

SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR
KÖRNYEZET- ÉS TÁJGAZDÁLKODÁSI INTÉZET
TERMÉSZETVÉDELMI ÉS TÁJÖKOLÓGIAI TANSZÉK

**TALAJ- ÉS VÍZVÉDELMI KUTATÁSOK A KOPPÁNYVÖLGYI ÉLŐHELY-
REHABILITÁCIÓS KÍSÉRLETI TERÜLETEN – VÉDETT TERMÉSZETI
TERÜLETEK FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI**

OTDK dolgozat

Belső konzulens:

Dr. Centeri Csaba
egyetemi docens

Készítette:

Szabó Boglárka
V. évfolyam



Gödöllő
2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. Vizsgált terület általános bemutatása	5
2.1.1. Természetföldrajzi jellemzők	5
2.1.2. Geológiai és talajtani viszonyok	6
2.1.3. Éghajlati adottságok	6
2.1.4. Vízrajzi adottságok	7
2.1.4. Tájhasználat változása és a jelenlegi földhasználat	7
2.1.5. Élővilág	9
2.2. Erózió	11
2.2.1. Erózió Magyarországon	12
2.2.2. Erózióval kapcsolatos kutatások	13
2.3. vízminőségi problémák	14
2.3.1. Diffúz és pontszerű szennyezések	14
3. Anyag és módszer	18
4. Vizsgálati eredmények	21
4.1. Talajtani vizsgálatok	21
4.2. Mintalejtők talajvesztés-bebecslése USLE modellel	23
4.3. Terület domborzati modellje és lejtőkategória térképe	26
4.4. vízminőségi vizsgálatok	31
5. Következtetések és javaslatok	38
6. Összefoglalás	40
7. Köszönetnyilvánítás	41
6. Forrásmunkák jegyzéke	42

1. Bevezetés és célkitűzések

Hazánkban a fenntartható fejlődés három fontos alapeleme a talajkészletekkel való ésszerű gazdálkodás, a biodiverzitás megőrzése és fejlesztése, illetve felszín- és felszín alatti vízkészleteink minőségének és mennyiségének megóvása (VÁRALLYAY, 2005). Mivel Magyarországon az egyik legfontosabb, feltételelesen megújuló erőforrás a talaj, 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, hiszen közvetítő és összekötő szerepet tölt be más természeti rendszerekkel, valamint a biológiai sokféleség szerves része (GILLER et al., 1997). A mezőgazdaság intenzifikálásával a talajok minősége jelentős mértékben romlott, nem csak természetes vegetáció, hanem a talajlakó élővilág diverzitása is változott (KAHINDI et al., 1997). Hazánk területének mintegy 25%-a veszélyeztetett különböző mértékben a vízerózió által, mely területekre az intenzív talajművelés, a nem megfelelő agrotechnika és a táji adottságok figyelmen kívül hagyása jellemző. Az eróziós folyamatok viszont nem csak a domboldali területeket érintik, hanem azokat a területeket is, ahol a lehordott talaj lerakódik, azaz a szedimentációs területeket, ez pedig további veszélyeket rejthet magában, diffúz tápanyagterhelést okozhatnak.

A Koppány völgyében ezek a negatív folyamatok az intenzív mezőgazdasági művelés hatására szintén jelen vannak, pedig egykor nagy kiterjedésű erdők, legelők és vizes élőhelyek tarkították a vidéket. A jelenlegi földhasználati rendszer szinte teljesen figyelmen kívül hagyja a domborzati és táji viszonyokat (HUSTON, 1994), így a löszös talajképző közetek kialakult Ramann-féle barna erdőtalajok gyors degradációnak indultak, már csak foltokban, az eredeti vegetáció alatt lelhetjük föl őket. Ezért fontos a még meglévő eredeti vegetációval rendelkező területek megőrzése, illetve a már művelés alá vont területek további degradációjának megállítása és a bekövetkezett negatív folyamatok mérséklése, visszafordítása, a biodiverzitás megőrzése és az élőhelyi változatosság növelése céljából. A Koppány-völgyében még néhol fellelhetők nagy fajgazdagsággal rendelkező területek, ilyenek pl. a Törökkoppányi-erdők és a Koppány-menti rétek. Mindkettő Natura 2000-es terület, melyek egyben a Nemzeti Ökológiai Hálózat magterületeit is képezik, a patak menti területek pedig ökológiai folyosó besorolással rendelkeznek. A Törökkoppányi erdők esetében elsődleges célja a kijelölésnek a természetkímélő erdőgazdálkodási módok meghonosítása, folyamatos erdőborítás biztosítása, ezáltal az eróziós folyamatok csökkentése, míg a Koppány-menti rétek esetében a gyepek és vizes élőhelyek megőrzése, vízvisszatartása és vízutánpótlása. Mivel ezek az élőhelyek igen fragmentáltak, ezért dolgozatomban célja a természetközeli területek kiterjedésének és a védett természeti területek összekapcsoltságának növelése, és e lehetőségek felkutatása. Az egykor gazdag és ma is jelentős biológiai sokféleséggel rendelkező élőhelyek

rehabilitációjához viszont a jelenlegi problémák feltárására, talaj- és vízminőségi vizsgálatokra, majd ezt követően talaj- és vízvédelmi beavatkozásokra van szükség.

Célkitűzéseim

A kutatás végrehajtása során a következő célkitűzéseket terveztem megvalósítani:

- mintalejtők kijelölése a talaj- és tápanyagveszteség potenciális mértékének megállapításához (jelenlegi tájhasználat, és annak megváltozása esetén),
- a terület lejtőkategória térképének elkészítése és ennek összevetése a tájhasználattal,
- havi, rendszeres, illetve nagyobb csapadékeseményeket követő vízminőség-vizsgálat végzése (oxigén-, nitrogén- és foszforháztartás jellemzői) a diffúz és pontszerű szennyezőforrások feltárása céljából,
- talajvédelmi javaslatok megfogalmazása, a talajok további degradációjának megelőzése, illetve a már degradált területek rehabilitációja érdekében,
- vízvédelmi javaslatok a későbbi vizes élőhely rehabilitáció céljából,
- javaslatok a természetközeli és védett természeti területek kiterjedésének növeléséhez, újabb területek kijelöléséhez.

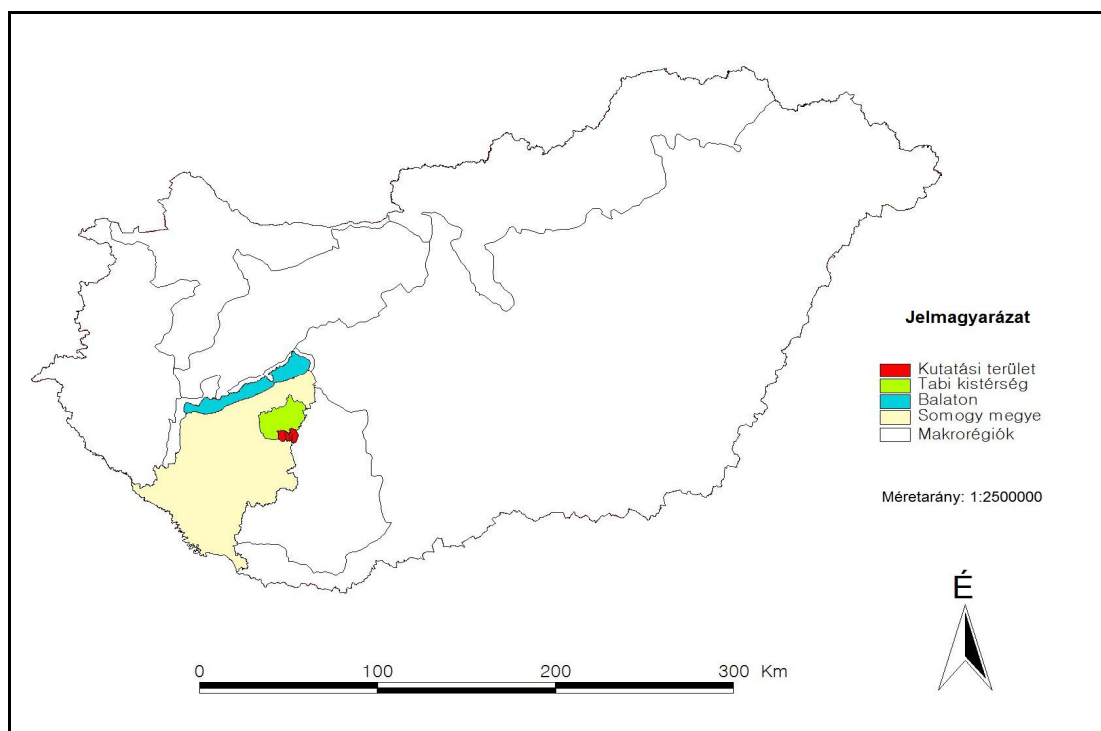
2. Irodalmi áttekintés

2.1. Vizsgált terület általános bemutatása

2.1.1. Természetföldrajzi jellemzők

A Koppány-patak és annak völgye kevésbé kutatott területeink közé tartozik. Elsősorban a térség török hódoltságáról készültek kisebb tanulmányok levéltári dokumentumok alapján, melyek bizonyítják, hogy már a XV-XVI. században nagy jelentőséggel bírt e terület. A térség és Külső-Somogy geológia képződményeivel, földtanával LÓCZI (1913) foglalkozott legkorábban, majd CHOLNOKY (1918) hidrográfiai munkája gazdagította a szakirodalmat geomorfológiai, paleohidrográfiai adatokkal. Később Bulla Béla foglalkozott a Balaton és környékének földrajzi kutatásával.

Vizsgált területünk kistáji hovatartozása MAROSI és SOMOGYI (1990) 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).



1. ábra: Kutatási területem, a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület elhelyezkedése

A táj domborzatát és völgyhálózatát a Jaba, a Kis- Koppány, a Koppány és a Kapos völgyei alakítják, melyek sakktáblaszerű hálózatot hoznak létre. Ezek a völgyek az ÉNY felől érkező vizeket gyűjtik össze. A négyzetes hálós törések a területet felszabdalták, és az egyes területek vízszintes helyzetükből kibillentek (STEFANOVITS et al., 1999). A táj legnagyobb része ÉK-DNy-i irányban húzódó, egymás mögött sorakozó dombhátak és a Balatonnal párhuzamos Koppány völgye. A hátaik átlagos magassága 200-300 m a tszf. A dombhátak közös jellemző geomorfológiai vonása az aszimmetria, ugyanis valamennyi hát észak felé rövid és meredek, melyek instabil

peremekkel szakadnak le a Balatonnal párhuzamos aszimmetrikus völgyekre, dél felé viszont hosszan elnyúlnak a lankásabb lejtők (MAROSI és SOMOGYI, 2010). Az északi lejtők csuszamlásokkal formáltak, illetve rövid és mély völgyekkel tagoltak. Ezek nagy része erdővel fedett, csak ezek völgytalpi, illetve a déli dombhátak lankái hasznosíthatók.

2.1.2. Geológiai és talajtani viszonyok

Földtanilag jellemző képződményeknek tekinthetők e területen a triász korú mészkő és dolomit. A miocénben intenzív vulkáni tevékenység volt jellemző Tamási térségére. A terület alapformái pannóniai agyag- és homoküledékekből formálódtak ki, mely rétegek sok helyen, leginkább a lejtők alján, a felszín közelében vannak, máshol folyóvízi homok és 5–15m negyedidőszaki, felső-pleisztocén lösztakaró fedí. A lejtőlábakon kevert lejtőüledékek találhatunk, melyek néhol nagy vastagságban halmozódtak fel. A nagyobb keresztvölgyek talpán tözegezes foltokat, lápi agyagot és meszet találhatunk. A táj rétegtani, hegységszerkezeti viszonyaival és vízföldtani jelenségeivel ERDÉLYI (1961, 1962) foglalkozott. A régebbi talajtérképeken, mint például a Kreybig-féle talajtérképen, de még STEFANOVITS et al. (1999) Talajtan című könyvében is, a kistájra jellemző löszös üledéken kialakult talajok többségét elsősorban barnaföldekként, csernozjom barna erdőtalajokként, illetve mészlepedékes csernozjomokként jelölik. STEFANOVITS et al. (1999) már megemlíti Külső Somogy tájának jellemzésénél, hogy a domboldalak néhol igen erodáltak, sok helyen már a B szint képezi a szántott réteget, az erősen erodált foltok pedig fehéren tűnnek ki a tájból az őszi, illetve tavaszi szántások idején. Mindössze 13 évnek kellett annak eltelnie, hogy CENTERI et al., (2010b, c) megállapítsa, hogy a domboldalak lejtőin nagymértékű a talaj degradáció és néhol a szántás már elérte a C-szintet. CENTERI et al. (2010b,c, 2011) arra is felhívják a figyelmet, hogy a barna erdőtalajok többsége csak az eredeti vegetáció alatt maradt meg, humuszos szintjük elvékonyodott, míg a csernozjom talajok nagy része az intenzív mezőgazdasági tevékenység következtében nagyban erodálódott, melyek helyén néhol humuszkarbonát, illetve földeskopár talajtípusokat találunk. A völgyekben öntés réti talaj alakult ki a Koppány-patak közreműködésével. Az itt fellelhető talajok talajképző közege löszös üledék.

2.1.3. Éghajlati adottságok

A táj mérsékelt meleg és mérsékelt csapadékos. Az évi középhőmérséklet 10,0–10,2 °C között alakul, míg a tenyészidőszaké 17 °C. A nyári napok sokévi hőmérsékleti átlaga 33,0–33,5 °C. Az éves átlag csapadékösszeg 605–700 mm között mozog, ebből a tenyészidőszakban 350–380 mm eső hullik. Tamásiban mérték e vidéken ez idáig a legtöbb 24 órás csapadékösszeget, mintegy 124 mm-t. A leggyakoribb szélirány az ÉNy-i, de jelentős a DNy-i szél aránya is. A napsütéses órák száma 2000 körüli. A hőigényes és hosszú tenyészidejű szántóföldi kultúrnövények számára kedvező ez az éghajlat (MAROSI és SOMOGYI, 1990).

2.1.4. Vízrajzi adottságok

Kelet-Külső-Somogy vizei ÉNy felől (Séd, Endrédi-, Balatonszéplaki-árok) a Balatonba, ÉK-ről (Jaba, Kis-Koppány) a Sióba, déli irányból a Koppányon át a Kaposba folynak (a Koppány vízteste a Kapos tervezési alegységben az AEP703 kód alatt szerepel). A vízháztartás mérsékelten veszteséges, nagy vízhozam- és vízszintkülönbségekkel, melyek a szélsőséges időjárás következményei. A Koppány-patak 63,6 km hosszú, vízgyűjtője pedig 737,5 km² kiterjedésű. A Koppány mellékvizei általában gyér vízhozamúak, időszakosan ki is száradnak, viszont csapadékos periódus alatt nagy mennyiségű vizet képesek szállítani. A vízminőség többnyire II. osztályú (jó), de kisvízkor, illetve a települések alatt szennyezettebb lehet. A Koppány-patak bal partján sűrű a völgyhálózat, ehhez képest az árterület kiterjedése nem nagy. A patak jobb partján befolyó erek nagyrészt Natura 2000-es területek kifolyásai. Az állóvizek száma kiemelkedő, de ennek többsége a patakok vizéből felduzzasztott, völgyzárógátas halastó, melyek rendszerint gyöngyszerűen vannak egymás után felfűzve.

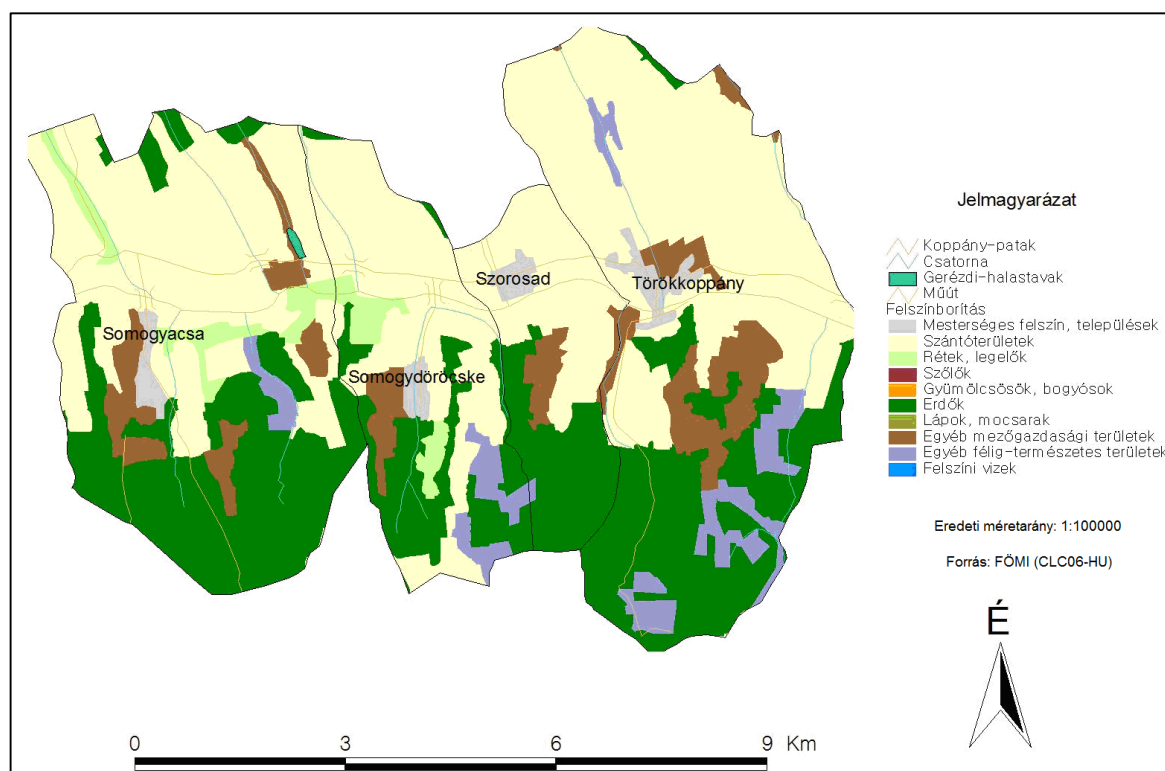
Itt kell megemlíteni, hogy 2008-ban a csatornahálózattal ellátott lakások aránya 18,3% volt, mely Tab és Tamási települések ellátottságát mutatják elsősorban, mivel ezeken kívül még összesen kettő kisebb településen található szennyvízcsatorna, de a szennyvizek tisztítása itt sem megoldott. A megoldatlan csatornázottság mellett a balatonlellel szennyvíztisztító telep tisztított szennyvize is terheli a Koppány-patak vizét. E telep, a Balaton déli vízgyűjtőjén található, ahol összesen 10 település összegyűjtött szennyvizének tisztítása történik, melyet a tisztítási folyamat végén egy átemelő csatornával Somogybabod és Karád közötti szakaszon, a Koppány-patakba vezetik át. Ennek hatására a Koppány-patak terhelése folyamatos, de leginkább kisvízi időszakban okoz ez problémát, mikor a tisztított szennyvíz vízhozama meghaladja a vízfolyását és nincs elegendő mennyiségű hígító víz a víztestben. Ez pedig nincs jó hatással a patak kémiai és biológiai állapotára, fajösszetételére.

2.1.4. Tájhasználat változása és a jelenlegi földhasználat

FAZEKAS (2010) dolgozatában ismerteti e terület állapotát a három katonai felmérés térképei alapján, mely szerint az I. katonai felmérés idejében több mint ezer hektárt borítottak vizes élőhelyek, melyek kiterjedése ezt követően fokozatosan zsugorodott. Ekkor még a gyepek kiterjedése is igen jelentős volt, mely a három katonai felmérés között eltelt időszakban meg is növekedett a vizes élőhelyek hátrányára. Azt is említi, hogy ezt követően napjainkig fokozatosan csökkent a vizes élőhelyek kiterjedése és fokozatosan átalakultak ezek az élőhelyek a mederrendezéseket követően mocsarakká, rétekké és legelőkké. A katonai felmérés idejében meglévő erdők nagy részét, mintegy 2/3-át kiirtották, az eredeti erdőborítás mintegy 40%-a maradt meg napjainkig. GELENCSÉR et al. (2010a) megemlíti, hogy régen e vidéken, a patak menti települések mocsári teknősben adóztak. Ez igen sokat elárul arról, hogy egykor vizes élőhelyekben

bővelkedett e vidék, mely élőhelyeknek a biodiverzitása is kiemelkedő lehetett. SZABÓ ET AL. (2010) szintén említést tesz a vizes élőhelyek nagy kiterjedéséről, illetve a Koppány-patak mederrendezésének többszöri próbálkozásairól. Mivel a patak igen sok hordalékot szállít magával, ezért rendszerint egy-egy jókarba-helyezését követően kis időn belül ismét feliszapolódott a meder, ismét mocsárvidékké változtatva ezzel a patak árterületét. Ezáltal az első, 1838-as mederásást követően majd csak közel száz év elteltével sikerült ismét nekilátni a patak mederrendezésének, illetve a vizenyős területek lecsapolásának, így az állandóan vagy időszakosan víz alatt álló területek száradása szerencsére egészen későn vette kezdetét. A Kapos és Koppány vízgyűjtő területén végzett vízrendezési munkálatokkal az elmúlt évszázad alatt vízmentesítést, belvizek levezetését s ezekkel a mezőgazdasági művelésbe vonható területek hasznosítását tették lehetővé, pedig ez a terület egészen a XIX. század közepéig mocsárvilág volt. Ugyanitt olvashatjuk, hogy a környék erdeinek nagy része a Veszprémi Püspökség tulajdonába tartoztak, míg a Kapolyi tömb a Tihanyi Apátság, a Törökkoppányi pedig az Eszterházy hercegi birtok része volt.

A jelenlegi földhasználat meghatározó eleme viszont a mezőgazdaság, mely elsősorban nagyüzemi növénytermesztésre épül (2. ábra).



2. ábra: Vizsgált terület felszínborítása

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, mely meghaladja az országos átlagot (31%), míg a rét és legelő művelési ágú területek aránya igen alacsony, mindössze 3%. A rét és

legelő művelési ágú területek kiterjedése legfőképp az állattartás hiánya miatt alakult ilyen kedvezőtlenül, mivel nincs mivel legeltetni, vagy feleltetni a takarmányt.

A mezőgazdasági művelés alatt álló szántóterületek csaknem fele 12%-os, vagy a feletti lejtőkategóriával rendelkező területeken találhatók, ahol nem jellemző bármiféle talajvédelmi eljárás alkalmazása, így az erózió folyamatosan sújtja ezeket a területeket. Ezek a talajdegradációs folyamatok igen jelentős problémát okoznak e régióban, mivel a lösszel borított domboldalakon elsősorban olyan kapás kultúrák termesztése került előtérbe, mint a kukorica, illetve a napraforgó, melynek sortávolsága igen nagy, növényállományuk zártsága sem 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.

Több cikk, 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. Mindemellett hangsúlyozzák azt is, hogy a térség szántóinak nagy része nem helyi lakosok művelése alatt áll, hanem egy MGSZT utódtársaságéban, mégis a kedvezőtlen ökológiai károk és hatások a helyi társadalmat sújtják, mely különböző konfliktusokhoz vezet, illetve továbbiakhoz vezethet. Éppen ezért olyan helyi közösségek, civil szervezetek alakultak, melyek a kialakult helyzeten változtatni szeretnének. Ilyen a Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület is.

2.1.5. Élővilág

Külső-Somogy botanikai kutatása Kitaibel Pál baranyai útjával (1799) veszi kezdetét, a táj ÉK-i peremének megfigyeléseivel. Törökkoppány, Somogyszil, Igal területéről konkrét florisztikai adatokkal BOROS (1936) írásában találkozhatunk. Külső-Somogy flórakutatásának legfontosabb mérföldköve HORVÁT (1943) flóraműve, mely Törökkoppány, Koppányszántó, Somogyacsa térségéből műve 102 taxont említ. LEHMANN (1981) közli a Dunántúli-dombság potenciális vegetációtérképét. A Törökkoppányi erdők és a Koppány-menti rétek élőhely-térképezését készítette el BAUER és MÁRKUS (2008). JUHÁSZ (2010) botanikai állapotfelmérést végzett Gerézdpuszta és Szorosad közötti szakaszon, míg GRÚZ (2010a, b) a Natura 2000 területeket, ezen belül is elsősorban a Koppány-menti rétek Natura 2000 területet vizsgálta. Mindemellett végeztek a Koppány-patak völgyében hidrobiológiai, illetve zoológiai felméréseket (LÖKKÖS 2010, HORVÁTH et al. 2010, KÖRTÉSI 2010, KOVÁCS et al. 2010, LANSZKI et al. 2010)

Bár a Koppány vidékének nagy részét szántók alkotják, az erdők aránya – mint már említettem – sem elhanyagolható. Egyes erdőfoltok, FAZEKAS (2010) szerint akár 220 évesek is lehetnek feltéve, ha nem vágták ki és telepítették őket újra, mivel már az első katonai felmérés óta ugyanott jelölik a térképeken. Ezek kiterjedése töredéke a katonai felméréseken ábrázolt erdők kiterjedésének, mivel 200 év elteltével körülbelül csak egy harmaduk maradt meg ezeknek az erdős részeknek. Ezeknek a már régebb óta erdővel borított területeknek a jelentőségét és fajgazdagságát több kutató érdeklődését is felkeltette, így hamarosan természetvédelmi oltalom alá helyezték jelentős részüket. A vizes élőhelyek kiterjedése, bár fokozatosan csökkent, még ma is találunk időszakosan, vagy szinte állandóan víz hatása alatt álló területeket, melyek fajgazdagsága igen magas még ma is. Ezeknek az élőhelyeknek a védelme, megőrzése fontos, mivel számos védett állat- és növényfajnak adnak otthont. A továbbiakban e területek élővilágának a megőrzésének jelenlegi példáit mutatom be, melyek elsősorban Natura 2000 (SCI) oltalom alatt állnak.

A Natura 2000 hálózat az Európai Unió két természetvédelmi irányelve alapján kijelölendő területeket, az 1979-es madárvédelmi irányelv (79/409/EGK) végrehajtásaként kijelölendő különleges madárvédelmi területeket és az 1992-ben elfogadott élőhelyvédelmi irányelv (43/92/EGK) alapján kijelölendő különleges természetmegőrzési területeket foglalja magába. Mind a Törökkoppányi-erdők, mind pedig a Koppány-menti rétek a Különleges Természetmegőrzési Területek (SCI) közé tartoznak, melyek kijelölését az Unió Élőhelyvédelmi Irányelve (Habitats Directive) írta elő, melynek célja a vadon élő növény- és állatfajok, a biológiai sokféleség megóvása, illetve élőhelytípusok védelme, elterjedésük szinten tartása vagy növelése, figyelembe véve károsodásuk vagy a pusztulásuk veszélyét az egyes természeti területeken.

Törökkoppányi-erdők (HUDD20046)

Kiterjedése 2164.79 ha, ahol a védelem célja az fennmaradt illír bükkösök (*Vicio oroboidi-Fagetum*; K5), gyertyános-tölgyesek (*Helleboro dumetorum-Carpinetum*; K4), illetve a pannon cseres-tölgyesek (*Quercetum petraeae-cerris*; L2), mint élőhelytípusok fenntartása, helyreállítása. Ehhez pedig szükség van a természetkímélő erdőgazdálkodás meghonosítására, hogy az erdők természetessége javuljon a folyamatos erdőborítást biztosító gazdálkodással, illetve a holtfák mennyiségének növelésével. Ezáltal az inváziós fajok visszaszorítása eredményes lehet, illetve az eróziós folyamatok károkozása is csökkenthető. Sajnálatos módon, ezeken az erdőterületeken is jelen vannak tájidegen fajok, kisebb foltokat alkotva, mint például az akác (*Robinia pseudo-acacia*), vagy a bálványfa (*Alanthus altissima*), mely fajok az erdők szélén és a nyiladékokban rendszeresen megjelenő fajok. BAUER és MÁRKUS (2008) élőhelytérképe alapján a következő élőhelytípusok különböztethetők meg:

1. Természetközeli gyep: B és D Á-NÉR kategóriák, zömmel magassásosok és mocsárrétek (~757,5 ha); 2. Természetközeli erdők: a K és L kategóriák, gyertyános- és cseres-tölgyesek (~8172

ha); 3. Cserjések, cserjésedő másodlagos gyepek, facsoportok: a P kategória (~583 ha); 4. Másodlagos és gyomos gyepek: az O kategóriákba sorolt gyepek (~199 ha); 5. Eljellegtelenített erdők: R kategóriákba tartozó eljellegtelenített fiatal erdőfelújítások, tarvágások (~5838 ha); 6. Tájidegen erdők: S kategória (~8311 ha); 7. Mezőgazdasági területek: szántók és vadföldek (~892,5 ha). Jelölőfajok a területen a közép fakopáncs (*Dendrocopos Medius*) és a nagy szarvasbogár (*Lucanus Cervus*).

Koppány-menti rétek (HUDD20028)

Kiterjedése 362,79 ha, ahol a védelem elsődleges célja a folyóvölgyek Cnidion dubiihoz tartozó mocsárrétek, mészkedvelő üde láp- és sásrétek, az enyves éger (*Alnus glutinosa*) és magas kőris (*Fraxinus excelsior*) alkotta ligeterdők (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) megőrzése. Ehhez szükség van a gyepek ésszerű használatára, kezelésére és hasznosítására, illetve vízvisszatartásra, esetlegesen vízutánpótlásra a megfelelő vízjárás érdekében. A gyomfajok és inváziós növények visszatartása érdekében szükséges a megfelelő minőségi és mennyiségi vízi állapot biztosítása, a mélyebben, illetve a vizes élőhelyeket övező művelt területek művelési ágváltása, gyepké történő alakítása. BAUER és MÁRKUS (2008) élőhelytérképe alapján a következő élőhelytípusok különböztethetők meg a területen:

1. Sásos-égeres mocsárerdők (J2); 2. Égerligetek (J5); 3. Keményfás-ligeterdők (J6); 4. Puhafás pionír és jellegtelen erdők (RB); 5. Spontán cserjések (P2); 6. Nádas (B1); 7. Harmtkásás (B2); 8. Magassásos (B5); 9. Dombvidéki mocsárrétek (D34); 10. Üde gyomos gyepek (O8); 11. Magaskórós, rudeális gyomnövényzet (O16); 12. Fasorok, erdősávok (S7); 13. Egyéves szántóföldi kultúrák (T1). Jelölőfajok a területen: vidra (*Lutra lutra*), közönséges ürge (*Spermophilus citellus*), vöröshasú unka (*Bombina bombina*), mocsári teknős (*Emys orbicularis*), tarajos göte (*Triturus cristatus*) és a nagy tűzlepke (*Lycaena dispar*).

Mindezek mellett mindkét területen előfordulnak értékesebb, illetve védett növények is, mint például: kisvirágú hunyor (*Helleborus dumetorum*), májvirág (*Hepatica nobilis*), pompás örménygyökér (*Inula helenium*), karéjos vesepáfrány (*Polystichum aculeatum*), szártalan kankalin (*Primula vulgaris*), erdei borkóró (*Thalictrum aquilegiifolium*).

2.2. Erózió

Hazánkban a talajdegradációs folyamatok egyike a talajerózió, mely a talaj anyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozását jelenti, és amelyben az ökológiai és az antropogén hatások együttesen játszanak fontos szerepet. Más talajdegradációs folyamatok, mint a lejtős tömegmozgások, a szélsőséges mértékű talajsavanyúság, a szikesedés, a fizikai degradáció (a tömörödés, a talajszerkezet leromlása, a felszíni kéregképződés), a szélsőséges talajnedvesség viszonyokból adódó degradációs folyamatok és egyéb kémiai, fizikai, továbbá biológiai degradációs folyamatok szintén fontosak, de nem érintenek annyi területet, mint az erózió (VÁRALLYAY et al.

1990, KERTÉSZ 2001). A talaj, víz és szél általi elszállítását értjük talajpusztuláson, melyen belül a szél általi talajpusztulást deflációnak, a víz által pedig (talaj)erózióknak, vagy fluviális erózióknak nevezzük (KERÉNYI, 1991). Megkülönböztetünk természetes, vagy geológiai eróziót, mely a Föld kialakulásától kezdve hat, míg az ember hatására befolyásolt talajpusztulási folyamatokat gyorsított erózióknak, akcelerációnak nevezzük (STEFANOVITS et al. 1999, THYLL 1992).

A víz általi erózió jelentős problémát jelent szerte a világon. LAL (1990) szerint a szárazföld 56%-át veszélyezteti a víz általi erózió, 28%-át pedig a szélerózió. Európában becslések szerint mintegy 1,3 millió km²-nyi terület van kitéve az erózió negatív hatásainak (STEFANOVITS, 1992), melyből 52% a vízerózió és 12% a szélerózió által veszélyeztetett területek aránya. A vízerózió az egyik legjelentősebb formája a talajdegradációs folyamatoknak szerte a világon, mely elsősorban a szántóföldeken okoz a legnagyobb problémákat. Éppen ezért egyre több kutatás jelenik meg szántóföldeken, különböző modellekkel végzett talaj-és tápanyagveszteség becsléssel kapcsolatban (GOURNELLOS et al. 2004), 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).

Európában, mely becslések szerint Európa területének mintegy 16%-át érinti (JRC, EEA 2012). A mediterrán országok régiói különösen érzékenyek a vízerózióra, melynek oka elsősorban abban keresendő, hogy a hosszú, száraz időszakokat nagy intenzitású és mennyiségű csapadékesemények követik. A vízerózió Európa északi részén kevésbé hangsúlyos, mivel a csapadékok eróziós hatása, intenzitása alacsonyabb és magasabb a vegetációval borított területek aránya is, bár a szántók itt is hajlamosak talajleemosódásra leginkább az őszi-tavaszi szántásokat követően.

2.2.1. Erózió Magyarországon

Hazánk területének 2/3-án laza üledékek, azon belül is elsősorban lösz és löszszerű üledékek (főleg a dombsági területeken nagy kiterjedésük), a homokos, illetve alluviális üledékek találhatók. Hazánkban elsősorban az Északi-középhegység, illetve a Dunántúli-középhegység és dombság területeit érinti ez a jelenség, ahol az éves csapadék mennyisége 600-800 mm között alakul, illetve ahol a talajok érzékenyek talajpusztulásra, mint például a löszös alapkőzeten kialakult és magas homok frakció arányával rendelkező talajtípusok. Ezek hazánk legérzékenyebb területei az erózióra és tömegmozgásokra. Az erózió mértéke viszont nagyban függ a klimatikus viszonyoktól, a tájhasználattól, a talajok textúrájától, a lejtőviszonyoktól, a növényborítástól, illetve a csapadékviszonyoktól. Mindezek a vízeróziót kiváltó, illetve befolyásoló tényezők (THYLL, 1992).

Magyarország mintegy 2,3 millió hektárnyi területe (25%) veszélyeztetett különböző mértékben az erózió által. STEFANOVITS et al. (1999), illetve STEFANOVITS és VÁRALLYAY (1992) térképe szerint a magyarországi mezőgazdasági területek 13,2%-a gyengén, 13,6%-a közepesen,

8,5%-a pedig erősen erodált. SZABÓ (2006) becslései szerint az ország összes lejtős területének átlagos, évi talajvesztesége eléri, illetve egyes esetekben meg is haladhatja a 25–30 tonna/hektár mennyiséget. Egyes becslések szerint az évente lepusztuló talaj mennyisége 50–55 millió tonna, mely 1,5–2,0 humusztartalommal számolva 1,6 millió tonna szervesanyag veszteséget jelent. STEFANOVITS et al. (1999) alapján maximum 40 tonna/ hektár talajveszteség esetén még gyengén erodálnak lehet tekinteni egy területet, míg 40–100 tonna/hektár közepesen erodált és 100 tonna/hektárt meghaladó értékek fölött erősen erodálnak tekinthető. Ugyanakkor CENTERI (2002) megemlíti, hogy a talajképződés üteme alapján meghatározott tolerálható talajveszteség átlagosan 2 t/ha/év, míg a maximális mennyiség 11–15 t/ha/év között alakul, viszont a tolerálható talajveszteség mértékének határaként a 11 t/ha/év értéket adta meg. Azokon a területeken, ahol a talajveszteség mértéke 2–11 t/ha/év között alakul, ott nem szükséges talajvédelmi eljárások alkalmazása, míg 11 t/ha/év fölötti értékeknél ez szükségessé válik.

Hazánk területe 9,3 millió hektár, melyből 6,4 millió hektár áll mezőgazdasági hasznosítás alatt. A legjobban erodált területek jelentős része a Dunántúlon, illetve az északi területeken található. 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 kultúrnövények (SZILASSY et al. 2006).

A vízeróziót kialakító fő tényezők a csapadék (esőcseppek átmérője, csapadék intenzitása és időtartama, hóréteg vastagsága és az olvadás üteme) és a lejtő (alakja, meredeksége, hosszúsága, formája, kiettsége). A befolyásoló tényezőket STEFANOVITS et al. (1999) alapján a talajnedvesség, talajszerkezet, növényborítottság, talajfelszín érdessége és a talaj vízgazdálkodása adja. A lejtő meredeksége alapján három csoportra oszthatjuk a vízerózió által kiváltott hatásokat: 5%-osnál kisebb meredekségű lejtőkön az erózió mértéke elhanyagolható. 5–17%-os lejtőkategóriák esetében rendszerint szántókat találunk, melyek általában igen nagymértékben erodáltak. 17% fölötti lejtőkön már általában erdőket, melyek a nagy levélfelület, illetve szinte az egész vegetációs periódus alatti talajfedettség következtében elősegítik a csapadék talajba történő szivárgását, ezáltal csökkentve a víz által lehordott talaj mennyiségét és javítva a talajok vízgazdálkodását.

2.2.2. Erózióval kapcsolatos kutatások

Hazánk legelső eróziós felmérései között kell megemlíteni MATTYASOVSKY (1953) nevét, majd ezt követően tíz évvel később, elkészült az első eróziós térkép hazánk területére vonatkozóan STEFANOVITS és DUCK (1964) által, 1:75000-es méretarányban, mely a mezőgazdasági területek eróziós viszonyait mutatja be. Az 1970–80-as években, a Bakonyban és Pilisben folytak kutatások (KERTÉSZ 1987, KERTÉSZ ÉS GÓCZÁN 1988, KERTÉSZ és RICHTER 1990), melyek célja a talajveszteség mennyiségének és erózió mértékének megállapítása volt, illetve ezeket a folyamatokat befolyásoló és kiváltó tényezőinek tanulmányozása. KISS et al. (1972) a lejtős

területek talajvédelméről írtak. MAROSI (1984) és JUHÁSZ (1992) szintén eróziós térképezéssel foglalkoztak. A 80-90-es években az eróziós kutatások nagy része a Balaton és annak környékére koncentrált, majd ezt követően megindultak az eróziós modellezések és azok mérései, mint KAZÓ (1966,1967) munkái, melyek célja a lejtő hajlás és felszín borítás hatásának modellezése volt, hogyan befolyásolják a talajvesztést. KERÉNYI (1981, 1991) a csepperózió folyamatának vizsgálatát végezte laborban és terepen. DEZSÉNY (1980, 1982) az erózió-veszélyeztetettségét térképezte a Balaton K-i medencéjében, valamint összehasonlította a tó részvízgyűjtőit az erózióveszélyeztetettség alapján. Az USLE modellt hazánkban 1962 óta alkalmazzák (ERŐDI et al. 1965), bár a modellel kapcsolatos kutatások visszatérő problémája a K tényező megállapítása, melyet ERŐDI ET AL. (1965), STEFANOVITS (1966) és KERTÉSZ et al. (1997) után CENTERI (2002) próbált megoldani, nem hiába. CENTERI (2002a) a K tényező minél pontosabb meghatározásához esőztetési kísérleteket végzett a Veszprémi Egyetem keszthelyi Talajtani és Vízgazdálkodási Tanszékével közösen.

Jelenleg eróziós kutatásokból is azok fontosak jelenleg számomra, amelyek az USLE modellt alkalmazzák mintaterületeik talajvesztés becsléséhez. KISS (2002) különböző eróziós modelleket hasonlított össze és értékelt. BARTA et al. (2012) WEPP, EUROSEM és USLE modellek, míg GELENCSÉR et al. (2010e) a Koppány-völgyében és DEMÉNY et al. (2008, 2010) a Gödöllői-dombságban, csak a WEPP és USLE modellek eredményeit hasonlította össze. Utóbbi cikkükben a lejtő alsó, felső és középső harmadára vonatkozóan, melyben megállapították, hogy a WEPP modell több talajvesztést számít mindhárom esetben, míg az USLE jobban tükrözi a valóságot a lejtő alsó harmadán. KERTÉSZ et al. (2002) a Balaton vízgyűjtőjén végzett talajvesztés becslést, CSÁSZÁR (2003) pedig a felszínborítás hatását vizsgálta a foszfor lejtőn történő eloszlására vonatkozóan, az USLE modell segítségével. BELÉNYESI et al. (2002), PATAKI (2000) és CENTERI et al. (2001, 2010 a) ugyanezzel a modellel készített az ország területeire vonatkozó talajvesztés becslési térképet. CENTERI (2002b, 2008) a növényborítás és erózió kapcsolatát vizsgálta a Tihanyi-félszigeten.

2.3. Vízhatalóság problémák

2.3.1. Diffúz és pontszerű szennyezések

A kisvízfolyásokat érintő vízminőségi problémák egyrészt a pontszerű, leginkább szennyvíz eredetű bevezetésekből származó szerves-és szervetlen tápanyagok okozta vízminőség romlással és annak problémakörével, másrészt pedig a diffúz eredetű tápanyagterhelésekkel és az ennek következtében kialakuló vízminőségi problémákkal jellemezhetők. Ez utóbbi elsősorban dombvidéki területeken jelentkezik, leginkább erózió útján. A vízminőségi problémákat az esetek túlnyomó többségében a felszíni vizekbe vezetett szervesanyag és tápanyag terhelése okozza. Más, fő szennyezőforrások lehetnek egyes intenzív mezőgazdasági területek, ahol a rendszerint nem

megfelelő agrotechnikának köszönhetően a talajok tápanyagai a horizontálisan elmozdulhatnak, mely folyamat a lejtős területeken vízerózió formájában jelentkezik leginkább. A vízeróziónak számos környezeti hatása lehet, melyek közül a legfontosabbak a termékeny humuszcéteg vesztesége, a természetes és mesterséges vízrendszerek feliszapolódása, továbbá a felszíni talajrétegekhez abszorbeálódott, illetőleg a humuszcétegben akkumulálódott kémiai elemek transzportja. Különösen ez utóbbi folyamat, mely elsősorban a műtrágyákra, szerves anyagokra, növényvédő szerekre és egyes más összetevőkre jellemző, vezethet a felszíni vizek minőségének kedvezőtlen változásához. Ezen folyamatok talajvédelmi és vízvédelmi szempontból sem kedvezőek, diffúz tápanyagterhelést okozhatnak (BARDÓCZINÉ és NOVÁKY 1996). VÁRALLYAY et al. (2005) tanulmánya szerint az erózió által bekövetkezett szerves- és tápanyagvesztés mintegy 1,5 millió tonna szervesanyag, 0,2 millió tonna N, 0,1 millió tonna P_2O_5 és 0,22 millió tonna K_2O . ISRINGHAUSEN (1997) szerint Németország területén a talajba juttatott foszfor 31%-a erózió következtében az élővizekbe jut, mely a víztestek fokozott mértékű feliszapolódásához vezethet, illetve tápanyagterhelést jelenthet a felszíni, felszín alatti víztestekben.

A nitrogénformák a legmozgékonyabbak, ezért e tápanyag talajban történő elmozdulásának veszélye a legnagyobb. A nitrogén ionos formája jól oldódik, így a felszíni lefolyás könnyen eljuttathatja befogadó vizekbe. Már kis koncentrációban (0,3 mg/l felett) is növeli az algaszaporulatot és így hozzájárul a vizek eutrofizációjához. Számos tapasztalat mutatja, hogy az intenzív mezőgazdasági tevékenység egyes esetekben a természetes vizek NO_3-N koncentrációját lényegesen megnövelte.

A foszfor és a nitrogén fő forrása jellemzően 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 tehát elsősorban nem oldat formájában, hanem felszíni lefolyással, talajszemcsékhez kötve jutnak (OSZTOICS et al. 2004). A foszfor összetevők sokkal kevésbé oldhatóak, mint a nitrogén összetevők és csak kismértékben vándorol a mélyebb rétegek felé. A talajban lévő foszforvegyületeket az esővíz alig mossa ki, így mennyisége évenként néhány kg/ha (KÖNCZÖL és SZABÓ 1998). A foszfát- legyen az természetes, vagy műtrágya eredetű- felszíni vízbe való jutásánál elsődleges tényező az erózió.

A művelt talajok nagy része hozzávetőlegesen 0,1 % foszfort tartalmaz. Mintegy 1mm/év talajerózió esetén a felszíni lemosódás hektáronként 10kg foszfort távolít el, még olyan területről is, ahol nem használtak foszfor-műtrágyát. Az erózió következtében a szedimentációs területeken

túlzott tápanyag-felhalmozódás következhet be és gazdagabb lehet foszfortartalma, mint a talaj, ahonnan eredetileg az lemosódott. A mezőgazdasági eredetű foszfor környezetvédelmi, vízminőségvédelmi vonatkozásainak vizsgálata igen aktuális téma, melyről SISÁK és MÁTHÉ (1993), SZABÓ (1998), CSATHÓ et al. (2003) és VÁRALLYAY (2005), GELENCSÉR et al. (2010c) közleményei tájékoztatnak. Becslések szerint Magyarországon 10% az agrár eredetű foszforterhelés aránya (CSATHÓ et al. 2003).

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

Az általam vizsgált területen, a patak melletti szántóföldek felső harmadán végzett vizsgálatokat CENTERI et al. (2010a, b), mely során kimutatták, hogy a szántás elérte az alapkőzetet, tehát igen jelentős mértékű az erózió a területen. Az ebből adódó hordalékok egy jelentős része a lejtő alján rakódik le, a maradék pedig a patakba jut, illetve a patak-menti területeken halmozódik fel, mely negatív irányban módosíthatja a Koppány-patak, illetve az ahhoz kapcsolódó vizes élőhelyek kémiai és biológiai állapotát. A Koppány patakot a mezőgazdaságból fakadó negatív hatásokon kívül a balatonlellel szennyvíztisztító telep tisztított szennyvize is terheli és meg kell említeni, hogy a völgyet övező települések csatornázottsága sem minden esetben megoldott, de gondot okozhat a vízgyűjtőterületen kialakított halastavakból származó szervesanyag-terhelés is. Éppen ezért igen nagy jelentősége van a felszíni vizek, wetland-ek védelme érdekében a pufferzónák kialakításának a mezőgazdasági területek, vizes élőhelyek határán BAKOS et al. (2008). Mindezek mellett pedig nagyon fontos a megfelelő talajművelés és növényborítás, illetve a műtrágyázás időzítése, mivel így a veszteségek nagy része megelőzhető. Hazánkban az ország egész termőterületén használnak műtrágyát, évente általában egyszer, de legfeljebb 2-3 alkalommal. (BARDÓCZINÉ és NOVÁKY 1996).

A vizek VKI szerinti jó állapota egyrészt az emberi egészség, másrészt az ökoszisztémák állapotából indul ki. Akkor tekinthetők a vizek jó állapotúnak, ha az ivóvízellátásra, vagy egyéb használatokra (rekreáció, öntözés) használt vizek minősége megfelel a használat által szabott követelményeknek, illetve a vizektől függő természetes élőhelyek működését nem zavarják az ember által okozott változások. Vízfolyások és állóvizek esetén a jó ökológiai és kémiai állapot, felszín alatti vizeknél a jó kémiai és mennyiségi állapot elérése a cél 2015-ig. A határidő indokolt esetben 2021-re vagy 2027-re kitolható, vagy esetleg enyhébb célkitűzések tehetők. E célok eléréséhez szükséges intézkedéseket a vízgyűjtő-gazdálkodási terv foglalja össze. A tervezés során az ország területét 42 tervezési alegységre bontották. A Koppány vízteste a Kapos tervezési alegységben az AEP703 kód alatt szerepel és a vízgyűjtő gazdálkodási tervben Koppány víztestre vonatkozó intézkedések mindegyike 2 x 6 éves hosszabbítással szerepel, tehát jelen esetben a jó állapot elérése 2027-re várható (VKKI 2009). Bár Centeri et al. (2011) vizsgálatai alapján a VKI

vízminősítés szerint, a patak jelenlegi állapota eléri a jó ökológiai és kémiai állapotot. Az egyedüli kifogásolható vízminőségi értéket a patak egy mellékágán, a Gerézdpusztai halastavak alatt mértek, melynek besorolása nem éri el a jó állapotot.

Mivel igen sok tényező befolyásolhatja mintaterületünkön a Koppány vízminőségét, így úgy gondoltuk szükséges a patakon rendszeres, illetve nagyobb csapadékeseményeket követően vízminőség monitoringot végezni a diffúz, illetve pontszerű szennyezőforrások feltárása érdekében, mivel a patak vízminősége hatással lehet a patak menti vizes élőhelyekre, mocsarak, rétek és legelők élővilágára is.

3. Anyag és módszer

A terepmunka során a talajmintákat Pürckhauer-féle szűrőbotos mintavevővel vettük (FINNERN 1994), előzetes terepbejárás után. Ez az eljárás 1 m mélységig sok ponton tette lehetővé a talajtípus, szín, fizikai féleség, kalcium-karbonát és nedvesség vizsgálatokat anélkül, hogy nagyobb bolygatást végeztünk volna a területen, például talajszelvény nyitással. Összesen 12 pontot mintavételeztünk ezzel a módszerrel. A helyszíni talajvizsgálat során a szűrőbot segítségével 12 db 1 m mélységű rétegoszlop információit, szintleírását rögzítettük. A szűrőbotos mintavételi helyek x, y koordinátáit GPS (Global Position System) vevővel határoztuk meg, majd az x és y koordinátákat EOVRendszerű térképnek megfelelően transzformáltuk.

A talajok textúráját, szemcseösszetételét érzékszervi benyomás alapján határoztuk meg, figyelembe véve az Atterberg-féle osztályozási rendszert. A szemcseösszetétel szerint pedig meghatároztuk a fizikai talajféleséget, mely a szemcsefrakciók arányából és tulajdonságaiból tevődik össze. A csoportosítást módosító más szemcsecsoportok hatását is kifejezésre juttatjuk, mint például homokos vályog, vályogos homok, agyagos vályog. A kalcium-karbonát mennyiségét sósav talajmintára történő csepegtetésével, a reakció mértékéből határoztuk meg. A talajrétegek színének megállapítása Munsell-féle színskála alapján történt. A talaj tömörödöttségét, egyben a talajszerkezet morfológiáját érzékszervi benyomás alapján állapítottuk meg.

A talaj-mintavételi helyszínek alapján mintalejtőket jelöltünk ki, összesen 5 területen, melyek művelési ága szántó, így alkalmas talajveszteség-becslésre, mely számításokat minden egyes mintaterület esetében a USLE egyenlettel végeztünk. Mindemellett megvizsgáltam azt is, hogy más növénykultúrák, illetve talajvédelmi eljárások alkalmazása esetében hogyan változik az éves talajveszteség mértéke.

Az USLE egyenletről az első tanulmány 1958-ban jelent meg (Wischmeier et al. 1958) az egyenlet megalkotásáról és a mai formájában ismert egyenlet WISCHMEIER és SMITH (1978) nevéhez fűződik:

$$A = R * K * L * S * C * P, \text{ ahol:}$$

- A** = az egységnyi területre számított évi átlagos talajveszteség ($t \cdot ha^{-1} \cdot év^{-1}$);
- R** = esőtényező, a helyileg várható záporok erózió-potenciálja, megművelt, de bevetetlen talajon ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot év^{-1}$);
- K** = a talaj erodálhatóságát kifejező tényező ($t \cdot ha \cdot h \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$);
- L** = a lejtőhosszúság tényezője, (viszonyszám);
- S** = a lejtőhatás tényezője, (viszonyszám);
- C** = a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, a talajveszteség aránya különböző talajfedettség és gazdálkodásmód esetén a fekete ugaréhoz viszonyítva (viszonyszám);

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

Az egyenletben szereplő LS tényezőt, a lejtő hosszúságot, illetve a lejtő meredekségét az alábbi képlet alapján számoltuk ki (Presbitero 2003):

$$LS = (\lambda \cdot 22.13^{-1})^m \cdot (65.41 \sin^2 \theta + 4.56 \sin \theta + 0.0654)$$

ahol

LS = lejtőhosszúság és meredekség tényező egy 22,13 m hosszú, 9%-os lejtőhöz viszonyítva (USLE “unit plot”)

λ = lejtő hosszúság,

θ = lejtőhajlás,

m = meghatározott érték, ha a lejtőmeredeksége 5% fölött van, akkor 0,5; , 0,4, ha 3% és 5% között; 0,3, ha 1% és 3%, között; 0,2, ha 1% alatt.

Lejtőmeredekség számítása:

$$S = 10.8 \sin q + 0.03^\circ \text{ (for } s < 9\%)$$

$$S = 16.8 \sin q - 0.5^\circ \text{ (for } s \geq 9\%)$$

ahol

q = lejtőszög (fokban)

s = lejtő (százalékban)

A vizsgált területről az alábbi térképet használtam fel:

- 1:10000-es méretarányú EOVS térkép (FÖMI (1990): 33-421, 33-422, 33-423, 33-424 térképszelvények)

A munkám során ezeket a térképszelvényeket használtam fel, melyek segítségével a talajtani mintavételi pontok helyét, illetve a mintalejtők elhelyezkedését tudtam ábrázolni az ArcView GIS 3.1. program használatával. Ugyanezzel a programmal végeztem el az EOVS térképen szereplő szintvonalak digitalizálását, mely felhasználásával elkészítettem a vizsgált terület Digitális Domborzat Modelljét (DDM, Digital Elevation Model). Ennek felbontása esetünkben 10 méter. Ezt követően a terület lejtőviszonyainak jellemzéséhez és elemzéséhez egy lejtőkategória térképet készítettem. Legelőször a szintvonalak shape file-jából készítettem egy grid-et, majd ezt követően Surface, Derive slope parancsát használtam. Ennek eredményeként kaptam egy kategorizált szintvonalas térképet, mely csak a lejtők szögét tartalmazta. Ezt újra kellett osztályoznom (reclass) a lejtőszögeknek megfelelő, %-ban kifejezett lejtőmeredekség alapján. Majd csak azt követően tudtam ennek megfelelően elkészíteni az egyes lejtőkategóriák shape file-ját, amivel később már könnyedén tudtam statisztikát számolni, hogy milyen művelési ágú területek, milyen arányban

tartoznak annak érdekében, hogy a későbbiekben javaslatot tegyünk talajvédelmi eljárások alkalmazására, illetve művelési ágváltásra ott, ahol ez szükségesnek látszik.

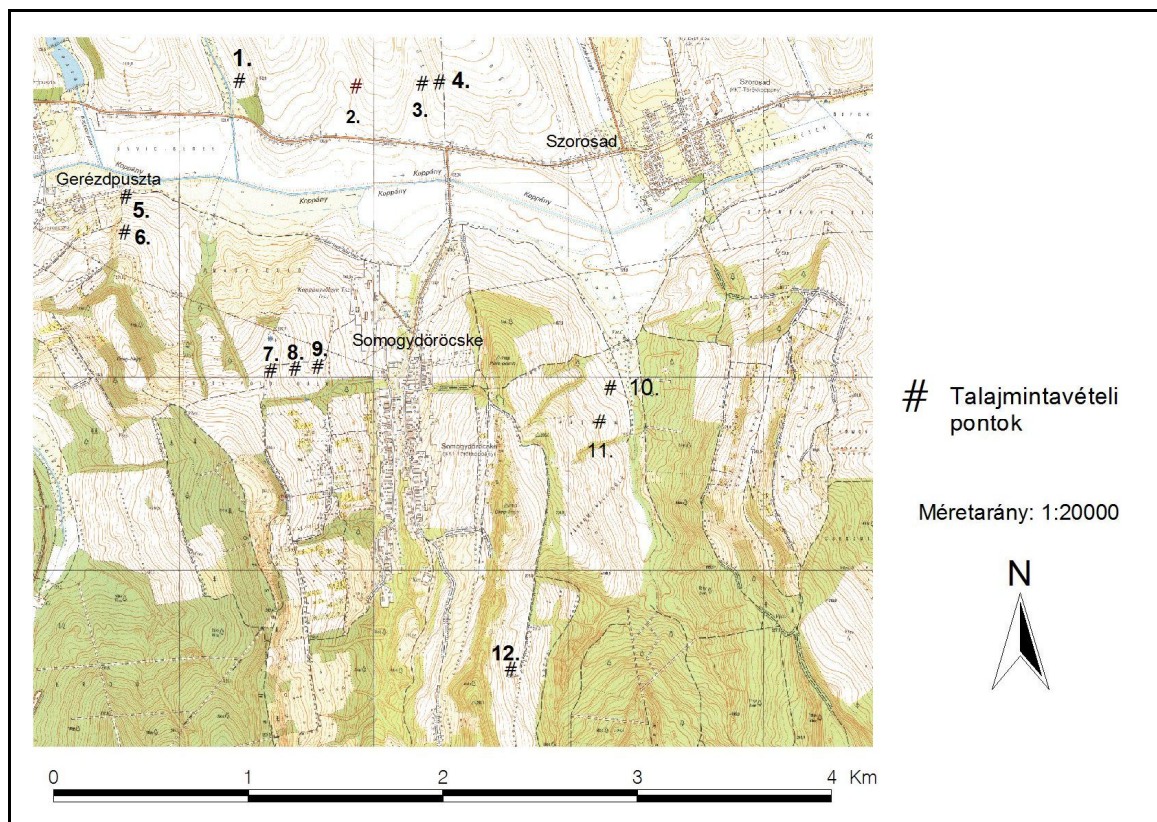
Vízminőségi vizsgálatokat havi rendszerességgel összesen 3 mintavételi helyszínen, a Koppány-patak Gerézdpuszta és Törökkoppány közti szakaszán, illetve egyes nagyobb csapadékeseményeket követően pedig csak Törökkoppányi helyszínen végeztünk. Egy alkalommal Karád és Törökkoppányi szakaszon, összesen 9 ponton vizsgáltuk. 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 minősége, minőségi jellemzők és minősítésről szól, melyben 5 vízminőségi osztályt különböztetnek meg: kiváló, jó, tűrhető, szennyezett és erősen szennyezett víz. Jelen munkában a jó vízminősítési kategóriához tartozó határértékeket vesszük figyelembe. A 2004-től az Európai Unió által meghatározott vízminősítési rendszer követelményei vonatkoznak ránk. Ilyen a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet is, mely a felszíni víz szennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szól. Ezen rendelet tartalmazza azon vízminősítési határértékeket víztest típusonként, mely alapján meghatározható, hogy az adott felszíni vízfolyás a VKI-ben előírt jó állapot kategóriájába tartozik-e. E rendelet alapján történt az egyes elemek kategorizálása.

4. Vizsgálati eredmények

4.1. Talajtani vizsgálatok

Talajtani vizsgálatainkat Pürckhauer- féle szűrőbotos mintavevővel végeztük el, összesen 12 ponton, melyek x, y koordinátáit GPS (Global Position System) határoztuk meg. Ezeket térképen is ábrázoltuk (3. ábra).



3. ábra: Talajmintavételi pontok elhelyezkedése a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen

Az agrotópográfiai térkép a vizsgált területen a Koppány-patak északi részén mészlepedékes csernozjomokat, a patak menti területeken réti öntéstalajokat, míg a paktól 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 és azokon kisebb-nagyobb vízmosások jöttek létre, melyek szemmel láthatóak. A térképek mellett a terepbejárások alkalmával is nagymértékű leromlásukról tanúskodtak ezek a területek, mivel azt tapasztaltuk, hogy a gazdálkodók többsége, a talajok intenzív, sokszor nem ésszerű használata mellett, szinte semmilyen talajvédelmi eljárást nem alkalmaz, és figyelmen kívül hagyja a fenntartható művelés fontosságát. Mindemellett pedig a környéken gazdálkodó Szorosadi Mezőgazdasági Zrt. munkatársai arról panaszkodnak, hogy termésátlagaik elmaradnak az országos átlagétól, vagy ha el is éri azt, akkor ahhoz igen nagy energia-és pénzbefektetés szükséges.

A szűrőbotos vizsgálatokból jól látható, hogy 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 (1. táblázat).

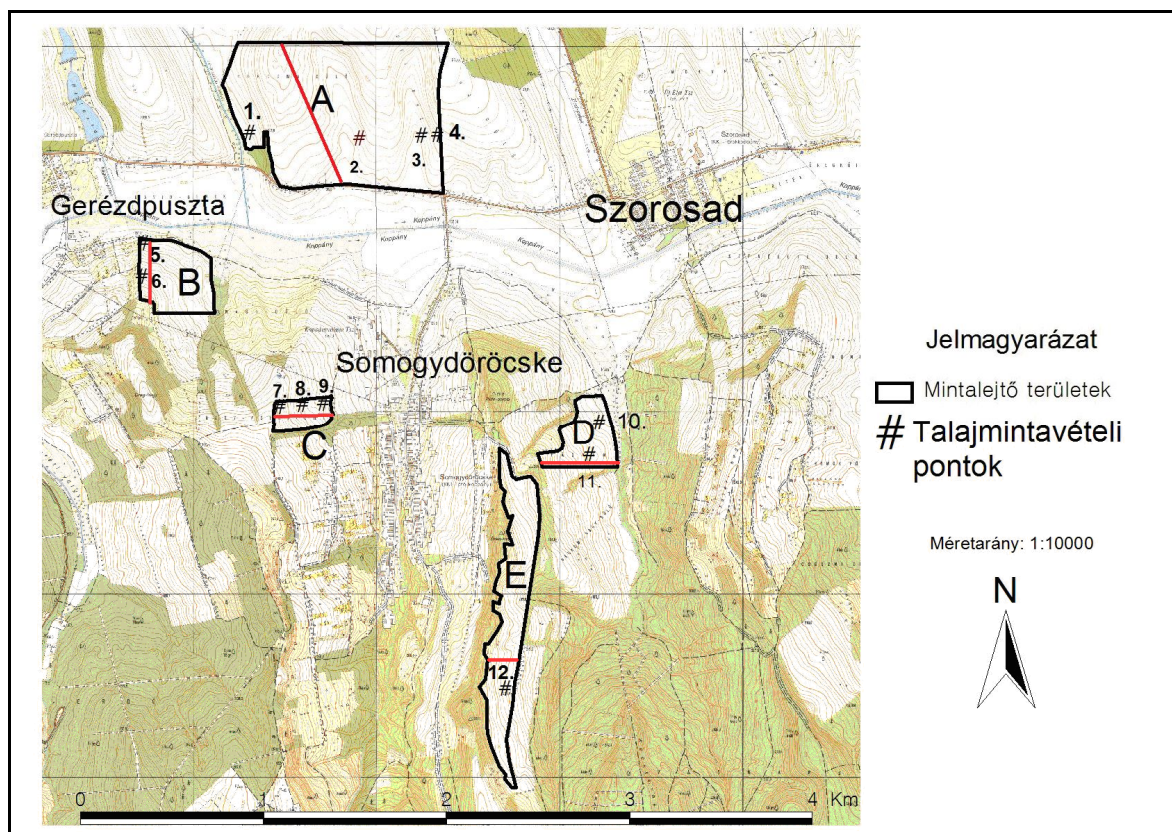
	EOV koordináta (X;Y)	Szint jele	Szint mélysége (cm)	Szín	Textúra	CaCO ₃	Lejtő-helyzet	Talajtípus
1.	569308/140524	(ABC) _{sz}	0–20	sötétbarna (vöröses)	vályog	+++	LAH	Lejtőhordalék
		ABC	20–100	sötétbarna (vöröses)	vályog	+++		
2.	569908/140497	(AC) _{sz}	0–17	világos sárga	vályog	+++	LAH	Lejtőhordalék
		AC	17–70	világos sárga	vályog	+++		
		C	70–100	világos sárga	vályog	+++		
3.	570245/140510	C _{sz}	0–18	sárga	vályog	+++	LAH	Lejtőhordalék
		ABC	18–100	vörösbarna	vályog/ agyagos vályog	++/+++		
4.	570334/140516	(AC) _{sz}	0–20	sárga/világos barna	vályog	+++	LFH	Földeskopár
		C	20–100	sárga	vályog	+++		
5.	568725/139928	AB	0–100	világos vörösbarna	agyagos vályog	+ / ++	LAH	Lejtőhordalék
6.	568716/139743	C	0–100	sárga (kevert)	(agyagos) vályog	+++	LKH	Földeskopár
7	569468/139031	AC	0–40	világosbarna	vályog	+++	plató	Földeskopár.
		C	40–100	sárga	vályog	+++		
8.	569592/139042	B _{sz}	0–20	vöröses világosbarna	agyagos vályog	+++	LKH	Ramann.
		B	20–55	vöröses világosbarna	agyagos vályog	+++		
		C	55–100	sárga	vályog	+++		
9.	569708/139050	B _{sz}	0–20	vöröses barna	agyagos vályog	+	LAH	Ramann.
		B	20–45	vöröses barna	agyagos vályog	+		
		C	45–100	sárga (vörös foltos)	homokos agyagos vályog	+++		
10.	571213/138942	BC ₁	0–23	sötétbarna	agyag	0	LAH	Ramann.
		BC ₂	23–62	vöröses világosbarna	agyag	0		
		C	62–100	sárgásbarna	(homokos) agyag	0+		
11.	571161/138766	AC ₁	0–10	vöröses világosbarna	vályog	+++	LKH	Földeskopár
		C ₁	10–41	vörösbarna	vályog	+++		
		C ₂	41–100	koszos sárgásbarna	homokos vályog	+++		
12.	570700/137486	AC	0–32	világosbarna	vályog	+++	LFH	Földeskopár
		C	32–100	sárga	vályog	+++		

1. táblázat: A Pürckhauer-féle szűrőbottal vizsgált talajok jellemzése Gerézdpuszta és Szorosad között

Találunk ezen fölül még keveredett „C” szinteket is („C₁”, „C₂”). A talajosodott réteg vastagsága azonban ritkán haladja meg az 50 cm-t, 10-40cm a legjellemzőbb. A mésztartalom mindenhol magas, egyes lejtőkön diónyi, vagy annál nagyobb mészgöbecseket is találtunk, mely jelzi a meszes alapkőzet közelségét. A minták színei elsősorban világosnak mondhatók, a legtöbb esetben világos barna, vagy sárgásbarna. Ahol sötétebb színeket találtunk a kevertebb részekben, ott feltételezhetően a régi erdőtalajok nyoma lelhető fel. A minták textúrája zömével vályog, mely néhol homokosabb, néhol pedig agyagosabb. A talajtípus leggyakrabban lejtőhordalék és földes kopár volt.

4.2. Mintalejtők talajvesztéségbecslése USLE modellel

Összesen 5 mintalejtőt jelöltünk ki a talaj mintavételi pontok alapján (4. ábra), melyek esetében legelőször a lejtő hosszúságát határoztuk meg.



4. ábra: Mintalejtők elhelyezkedése a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen

Meghatároztuk az egyes mintatáblák méretét, mivel némely tábla igen nagy egybefüggő területet alkotnak. Ezek mérete: A: 85 ha; B: 14 ha; C: 5 ha; D: 11 ha; E: 26 ha. Ennek azért is van jelentősége, mert 5-12%-os lejtőkategória esetén az ajánlott táblanagyság mérete 20-45 ha, míg 12-17%-os lejtő esetén 10-30 ha. A táblák hosszúságát ArcView 3.1. programmal mértük le, míg a lejtők hosszúságát és magasságát az EOVS (1:10000) szintvonalai alapján határoztuk meg. A tangens α a lejtő magasságának és hosszának hányadosa, ennek százszorosa adja a lejtő meredekségét %-os értékben, míg ha ugyanennek a hányadosnak a kotangensét vesszük, akkor

megkapjuk az α értékét, mely a lejtő meredekségének szögét adja meg. Ezek az értékek az egyes lejtők esetében a következőképpen alakultak (2. táblázat):

	Lejtő hossz	Lejtő emelkedés	tga	α (°)	Lejtő meredekség (%)
A	832,2	38,75	0,046563326	2,66	4,6
B	316,19	50	0,158132768	8,98	15,8
C	316,33	40	0,126450226	7,2	12,6
D	404,45	55	0,135987143	7,74	13,5
E	194,34	30	0,154368632	8,7	15,4

2. táblázat: A kijelölt lejtőket jellemző adatsorok

Ezt követően a továbbiakban ismertetem a USLE modell egyes tényezőit.

R tényező az esőtényező, mely 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 talajveszteség mértékének meghatározásához szükséges a lehulló záporok kinetikai energiájának ismerete. Mivel a 30 perces maximális intenzitás szoros kapcsolatban van a talajpusztulás, illetve a kinetikai energia között, így az esőerózió-index (*EI*) az eső kinetikai energiájának és a 30 perces maximális intenzitásnak a szorzata. Az erózió szempontjából a legfontosabb a 30mm/nap intenzitású csapadékok, ennek viszont visszatérési ideje 1-2 alkalom egy évben. A nagyobb csapadékesemények erózió potenciáljának becsléséhez a legjobb csapadékesemények azok, melyek esetében harminc percen belül folyamatosak. Ebben a dolgozatban ezt az értéket nomogram segítségével számoltuk, melyhez az éves csapadékmennyiségre és a nagyobb csapadékesemények visszatérési idejére volt szükség. Ezért minden lejtő esetében 800-zal számoltunk

K tényező a talaj erodálhatóságát kifejező tényező, mely a talajleomosódásnak 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 használtam fel, ahol a K tényező értéke humuszkarbonát talajra 0,038 (3. 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 kopárokat leltünk.

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.

Az egyes lejtők LS tényezője a következőképp alakult (3. táblázat): A: 0,8718; B: 6,7707; C: 4,4363; D: 5,2629; E: 5,1655.

C tényező a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, mely különböző növényfajok talajvédő hatását, a növényi maradványok mennyiségét, a kezelés módját és a termesztési módot (monokultúra, vagy vetésváltó) fejezi ki. Dolgozatomban több felszínborítás esetében is megvizsgáltam a talajvesztés éves mértékét, így 4 jellemző felszínborítást választottam (3. táblázat) és ezek értékeivel számoltam (C1: kapás kultúra esetében 0,5; C2: kalászos esetében 0,25; C3: gyep/pillangós esetében 0,1; C4: valamint lombos erdő esetében 0,05).

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. Mivel az A és E lejtők esetében szintvonalas művelés történik, így az egyes lejtők értékei, a lejtőkategória figyelembe vételével a következőképpen alakultak (3. táblázat): A: 0,5 ;B: 1; C: 1; D: 1; E: 0,8.

	R	K	LS	C1	C2	C3	C4	P
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

3. táblázat: Az USLE modell bemeneti paramétereinek értékei

A különböző felszínborítások, különböző éves talajvesztésget jeleznek az egyes mintalejtőkön (4. táblázat).

	Kapás kultúra	Kalászos	Gyep/pillangós	Lombos erdő
	Talajvesztés (tonna/ha/év)	Talajvesztés (tonna/ha/év)	Talajvesztés (tonna/ha/év)	Talajvesztés (tonna/ha/év)
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	31,4	12,56	6,28

4. táblázat: Egyes mintalejtők éves talajvesztése különböző felszínborítások alatt

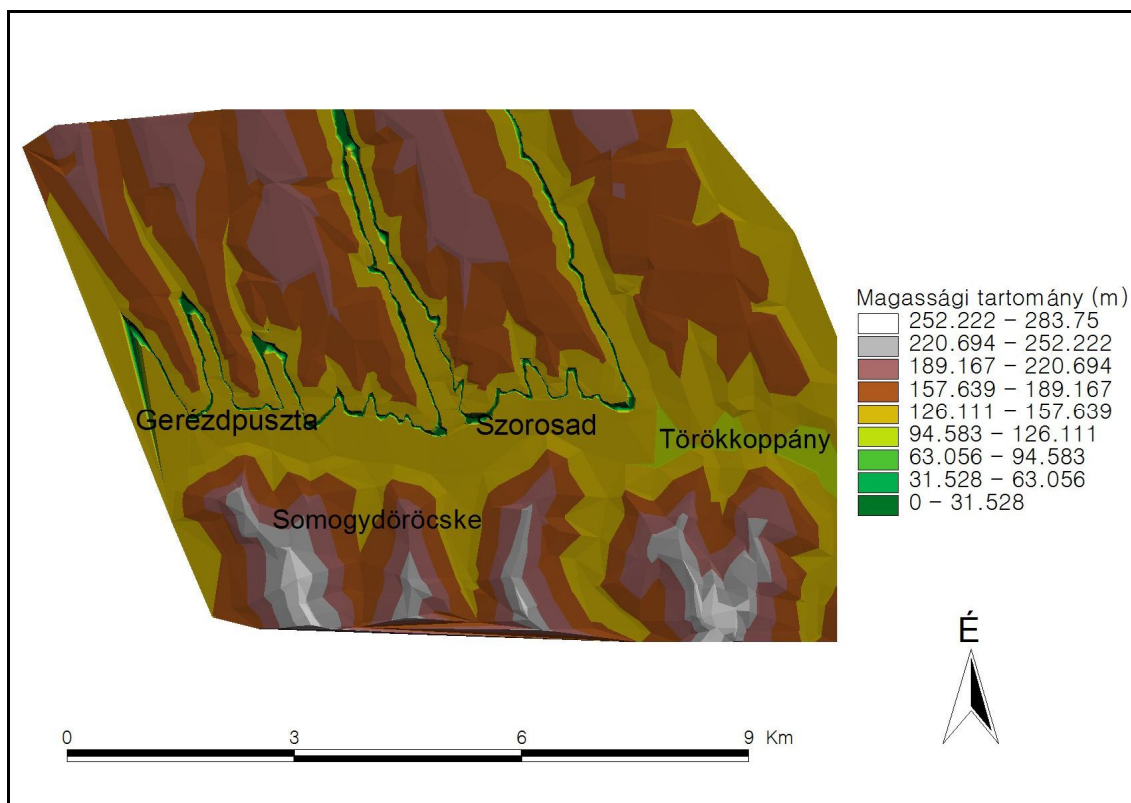
Jól látszik, hogy az A jelzésű mintalejtőn a legkisebb az éves talajvesztés mértéke, mivel 5% alatti lejtőkategóriába tartozik. Itt a legkisebb a talajvesztés mindegyik felszínborítás alatt. Természetesen az is jól látszódik, hogy a legjobb talajtakaró vegetáció típus a lombos erdő. Természetesen erdők 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 jelentkező erózió mértékének tízszerese jelentkezik, mely az eredményekből is jól látszik. Bár vizsgált lejtőim között nem szerepel erdő, viszont egy részük egykor erdő lehetett. Ez viszont igen jól szemlélteti negatív folyamatok megindulását és jelenlétét, mely igen nagy károkat okoz egyik feltételeken megújuló természeti

kincsünkben, a talajban. A lombos erdő után a gyepek, illetve a pillangós növények rendelkeznek a második legjobb talajvédő tulajdonsággal, melyek a lombos erdők alatti talajvesztesség értékek kétszerese, mely a C tényezők arányából is adódik (kétszerese egyik a másiknak). A kalászosok C tényezője viszont 2,5-szerese a pillangósénak, illetve a5-szöröse a lombos erdőének, így a kapott eredmények is ez alapján alakultak.

Itt kell megemlíteni Centeri (2002) talajvesztesség alapján történő kategorizálását, mely alapján $2-11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$ talajvesztesség esetén nem szükséges talajvédelmi eljárás, míg e értékek fölött már javasolt. Ez abból adódik, hogy a tolerálható talajvesztesség mértéke $11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$, míg a maximális tolerálható talajvesztesség mértéke $11-15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$ között alakul. Az e fölötti értékek viszont már meghaladják a talajképződés ütemét, mely következtében talajdegradáció lép fel. Jelen esetben az A mintalejtő és a lombos erdők kivételével a talajvesztesség mértéke mindenhol meghaladta a tolerálható talajvesztesség mértékét, míg a maximális tolerálható talajvesztesség intervallumába már javarészt beletartoznak a pillangós és gyepterületek is. Legnagyobb talajvesztesség értékeket kaptunk eredményként a B és D lejtők esetében, mely a lejtő meredekségéből és a szintvonalakra merőleges művelésből adódik.

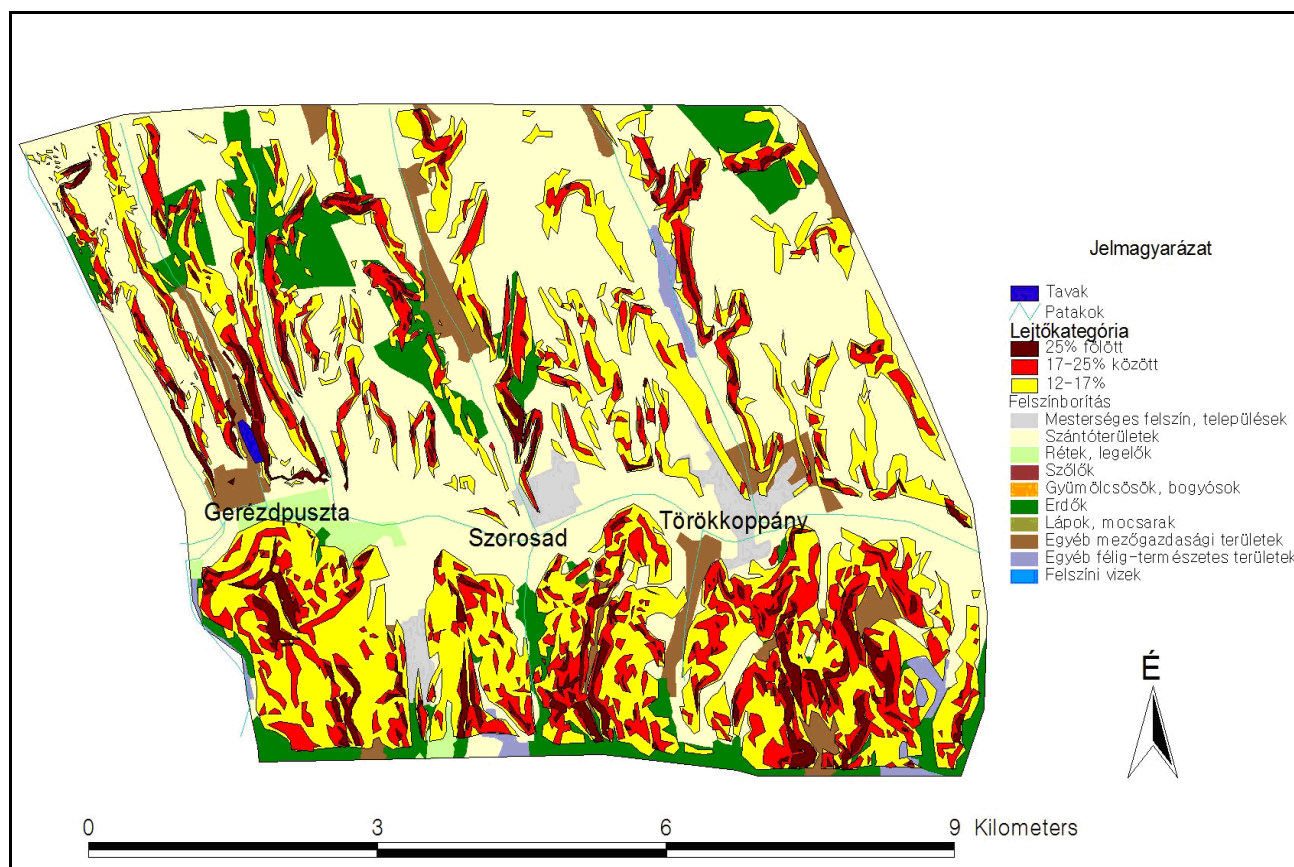
4.3. Terület domborzati modellje és lejtőkategória térképe

Az ArcView 3.1. program segítségével és az EOV térképek digitalizált szintvonalai alapján elkészítettük a terület digitális domborzat modelljét (5. ábra).



5. ábra: Gerézdpuszta és Törökkoppány között elhelyezkedő mintaterület Digitális Domborzat Modellje (DDM)

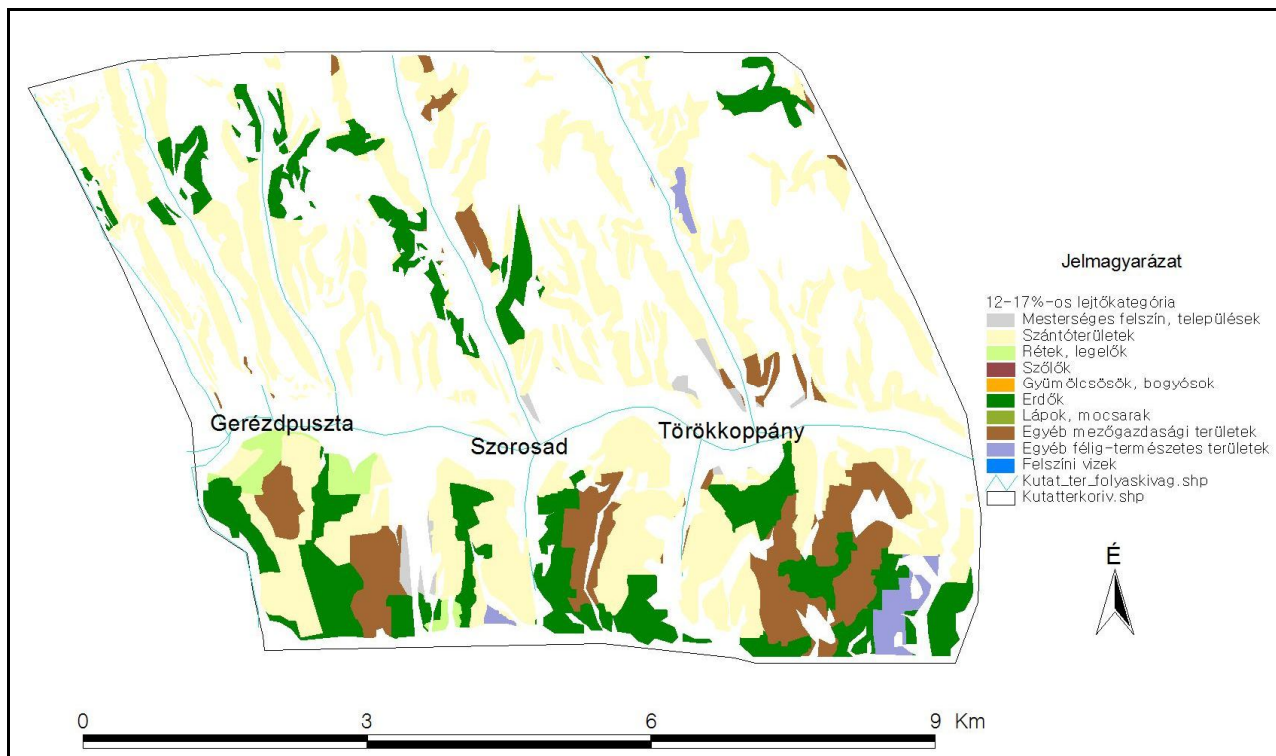
Jól látszanak a világosszürkével jelölt magasabb és meredekebb domboldalak, míg az északi, déli kitettségű domboldalak jóval lankásabbak. A sárgásbarnával, illetve zölddel jelölt területek a legalacsonyabb térszínek, melyek a patakok völgyét követik. Ezt követően elkészítettem a terület lejtőkategória térképét (6. ábra).



6. ábra: A vizsgált terület felszínborítás és lejtőkategória térképe, azon lejtőkategóriákkal ábrázolva, melyek szántóföldi művelésre nem, vagy csak korlátozottan alkalmasak

Ez alapján statisztikát készítettünk arról, hogy mely lejtőkategóriába, milyen felszínborítású területek tartoznak, illetve milyen arányban. A térképen egyszerre ábrázoltam a 12-17% közötti, a 17-25% közötti, illetve a 25% fölötti lejtőkategóriákat. Legelőször a 12- és 17% közötti lejtőterületeket elemeztem, melyhez készítettem egy szemléltető ábrát (7. ábra).

Jól látszik a térképen, hogy a vizsgált terület jelentős része tartozik ebbe a lejtőkategóriába, melynek kiterjedése összesen 2116, 69 ha, mintegy 41%-a az eredeti, teljes vizsgálati területnek. A szántók aránya igen magas e kategóriában, 35,21%, mely a vizsgált terület több, mint felét teszi ki. Ez elsősorban azért nem kedvező, mert a termesztett növények jelentős részére kapás kultúrák jellemzőek, illetve kevés szántón alkalmaznak talajvédelmi eljárást, pedig a 12%-os, vagy az azt meghaladó lejtők esetében már kiemelt jelentősége van a talajvédelemnek.



7. ábra: A 12-17%-os lejtőkategóriába tartozó területek, és felszínborításuk a Törökkoppány és Gerézdpuszta közötti mintaterületen

A szántók mellett igen nagy aránnyal rendelkeznek a gyepek, annak ellenére, hogy magán a vizsgált területen kiterjedésük igen alacsony, mindössze 96 ha. (5. táblázat).

Felszínborítás	12-17%-os lejtőkategória			
	Egész terület (ha)	12-17% (ha)	Kategórián belüli megoszlás (%)	Vizsgált területhez képest (%)
Mesterséges felszín	118	21,82	1,03	18,49
Szántó	3427	1206,9	57,01	35,21
Gyep	96	42,32	1,99	44,08
Egyéb mezőgazdasági terület	507	299,29	14,13	59,03
Erdő	868	505,79	23,89	58,27
Egyéb félig természetes területek	87	40,55	1,91	46,6
Összesen	5103	2116,7	100	41,47

5. táblázat: Vizsgált terület felszínborítása ha-ban kifejezve, illetve a vizsgált terület 12-17%-os lejtőkategóriájának megoszlása ha-ban és %-os arányban kifejezve

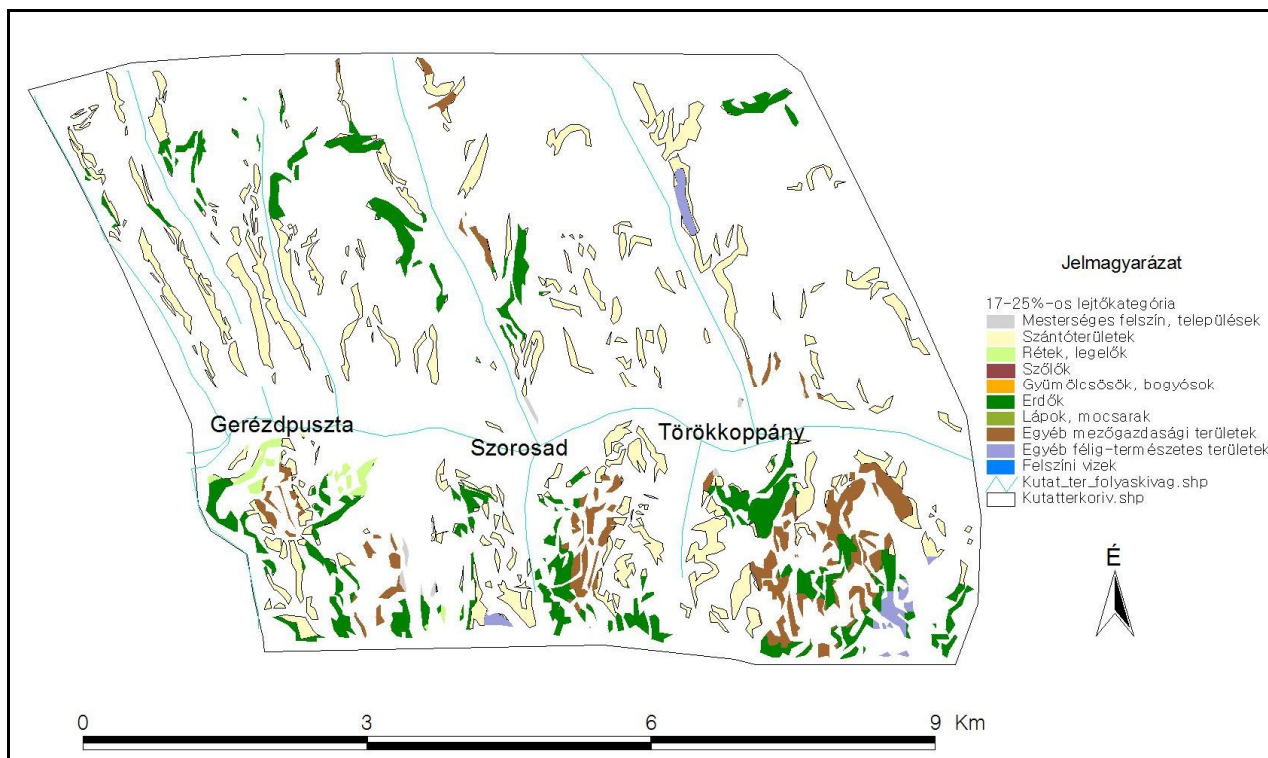
Magas ugyanakkor az egyéb mezőgazdasági területek (gyümölcsösök, kiskertek), az erdők és egyéb félig természetes területek aránya a 12-17%-os lejtőkategóriában. Az erdők aránya a legmagasabb ebben a kategóriában, mely pozitív, hiszen ezeken a területeken tized akkora az erózió és talajlehordás mértéke, mint egy szántóterületen.

A 17-25% közötti lejtőkategóriába tartozó területek aránya már jóval kevesebb (6. táblázat, 8. ábra), majdnem harmada a vizsgált területnek (15,19%).

Pozitívként jelenik meg, hogy ebbe a lejtőkategóriába tartozó felszínborítások közül, az erdő rendelkezik a legmagasabb aránnyal, majdnem 26%-al, viszont a kategóriában való megoszlása ismét a szántóé a legmagasabb. Ez meglepő, hiszen azt gondolnánk, hogy 17%-os, vagy afeletti lejtőn már igen költséges a termesztés, illetve a kockázatok is megnövekednek.

Felszínborítás	17-25%-os lejtőkategória			
	Egész terület (ha)	17-25% (ha)	Kategórián belüli megoszlás (%)	Vizsgált területhez képest (%)
Mesterséges felszín	118	5,13	0,66	4,34
Szántó	3427	395,22	50,97	11,53
Gyep	96	13,97	1,8	14,55
Egyéb mezőgazdasági terület	507	115,68	14,92	22,81
Erdő	868	225,17	29,04	25,94
Egyéb félig természetes területek	87	20,09	2,59	23,09
Összesen	5103	775,26	100	15,19

6. táblázat: Vizsgált terület felszínborítása ha-ban kifejezve, illetve a vizsgált terület 17-25%-os lejtőkategóriájának megoszlása ha-ban és %-os arányban kifejezve



8. ábra: 17-25%-os lejtőkategóriába tartozó területek

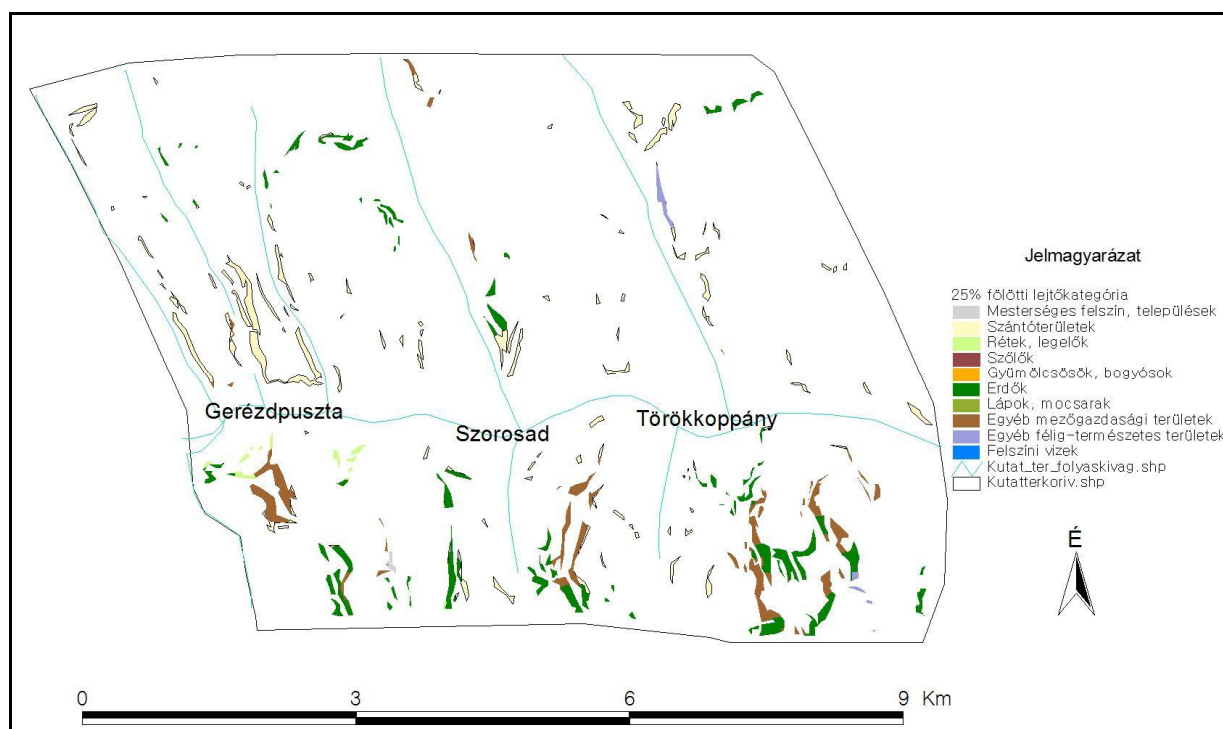
A gyepek megoszlása ismét elmarad a többi felszínborítástól. Az is szembevetendő, hogy a déli kitettségű, lankásnak vélt felszínén is elég nagy területen jelen van ez a lejtőkategória, mely zömében a szántóföldeket érinti.

A 25% feletti meredekségű lejtők aránya már jóval kisebb, a vizsgált terület mindössze 4 %-án találhatók (7. táblázat).

Felszínborítás	25% feletti lejtőkategória			
	Egész terület (ha)	25% fölött (ha)	Kategórián belüli megoszlás (%)	Vizsgált területhez képest (%)
Mesterséges felszín	118	1,08	0,52	0,91
Szántó	3427	67,89	32,83	1,98
Gyep	96	3,91	1,89	4,07
Egyéb mezőgazdasági terület	507	53,54	25,89	10,56
Erdő	868	75,95	36,73	8,75
Egyéb félig természetes területek	87	4,38	2,11	5,03
Összesen	5103	206,75	100	4,05

7. táblázat: Vizsgált terület felszínborítása ha-ban kifejezve, illetve a vizsgált terület 25% fölötti lejtőkategóriájának megoszlása ha-ban és %-os arányban kifejezve

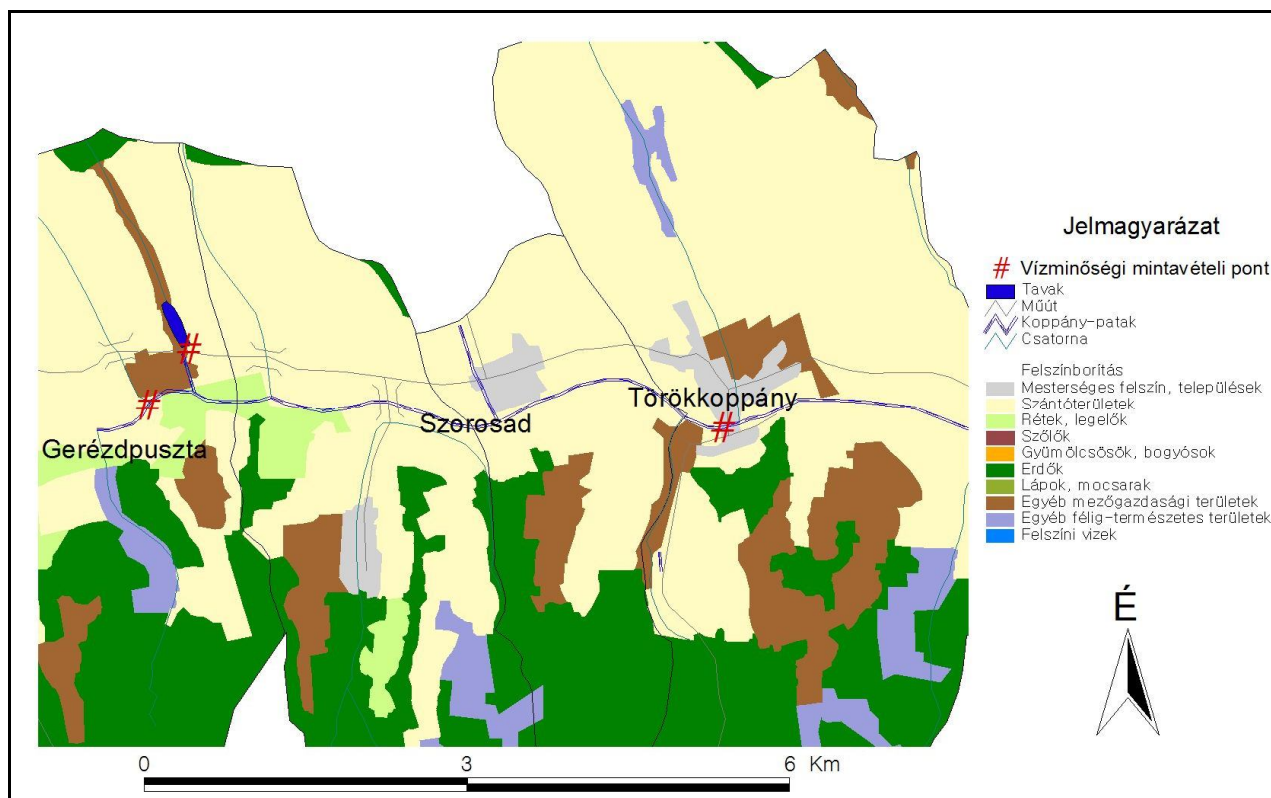
Az erdők aránya itt már kategórián belül is magasabb, mint a szántóé. A gyepek és egyéb félig természetes területek aránya igen alacsony, míg az egyéb mezőgazdasági területek kiterjedése ismét igen magas, bár nem éri el a szántó és erdő területek arányát (9. ábra).



9. ábra: 25% fölötti lejtőkategóriába tartozó területek

4.4. Vízminőségi vizsgálatok

Munkánk során havi rendszerességgel 3 pontról vettünk mintát a Koppány-patak mentén, melyek a következők voltak: Gerézdpuszta, Gerézdi-tavak és Törökkoppány (10. ábra).

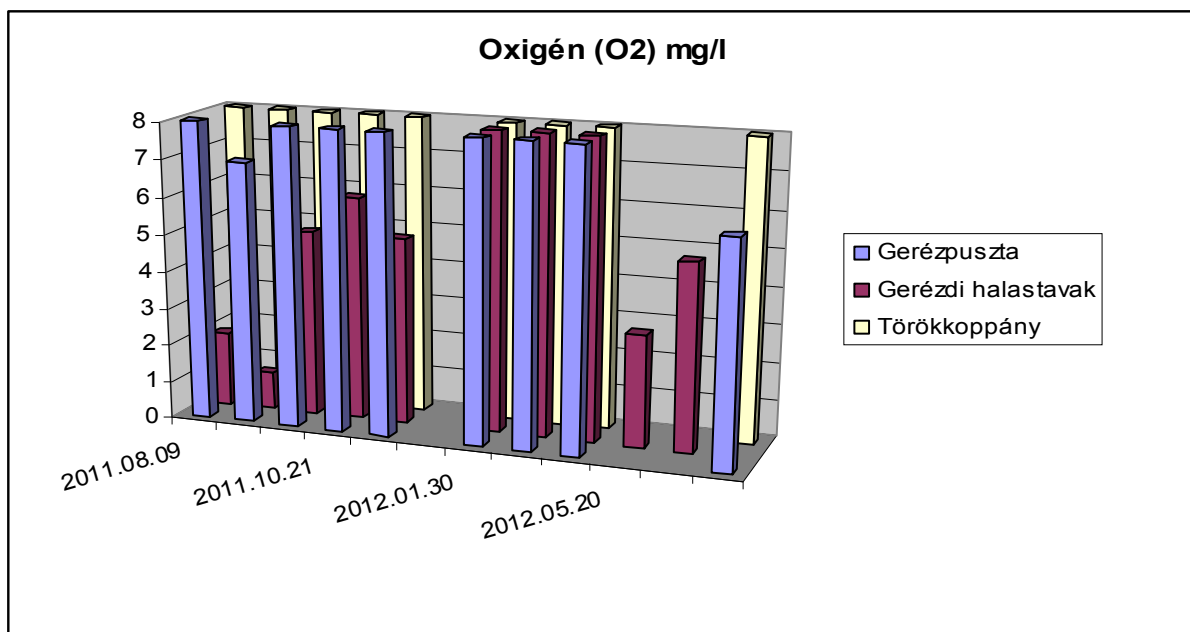


10. ábra: Mintaterületünk és a mintavételi pontok helyszínei

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 halastavakból származó víz minősége – melyek gyöngyszerűen vannak egymás után fölfűzve – feltételezésünk szerint tápanyaggal igen terhelt, mely esetlegesen, mint a Koppány mellékvízfolyása ronthatja annak vízminőségét. A másik két mintavételi helyen a víz minőségét, a domboldalakról erózió útján lesodort tápanyagok, illetve a közvetlen patak menti szántóföldekről származó peszticidek ronthatják, mivel nagyon sok helyen a pataktól számított 5-10 m-en belül már szántóföldeket találunk, ahol a puffer zónák igen kevés helyen lelhetők föl. Mindemellett az is érdekes volt számomra, hogy a környező települések Településrendezési Tervei egyáltalán nem szabályozzák a mezőgazdasági tevékenységet a felszíni vizek mentén, pedig szükséges lenne élőhely- és vízvédelmi szempontból. A következőkben a három helyszínen vett vízminták főbb vizsgált paramétereit hasonlítom össze és mutatom be.

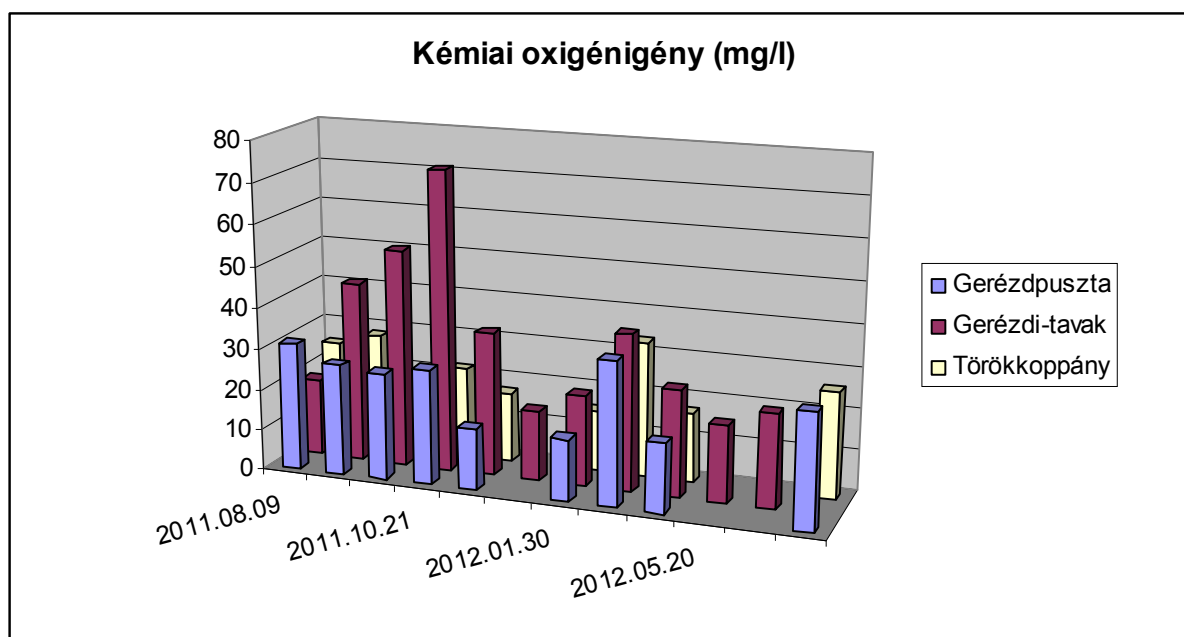
Az oxigénháztartás jellemzői (A csoport) közül az oldott oxigén és a kémiai oxigénigényt vizsgáltuk mintáinkban. Az oldott oxigén mennyisége az élővilág szempontjából egy igen fontos tényező. Vizsgálata során problémát okozhat a szállítás során bekövetkező oldott oxigén mennyiségének változása, ezért mérését lehetőség szerint a helyszínen kell elvégezni, mely

esetünkben is így történt. 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 oxigénfelvevő képessége is kisebb. Az oldott oxigéntartalom megváltozása változást okoz a vízi ökoszisztémák élőlényeinek fajösszetételében és fajgazdagságában is. Mintáink (11. ábra) oldott oxigén koncentrációja a halastavak alatti szakaszon rendszerint nem éri el minden esetben 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.



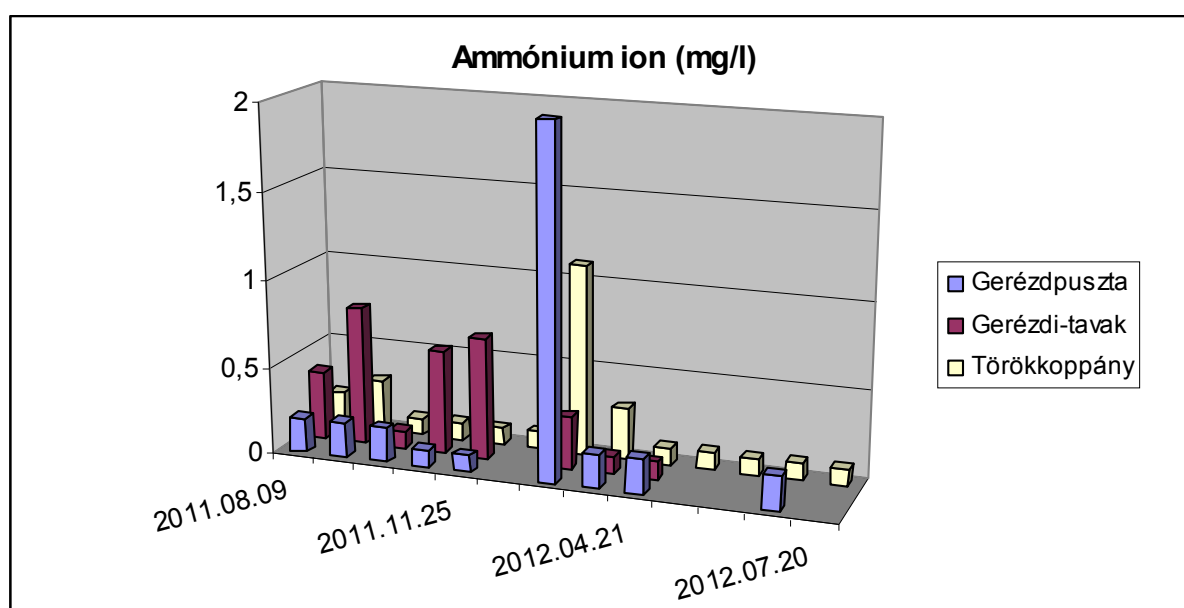
11. ábra: Az oldott oxigén tartalom mért értékei mg/l-ben

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. Az eredményt a térfogategységnyi víz által fogyasztott oxigén egyenértékében adják meg. Ez az érték általában nagyobb, mint a BOI (biokémiai oxigénigény), mert kémiailag több vegyület oxidálható, mint biológiailag. A halastavak alatti mintavételi ponton igen magas KOI értékeket mértünk (12. ábra), mely annak tudható be, hogy itt a vízfolyás lassú mozgású és a meleg, kisvízi időszakban több szervesanyag halmozódott fel a vízfolyásban. Viszont a Koppány-patak esetében is jelzik a néhol határértéket meghaladó ($<25\text{ mg/l}$) KOI értékek a szervesanyag terhelés jelenlétét.



12. ábra: A kémiai oxigénigény mért értékei mg/l-ben

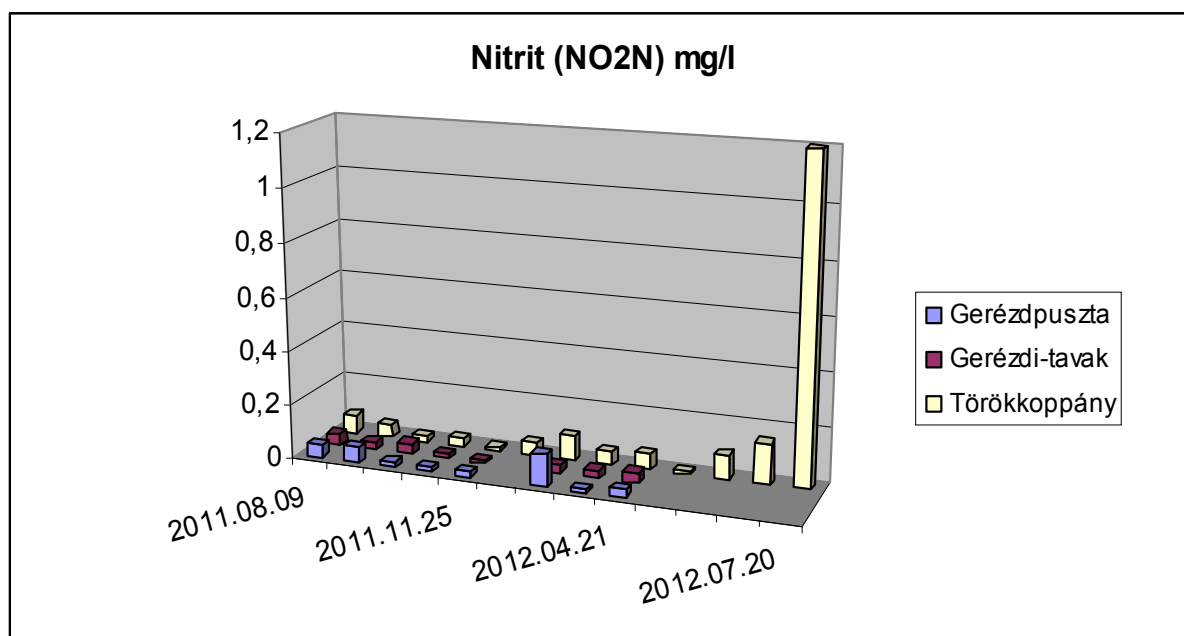
A következőkben a nitrogén- és foszforháztartás jellemzőit mutatjuk be. Az oxigén háztartás (nitrifikáció) és a tápanyag ellátottság szempontjából (a legtöbb alga számára jól hozzáférhető) is lényeges paraméter az ammónium. Disszociálatlan formája (szabad ammónia) a vízi élővilágra nagy koncentrációban toxikus lehet ezért a halas direktíva is szabályozza. 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 (13. ábra) a jó állapotnak ($<0,3 \text{ mg/l}$) megfelel, viszont a halastavak alatti kis vízfolyás ammónium ion koncentrációja igencsak meghaladta azt a nyári kéthetes hőséget követően.



13. ábra: Az ammónium ion koncentrációja mg/l-ben

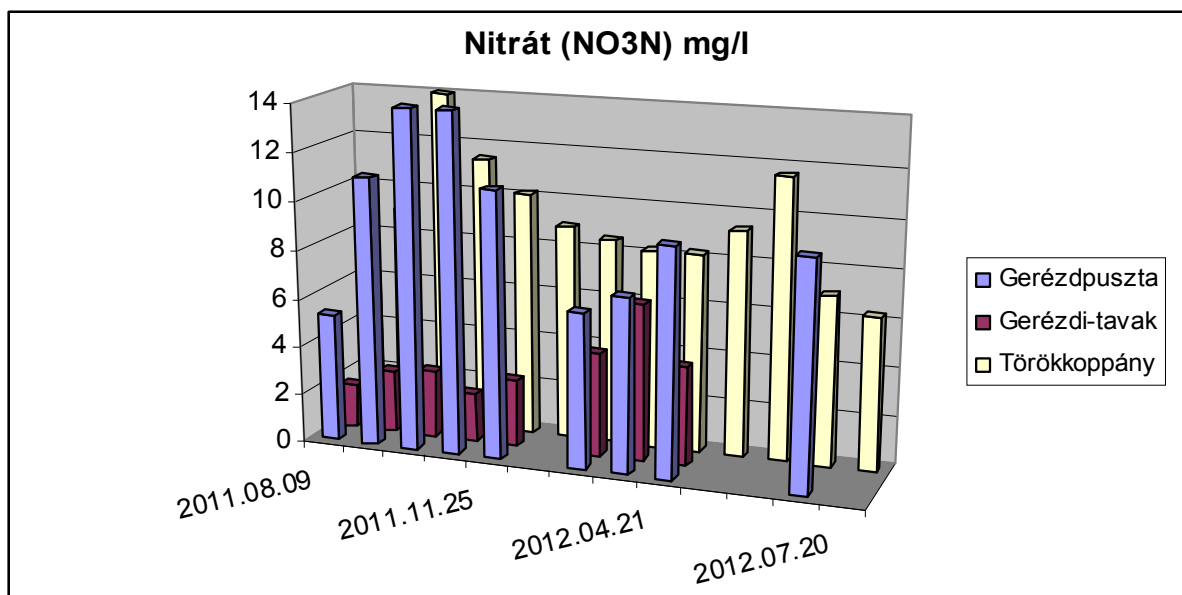
Egy alkalommal január végi mérési eredményeknél a Koppány-patakban az ammónium ion mértéke sokszorososa volt a kívánt értéknek, melynek forrását nem tudjuk. Több, illetve más alkalommal nem mértünk ilyen kiugró értékeket.

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 (14. ábra) 7 alkalommal lépte át a megadott határértéket ($<0,06 \text{ mg/l}$), 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 Törökkoppányban, melyek szintén magas értékekkel rendelkeztek. 2012. július 20-án a nitrit értéke sokszorosára emelkedett, melynek eredetét nem ismerjük.



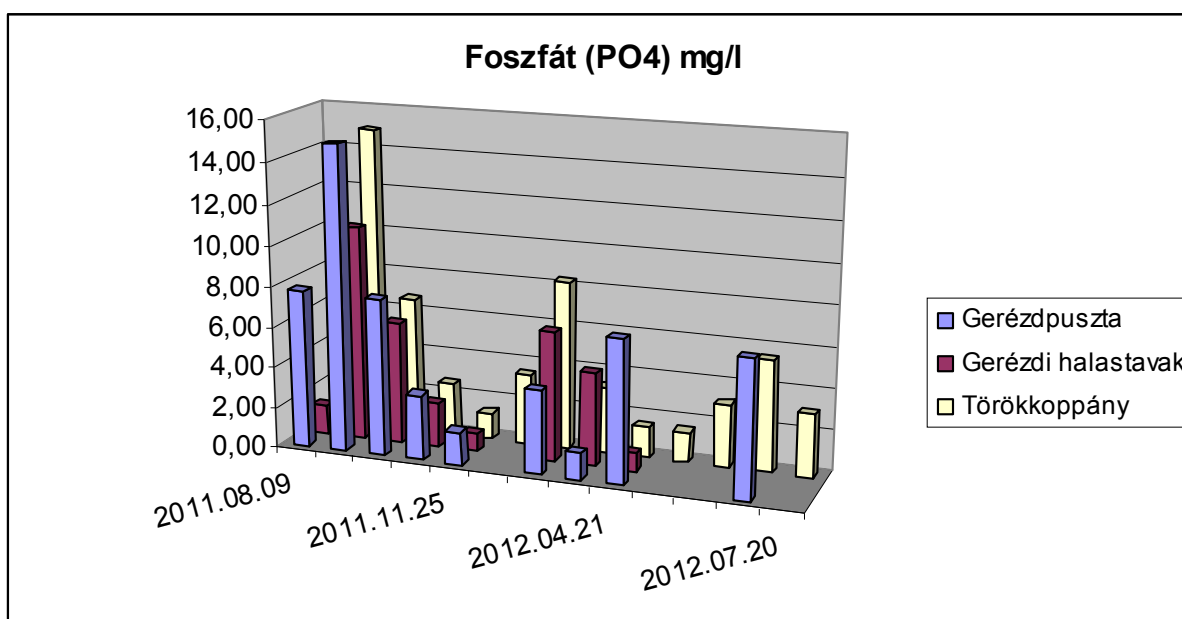
14. ábra: A nitrit koncentráció mért értékei mg/l-ben

A nitrifikáció végterméke, a vizekben igen stabil nitrogénforma. Fontos növényi tápanyag, emellett indikátora a diffúz terheléseknek és jelentős mennyiségben származik a kommunális szennyvizekből is. A nitrát direktíva külön foglalkozik vele. Felszíni vizekben a nitrát-ion általában kis koncentrációban van jelen. Láthatjuk a diagramon (15. ábra), hogy a mért értékek nem felelnek meg az elvárt értékeknek ($< 3 \text{ mg/l}$). Láthatjuk azt is, hogy a halastavak alatti mintavételi pontok értékei nem olyan kiugróak, mint a Koppány-pataké, mivel Koppány-patak mintáiban igen nagy gyakorisággal mértünk többszörös értékeket. A vízfolyásba 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 koncentrációnövekedésnek véljük.



15. ábra: A nitrát ion koncentráció mért értékei mg/l-ben

A foszfor jelentősége nagy, az élővizek szempontjából igen fontos. Az összes foszfor a partikulált foszforból és az oldott foszforból tevődik össze. A partikulált foszfor legnagyobb részét a tavakban általában a planktonikus szervezetek, főként az algák és baktériumok foszfortartalma teszi ki. Az oldott foszfor szerves foszfor vegyületekből és ortofoszfátból áll. Az algák számára közvetlenül ortofoszfát formában vehető fel a foszfor. Hazai vizeink eurofizálódásáért 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 (szervestrágyázás, műtrágyázás, állattartó telepek), illetve a kommunális szennyvízkibocsátás a felelősek. Jelen vizsgálatunkban PO₄-P mennyiségének (mg/l) meghatározása történt (16. ábra).



16. ábra: A foszfát koncentráció mért értékei mg/l-ben

Jól látszik, hogy a halastavak alatti mintaterület PO₄-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-ei mérések eredményei figyelemre méltóak, mivel a mérést megelőző két hétben szinte folyamatosan 32°C körüli átlaghőmérséklet uralkodott hazánkban, melynek negatív hatásai a vízminőségben is megmutatkoznak. 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. A 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.

Az alábbi táblázatban 2012.08.21-ei mérések eredményei láthatók:

2012.08.21.	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
Mérési pont	Foszfát (PO ₄)		Nitrát (NO ₃ N)		Nitrit (NO ₂ N)		Ammónium (NH ₄ N)		KOI (O ₂)	
Katyor	27	erősen szennyezett	23	szennyezett	40	erősen szennyezett	1,6	szennyezett	33	tűrhető
Sovák-domb	23	erősen szennyezett	26,5	erősen szennyezett	74,4	erősen szennyezett	2	szennyezett		
Fiad (belterület)	27	erősen szennyezett	21,5	szennyezett	23	erősen szennyezett	0,2	kiváló		
Bonnya (vasúti híd)	24	erősen szennyezett	12,8	tűrhető	0,1	tűrhető	0,1	kiváló		
Bonnyapusztai híd	25	erősen szennyezett	22	szennyezett	16	erősen szennyezett	<0,1	kiváló	40	tűrhető
Gerézdpusztai híd	25	erősen szennyezett	13,6	tűrhető	0,04	jó	0,1	kiváló		
Gerézdi tavak alatt	21	erősen szennyezett	9,4	tűrhető	0,15	tűrhető	0,1	kiváló		
Somogydöröcske	20	erősen szennyezett	16	tűrhető	0,05	jó	0,1	kiváló		
Törökkoppány	22	erősen szennyezett	13,2	tűrhető	0,04	jó	0,1	kiváló	29	jó

8. táblázat: 2012.08.21-én vett minták kiértékelése

Mivel közel egy évnyi időintervallum ideje alatt vett mintákból és azok kiértékeléséből jól látható volt, hogy a Koppány-patakba történő tápanyagbemosódás nem érhető tetten az egyes nagyobb csapadékeseményeket követően, viszont a szennyvízbevezetés jelei szinte minden mintákban jelen voltak, ezért arra voltunk kíváncsiak, hogy a bevezetés helyétől Törökkoppányig milyen mértékben hígul, egyáltalán felhígul-e a befogadóban a szennyvíz. E mérések nyári meleg napokat követően, kisvízi időszakban lettek elvégezve, mely igen szembeutó a mért értékeken is, mivel néhol sokkal magasabb értékeket is mértünk az eddigieknél. A foszfor szinte végig, a bevezetés helyétől Törökkoppányig nagyon magas és talán csak az utolsó három minta esetében

vehető észre némi javulás. A nitrát és nitrit értékei folyamatosan magasak voltak és csak a nitrit esetében látható az értékek csökkenése a bevezetés pontjától távolodva. Az ammónium ion koncentrációja az első két állomásnál igen magas volt, míg a többi pontnál már elérte a kiváló minőséget. KOI értékét mindössze 3 ponton vizsgáltuk, az első, az ötödik és a kilencedik estében. A kilencedik, Törökkoppányi mintavételi pontnál már jónak tekinthető a KOI értéke.

5. Következtetések és javaslatok

A Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen vizsgált talajok jelentős része nagymértékű negatív átalakuláson esett át, mely folyamat természet-és környezetvédelmi szempontból sem kedvező. A talajok nagymértékű leromlását talajtani vizsgálataim is alátámasztják, mivel a legtöbb mintázott területen földes kopár és lejtőhordalék talajokat találtunk. A szűrőbotos mintavételezés során még felleltünk olyan területeket, ahol még nem romlottak le teljes mértékben a talajok, így az egykori Ramann-féle barna erdőtalajok nyomai fellelhetők voltak. Az mintalejtőkre vonatkozó, USLE modellel kapott eredmények szinte kivétel nélkül magasak voltak, többszörös értékei a tolerálható évi talajveszteségnek. A lejtőkategória térkép alapján szembetűnő a 12-17%; illetve 17-25%-os lejtők igen magas aránya, melyeken elsősorban szántóföldeket, illetve erdőket találunk.

Mivel a jelenlegi állapotok hosszú távon nem fenntarthatók, ezért talajvédelmi javaslataim a következők:

- Az USLE modellel történő talajveszteség becslés során nyilvánvalóvá vált, hogy már a növénykultúrák megfelelő megválasztásával, azok talajborításának figyelembe vételével és vetésforgóba való megfelelő illesztésével csökkenthető a talajveszteség mértéke, ezért a 12% vagy a fölötti lejtőkategóriába tartozó szántóterületeken korlátozni kell a gyenge és rossz talajvédő hatású növények arányát.
- Elsősorban a szántók számát, illetve méretét kell csökkenteni vagy korlátozni a lejtőkategóriáknak megfelelően, hogy 17%-nál meredekebb lejtőkön ne legyen szántóföldi művelés. Ez összesen 463 ha-nyi mezőgazdasági területet érint. Ezzel egy időben pedig, ezeken a területeken növelni kell a gyepterületek és erdő területek kiterjedését művelési ágváltással.
- Az eredeti vegetáció visszaállítását tehát szorgalmazni kell, a biodiverzitás megőrzése céljából, hogy az egyes, még meglévő, nagy fajgazdagsággal rendelkező élőhelyek ökológiai folyosóban betöltött szerepüket be tudják tölteni, így az egyes élőhelyek, fragmentumok összekapcsoltsága (konnektivitása) biztosítható. Ezeket a rehabilitációs munkálatokat pedig olyan szántó területeken kell kijelölni, melyek erózió által erősen veszélyeztetettek, illetve már nagymértékben erodálódtak, annak érdekében, hogy a táj funkcionális értéke növekedjék. Ehhez nyújthat segítséget az elkészített lejtőkategória térkép, mely egy későbbi tervezési folyamat alapját képezheti.
- Az erózióval veszélyeztetett szántókon meg kell honosítani a gazdákkal a talajvédelmi célt szolgáló agrotechnikákat (szintvonal mentén történő művelés, hosszú időtartamon keresztül a talajfedettség biztosítása, vetésszerkezet átalakítása). Mindezek mellett a talajok tápanyag-gazdálkodását is racionalizálni, illetve környezetkímélővé kell tenni.

- Azokon a területeken, ahol agrotechnikai eljárásokkal a talaj védelme nem biztosítható, ott műszaki eljárások alkalmazása is szükséges lehet.
- Fontos a már kialakult vízmosások megszüntetése, megkötése, illetve a lejtők aljában a puffer területek kijelölése a patak menti területeken, melyek csökkentik az erózióból következő káros hatásokat. Őszi és tavaszi szántásokat követően fontos még a szár- és tarlómaradványok talajba forgatása, illetve a mulcsozás alkalmazása.
- Az erdővel borított, meredek területeken a tarvágásos módszerek nélkülözése szükséges, így fontos egy fenntartható erdőgazdálkodás kialakítása is.

Vízminőségi vizsgálataink alapján megállapítottunk, hogy a Koppány-patak vize nem az erózióból fakadó tápanyagterhelésnek van kitéve, hanem a Balatonlellei Szennyvíztisztító Telep tisztított szennyvizéből származó szerves-anyag terhelésnek. Mivel mintáinkban a foszfor tartalom kiemelkedően magas volt, így ennek megfogására szűrőmezők kialakítására van szükség, annak érdekében, hogy az egykori vizes élőhelyek rehabilitációjához szükséges vízborítás sikeresen véghezvihető legyen, a foszfor jelenléte ne okozza ezen élőhelyek további degradációját, leromlását. További vizes élőhelyek kijelöléséhez a vízminőségi problémák megoldására van szükség. Ahhoz, hogy ezek az élőhelyek, az ökológiai folyosóban betöltött „lépegető kő” (step stone) szerepüket továbbra is be tudják tölteni, ezek fragmentációját meg kell szüntetni, a gyorsan lefolyó vízmennyiséget minél tovább kell ezeken a területeken tartani.

6. Összefoglalás

Dolgozatomhoz talaj-és vízminőségi vizsgálatokat végeztem a Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Területen, mely Külső-Somogyban, azon belül is a Kelet-Külső-Somogy kistáj D-i részén helyezkedik el. A vidékre jellemzőek az egymás mögött sorakozó dombhátak, és a Balatonnal párhuzamos völgyek. A tájat egykor vizes élőhelyek és nagy kiterjedésű, meredek domboldalakon elhelyezkedő erdők tarkították, mára azonban a vizes élőhelyek nagy része teljesen eltűnt a mederrendezések következtében, míg az erdők az intenzív mezőgazdasági művelés áldozatául estek. Ezeknek, az egykor gazdag élővilággal rendelkező élőhelyeknek maradványait még fellelhetjük e vidéken, mivel a természetvédelem is felfigyelt ezen élőhelyek fajgazdagságára, veszélyeztetett voltára. Ilyen, még ma is igen értékes élőhelyek a Törökkoppányi-erdők és a Koppány-menti rétek. Viszont a jelenlegi földhasználati rendszer teljesen figyelmen kívül hagyja a domborzati és táji viszonyokat, a természetvédelmi- és környezetvédelmi szempontokat.

Régebbi térképeken egybefüggő Ramann-féle erdőtalajok vannak ábrázolva, melyeket már csak foltokban lelhetünk fel, még a régről megmaradt, bolygatatlan vegetáció alatt. Ezért fontos a még meglévő eredeti vegetációval rendelkező területek megőrzése, illetve a már művelés alá vont területek degradációjának megállítása és a bekövetkezett negatív folyamatok mérséklése, visszafordítása, a biodiverzitás megőrzése és az élőhelyi változatosság növelése céljából. Az intenzív mezőgazdaság és az abból eredő erózió hatására a talajok nagymértékben degradálódtak, a vizes élőhelyek feliszapolódtak, eutrofizálódtak.

Dolgozatomban célul tűztem ki e természetközeli területek kiterjedésének növelési lehetőségeinek felkutatását. Ehhez viszont a jelenlegi problémák feltárására volt szükség. Éppen ezért a vizsgált területen talajtani mintavételezést végeztem, majd mintalejtőket jelöltem ki a talajveszteség potenciális mértékének megállapításához, melyet az USLE modellel végeztem el, több felszínborításra vonatkozóan. A kapott értékek meghaladják a talajképződés ütemét, illetve jóval magasabbak voltak a tolerálható talajveszteség értékénél. A különböző felszínborításokra levezetett számítások jól szemléltetik a vetésszerkezet, illetve a növényborítottság fontosságát.

Elkészítettem a terület lejtőkategória térképét, mely alapján megállapítható a 12-17%; illetve 17-25%-os lejtők igen magas aránya, melyeken elsősorban szántóföldeket, illetve erdőket találunk. Ez hosszú távon nem fenntartható, így a 12%-os, vagy a fölötti lejtők esetében feltétlen szükséges talajvédelmi eljárás, míg 17% fölötti lejtőkön meg kell szüntetni a szántóföldi művelést.

Havi, rendszeres, illetve nagyobb csapadékeseményeket követő vízminőség-vizsgálatokat végeztem a diffúz és pontszerű szennyezőforrások feltárása céljából, annak érdekében, hogy a későbbi vizes élőhely rekonstrukciós munkálatok sikeresek legyenek. Vizsgálataim során magas foszfor, nitrit és nitrát értékeket mértünk, melyek egyértelműen a Balatonlellel tisztított szennyvizének terheléséből adódnak.

7. Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségért köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek, Dr. Centeri Csaba egyetemi docensnek, Dr. Vona Mártonnak, Gelencsér Gézának, illetve a Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület munkatársainak, akiknek a segítségük és tanácsaik nélkül ez a dolgozat aligha jöhetett volna létre.

6. Forrásmunkák jegyzéke

- BAKOS K., BARCZI A., VONA M., EVELPIDOU N., CENTERI C. (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: 143-146 p.
- BARDÓCZYNÉ SZ. E., NOVÁKY B. (1996): A vízi környezetvédelem mezőgazdasági vonatkozásai. Gödöllői Agrártudományi Egyetem. Környezet- és Tájjgazdálkodási Intézet, Gödöllő. p. 100.
- BARTA, K., CENTERI, CS., JAKAB, G. (2012): Modelling with WEPP, EUROSEM and USLE model in Somogydöröcske. A Hungarian case study. *IP Runoff erosion*, Athens. p. 10.
- BAUER N., MÁRKUS A. (2008): A Törökkoppányi erdők és a Koppány-menti rétek NATURA 2000 területek botanikai értékei. *Somogyi Múzeumok Közleményei* 18. 51-61. p.
- BELÉNYESI, M., CENTERI, CS., GRÓNÁS, V. (2002): A térinformatika alkalmazásának lehetőségei a fenntartható földhasználat tervezésben. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 6(3): 185–194.
- BOROS Á. (1936): Adatok Somogy vármegye flórájának ismeretéhez. *Vasi Szemle* 79 pp.
- CENTERI CS. (2002a): Az általános talajveszteség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Doktori értekezés. Gödöllő, SZIE. p. 162.
- CENTERI, CS. (2002b): The role of vegetation cover in soil erosion on the Tihany Peninsula. *Acta Botanica Hungarica* 44(3-4), 285–295.
- CENTERI, CS. (2010a): 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. (ISBN 978-963-229-871-9)
- CENTERI, CS., BARCZI, A., GRÓNÁS, V., JOÓ, K., NÉRÁTH M., VONA, M., PATAKI, R., ZSEMBERY, Z., KRISTÓF, D., SKUTAI, J., BELÉNYESI, M., PENKSZA, K. (2008): Talajeróziós térképezés térinformatikai eszközökkel hazai mintaterületeken. *Talajvédelem (különszám)*, a Talajvédelmi Alapítvány kiadványa, p. 569–576. (ISSN: 1216-9560, ISBN: 978-963-9909-03-8)
- CENTERI CS., GELENCSÉR G., VONA M. (2010b): 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., GELENCSÉR, G., VONA, M. (2010c): A Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület talajtani jellemzése. *Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete*, p. 36. (ISBN 978-963-08-0034-1)
- CENTERI, CS., PATAKI, R., BARCZI, A. (2001): Soil erosion, soil loss tolerance and sustainability in Hungary. *Proceedings of the 3rd International Conference on Land Degradation*. CD. p. 1-3. Abstract
- 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.
- CHOLNOKY J. (1918): A Balaton hidrográfiája. In: *A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei*. I. köt. 2. rész. - M. Földrajzi Társaság Balaton-bizottsága. Budapest
- CSÁSZÁR, A. (2003): A felszínborítás hatása a foszfor lejtőn történő eloszlására. Diplomadolgozat. Gödöllő. SZIE. p. 50.
- 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. pp. 473-486.

- DEMÉNY, K., CENTERI, CS., JAKAB, G. (2010): Soil loss calculations with WEPP and USLE models on a sloping arable land near Isaszeg, Hungary. Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science (Published on DVD) p. 62–65.
- DEMÉNY, K., JAKAB, G., CENTERI, CS. (2008): The role of land use change on water erosion in the Gödöllő Hillside. Proceedings of the 15th International Congress of ISCO, Soil and Water Conservation, "Climate Change and Environmental Sensitivity" on CD, p. 1-4.
- DEZSENY Z. (1982): A Balaton részvízgyűjtőinek összehasonlító vizsgálata az erózióveszélyeztetettség alapján. - Agrokémia és Talajtan. 31. pp. 405-425.
- ERDÉLYI M. (1961): Hidrogeológia -Külső-Somogy vízföldtana. Hidrológiai Közlöny 41 (6):445-528. p.
- ERDÉLYI M. (1962): Hidrogeológia -Külső-Somogy vízföldtana. Hidrológiai Közlöny 42 (1) 56-65. p.
- ERŐDI B., HORVÁTH V., KAMARÁS M. (1965): Talajvédő gazdálkodás hegy- és dombvidéken. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. p. 403.
- FAZEKAS M. (2010): Adatok a vizesélőhely-rehabilitációhoz a Koppány-patak völgyében. Diplomadolgozat, Szent István Egyetem, KTI, p. 56
- GELENCSÉR, G., (2010): Öko-szociális problémák és helyi válaszok a Koppányvölgyben. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 34. (ISBN 978-963-08-0034-1)
- 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. (ISBN: 978-963-269-186-2)
- 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. ISBN 978-952-487-281-2, 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. (ISBN 978-963-08-0034-1)
- 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. (ISBN 978-9984-45-221-0)
- GELENCSÉR, G., CENTERI, CS., JAKAB, G., VONA, M. (2010e): Comparison of the results of modelling soil loss with WEPP and USLE in the Koppány Valley, Hungary. Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science (Published on DVD) p. 8–11.
- 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.
- GRÚZ A. (2010a): Natura 2000 területek a Koppányvölgyben. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 65.
- GRÚZ A. (2010b): A Koppány-menti rétek Natura 2000-es terület változása a természeti értékeket veszélyeztető tényezők hatására. Szakdolgozat, Szent István Egyetem, KTI p. 51.
- HENDRIX, P. F., PARMELEE, R. W., CROSSLEY, JR., D. A., COLEMAN, D. C., ODUM, E. P., GROFFMAN, P. M. (1986): Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. Bioscience, 36: 374–380.
- HORVÁT A. O. (1943): Külsősomogy és környékének növényzete (Flora regionis Külsősomogy). Magyar Növénytani Társaság, Budapest. Borbásia 6: 1–70.

- HORVÁTH B., SÁFIÁN SZ., KOVÁCS GY. (2010): A Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület lepkefauna vizsgálatának előzetes eredményei. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 42.
- HUSTON, M. A. (1994): Biological Diversity. The Coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, 681 pp.
- 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.
- 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, pp. 119–130.
- JUHÁSZ M. (2010): Botanikai állapotfelmérés Somogydöröcske térségében (Külső-Somogy). Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 40.
- Kahindi, J. H. P., Woomey, 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.
- KAZÓ, B. (1966): A talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak meghatározása mesterséges esőztető készülékkel. Agrokémia és Talajtan 15/2. pp. 239–252.
- KAZÓ, B. (1967): Új módszer a talajpusztulás térképezésére mesterséges esőztetés útján. Földrajzi Értesítő 16/3. pp. 375–386.
- KERÉNYI A. (1981): A csepperózió törvényszerűségeinek kvantitatív vizsgálata kísérleti körülmények között. Földrajzi Értesítő. XVI. 16. 375–386.
- KERÉNYI A. (1991): Talajerózió Térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek. Akadémiai Kiadó, Budapest
- KERTÉSZ, Á. (1987) A soil erosion measurement project in Hungary. In: Processus et Mesure de l'Érosion /Processes and Measurement of Erosion/. 25 Congress International de Géographie /UGI/, Paris, 1984. Éditions du CNRS. Paris. 531–540.
- KERTÉSZ, Á. (2001): Land degradation in Hungary. In: Bridges, E.M., Hannam, I.D., Oldeman, L.R., Penning de Vries, F.W.T., Scherr, S.J., Sombatpanit, S. (szerk.). Response to Land Degradation, Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi. Calcutta. 140–148.
- KERTÉSZ, Á. – GÓCZÁN, L. (1988): Some results of soil erosion monitoring at a large-scale farming experimental station in Hungary. Catena Suppl. 12: 175–184.
- Kertész, Á., Márkus, B., Richter, G. (2002): Talajerózió a Balaton-vízgyűjtőn In: Márkus, B. (szerk.) 2002. NCGIA Core Curriculum. Online tananyag: http://www.gisfigyelo.geocentrum.hu/ncgia/ncgia_80.html
- KERTÉSZ, A. – RICHTER, G. (1989): Some results of soil erosion measurements in FRG and in Hungary - a comparison. - Acta Geogr. Debrecina, Tomus 24–25. (1985–1986) pp. 179–189.
- KERTÉSZ, Á., RICHTER, G., SCHMIDT, G., BRAUNSCHWEIG, W., HUSZÁR T., LÓCZY, D., SCHÄFER, A., MÁRKUS, B., VARGA, G., HENZLER, B. (1997): The Balaton Project. ESSC Newsletter 2–3. Bedford. p. 37.
- KISS A., PRIMAS A., REGOS F. (1972): Irányelvek lejtős területek üzemi meliorációs tervezéséhez. OMMI, Budapest, 120 p.
- KISS, E. (2002): Eróziós folyamatok modellezése. Különböző eróziós modellek összehasonlítása, értékelése.
<http://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kankalin.bme.hu%2FDok%2Ferozios%2520modellek%2520osszehasonlitas.doc&ei=BSDsT9TIEMnysgaXionRBQ&usg=AFQjCNG14u8VcdOIKjekbhAl77QClrSeyQ&sig2=7D4ySxkQzoZPiIsVk8WCYA>
- KOVÁCS GY., IFJ. JAKUS L., WINKLER D. (2010): A Koppányvölgyi Élőhely-rehabilitációs Kísérleti Terület madártani felmérésének eredményei. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 44. (ISBN 978-963-08-0034-1)

- KÖNCZÖL P., SZABÓ A. (1998): A talaj tápanyagforgalmának vizsgálata Visocolor minilaborral: Tudományos Diákköri Dolgozat. Agrártudományi Egyetem, Gödöllő
- LANSZKI J., BAUER-HAAZ É. A. (2010): Adatok a Koppány-mente emlősfaunájához (Somogyacsa-Szorosad térsége). Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 45. (ISBN 978-963-08-0034-1)
- LEHMANN A. (1981): A Dunántúli-dombság florisztikai, növényföldrajzi jellege és területbeosztása. In: Pécsi M. (szerk.): A Dunántúli-dombság (Dél-Dunántúl). Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 212–227.
- LÓCZI L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. In: LÓCZY L. (szerk.): A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. kötet, I. rész, I. szakasz — Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága, Budapest, 617 p.
- LÖKKÖS A. (2010): A Koppány-patak vízibogarai (*Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea, Hydraenidae, Heteroceridae*) – előzetes eredmények. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Absztrakt Kötete, p. 41. (ISBN 978-963-08-0034-1)
- MAROSI, S. (1984): Balaton környéki erózióveszélyeztetettségi térképezés elvei és módszerei (The methods of erosion hazards of Balaton region). Földrajzi Értesítő. XXIV. 4. pp. 390-391.
- MAROSI, S., JUHÁSZ, Á. (1992): An estimation and mapping method for erosion hazard in the catchment of Lake Balaton. In: Kertész, Á. – Kovács, Z. (szerk.) New perspectives in Hungarian Geography. Studies in Geography in Hungary 27. Akadémiai Kiadó. Budapest. 9-20.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (1990): Kistájkataszter I. MTS Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest
- MATTYASOVSKY J. (1953): Észak-dunántúli talajok eróziós viszonyai. Agrokémia és Talajtan 2: 333-340.
- 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.
- PATAKI, R. (2000): Talajerózió modellezése térinformatikai módszerekkel. Diploma Dolgozat, Gödöllő, 61 p.
- PRESBITERO, A., L., (2003): Soil Erosion Studies on Steep Slopes of Humid-Tropic Philippines. School of Environmental Studies, Nathan Campus, Griffith University, Queensland. Australia
- SISÁK I., MÁTHÉ F. (1993): A foszfor mozgása a Balaton vízgyűjtőjén. Agrokémia és Talajtan 42/3-4. pp. 257-269.
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 380. p.
- STEFANOVITS P. (1966): Talajvédelmi tervek talajtani megalapozása. (Soil protection plans supported by soil science). Agrokémia és talajtan 15 p. 215-228.
- STEFANOVITS, P., DUCK, T. (1964): Talajpusztulás Magyarországon. OMMI Budapest.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest 422. p.
- SZABÓ, B., VONA, M., CENTERI, CS., GELENCSE, G. (2011): Landscape Changes in Koppány Creek Valley. Proceedings of the 19th International Poster Day, Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil-Crop Canopy-Atmosphere, Bratislava, CD, p. 703–710. (ISBN 978-80-89139-26-2)
- SZABÓ L. (2006): A termőföld védelme. Agroinform Kiadó, Budapest. 233. p.
- SZABÓ L. (1998): Növénytermesztés és a környezet. Tan-Grafix Kiadó, Budapest. 381. p.
- SZILASSY 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), pp. 96–108.
- THYLL SZ. (1992): Talajvédelem és vízrendezés dombvidéken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 350. p.
- 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 elemforgalma 1901 és 2003 között. Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. MTA TAKI, Budapest. pp. 155-188.
- VÁRALLYAY, GY., LESZTÁK, M. (1990): Susceptibility of soil to physical degradation in Hungary. Soil Technology 3: 289-298.
- VKKI 2009: A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása. KONZULTÁCIÓS ANYAG A KAPOS TERVEZÉSI ALEGYSÉG vízgyűjtő-gazdálkodási terv tervezete alapján

NYILATKOZAT

Alulírott, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karszak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a szakdolgozat/diplomadolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy szakdolgozatom/diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára. A digitális verzióban (pdf formátumban) leadott diplomadolgozatom elérhető legyen az intézet dolgozói és hallgatói számára a jövőbeni munkához és szakdolgozat/diplomadolgozat készítéséhez a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A szakdolgozat/diplomadolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 20..... hó.....nap

.....
hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot/diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmak korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot/diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A szakdolgozat/diplomadolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 20..... hó.....nap

.....
konzulens aláírása