoltuk (5. ábra). A szűrőbotos vizsgálataink során jól elkülöníthető „A” szintet egyik minta esetében sem találunk, szinte mindenhol hiányzik, vagy összekeveredett a lejtős mozgások és az intenzív használat következtében a többi, „B” és „C” szinttel. Találtunk ezen kívül még keveredett „C” szinteket is. A mésztartalom mindenhol magas, egyes lejtőkön diónyi, vagy annál nagyobb mészgöbcecset is találtunk. A leggyakrabban előforduló talajtípus lejtőhordalék és földes kopár volt.

Mintalejtők talajvesztés-becslése az USLE modellel

Összesen 5 mintalejtőt jelöltünk ki a talaj mintavételi pontok alapján (5. ábra).



5. ábra Mintalejtők és szűrőbotos mintavételi pontok elhelyezkedése a Koppány-völgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen
 Figure 5. Situation of sample slopes and core sampling points in the Koppány Valley Habitat Rehabilitation Experimental Area

R tényezőt nomogram segítségével számoltuk, melyhez az éves csapadékmennyiségre és a nagyobb csapadékesemények visszatérési idejére volt szükség. Itt minden lejtő esetében 800-zal számoltunk (1. táblázat).

CENTERI (2002) mérési eredményei alapján a **K** tényező értéke humuszkarbonát talajra 0,038 (1. táblázat). Ezt az értéket használtuk az összes lejtő esetében. Bár a C és D jelölésű lejtők esetében találtuk a lejtő középső, illetve alsó harmadában, még vöröses „B” szinttel rendelkező Ramann talajokat, a lejtők felső harmadában viszont rendszerint ezek nagy mértékű erodáltságából visszamaradt földes kopárokot leltünk.

Az egyes lejtők **LS** tényezője a következőképp alakult (1. táblázat): A: 0,8718; B: 6,7707; C: 4,4363; D: 5,2629; E: 5,1655.

Munkánk során több felszínborítás esetében is megvizsgáltuk a talajvesztés éves mértékét, így 4 jellemző felszínborítást választottunk (1. táblázat) és ezek értékeivel számoltunk (C1: kapás kultúra esetében 0,5; C2: kalászos esetében 0,25; C3: gyeppillangós esetében 0,1; valamint C4: lombos erdő esetében 0,05).

Mivel az A és E lejtők esetében szintvonalas művelés történik, így az egyes lejtők értékei, a lejtőkategória figyelembe vételével a következőképpen alakultak (1. táblázat): A: 0,5 ; B: 1; C: 1; D: 1; E: 0,8.

1. táblázat Az USLE modell bemeneti paramétereit

Table 1. Input parameters of USLE

	<i>R</i>	<i>K</i>	<i>LS</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>P</i>
A	800	0,038	0,8718	0,05	0,25	0,1	0,5	0,5
B	800	0,038	6,7707	0,05	0,25	0,1	0,5	1
C	800	0,038	4,4363	0,05	0,25	0,1	0,5	1
D	800	0,038	5,2629	0,05	0,25	0,1	0,5	1
E	800	0,038	5,1655	0,05	0,25	0,1	0,5	0,8

A különböző felszínborítások, különböző éves talajvesztés jeleznek az egyes mintalejtőkön (2. táblázat).

2. táblázat Egyes mintalejtők éves talajvesztése különböző felszínborítások alatt

Table 2. The yearly rate of soil loss on the chosen slopes under different land cover

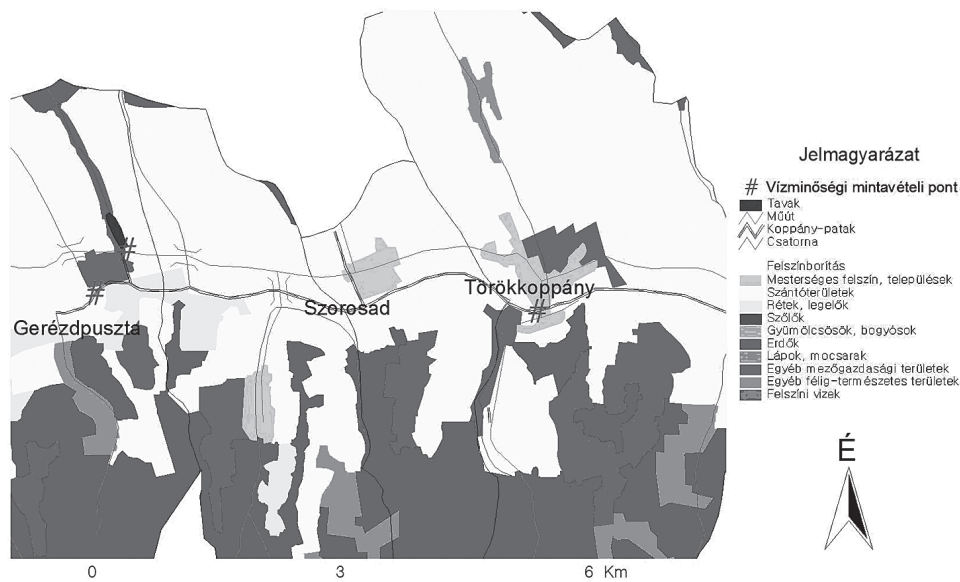
<i>Mintalejtők</i>	<i>Kapás kultúra</i>	<i>Kalászos</i>	<i>Gyep/pillangós</i>	<i>Lombos erdő</i>
	<i>Talajvesztés (tonna/ha/év)</i>			
A	6,62	3,31	1,32	0,66
B	102,91	51,45	20,58	10,29
C	67,43	33,71	13,48	6,74
D	79,99	39,99	15,99	7,99
E	62,81	31,40	12,56	6,28

Jól látszik, hogy az „A” jelzésű mintalejtőn a legkisebb az éves talajvesztés mértéke, mivel 5% alatti lejtőkategóriába tartozik. Itt a legkisebb a talajvesztés mindegyik felszínborítás alatt. Az is jól látszódik, hogy a legjobb talajtakaró vegetáció típus a lombos erdő. Természetesen erdők alatt is jelen vannak az eróziós folyamatok, de nem olyan mértékben, mint szántóföldön. Itt még közel 16%-os lejtőkategórián is csak 10,29 tonna/ha/év a talajvesztés mértéke, míg kapás kultúrák esetében az erdőborítás alatt becsült erózió mértékének tízszerese jelentkezik, mely az eredményekből is jól látszik. Bár vizsgált lejtőink között nem szerepel erdő, viszont egy részük egykor erdő lehetett. A lombos erdő után a gyep, illetve a pillangós évelő növények rendelkeznek a második legjobb talajvédő tulajdonsággal. Ezen növények alatt jelentkező talajvesztés a lombos erdők alatti talajvesztés értékek kétszerese, mely a C tényezők arányából is adódik (kétszerese egyik a másiknak). A kalászosok C tényezője viszont 2,5-szerese a pillangóséknak, illetve az 5-szöröse a lombos erdőéknak, így a kapott eredmények is ez alapján alakultak.

Az „A” mintalejtő és a lombos erdők kivételével a talajvesztés mértéke mindenhol meghaladta a tolerálható talajvesztés mértékét, míg a maximális tolerálható talajvesztés intervallumába már javarészt beletartoznak a pillangós és a gyepterületek is. Legnagyobb talajvesztés értékeket kaptunk eredményként a B és D lejtők esetében, mely a lejtő meredekségéből és a szintvonalakra merőleges művelésből adódik.

Vízminőségi vizsgálatok

Munkánk során havi rendszerességgel 3 pontról vettünk mintát a Koppány-patak mentén, melyek a következők voltak: Gerézdpusztá, Gerézdi-tavak és Törökkoppány (6. ábra).



6. ábra Vízzminőség-vizsgáló mintavételi pontok elhelyezkedése
Figure 6. Situation of the water quality examination sampling points

Az oxigénháztartás jellemzői közül az oldott oxigént és a kémiai oxigénigényt vizsgáltuk mintáinkban. Az oldott oxigén mennyisége az élővilág szempontjából egy igen fontos tényező. A vízfolyások különösen érzékenyek a szennyezésre nyáron, mivel ilyenkor a vízhozam, a sebesség, valamint a függőleges átkeveredés csökken, aminek eredményeként az oldott oxigén mennyisége is csökken. Ráadásul a melegebb vizek oldott oxigénfelvétel képessége is kisebb. Az oldott oxigéntartalom megváltozása változást okoz a vízi ökoszisztémák élőlényei fajösszetételében és fajgazdagságában is. Mintáink oldott oxigén koncentrációja a halastavak alatti szakaszon rendszerint nem éri el a határértékek szerinti jó állapotot, mivel a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben szereplő határérték $>7\text{mg/l}$. A többi mintavételi pont esetében 1–2 alkalom kivételével a jó állapot eléréséhez szükséges értékekkel találkozhatunk.

A vízben lévő szerves szennyezőanyag mennyisége közelítően a kémiai oxigénigény (KOI, mg/l) alapján is meghatározható. A KOI meghatározása tehát azt az oxigénmennyiséget adja meg, amely a vízben lévő szerves anyag kémiai oxidálásához szükséges. A halastavak alatti mintavételi ponton igen magas KOI értékeket mértünk. A Koppány-patak esetében mindössze két alkalommal haladta meg a mért érték a határértéket ($<25\text{mg/l}$).

A következőkben a nitrogén- és foszforháztartás jellemzőit mutatjuk be. Az ammóniatartalom a szerves szennyezések egyik legfontosabb mutatója és megjelenése a vizekben többféle folyamat következménye lehet, melyek közül a kémiai (biokémiai) és mikrobiológiai folyamatok a legfontosabbak. A Koppány-patak $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentrációja a jó állapotnak ($<0,3$ mg/l) megfelel, viszont a halastavak alatti kis vízfolyás ammónium-ion koncentrációja jelentősen meghaladta azt a nyári kéthetes hőséget követően. Egy alkalommal január végi mérési eredményeknél a Koppány-patakban az ammónium-ion mértéke sokszorosa volt a kívánt értéknek, melynek forrását nem tudjuk.

Általában nagyon alacsony koncentrációban fordul elő a természetes vizekben a nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), ennek megfelelően a meglévő határértékek is alacsonyak. A szennyvízterhelés szempontjából jó indikátor, mérése azonban bizonytalan. A nitrit koncentrációja a mért időpontokban 7 alkalommal lépte át a megadott határértéket ($<0,06$ mg/l), az első kettő alkalommal nem sokkal haladta azt meg, mely a száraz télnek, télvégi kisvizeknek tudható be. Az utolsó három mintavétel esetében, nagyobb esőzés után vettünk mintát Török-koppányban, melyek szintén magas értékekkel rendelkeztek. 2012. július 20-án a nitrit értéke sokszorosára emelkedett, melynek eredetét nem ismerjük.

A nitrát a nitrifikáció végterméke, a vizekben igen stabil nitrogénforma. Fontos növényi tápanyag, emellett indikátora a diffúz terheléseknek és jelentős mennyiségben származik a kommunális szennyvizekből is. Vizsgálataink során a mért értékek nem feleltek meg az elvárt értékeknek (< 3 mg/l). A halastavak alatti mintavételi pontok értékei nem olyan kiugróak, mint a Koppány-pataké, mivel a Koppány-patak mintáiban igen nagy gyakorisággal mértünk többszörös értékeket

A foszfor jelentősége nagy, az élővizek szempontjából igen fontos. Az oldott foszfor szerves foszfor vegyületekből és ortofoszfátból áll. Az algák számára közvetlenül ortofoszfát formában vehető fel a foszfor. Hazai vizeink eutrofizálódásáért elsősorban ez az elem a felelős, tavaink többnyire foszfor limitáltak, mivel természetes körülmények között a foszfor a többi tápelemhez képest sokkal kisebb koncentrációban fordul elő. Legnagyobb mennyiségben való vízbe jutásáért a mezőgazdasági tevékenységek (szerves trágyázás, műtrágyázás, állattartó telepek), illetve a kommunális szennyvízkibocsátás a felelősek. A halastavak alatti mintaterület $\text{PO}_4\text{-P}$ terhelése kisebb, mint a Koppányé, viszont az sem éri el a magyar rendeletek szerinti, a VKI által célként kitűzött jó állapotot. A 2011. 08. 29-i mérések eredményei figyelemre méltóak, mivel a mérést megelőző két hétben szinte folyamatosan 30°C körüli napi átlaghőmérséklet uralkodott hazánkban, melynek negatív hatásai a vízminőségben is megmutatkoznak.

Megvitatás

Több cikk és tanulmány is megjelent (GELENCSÉR 2010; GELENCSÉR et al. 2010a, b, c, d; CENTERI 2011) arról, hogy milyen problémák vannak jelen a térségben a jelenlegi nagyüzemi, intenzív művelési módok következtében, melyek a vidék természeti erőforrásaival való helytelen gazdálkodáshoz köthetők.

A terepi vizsgálataink alátámasztották, hogy a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen vizsgált talajok jelentős része nagymértékű negatív átalakuláson esett át, mely negatív folyamatok elsősorban az intenzív mezőgazdasági gyakorlatnak köszönhetőek. Ezek természet-és környezetvédelmi szempontból sem kedvezőek. A talajok

vizsgálata során elsősorban földes kopár és lejtőhordalék talajokat találtunk igen magas mésztartalommal, mely jelzi a meszes alapkőzet közelségét, a talajok nagymértékű leromlását. Ahol sötétebb színeket találtunk a kevertebb részekben, ott feltételezhetően az egykori Ramann-féle barna erdőtalajok nyomai mutatkoztak meg. Az USLE modellel kapott eredmények szinte kivétel nélkül meghaladták a tolerálható talajvesztés mértékét (2–11 t/ha), így a modellel kapott eredmények alátámasztják a terepi vizsgálataink eredményét.

Vízminőségi vizsgálataink során a halastavak alatti mintavételi pontunknál több alkalommal is határértéket meghaladó KOI értékeket mértünk, mely elsősorban annak tudható be, hogy itt a vízfolyás lassú mozgású és a meleg, kisvízi időszakban több szervesanyag halmozódik fel a vízfolyásban. Viszont a Koppány-patak esetében is kimutattunk szervesanyag terhelést összesen két alkalommal. A gyakori nitrát koncentráció-növekedésnél a nitrát erózió vagy egyéb úton történő bemosódása kizárható, hisz egyes esőzések alkalmával mért értékek általában alacsonyabbak voltak a rendszeres mérések eredményeinél, így szennyvíz eredetű koncentráció-növekedésnek véljük. Mintáinkban a foszfor tartalom rendszeresen és kiemelkedően magas volt. Ennek legfőképp az lehet az oka, hogy a patakot a Balatonlellel Szennyvíztisztító Telep tisztított szennyvize terheli, ami kisvízi időszakban okoz problémát, egyrészt az üdülőkörzetek szennyvízmennyisége megnövekszik turisztikai szezonban, másrészt az egyébként is változó vízhozamú patakban nyári, meleg időszakokban nincs elegendő vízmennyiség a hígulási folyamatokhoz. Téli méréseknél is igen magasak voltak az értékek, mely valószínűleg a száraz időjárás miatt alakulhatott így, mivel ekkor sem volt kellő mennyiségű víz, mely fel tudta volna kicsit hígítani.

Méréseink alapján megállapítottunk, hogy a Koppány-patak foszfor tartalma nem az erózióból fakadó tápanyagterhelésnek köszönhető, hanem a Balatonlellel Szennyvíztisztító Telep tisztított szennyvizéből származó szerves-anyag terhelésnek.

Javaslatok

Mivel a jelenlegi állapotok hosszú távon nem fenntarthatók, ezért talajvédelmi beavatkozásokra van szükség. A legegyszerűbben a növénykultúrák megfelelő megválasztásával, azok talajborításának figyelembe vételével és vetésforgóba való megfelelő illesztésével csökkenthető a talajvesztés mértéke. Ezen kívül szükség van a 12% fölötti lejtőkategóriába tartozó szántók számának és méretének csökkentésére, illetve a gyenge és a rossz talajvédő hatású növények vetésforgóba illesztésének korlátozására. Ehhez pedig elengedhetetlen a helyi gazdákkal történő egyeztetés.

Az erózióval veszélyeztetett szántókon meg kell honosítani a talajvédelmi célt szolgáló agrotechnikákat, amihez szükség van a helyi gazdálkodók bevonására és képzésére. Mindezek mellett a talajok tápanyag-gazdálkodását is racionalizálni kell.

Fontos a már kialakult vízmosások megszüntetése, megkötése, illetve a lejtők aljában pufferterületek kijelölése a patak menti területeken, melyek csökkentik az erózióból következő káros hatásokat.

Mivel mintáinkban a foszfor tartalom kiemelkedően magas volt, így ennek megfogására szűrőmezők kialakítására van szükség annak érdekében, hogy a patak vízminősége elérje a VKI által kitűzött jó kémiai és ökológiai állapotot. Ezáltal csökkenthető a patak menti élőhelyek további degradációja, illetve a már bekövetkezett negatív folyamatok hatása is.

Közönetnyilvánítás

Jelen kutatást a Kutató Kari Kiválósági Támogatás – Research Centre of Excellence – 17586-4/2013/TUDPOL támogatta.

Irodalom

- BARCZI A., CENTERI Cs. 1999: A mezőgazdálkodás, a természetvédelem és a talajok használatának kapcsolatrendszere. *ÖKO* 10: 41-48.
- BARCZI, A., CENTERI, Cs. 2005: Az erózió és defláció tendenciái Magyarországon. In: Stefanovits, P. (szerk.): A talajok jelentősége a 21. században. Magyarország az ezredfordulón. Agrárium. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. p. 221–244.
- CENTERI, Cs. 2002a: Importance of local soil erodibility measurements in soil loss prediction. *Acta Agronomica Hungarica*, 50 (1): 43–51.
- CENTERI, Cs. 2002b: A talajerodálhatóság terepi mérése és hatása a talajvédő vetésforgó kiválasztására. *Növénytermelés*, 51 (2): 211–222.
- CENTERI, Cs. 2002c: The role of vegetation cover in soil erosion on the Tihany Peninsula. *Acta Botanica Hungarica*. 44 (3–4): 285–295.
- CENTERI Cs. 2002d: Az általános talajvesztés becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Doktori értekezés. Gödöllő, SziE. p. 162
- CENTERI, Cs. 2010: A talajerő-gazdálkodás javításának lehetőségei. In: KOVÁCS GY., GELENCSÉR G., CENTERI Cs. (szerk.): Az Élhető Vidékért 2010 környezetgazdálkodási konferencia. Siófok, 2010. szeptember 22–24. Konferenciakötet. Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület, Törökkoppány. p. 92–101.
- CENTERI Cs., PATAKI R. 2003: A talajerodálhatósági értékek meghatározásának fontossága a talajvesztés tolerancia értékek tükrében. *Tájékológiai Lapok*, 1 (2): 181–192.
- CENTERI, Cs., PATAKI, R. 2005: Soil erodibility measurements on the slopes of the Tihany Peninsula, Hungary. In: A. Faz Cano, R. Ortiz Silla & A. R. Mermut (eds). *Sustainable Use and Management of Soil – Arid and Semiarid Regions. Advances in GeoEcology* 36, p. 149–154.
- CENTERI, Cs., PATAKI, R., BIRÓ, Zs., CSÁSZÁR A. 2003: Az eróziós térképek kategóriáinak értékelése. *Agrokémia és Talajtan, Szemle*, 52 (3–4): 443–454.
- CENTERI Cs., GELENCSÉR G., VONA M. 2010: A Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület mintalejtőjének talajtani jellemzése a laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Siófok, 2010. szeptember 22–24. Absztrakt kötet. Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület, Törökkoppány. p. 38.
- CENTERI, Cs., VONA, M., GELENCSÉR, G., AKÁC, A., SZABÓ, B. 2011: Examination of soil and water quality along the Koppány Valley Habitat Rehabilitation Experimental Area. Abstract. „Realistic expectations for improving European waters”. Final conference of COST Action 869. Mitigation options for Nutrient Reduction in surface water and groundwaters. Keszthely, Hungary, 12-14. October 2011, p. 17.
- CLEMENT A. (2005): A foszforterhelés meghatározása és csökkentésének hatása sekély tavak foszforforgalmára. Doktori értekezés. BME VKKT, Budapest. 136.p.
- CLEMENT A. 2010: Felszíni vizek minősége és terhelhetősége: a vízminőség-szabályozás új feltételrendszere a VKI tükrében. Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlés, Sopron 2010. július 7–9.
- CSATHÓ P., OSZTOICS E., SÁRDI K., SISÁK I., OSZTOICS A., MAGYAR M., SZÜCS P. 2003: A mezőgazdasági területekről a felszíni vizekbe kerülő foszforterhelések I. Foszforforgalmi vizsgálatok értékelése. *Agrokémia és Talajtan* 52 (3-4): 473–486.
- DEMÉNY, K., CENTERI, Cs. 2008: Habitat loss, soil and vegetation degradation by land use change in the Gödöllő Hillside, Hungary. *Cereal Research Communications, Supplement*, Vol. 36: 1739–1742.
- DÖVÉNYI Z. 2010: Magyarország kistájainak katasztere. 2. átdolgozott és bővített kiadás. Bp., MTA FKI, 2010. 876 p.
- DREGNE, H. E. 1992: Erosion and soil productivity in Asia. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47(1): 8–13.
- DUTTMAN, R. 1999: Partikulare Stoffverlagerungen in Landschaften. *Geosynthesis*, 10: 233.
- FARSANG, A. BARTA, K. 2004: A talajerózió hatása a feltalaj makro- és mikroelem tartalmára. *Talajvédelem különszám, Talajvédelmi Alapítvány Kiadó*, 268–276.
- FARSANG, A., KIJKA, G., BARTA, K. 2006: Talajerózió és foszforátrendeződségi folyamatok térképezése kisvízgyűjtőn. *Talajvédelem (különszám), Talajvédelmi Alapítvány Kiadó*, 170–184.

- GELENCSÉR, G., 2010: Öko-szociális problémák és helyi válaszok a Koppány völgyben. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 34.
- GELENCSÉR G., FAZEKAS M., CENTERI Cs., VONA M., DEMÉNY K. 2010a: Összehasonlító vízrajzi elemzések a történeti katonai térképek alapján a Koppány-patak egy szakaszának rehabilitációjához. Kárpát-medencei Doktoranduszok Nemzetközi Konferenciája, Konferencia Kiadvány (CD), pp. 78–89.
- GELENCSÉR, G., VONA, M., CENTERI, Cs. 2010b: Possible solution for viable land use with environmentally sound agricultural production in the Koppány Valley area, Hungary. In: Turtola, E., Ekholm, P., Chardon, W. (eds.) Novel methods for reducing agricultural nutrient loading and eutrophication. Proceedings of Meeting of Cost 869, Jokioinen, Finland, 14–16 June, 2010. MTT Agrifood Research Finland, p. 24.
- GELENCSÉR, G., VONA, M., CENTERI, Cs. 2010c: Védett földtani értékek degradációja a talajerózió és a diffúz tápanyagterhelés tükrében. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 35.
- GELENCSÉR, G., VONA, M., CENTERI, Cs., DEMÉNY, K. 2010d: Loosing agricultural heritage in rural landscapes – a case study in Koppány Valley area, Hungary. Book of Abstracts. PECSRL The Permanent European Conference for the study of the Rural Landscape 24th Session. Living in landscapes: knowledge, practice, imagination. Riga & Liepaja, Latvia, 23–27 August 2010, p. 59.
- GILLER, K. E., BEARE, M. H., LAVELLE, P., IZAC, A-M., N., SWIFT, M. J. 1997: Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem. *Function. Applied Soil Ecology* 6: 3–16.
- 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.
- HENDRIX, P. F., PARMELEE, R. W., CROSSLEY, D. A., Jr., COLEMAN, D. C., ODUM, E. P., GROFFMAN, P M. 1986: Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. *Bioscience*, 36: 374–380.
- ISRINGHAUSEN, S. 1997: GIS-gestützte Prognose und Bilanzierung von Feinboden und Nährstoffaustragen in einem Teileinzugsgebiet der oberen Lamma in Südniedersachsen Diplomarbeit, Universität Hannover. pp. 34–42.
- JAKAB G. 2004: Erodálhatósági vizsgálatok eső-szimulátorral. In: BARTON G. és DORMÁNY G. (szerk.) Táj, tér, tervezés. Geográfus Doktoranduszok VIII. Országos Konferenciája. Szeged, pp. 1–10.
- JAKAB G. 2006: A vonalas erózió megjelenési formái és mérésének lehetőségei. *Tájékológiai Lapok*, 4 (1): 17–33.
- JOLÁNKAI G. 1983: Modelling of non-point source pollution. In: Application of ecological modeling in environmental management. Ed: Jorgensen, S.E., Elsevier Sc. Publ. Co., Amsterdam, The Netherlands, pp. 283–379.
- JORDAN, Gy., VANROMPEAY, A., SZILASSI, P., CSILLAG, G., MANNAERTS, C., WOLDAL, T. 2005: Historical land use changes and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 119–130.
- KAHINDI, J. H. P., WOOMER, P., GEORGE, T., DE SOUZA MOREIRA, F. M., KARANJA, N. K., GILLER, K.E., 1997: Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function in the tropics: the role of nitrogen-fixing bacteria. *Appl. Soil Ecol.*, 6: 55–76.
- KERÉNYI A. 1985: Szabadföldi talajeróziós kísérletek Tokaj-Hegyalján. *Agrokémia és Talajtan*, 34 (3–4): 367–386.
- KERÉNYI A. 1991: Talajerózió Térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest
- KERTÉSZ Á. 1987: A talajpusztulás vizsgálata eróziós mérésekkel Pilismarót határában. *Földrajzi Értesítő*, 36 (1–2): 115–142.
- KOVÁCS Á., CLEMENT A. 2008: Diffúz szennyezés modellezése vízgyűjtő léptékben: esettanulmány tapasztalatok, Kézirat, BME VKKT
- KOVÁCSNÉ OLTYÁN E., VASAS F., WÁGNER J., MÁTRAI I., 2008: Az Élővíz-csatorna jó ökológiai potenciáljának meghatározása. Magyar Hidrológiai Társaság Vándorgyűlése, Miskolc.
http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/26/1szekcio/Kovacsne_Oltyan_EszterOK.htm
- 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., JAKAB G., TÓTH A. 2003: Movement of solutes and their relationship with erosion in a small watershed. In: Nestroy O, Jambor P (szerk.) Aspects of the Erosion by Water in Austria, Hungary and Slovakia Bratislava: Soil Science and Conservation Research Institute, pp. 99–110.
- MAHMOOD, K. 1987: Reservoir sedimentation: impact, extent, and mitigation. World Bank Technical Paper, 71. kiadás, pp. 118

- McCULLY, R. 2001: *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. Zed Books, London, revised edition, pp. 359
- OLDEMAN, L. R., HAKKELING, R. T. A., SOMBROEK, W. G. 1990: *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. An Explanatory Note*. (Rev. ed.) 35. (with maps) UNEP-OSRIC. Wageningen
- OSZTOICS E., CSATHÓ P., SÁRDI K., SISÁK I., MAGYAR M., OSZTOICS A., SZÜCS P. 2004: A mezőgazdasági területekről a felszíni vizekbe kerülő foszfor terhelések II. *Agrokémia és Talajtan* 53. pp. 165–181.
- 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.
- SISÁK I., MÁTÉ F. 1993: A foszfor mozgása a Balaton vízgyűjtőjén. *Agrokémia és Talajtan* 42/3-4. pp. 257–269.
- SORÓCZKI-PINTÉR É., KIRÁLYKUTI I., KOVÁCS Zs., PADISÁK J., VARANKA, I. (2006): Balatoni befolyók vízkémiai jellegének vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 86 (6): 113–115.
- STEFANOVITS P. (1992): *Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest* 380 p.
- STEFANOVITS P., FILEP Gy., FÜLEKY Gy. 1999: *Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest* 422 p.
- SZABÓ L. 1968: A talajpusztulás és a védekezés szükségességének vizsgálata Gödöllő adottságai között. *Agrár-tudományi Egyetem Tudományos Értesítője, Gödöllő* 22: 1–25.
- SZABÓ L. 1976: Erózióval kapcsolatos vizsgálatok Gödöllőn és környékén. *Magyar Mezőgazdaság*, 21 (51–52): 14–15.
- SZABÓ L. 1998: *Növénytermesztés és a környezet. Tan-Grafix Kiadó, Budapest*. 381 p.
- SZABÓ L. 2006: *A termőföld védelme. Agroinform Kiadó, Budapest*. 233 p.
- 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.
- SZLEPÁK E. 2010: *Kis vízfolyások komplex monitoringrendszerének kidolgozása a Galga patak példáján. Doktori (Ph. D.) értekezés. Gödöllő*. 176 p.
- SZÜCS P., CSEPINSZKY B., SISÁK I., JAKAB G. 2006: Rainfall simulation in wheat culture at harvest. *Cereal research communications* 34 (1) 81–84.)
- THYLL Sz. (szerk.) 1992: *Talajvédelem és vízrendezés dombvidéken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 350 p.
- TÓTH A., JAKAB G., MADARÁSZ B., MÉSZÁROS E. 2001: Csapadékok által oldott anyagok mozgása egy kis-vízgyűjtőn és szerepük az erózió folyamatában. *Magyar Földrajzi Konferencia Szeged. A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. A Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei (CD)*
- VÁRADI Zs., FEHÉR G. 2010: Szennyvíztelepek kibocsátásainak hatása kis vízfolyásokra – tapasztalatok az ADUKÖVIZIG területén. XXVIII. Magyar Hidrológiai Társaság Országos Vándorgyűlése Sopron, 2010. július 7–9. Előadás kivonat.
- VÁRALLYAY Gy. 2005: Talajvédelmi stratégia az EU-ban és Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan* 54 (1–2): 203–216.
- VÁRALLYAY Gy., CSATHÓ P., NÉMETH T. 2005: Az agrártermelés környezetvédelmi vonatkozásai Magyarországon. In: Kovács G., Csathó P. (szerk.). *A magyar mezőgazdaság elemfoglalma 1901 és 2003 között. Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. MTA TAKI, Budapest*, pp. 155–188.
- WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D. 1958: Rainfall Energy and Its Relationship to Soil Loss. *Transactions, American Geophysical Union* 39 2: 285–291.
- 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*. 58 pp.

PEDOLOGICAL AND HYDROLOGICAL RESEARCHES AT THE KOPPÁNY-VALLEY HABITAT
REHABILITATION EXPERIMENTAL AREA - POSSIBILITIES OF NATURE CONSERVATION
AREA DEVELOPMENT

B. SZABÓ¹, M. VONA², G. GELENCSÉR³, A. AKÁC¹, ZS. DOBÓ¹

¹Szent István University, Dept. of Nature Conservation and Landscape Ecology
H-2103 Gödöllő, Péter K. u. 1., e-mail: bogi87@gmail.com

²National Development Agency
H-1177 Budapest, Wesselényi utca 20-22.

³Vox Vallis Development Association
H-7285 Törökkoppány, Kossuth L. u. 66

In the Koppány Creek Valley the land use types do not reflect natural and geomorphologic factors and thus causing negative effects such as soil water erosion and water pollution. To prove the negative effects of land use change, we chose soil erosion as indicator. We used the USLE model to calculate the amount of soil loss based on five selected sample slopes on plough lands. The results show that the yearly soil loss values are higher than the tolerable soil loss. We assumed that intense rainfall events can cause severe nutrient loss from plough lands and that can be detected in the water samples from the creek. Therefore between Törökkoppány and Gerézdpuszta we performed water quality examination. We regularly took samples at three points. The monthly measurements show that PO₄-P values are very high and the phosphorus load is continuous and it is multiple of the desirable limit, which applies markedly during low water periods. The source of the phosphorus is not the arable land (according to the soil sample chemical analyses), but the wastewater management of Balatonlelle. Planned soil and water conservation interventions based on the measurements.

