

1. Bevezetés.....	2
2. Mintaterületek .....	2
2.1. Tetves vízgyűjtő .....	2
2.2. Medves-vidék .....	2
2.3. Völgység.....	3
2.4. Börzsöny.....	3
2.5. Zselic .....	3
2.6. Felső-Tarnai-dombság.....	3
2.7. Kurd.....	3
2.8. Salgótarján.....	3
3. Módszerek .....	4
3.1. Kisméretarányú vizsgálatok .....	4
3.1.1. Az országos vízmosás-kataszter elkészítése .....	4
3.1.2. A vízmosás-veszélyeztetettségi térkép elkészítése .....	4
3.1.3. Vizsgálatok mintaterületeken .....	5
3.1.4. Légifotó elemzés .....	5
3.1.5. Az erózió veszélyeztettség becslése GIS módszerekkel .....	5
3.2. Nagyméretarányú vizsgálatok .....	5
3.2.1. Talajvastagság vizsgálat talajfúrások és DDM alapján.....	5
3.2.2. Vízmosások alakváltozásának vizsgálata geodéziai módszerrel.....	6
3.2.3. Üledékcsapda .....	6
3.2.4. Vízmosások időbeli változásának vizsgálata GIS módszerrel .....	6
3.2.5. Fotóelemzés.....	7
4. Eredmények.....	7
4.1. Kisméretarányú vizsgálatok .....	7
4.1.1. Az országos vízmosás-kataszter elkészítése .....	7
4.1.2. A vízmosás-veszélyeztetettségi térkép elkészítése .....	9
4.1.3. Kisméretarányú vizsgálatok mintaterületeken .....	10
4.1.4. Légifotó elemzés .....	12
4.1.5. Az erózió veszélyeztettség becslése GIS módszerekkel .....	12
4.2. Nagyméretarányú vizsgálatok .....	13
4.2.1. Talajvastagság vizsgálat talajfúrások és DDM alapján.....	14
4.2.2. Vízmosások alakváltozásának vizsgálata geodéziai módszerrel.....	15
4.2.3. Üledékcsapda .....	16
4.2.4. Vízmosások időbeli változásának vizsgálata GIS módszerrel .....	16
4.2.5. Fotó elemzés.....	19
5. Összegzés .....	21
6. Irodalom .....	21

# 1.Bevezetés

A kutatás céljával az árkos erózió felszínalakító szerepének feltárását és bizonyítását tűztük ki, országos, valamint mintaterületi vizsgálatok alapján. A cél megvalósításához kétféle megközelítést alkalmaztunk. Egyfelől kisméretarányú országos felmérés során helyzetképet adtunk arról, hogy az árkos erózió az ország mely területein milyen mértékű, különös tekintettel a veszélyeztetettség mértékére. A másik megközelítés nagy méretarányú mintaterületi vizsgálaton alapult, célja egy mintaterület, a Tetves vízgyűjtő árkos eróziójának részletes feldolgozása volt abból a célból, hogy a folyamatok felszínalakító, környezetkárosító tulajdonságait részletesen feltárjuk. A kutatás során nyilvánvalóvá vált a mintaterületi vizsgálatok fontossága, így a kisméretarányú vizsgálat keretében is elemeztünk mintaterületeket.

A kutatás várható eredménye tehát egyrészt térinformatikai módszerrel készült országos helyzetkép, másrészt az árkos erózió felszínalakító és környezetkárosító szerepének mintaterületi feltárása volt. Úgy véljük, hogy ezt az eredményt sikerült elérni, sőt a tervezettnél részletesebb vizsgálatokra került sor és így pontosabb, több részletre kiterjedő eredményekhez jutottunk.

Az alábbiakban röviden bemutatjuk a mintaterületeket, áttekintjük az alkalmazott módszereket, valamint ismertetjük az eredményeket.

## 2. Mintaterületek

A mintaterületeket különböző szempontok szerint választottuk ki. A Tetves vízgyűjtőn több mint két évtizede folytatunk kutatásokat, a Medves-vidék és a Felső-Tarnai-dombság kistájakat azért választottuk, mert az országos felmérés alapján ezen a két kistájon a legnagyobb a vízmosás sűrűség. A Börzsönyre és a Zselicre azért esett a választásunk, mert a teljesen különböző természeti adottságok ellenére közel azonos vízmosás-sűrűséggel jellemezhetők. A légifotó-elemzések mintaterületeit (Salgótarján és Kurd környéke) a korábban vizsgált területeken kerestük, de kijelölésükben az is döntő szerepet játszott, hogy honnan tudtunk a megfelelő időpontokból légifotókat vásárolni.

### 2.1. Tetves vízgyűjtő

A vízgyűjtőn belül mintaterületül egy nagyüzemileg művelt szántóföldet választottunk, mely a Tetves-patak völgyének egy jellemző keresztzelvényében található. A területen meghatározó jelentőségű a vonalas erózió, a vizsgált szántóföld több, egymással párhuzamosan futó vízmosás vízgyűjtő területéhez is tartozik. A hátravágódó vonalas formák időről időre árkokat vágnak a szántóföldbe, melyeket csak a következő művelés tüntet el. Megelőző vizsgálatok szerint a vízgyűjtőn ezen időszakos vízmosások felelősek a vonalas erózió által megmozgatott talajmennyiség döntő részéért.

### 2.2. Medves-vidék

A Medves-vidék 128,78 km<sup>2</sup> területű kistáj, amelyet 60%-ban erdő borít. A tengerszint feletti magasság 189-638 m közötti. Az egyetlen magyarországi badland, a Kazári badland is itt

található. Ez a kistáj Magyarország legsűrűbben felszabdalt területe. A vízmosásfelmérés (KERTÉSZ Á. et al. 2012a) alapján itt sok helyen van  $25 \text{ km km}^{-2}$  feletti felszabdaltsági érték.

### **2.3. Völgység**

A Völgység  $463 \text{ km}^2$  területű kistáj, a tengerszint feletti magasság 99-351 m. A gyengén tagolt, hullámos felszínű völgyes kistájon eróziós-deráziós löszös dombságok és eróziós tanúhegyek találhatók. Laza üledék, lösztakaró borítja, amelyet könnyen támad az erózió.

### **2.4. Börzsöny**

A Börzsöny  $447 \text{ km}^2$  területű középtáj, a tengerszint feletti magasság 120-939 m közötti. A hegység vulkáni kőzetekből épül fel, túlnyomórészt erdővel borított, szántóföldek csak a lealacsonyodó északnyugati peremén találhatók.

### **2.5. Zselic**

A Zselic egy relatíve sík terület ( $1170 \text{ km}^2$ , tengerszint feletti magasság 200–358 m). Majdnem a teljes területét lösz borítja. A 20. század második felében a szántóföldi művelés elterjedésével kezdett komolyabb problémákat okozni a talajerózió.

### **2.6. Felső-Tarnai-dombság**

A Felső-Tarnai-dombság területe  $118 \text{ km}^2$ , a tengerszint feletti magassága 187–520 m. A terület erősen felszabdalt, különböző magasságra kiemelt eruptív és üledékes kőzetekből álló denudációs felszínnek sorozata. A terület 73%-át erdő borítja.

### **2.7. Kurd**

A mintaterület három kistáj határán található: Dél-Külső-Somogy, Völgység és Tolnai-hegyhát. Északi részén és a peremeken szántóföld található, a déli részét erdő borítja. Vízmosások a szántókon és az erdőben egyaránt előfordulnak.

### **2.8. Salgótarján**

A mintaterület négy kistájba nyúlik bele. Salgótarján városa a Zagyva-völgyben fekszik, a Medves-vidék lábánál, keleten a Központi-Cserhát és a Litke-Etesi-dombság található. Vízmosások leginkább az erdőkben találhatók, elsősorban a Medves-vidék és a Zagyva-völgy Medves felőli oldalát a veszélyeztetik.

## **3. Módszerek**

### **3.1. Kisméretarányú vizsgálatok**

#### **3.1.1. Az országos vízmosás-kataszter elkészítése**

Az eltérő méretarányú térképek eltérő léptékű vonalas eróziós formákat jelenítenek meg. Az 1:100 000 léptékű térképeken csak a méretarányuknak megfelelő eróziós formák, tehát leginkább a komplex geneziséű völgyek azonosíthatók. Az 1:25 000 léptékű térképek jobban alkalmazhatók a vonalas erózió térképezésére. Az 1:10 000-es térképeken – a mintaterületeken végzett kutatások alapján – sok olyan vonalas eróziós forma is megtalálható, mely a kisebb léptékekről hiányzik. A terepbejárások alkalmával meggyőződünk róla, hogy az aktívan fejlődő, komoly eróziós károkat okozó vízmosások jelentős része csak e nagyobb felbontású térképeken található meg. Ezért a mintaterületek vonalas eróziós formáinak digitalizálását 1:10 000 méretarányban végeztük el. A digitalizáláshoz az ArcView programot használtunk.

Az eredeti célkitűzés szerint 1:100 000 méretarányban készült volna az országos felmérés, a fentiek alapján azonban nyilvánvaló, hogy ez nem lett volna célravezető, ezért az ennél lényegesen nagyobb munkabefektetést igénylő 1:10 000 méretarányt választottuk.

Az adatbázis építésekor az egyes vízmosásokhoz hozzárendeltük a térképezés időszakában, a vízmosás közvetlen környezetében meglévő felszínborítást. A sok kategória nagyban nehezítette a feldolgozást, ezért a felszínborítást három – a talajpusztulás szempontjából meghatározó – kategóriára egyszerűsítettük, úgymint talajvédő, közepesen talajvédő és intenzíven művelt. A 2000. évben készült Corine Land Cover adatbázison szintén elvégeztük e kategória-generalizálást, majd meghatároztuk az egyes vonalas eróziós formák 2000-ben tapasztalt felszínborítását.

Tekintve, hogy részletes, nagy méretarányú talajtérképek beszerzésére nem volt pénzforrás, illetve ilyen részletességű talajtérképek sok esetben nem is állnak rendelkezésre, a vízmosásokhoz 1:100 000 méretarányú talajinformációt rendeltünk. A vízmosásokhoz az SRTM-adatbázisból kiszámított lejtőszög értéket szintén hozzárendeltük.

#### **3.1.2. A vízmosás-veszélyeztetettségi térkép elkészítése**

A felmért vonalas eróziós formák hosszúságadatainak alapján az Arc Map program (Spatial Analyst/Line density) segítségével megszerkesztettük az ország területére vonatkozó vízmosás-sűrűség térképet, melyen a területegységre eső vízmosáshossz jelenik meg. Az eredményt raszteres formátumban, 0,25 km<sup>2</sup>-es területi bontásban km km<sup>-2</sup> mértékegységben ábrázoltuk. STEFANOVITS P. – VÁRALLYAY GY. (1992) három kategóriát különített el e tekintetben, melyek közül a legmagasabb a 0,5 km km<sup>-2</sup> értéknél nagyobb értékeket tartalmazza, saját eredményeink alapján indokoltnak láttuk újabb, magasabb kategóriák bevezetését is. Következésképpen a térképen 5 osztályt (0–0,5; 0,5–2,5; 2,5–10; 10–25 és 25 < km km<sup>-2</sup>) különítettünk el.

### **3.1.3. Vizsgálatok mintaterületeken**

Az országos kataszter az országos léptékű elemzések mellett lehetőséget nyújt kisebb területek, középtájak, régiók, vagy akár kistájak alapján történő területi vizsgálatokra is (JAKAB G. et al. 2011).

A 2. fejezetben felsorolt mintaterületek meghatározásához először a témához kapcsolódó irodalmat tekintettük át, majd a konkrét mintaterületek kijelölésénél a domborzati adottságok, a talaj és a talajképző kőzet, a klimatikus adottságok, valamint a felszínborítás volt meghatározó. A mintaterületekről a rendelkezésre álló dokumentáció alapján megbecsültük a vonalas eróziós formák mennyiségét, összes hosszát és térbeli megjelenését. A mintaterületek bejárása során a tipikus vonalas eróziós formákról fotódokumentációt készítettünk.

### **3.1.4. Légifotó elemzés**

Az országos felmérés adatait az időben vizsgálva a térképezés időpontjától eltérő időpontokból kerestünk a vízmosások hosszára vonatkozó adatokat. Egy észak-magyarországi (Salgótarján térsége) és egy dél-dunántúli (Kurd) mintaterületre válogattunk távérzékelési (elsősorban légifotó) adatokat az elmúlt évtizedekből. Kurd területéről 1974-es és 1986-os, Salgótarjánról 1986-os légifotókat georeferáltunk az Arc Map programban és 2000-es ortofotókat vásároltunk, majd ezekről bedigitalizáltuk a vízmosásokat, ezúttal is az Arc Map programban.

### **3.1.5. Az erózió veszélyeztettség becslése GIS módszerekkel**

A Medves-vidék és a Völgység mintaterületeken a lejtők meredekségét, kitettségét, a talaj és a felszínborítottság jellemzőit használtuk fel a vizsgálatához. A tipizálás alap gondolata, hogy minél nagyobb a vízmosás sűrűség, annál inkább veszélyeztetett a terület.

A minősítő rendszer úgy készült, hogy térinformatikai program segítségével összegeztük az adatbázisok területegységekre (pixel 45\*45 m) vonatkozó, erózióveszély alapján újraosztályozott értékeit. Egy kategóriába tartozó talajtulajdonságok és a felszínborítási kategória értékeit tartalmazó rétegeket egy azonos fokú (1-10-ig terjedő) skálán osztályoztuk újra annak alapján, hogy milyen mértékben kedveznek az eróziós folyamatoknak, azaz kategóriánkénti veszélyeztetettségi térképet készítettünk. Öt kategóriát határoztunk meg. Ezen kívül az SRTM felszínmodellből származtatva a lejtőszög mellett megvizsgáltuk a vízmosások fekvését és azt, hogy milyen irányú lejtőkön alakulnak ki. Ezeket az adatokat a minősítő rendszeren kívül vizsgáltuk és vetettük össze a kapott eredményekkel.

## **3.2. Nagyméretarányú vizsgálatok**

E vizsgálatokat a Tetves vízgyűjtőn, Kisbabod térségében végeztük.

### **3.2.1. Talajvastagság vizsgálat talajfúrások és DDM alapján**

A vizsgálat célja az eltemetett, eltüntetett időszakos vonalas eróziós formák helyének kimutatása volt. A feltalaj mozgásának számszerűsítésére 2009 tavaszán az erózió szempontjából sérülékeny szántó területen 152db PÜRKHAEUER-féle szűrőbotos mintavételt végeztünk. A mintákból meghatároztuk a talajszelvény vastagságát. A mintavételi helyeket 20 m-es négyzetrács-háló jelölte ki, majd a pontokat Thales Mobil Mapper GPS készülékkel rögzítettük. A területről rendelkezésre álló digitális domborzatmodell adatait 2009 tavaszán geodéziai felméréssel (Trimble 3305DR lézeres mérőállomás használatával) pontosítottuk. A további számítások elvégzéséhez két domborzatmodellt hoztunk létre. Az egyikkel a pillanatnyi talajfelszín modelleztük, a másikkal az anyakőzet (löss) felszínét becsültük. A raszterek generálását az ArcGIS szoftver segítségével, „Topo to Raster” eljárással végeztük.

Az így létrejött 1m<sup>2</sup>-es felbontású, a talajvastagságot és a jelenlegi felszín térben ábrázoló felületeket összevetettük, ezáltal nemcsak a földes kopárokról nyertünk újabb információkat, hanem következtetni tudtunk az erózió által lepusztított hordalék mozgásának törvényszerűségeire is.

### **3.2.2. Vízmosságok alakváltozásának vizsgálata geodéziai módszerrel**

A Tetves-patak vízgyűjtőjéről rendelkezésre álló légifotók alapján a vízgyűjtőn belül kiválasztottunk két mintavízmosást, melyek fejlődését és anyagszállítását részletekbe menően vizsgáltuk. Az egymással párhuzamosan futó vonalas eróziós formák egyike aktívan fejlődik, a másik „csak” az anyagszállításban tölt be fontos szerepet, önmaga nem szolgál a hordalék forrásául.

Első lépésben 2009 elején számszerűen meghatároztuk az aktívan fejlődő vízmosás pillanatnyi morfológiai helyzetét. Egy lézeres totálmérő állomás (Trimble 3305DR) segítségével felmértük a vízmosásokat, illetve a hozzájuk tartozó vízgyűjtő területeket is. A felmérés során meghatározott több száz pont közé interpolációval becsültük a felszínét. Az így létrehozott térbeli felszín jó viszonyítási alap a korábban, 2003-ban elvégzett felméréssel való összehasonlításhoz, valamint a későbbiekben felmért felszín változásainak számszerűsítéséhez.

2012-ben megismételtük a 2009-ben végzett morfológiai vizsgálatokat, lézeres totálmérővel újból felvettük a vízmosás pillanatnyi morfológiai helyzetét. Az így kapott pontokat Arc Map programban dolgoztuk fel, majd összehasonlítottuk a 2003-as és a 2009-es adatokkal. Mindhárom időpontra domborzatmodellt készítettünk (kriegeléssel), majd megrajzoltuk a vízmosás körvonalát.

### **3.2.3. Üledékcsapda**

A kiválasztott vízmosások feltérképezése és felmérése során meghatároztuk azokat a pontokat, amelyek a lefolyás és hordalékcsapdák elhelyezhetők és egyúttal kidolgoztuk a mintavételezési rendszert. A vízmosásokban elhelyezett vödrökben a teljes futamidő alatt az időjárási viszonyok miatt csak négy alkalommal volt értékelhető zagy. E minták szerves anyag tartalmát és szemcseösszetételét meghatároztuk, a mérések csekély száma azonban további értékelésre nem adott lehetőséget.

### **3.2.4. Vízmosságok időbeli változásának vizsgálata GIS módszerrel**

A hosszú távú időbeni visszatekintést a területről készült katonai felmérések alapján dolgoztuk ki. Ezen kívül az EOV térképeket és légifotókat használtunk fel a közelmúlt változásainak az értékeléséhez.

### 3.2.5. Fotóelemzés

A terepbejárások során fotódokumentációt készítettünk. A fotókat és a vonatkozó elemzéseket a projekt témájából készült előadásokhoz és publikációkhoz használtuk fel.

## 4. Eredmények

### 4.1. Kisméretarányú vizsgálatok

#### 4.1.1. Az országos vízmosás-kataszter elkészítése

Az országos vízmosás-kataszterben közel 112.000 vízmosás szerepel, melyeknek összes hossza meghaladja a 22.000 km-t. A leghosszabb egybefüggő vízmosásrendszer teljes hossza meghaladta a 22 km-t, ami meglehetősen kirívó eset, hiszen az utána következő érték nem éri el a 10 km-t. Az átlagos vízmosáshossz – ugyan nagy szórással – de az egész ország területén 200 m körül alakult. Ezzel szemben a medián értékeknél már adódtak különbségek az egyes nagytájakat tekintve, a medián értéke a Dunántúli-dombság és a Dunántúli-középhegység területén jóval magasabbnak adódott (*1. táblázat*). Ez arra utal, hogy a vízmosáshossz nincs direkt összefüggésben a terület lejtésviszonyaival.

	DTD	DTKH	ÉMKH	NyMP	Ország
Terület (km <sup>2</sup> )	11 969	6 470	10 971	7 330	93 036
Vízmosások száma	22 903	11 131	54 994	21 642	111 936
Összes hossza (km)	4 956	2 386	10 618	3 910	22 079
Átlagos hossz (m)	216	214	193	181	197
Szórás (m)	359	314	382	305	355,3
Medián (m)	124	121	90	97	
Maximum (km)	22,1	6,5	9,7	8,7	22,1
Felszabdaltság (km km <sup>-2</sup> )	0,41	0,37	0,97	0,53	0,24
Átlagos lejtőkategória	2,6	2,4	3,0	2,2	2,7

*1. táblázat.* Vízmosások elterjedésének főbb mutatói nagytájanként és országosan (DTD = Dunántúli-dombság, DTKH = Dunántúli-középhegység, ÉMKH = Északi-magyarországi-középhegység, NyMP = Nyugat-magyarországi-peremvidék)

Alapvető befolyásoló paraméter az alapkőzet. A laza, porózus alapkőzeten hosszabb vízmosások alakulnak ki, mint a kompakt, esetenként szálban álló kőzeteken. A legkisebb mediánnal az Észak-magyarországi-középhegység rendelkezik annak ellenére, hogy ebben a nagytájban a legmagasabb a felszabdaltsági mutató, azaz itt a rövid, egyedi vízmosások a meghatározók, szemben a Dunántúli-dombság löszterületeinek elágazó, összetett vonalas eróziós formáival.

A felvételezés kori területhasználat szerinti megoszlásról a 2. táblázat tájékoztat. Meglepő módon a szántókon található vízmosások aránya a leginkább szántóként hasznosított Dunántúli-dombságban a legkisebb. A szántók nagyobb területi aránya miatt e területen a felárkolódott részt valószínűleg hamarabb hagyják beerdősülni, mint a csekély szántóterületekkel bíró hegységekben.

	DTD	DTKH	ÉMKH	NyMP
Erdő	90	72	87	78
Legelő	4	7	1	7
Szántó, gyümölcsös	6	21	12	15

2. táblázat. Vízmosások megoszlása területhasználat alapján az 1970-es években (% , rövidítések l. 1. táblázat)

A vízmosások által leginkább felszabdalt területeket az erdőkben találtuk, nem szabad azonban megfeledkeznünk arról, hogy a szántóföldek területén időszakos vízmosások találhatóak, amelyeket nem feltétlenül ábrázolnak az adatbázis kiépítéséhez használt térképek.

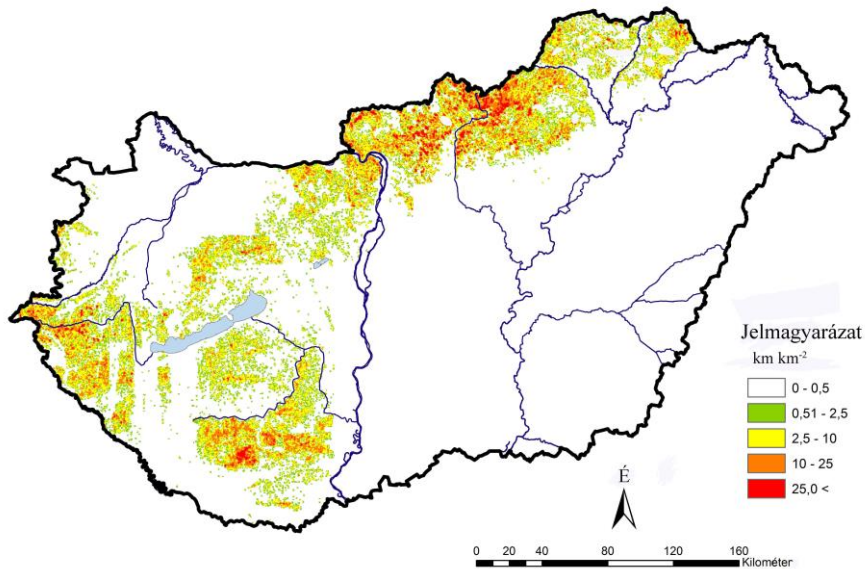
Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vízmosások kialakulását elsősorban a domborzat és a talajképző kőzet befolyásolja, a talaj szerepe kevésbé fontos. Vízmosások kialakulhatnak ellenállóbbnak tartott területeken is, ezek akkor szembeűnőek, ha a vízmosások kialakulása szempontjából kedvezőtlen adottságok egy-egy kistáj esetében dominánsak.

Talajérték szempontjából megállapítható, hogy a vízmosások a közepes minőségű talajokon jellemzőek, a legalacsonyabb talajértékszámú területeken pedig nem, mivel ezek túlnyomó részt a homokterületek, amelyek elnyelik a talajfelszínre érkező vizet és így felszíni vízfolyások sem alakulhat ki rajtuk.

Összehasonlítottuk a vízmosásokra jellemző területhasználatot a topográfiai térkép készítésekor: az 1970-es években és a 2000-es CORONE felszínborítási adatbázis alapján országos szinten és nagytájanként is. Megállapítható, hogy az erdőkben található vízmosások aránya csökkent az erdőirtások következtében. Nem elhanyagolható még az a tény sem, hogy a CORINE adatbázis az 50-m-nél keskenyebb lineáris elemeket nem ábrázolja, így egyes, szántón kialakult, de időközben beerdősült vízmosások nem elég szélesek ahhoz, hogy ábrázolásra kerüljenek, holott vertikális kiterjedésük jelentős lehet. Megfigyelhető még, hogy az Észak-Magyarországi középhegységben csökkent a művelt területeken található vízmosások aránya, mivel a legkedvezőtlenebb adottságú területeken felhagyták a szántóföldi művelést és azokat jelenleg rétként és legelőként hasznosítják.

Fontos megemlíteni, hogy a kataszterben csak a topográfiai térképen ábrázolt nagyobb, állandó vízmosások vannak feltüntetve, a mezőgazdasági területeken jellemző kisebb, időszakos vízmosások nem feltétlenül, holott ezek szerepe is meghatározó a talajlepusztulásban.





1. ábra. Magyarország vízmosásainak területi eloszlása

#### 4.1.2. A vízmosás-veszélyeztetettségi térkép elkészítése

Az országos kataszter alapján készült térkép látható az 1. ábrán, a 3. táblázat pedig a kiértékelést mutatja be. Az eredmények rávilágítanak, hogy az ország 5 %-a tartozik a komolyan veszélyeztetett (felső 2) kategóriába. Ebből a legfelső kategória részaránya 1 % (egész számszámra kerekített értékek).

Vízmosás sűrűség km km <sup>2</sup>	Terület km <sup>2</sup>	Az ország területének %-a
0–0.5	75359	81
0.5–2.5	5625	6
2.5–10	7539	8
10–25	3314	4
25–	644	1

3. Táblázat. Vízmosás sűrűség Magyarországon

A leginkább veszélyeztetett területeket (felső 2 kategória) összevetettük a vízmosások kialakulását befolyásoló tényezők közül a felszínborítással és a lejtéssel. A felszínborítás szerepének értékeléséhez a Corine felszínborítási adatbázis értékeit hat osztályközbe vontuk össze az erózió általi veszélyeztetettség szempontjából.

Ha a lejtésviszonyokkal vetjük össze az országos vízmosás-sűrűséget, megállapítható, hogy a vízmosások nem elsősorban a legmeredekebb részekben alakulnak ki. Hegységeink központi régiói vízmosásokban relatíve szegények, holott a nagy lejtés elvileg kedvez a vízmosások kialakulásának. Nem szabad figyelmen kívül hagyni ugyanakkor, hogy ezen területek jórészt erdővel borítottak. A hegységek pereme ezzel szemben vízmosásokban gazdag.

Középtájak tekintetében a Cserhát-vidék, a Mátra-vidék, a Börzsöny és az Észak-Magyarországi medencék, a Dunántúlon a Baranya-Tolnai dombság, a Zalai-dombság és az Alpokalja a leginkább veszélyeztetett a vízmosások által. A kistájak közül az előbb említett nagytájak területén találjuk a leginkább veszélyeztetetteket: Felső-Tarnai dombság, Medves-vidék, Karancs, Nyugati-Mátra és Mártalába.

#### 4.1.3. Kisméretarányú vizsgálatok mintaterületeken

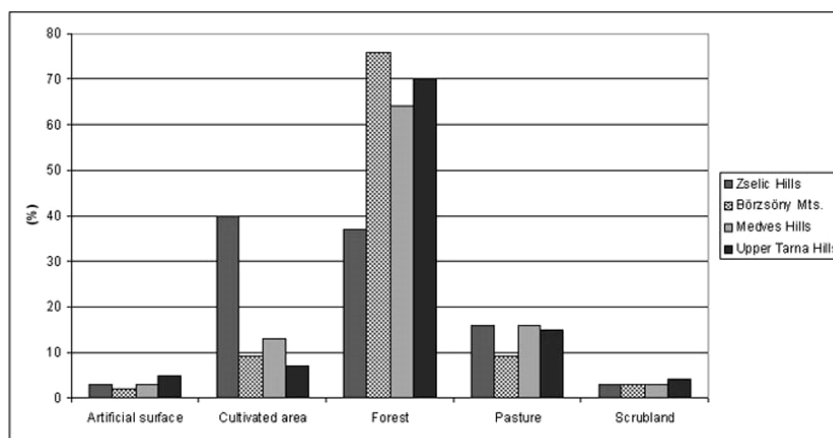
A négy mintaterület vízmosásainak legfontosabb statisztikai jellemzőit az 4. táblázat tartalmazza. A felszabdaltsági index az első két mintaterületen majdnem megegyezik, a Felső-Tarnai-dombság és a Medves-vidék 2-3-szor felszabdaltabb ennél. Az átlagos vízmosáshossz a Börzsönyben a legnagyobb és a Felső-Tarnai dombság területén a legkisebb. A medián és az átlag eltérése arra enged következtetni, hogy az alapsokaság nem normál eloszlású, ahogy azt a Tetves-vízgyűjtőn is tapasztaltuk. A mintaterületek vízmosás hosszainak mediánjai között is minimális a különbség. A minimális hosszak a tájhatárok által elmetszett vízmosásokból adódnak, ezért nem értelmezhetők.

A maximum értékekben viszont jelentős eltérés található, a Zselicben fejlődött, mintegy 16 km összes hosszúságú vonalas eróziós forma kétszer olyan hosszú, mint a Börzsönyben kialakult leghosszabb vízmosás. Az eltérés egyaránt magyarázható az utóbbi terület nagyobb relief energiájának és kompakt alapkőzetének hatásával.

	Börzsöny	Zselic	Medves-vidék	Felső-Tarnai-dombság
Vízmosások száma	2260	6579	1979	3105
Felszabdaltsági index (km km <sup>-2</sup> )	1.43	1.45	3.595	4.355
Összhossz (m)	638309	1693374	464769	624948
Átlagos hossz (m)	282	258	243	201
Minimum hossz (m)	2	2	12	1
Maximum hossz (m)	7308	16220	6996	6218
Medián (m)	126	133	79	81

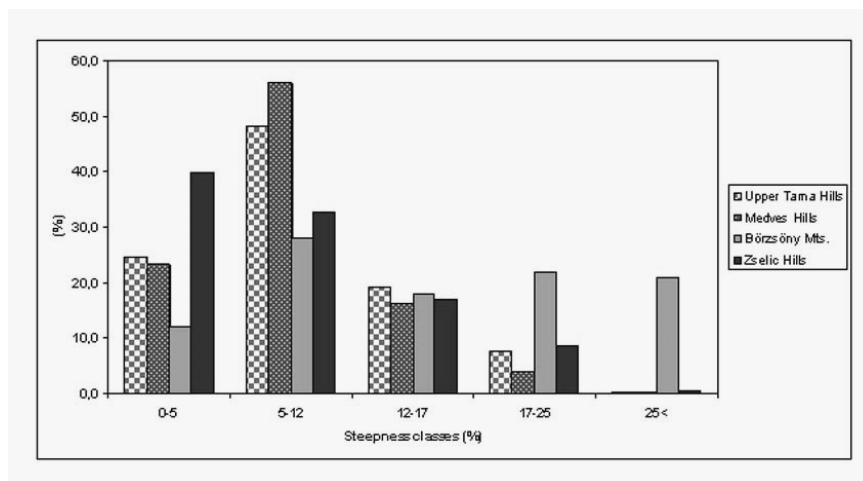
4. táblázat. A mintaterületek vízmosásainak legfőbb statisztikai jellemzői.

A mintaterületek lejtőszög-eloszlását a 2. ábra tartalmazza. A leggyakoribb az 5-12%-ig terjedő kategória, kivéve a Zselicben, ahol a 0-5%-os kategória a leggyakoribb. Ezt a két kategóriát használják legtöbbször szántóföldi növénytermesztésre. Növényzetmentes periódusban a szántóföldek ideális feltételeket biztosítanak a vízmosások kialakulásához. A művelés során a barázdákat eltávolítják, elegyengetik, de a mély vízmosások megmaradnak és már nem tűntethetők el. Egy idő után beerdősülnek és lehetetlenné teszik a további szántóföldi művelést. A meredek lejtők a Börzsönyben a legjellemzőbbek, ahol a terület 40%-án 17% feletti a lejtés.



2. ábra. A mintaterületek lejtőszög-megoszlása

Az eltérő területhasználat (3. ábra) a mintaterületek eltérő kőzet- és reliefviszonyaival magyarázható. A Börzsönyben nagy összefüggő erdőterületet találhatunk a meredekebb területeken. A Zselicben kevés a meredek lejtő, ezek erdővel borítottak, de fragmentáltan helyezkednek el.



3. ábra. A mintaterületek felszínborítása a Corine 2000 adatbázis alapján.

A Börzsönyben a legmagasabb az erdőterületek aránya, de az az egyetlen mintaterület, ahol a vízmosások legnagyobb része nem erdőben található. A Zselicben a vízmosások 90%-a erdőben található annak ellenére, hogy az erdőterületek arány jóval kisebb. A Medvesvidékről és a Felső-Tarnai dombságról hasonló mondható el, ahol a vízmosások 85 illetve 90%-a erdőben van. Az alábbiakban két kistáj részletes vizsgálatát mutatjuk be.

#### 4.1.3.1. A Börzsöny és a Zselic részletes vizsgálata

A vízmosások darabszáma és a hosszuk alapján készült, talajtípusra, felszínborításra, stb. vonatkozó százalékos bontás gyakorlatilag nem különbözik jelentősen. Ebből következik, hogy adott területre jellemző az átlagos vízmosáshossz. A Börzsönyben felmért vízmosások talajonkénti megoszlásából kitűnik, hogy az amúgy csekély foltban elterülő erdőterületen található vízmosások a talajtípus területi arányához képest alulreprezentáltak. Ennek egyik oka a sekély talaj, amely alatt igen kemény anyagközet található, a másik a morfológiai helyzet. E talajfoltok a legmagasabb helyeken, pl. a kaldera peremén alakulnak ki, ahol vízgyűjtő terület hiányában minimális a vízmosásképződés. Az agyagbemosódásos barna erdőtalaj 87%-os részesedése a vízmosásokból némileg nagyobb a talajfolt területi arányánál a barnaföld rovására. Talajtalanilag az agyagbemosódásos barna erdőtalajoknak kellene ellenállóbbaknak

lenniük az erózióval szemben, a különbségnek valószínűleg domborzati okai vannak. Habár a szintekre tagolódott talajokat nehéz egy textúra osztállyal jellemezni az Agrotopo adatbázis megteszi ezt. Az adatok szerint a vályog talajokon több a vízmosás, mint az a területi arányukból következne, az agyagokon csak minimális mértékben alakulnak ki vízmosások.

A Zselicben szintén megfigyelhető az agyagbemosódásos erdőtalaj igen magas aránya a vízmosások alatt. A barnaföldön kialakult vízmosások aránya megegyezik a barnaföld területi arányával. Réti talajon és csernozjom jellegű talajokon szinte nincs vízmosás. Ez a réti talaj esetében érthető, hiszen e talaj jellemzően alacsony, sík térszínen alakul ki, csernozjom talajokon azonban figyelemre méltó. Az ok valószínűleg e talajok szinte kizárólagos, intenzív szántóföldi művelése, miáltal időszakos vízmosások alakulnak ki, amelyeket a térképek általában nem tüntetnek fel. Az anyagőzet tekintetében ezen vizsgálat által is bizonyítást nyert, hogy a löszön sok vízmosás képződik. Ez felülreprezentált, míg az alluviális, glaciális hordalékon sokkal kevesebb vonalas eróziós forma alakul ki, mint azt területi kiterjedése indokolná.

Mindkét mintaterületre igaz, hogy a vízmosások meghatározó része erdőben található. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ott is alakult ki. A szántóföldön bevágódó vízmosások, miután a talajművelést meggátolják, előbb-utóbb beerdősődnek. A vízmosások közvetlen környezetének területhasználatát a térképezés időpontjában (1970-es évek) és 2000-ben is meghatároztuk. Mindkét területen megemelkedett a vízmosások száma a szántókon, a Börzsöny területén 2-ről 6 %-ra, a Zselic esetében 3-ről 18%-ra, a szántóföldekre jellemző átlagos vízmosáshossz pedig 307 m-ről 658 m-re, illetve 226 m-ről 329 m-re nőtt.

#### **4.1.4. Légifotó elemzés**

Az EOVS térképekhez képest (1970-es évek) az 1986-os légifotókról 6-8 %-kal több vízmosást rögzítettünk, a 2000-ben készült ortofotókról ennél néhány százalékkal kevesebbet. Ahogy egyre részletesebb felvételekről digitalizálunk vízmosásokat, amellyel, hogy nő a darabszám és az összes hossz, az átlagos vízmosáshossz lecsökken, mivel az újabb vízmosások kisebbek és ezt nem tudja ellensúlyozni, hogy néhány aktív vízmosás hosszabb lett. Ezek egy része már korábban kialakult nagyobb vízmosások újabb mellékága, vagy olyan fiatal vízmosás, amely már az EOVS térképek készítésekor is létezhetett, csak mérete miatt nem lett ábrázolva. Ezeket legtöbb esetben frissen kiirtott erdők területén, növényzetmentes területen találtuk.. A kurdi mintaterületen szántóföldön is nagy vízmosásrendszereket rögzítettünk, ezek az EOVS térképeken völgyként vannak ábrázolva, így nem kerültek be a kataszterbe.

#### **4.1.5. Az erózió veszélyeztetettség becslése GIS módszerekkel**

Az adatok térbeli felbontása miatt nem volt lehetőség jobban megvizsgálni a befolyásoló tényezők hatását, azonban a lejtőszög és a domborzat tagoltságával összefüggésben a kitérttség meghatározó szerepe mindkét mintaterület esetén kitűnik.

A Völgyesség területe körülbelül 3,5-szer nagyobb, mint a Medves-vidéké, ez a különbség azonban nem mutatkozik meg a vízmosások hosszának különbségében is, mert a Medves-vidéken így is közel 100-km-el több vízmosás található. Ennek megfelelően a vízmosás sűrűségben közel ötszörös a különbség, a Medves-vidék javára. Lejtőszöget tekintve a Medves-vidéken a domborzatnak megfelelően meredekebb lejtők találhatóak, de az átlagos lejtőkategória érték a Völgyességben magasabb.

A Medves-vidéken a vízmosások közel 65%-a 17%-osnál nagyobb lejtőszögű területen alakult ki és ebből igen magas a 25%-osnál meredekebb lejtő aránya. A vízmosások nagy része elsősorban a lejtőviszonyok miatt alakulhatott ki és jellemzően a fő szerkezeti irányokra merőlegesen fut. Erősen veszélyeztetett területből, ahol mind a lejtőviszonyok, mind a talajtani és felszínborítási jellemzők kedveznének az erózió kialakulásának, nincs sok. Ebben közrejátszhat, hogy ahol a lejtőszög 25% feletti, gyakran erdős a terület, ami nem kedvez a vízmosások kialakulásának. Ugyanakkor a vízmosások kialakulása igen rövid idő alatt lejátszódhat, majd azután hosszú ideig hatnak a terület felszínfejlődésére. Ilyen meredekség mellett egyetlen tarvágás eredményeképpen is kialakulhatnak vonalas formák. A Medves-vidék szabdaltsága magyarázható még a szerkezeti felépítéssel. Ezen kívül lokálisan jelentős lehet a vulkanikus, ezen belül a kimondottan laza riolittufa alapkőzet hatása, mint a Kazári badland esetében. Ez az alapkőzet növényzeti fedettség nélkül meglehetősen érzékeny a vonalas erózióra.

A Völgységben a legnagyobb az 5-12%-os lejtőkön futó vízmosások aránya. A területen a nagy arányban jelen lévő löszös üledékek és a valamilyen mértékben művelt területek miatt enyhébb lejtőkön (5-17%) is gyakrabban alakulhatott ki vízmosás. Az alacsonyabb lejtőszögön kialakult vízmosások jelenlétét indokolhatja még a kőzeteket fedő talajkéreg. A Völgységben a 25%-osnál meredekebb lejtők aránya 10%-nál kevesebb, ez a dombsági tájnak megfelelő. Elhelyezkedésük a kistáj északi és déli részén lévő élénkebb domborzatú medenceperemre koncentrálódnak.

A Medves-vidéken D-DNy-i irányú, azaz a szerkezeti irányokkal összhangban fut a vízmosások közel 40%-a. Ezzel szemben a Völgységben az É-ÉNy-i irányok dominálnak közel 36%-kal, bár itt összetettebb a kép. Mindkét kistájon a keleties kitértességű lejtőkön alakultak ki legkisebb arányban vízmosások. Ennek a nagy nyugatias-keleties lejtő különbségnek az oka lehet a domborzat jellege mellett a Magyarországra érkező csapadékok jellemző iránya (STEFANOVICS P. 1992), ugyanis Magyarországra elsősorban nyugat felől érkeznek a csapadékot hozó légtömegek, így a nyugati lejtőket erősebb hatás éri.

A lejtők meredeksége egyértelműen fontos tényező a vízmosások kialakulása szempontjából, ugyanakkor a felszínborítás és talajtulajdonságok is befolyással bírhatnak, hiszen míg a Medves-vidéken elsősorban a lejtők meredeksége a meghatározó, addig a Völgységben az enyhébb lejtőkön a szántóföldi művelés és a löszös alapkőzet ugyancsak jelentős szerepet játszik a vízmosások kialakulásában.

További feladat a módszer tesztelése más, eltérő adottságokkal rendelkező kistájakon is. Az ezzel szerzett tapasztalatok alapján tökéletesített rendszer alapja lehet egy regionális vonalas erózió-becselő eljárásnak.

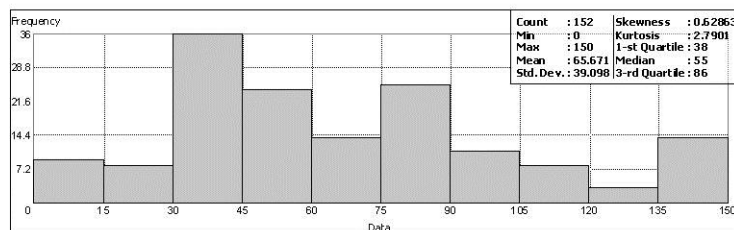
A kutatás eredményei részletesebben a Földrajzi Közleményekben kerülnek publikálásra Szabó J. és Jakab G. szerzők tollából, „Vízmosások területi eloszlása a lejtőszög és a kitértesség függvényében a Medves-vidék és a Völgység kistájakon a GIS eszközeivel vizsgálva” címmel.

## **4.2. Nagyméretarányú vizsgálatok**

#### 4.2.1. Talajvastagság vizsgálat talajfúrások és DDM alapján

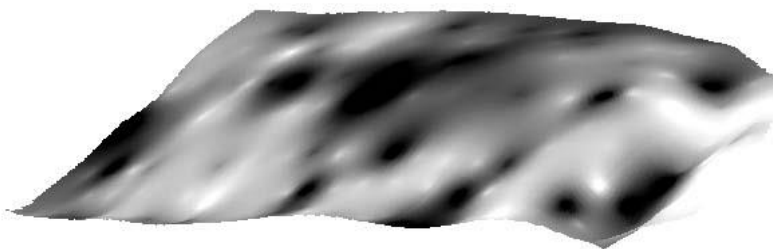
Az általunk mért talajvastagság értékek a vizsgált területen belül meglehetősen heterogénnek bizonyultak. Egyes részeken meghaladták a 150 cm-t, míg néhány méterrel távolabb már a talajképző lösz volt a felszínen.

A művelő eszközök hatására esetenként némi humuszt itt is megfigyeltünk a művelt rétegben (ilyenkor a talajvastagság a művelt réteg vastagságával egyezett meg). Arra is volt példa, hogy a művelés az anyakőzet összetételét nem, csak fizikai szerkezetét változtatta meg. Ez esetben a talajvastagságot nullának tekintettük. Bár a mélyebb szelvények in situ agyagbemosódásos barna erdőtalajra is utalhatnak, az e típusra jellemző színezettség egyik fúrásban sem jelent meg. A talajvastagság adataiból készült hisztogramon (4. ábra) látszik, hogy a számtani átlag (65cm) és a medián (55cm) értéke között 10cm eltérés mutatkozik. E tény is arra utal, hogy a vizsgált változó nem normális eloszlású.



4. ábra. A talajvastagság értékek hisztogramja és főbb statisztikai adatai

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



5. ábra. A talajvastagság értékek a terület domborzatmodelljére vetítve (A sötétebb szín vastagabb talajt jelöl)

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

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

#### 4.2.2. Vízmosások alakváltozásának vizsgálata geodéziai módszerrel

A kutatás eredményeit részletesebben és a vonatkozó ábrákat a Hungarian Geographical Bulletin 59/3, pp. 319-330. Jakab G.-Kertész Á.- Szalai Z.: „Scale dependence of gully investigations” cikke tartalmazza.

A 2009-ben elvégzett vízmosás-felmérés adatait feldolgozva különböző interpolációs eljárásokkal digitális terepmodelleket alkottunk a vizsgált vízmosásokról. E terepmodelleket egy korábbi felmérés (2003) eredményeihez viszonyítva megállapítottuk, hogy az É-i vízmosás aktívan pusztuló függőleges falakkal és éles peremekkel bír, míg a D-i stabilabb falain a növényzet is képes megtelepedni, annak ellenére, hogy a D-i vízmosásnak kétszer akkora a vízgyűjtő területe, mint az É-i-ak. Ezen felül fejlődésbeli eltéréseket is találtunk, ahogy erre már a morfológia is utalt. Az ismételt felmérésből kiderült, hogy a D-i vízmosás csak a felső szakaszán változik, vágódik be valamelyest, ezzel szemben az É-i hátrál, de főleg roskad, omlik és mélyül. Ha a vizsgált 6 év változásait keresztmetszelvények mentén számszerűsítjük, megállapítható, hogy a két időpont közti eltérés, vagyis a talajvesztés a headcut alatti részen a legnagyobb. Itt a mintegy 2,5 m mélyülés mellett az É-i irányba történt fal roskadása okozott talajvesztést, a vizsgált szelvényben 1-1,5m szélességben. Mivel a pusztulás egy 4 m magas fal egészen ért el 1,5 m hátrálást, ezért nagyon nagy mennyiségű (több mint 30m<sup>3</sup>) hordalékot eredményezett. Ahogy haladunk a vízmosásban folyásirányban, úgy csökken az oldalirányban történő talajpusztulás aránya a mélyüléshez képest. Hasonló képet mutat a vízmosás egészéről készült talajvesztés térkép. A három időpontban felvett terepmodell összehasonlításából az is kiderül, hogy az É-i vízmosásban voltak stabil szakaszok, ill. teraszok is, amelyek a szakaszos aktív-inaktív időszakok váltakozására utaltak. A második felmérés során újabb teraszok meglétét igazoltuk, azaz a vízmosás a korábban stabil szakaszain is aktivizálódott, vagyis bevágódott a felszínbe.

Mindhárom időpontra kiszámítottuk a vízmosásból hiányzó anyag térfogatát, ezek különbsége adta ki, hogy mennyi anyag távozott a területről. A talajpusztulás nem volt egyenletes, az első 6 évben több mint egy nagyságrenddel többet pusztult a vízmosás. A különböző (más interpolációs eljárással készült) becslésekkel összesen a vízmosásból 1600-2300 m<sup>3</sup>, a vízgyűjtőről 2200-2300 m<sup>3</sup> talajvesztést számítottunk. A kriegeléssel kapott domborzatmodellek alapján mindkét esetben nagyobb pusztulás adódott. Az első 6 évben a

headcut és a vízmosás alja mélyült, a második 3 évben a headcut tovább pusztult, viszont az anyaga nem hagyta el a vízmosást, hanem annak az alsó részein felhalmozódott.

### 4.2.3. Üledékcsapda

A Tetves-patak vízgyűjtőjén kijelölt mintavízmosásokban a csapadékok által erodált anyagból hordalékminták vételét terveztük. 2009-ben a sorozatos vadkárok miatt nem sikerült értékelhető adatot kapnunk. 2011 februárjában felújítottuk a vízmosásokba telepített üledékcsapdázó rendszert. A vizsgált terület akkor annyira aszályos volt, hogy a vízmosásokban értékelhető lefolyás illetve talajszállítás nem alakult ki, így csak 2010-ből vannak adataink. 2010 után folyamatosan ellopták a berendezést, ezért nem tudtunk több mérést végezni.

Négy csapadék mintái alapján elmondhatjuk, hogy a szerves szén tartalom mindkét vízmosásban lejtőirányban csökkent. Ebből arra következtethetünk, hogy a vízmosások nem csak a tetőszinten erodálódott humuszos feltalaj szállító-csatornáiként funkcionálnak, hanem önmaguk is erodálódnak és alapkőzet jellegű (szerves szén mentes) anyaggal „hígítják” a vízmosásokból kilépő hordalékot. Ennek szerves szén tartalma nincs direkt összefüggésben a lefolyást kiváltó csapadékok mennyiségével és intenzitásával. Az egyes csapdáknak felfogott hordalékok szemcseméretének mediánja mindkét vízmosásban lejtőirányban haladva szintén csökkenő tendenciát mutat.

### 4.2.4. Vízmosások időbeli változásának vizsgálata GIS módszerrel

A kisbabodi mintaterület környezetét időben vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a XVIII. század végén, (az I. katonai felmérés idején) a völgytalpon található füves terület kivételével még erdő borítja a tájat (6. ábra). Az elkövetkező 70 év során aztán jelentősen átalakul a vizsgált terület. A II. katonai felmérés előtt jelentős erdőirtások kezdődnek, a letarolt területek egy részét pedig szántóföldi művelésbe vonják. Látható, hogy a művelt területek részben a völgytalp vízmentes területein jelennek meg, ám nagyrészüket a völgyközi háton található. E két terület közötti, meredek lejtésű, Ny-i kitettséggű szakaszon megmarad az erdő, ami többé-kevésbé megvédi az alatta található felszínt a talajpusztulástól. Az erdőirtás valószínűsíthető maximuma a felfutó hadiipar faigénye és a növekvő népesség ellátása miatt a Napóleoni háborúk (1810-es évek) idejére tehető (CSÜLLÖG 2001). 1783-ban a patakon átkelő út egyenesen futott K-i irányban fel a hegyre. Ezt az utat 1857-ben már nem találjuk, helyén vízmosásként is felfogható vonalas formát ábrázolt a térképező, az új út pedig valamivel északabbra halad, a legmeredekebb szakaszon szinte a lejtésiránnyal párhuzamosan. Ebből adódóan az út e szakasza hosszabbtávon szükségszerűen szintén bevágódásra van ítélve. Figyelemre méltó a terület DNy-i sarkában ábrázolt völgy, amely a mai napig a legjelentősebb domborzati formája a mintaterületnek. Ugyan az I. felmérés térképén még nincs ez a forma feltüntetve, feltételezhetően azonban már akkor is létezett. Erre az eltelt idő hossza, illetve az ábrázolt völgy méreteinek összevetése alapján következtethetünk, azaz e völgy valószínűleg nem a művelésbe vonás hatására alakult ki. Keletkezésének idejéről és pontos okáról – egyéb források híján – nincsenek információink, ugyanakkor feltételezhető a vonalas eróziós eredet.

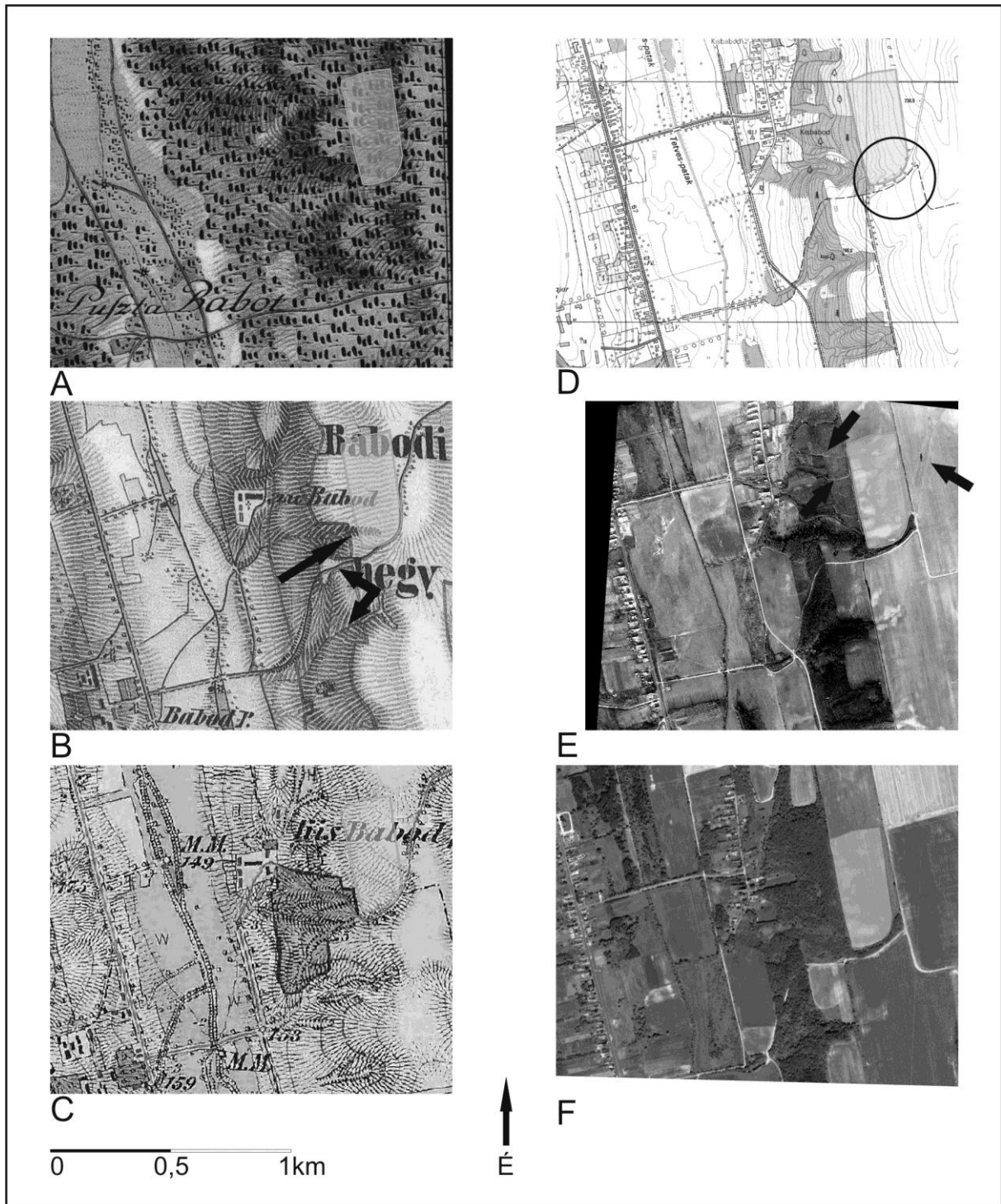
Az elkövetkező kb. 20 év (1857-1875) folyamán az erdők jelentős része a meredek lejtőkről is eltűnik. Ezzel párhuzamosan új vonalas eróziós formák jelennek meg a területen, melyek a korábban is ábrázoltakkal szemben nem feltétlenül köthetők utakhoz. A III. katonai felmérés (1875) adataiból készült térkép a mintaterületen hátráló formát egyértelműen



völgyként jeleníti meg, míg a 1857-ben még egy keskeny, vízmosásként is felfogható képződményként tüntették fel.

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

Az 1984-es légifotón még látszik a háton a régi út eldőzserolt nyoma. A legfontosabb változás azonban a vízmosások hátravágódása egészen a mintaterület határáig. A mintaterület Ny-i oldalát határoló fenyvest és lombos erdőt 1970 után kivágták, így az újonnan keletkezett vízmosások is elérik a mintaterület határát. Ezek fejlődését gátolandó a területet újra erdősítik, ezúttal azonban már akáccal. Napjainkra az akácerdő teljes fedettséget biztosít a területen, ennek ellenére a vízmosások fejlődése töretlenül folytatódik. A vízmosás falainak stabilitását az akácok gyökerei javítják ugyan, de amíg a vízgyűjtőterületükről (szántó föld) nagymennyiségű, koncentrált felszíni lefolyás érkezik, addig növekedésük, hátrálásuk biztosított (JAKAB 2009).



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

#### 4.2.5. Fotó elemzés

A fotóelemzésekből a Somogybabod határában 2011-ben megnyílt hatalmas vízmosás példáját mutatjuk be (*1.kép*). A képződmény impozáns méretei mellett azért kerülhetett az országos figyelem középpontjába, mert jelenleg is használt földutak helyén keletkezett, sőt a falu szélső házait is közvetlenül veszélyezteti, azoktól pár tíz méterre található. A 2011-ben kialakult vízmosás esetében is erős a gyanú, hogy kisebb-nagyobb mértékű szuffózió előzte meg a horhos alsó szakaszának kialakulását. Erre utal a szomszédos vízmosások analógiája, illetve, hogy az elhordott anyagmennyiség sokkal nagyobb, mint ami a közelmúltban lerakódott a terület alján.

Szuffózió esetén a felszíni lefolyás koncentráltan jut a felszín alá és ott a vízvezetékhez hasonlóan járatokat mos (*2. és 3. kép*). Az így kialakult járatok minden egyes lefolyás alkalmával terebélyesednek, esetenként „löszbarlangok” is kialakulhatnak. Legtöbbször az alagosodásnak a felszínen nincsenek jól látható jelei, a meglepetés akkor következik be, amikor a járatok beomlanak és a felszín alatti vízvezetékéből egy csapásra vízmosás válik.



*1. kép.* A somogybabodi vízmosás legalsó szakasza





**1.**  
2. kép. Szuffúziós víznyelő a kompakt paleotalaj és a lösz határán



3. kép. A kimosódott löszbabák egy mélyedésben halmozódtak fel, amely valószínűleg eltömődött szuffúziós nyílás lehetett.

A nagyméretarányú vizsgálatok az eróziós árkok fejlődésének részleteit tárták fel. E részletes elemzések érvényessége a kutatás jelenlegi szakaszában csak a szóban forgó területre vonatkozik, kiterjesztésükhöz további kutatásokra lenne szükség. Kiemeljük az idő dimenzió szerepét, a vízmosások időbeli fejlődésének vizsgálati eredményeit.

## 5. Összegzés

A fentiek alapján elmondható, hogy kutatás célkitűzései megvalósultak, mind az országos vízmosás kataszter és adatbázis készítése és kiértékelése, mind pedig az árkos erózió folyamatainak mintaterületi vizsgálatának vonatkozásában. Az 1:10 000 méretarányú térképek felhasználásával készült az ország vízmosás sűrűség térkép olyan fontos eredmény és dokumentum, amely az ország vízmosásainak jelenlegi helyzetét rögzíti, amihez képest a jövőbeni változások hasonlíthatók lesznek, és amely egyben egy védekezési stratégia alapja is lehet. Különösen fontos ez az ország területének közel 5%-át kitevő erősen veszélyeztetett területek vonatkozásában. A projektben feltárt időbeli összehasonlítások a vízmosások fejlődési tendenciáit tárják fel.

Az országos és a mintaterületi vizsgálatok az árkos eróziót befolyásoló tényezők sokoldalú szerepére mutatnak rá, valamint arra a tényre, hogy e tényezők hatása nem értelmezhető önmagában, elszigetelten, hanem itt egy közös, együttesen érvényesülő hatásról van szó. A kutatás rámutatott a földhasználat szerepének fontosságára és sokarcú voltára is. Elég arra utalni, hogy a vízmosások nem elsősorban a legmeredekebb lejtőkön, nem a hegységek központi, erdővel borított régióiban alakulnak ki. Érdekes ugyanakkor, hogy a vízmosások többsége erdőben található. Ez nem jelenti azt, hogy ott is alakultak ki. A szántóföldön kialakult vízmosásokat vagy elegyelgetik, eltüntetik, vagy ha ez már nem lehetséges, úgy sorsukra hagyják, és ezek idővel beerdősödnek. A szántóföldi időszakos vízmosások nem szerepelnek a felhasznált topográfiai térképeken, ezeken csak a nagyobb, állandó vízmosások vannak feltüntetve.

A vízmosások kialakulását a földhasználat mellett főként a domborzat és a talajképző közet befolyásolja, a talajtulajdonságok szerepe kevésbé fontos. A mintaterületi vizsgálatok a fenti megállapításokat árnyalják. Van olyan mintaterület, ahol más tényezők – alkalmasint a talajtulajdonságok – jutnak döntő szerephez.

A jövő feladata az adatbázis további feldolgozása és elemzése, majd ennek alapján olyan rendszer kidolgozása, amely a különböző típusú eróziós árkok védekezési stratégiájának alapját képezheti.

## 6. Irodalom

- CSÜLLÖG G. 2001. Magyarország történeti térszerkezete és hatása a mai téralakításra. A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged CD kiadvány ISBN 963 482 544 3
- JAKAB G. 2009. Természeti tényezők hatása a talajpusztulás vonalas formáinak kialakulására. Doktori értekezés ELTE TTK, MTA FKI
- JAKAB G. – KERTÉSZ Á. – SZALAI Z. 2010. Scale dependence of gully investigations, Hungarian Geographical Bulletin 59(3): 319-330.

- JAKAB G. – MADARÁSZ B. – ŐRSI A. – SZALAI Z. – KERTÉSZ Á. 2011. Gullies of two Hungarian regions - a case study, Hungarian Geographical Bulletin 60:(4) pp. 325-342.
- KERTÉSZ Á. – JAKAB G. – ŐRSI A. 2012a Gully erosion risk in Hungary, In: Brebbia C A (szerk.) Risk analysis VIII: 8th International Conference on Risk Analysis and Hazard Mitigation 2012 Southampton: WIT Press, 2012. pp. 67-76.
- KERTÉSZ Á. – JAKAB G. – ŐRSI A. – MADARÁSZ B.– SZALAI Z. 2012b Magyarország vízmosásainak katasztere In: MIKA J.-DÁVID Á.–PAJTÓKNÉ TARI I.–FODOR R. (szerk.) HUNGEO 2012: Magyar Földtudományi Szakemberek XI. Világtalálkozója: korszerű földtudományi oktatás - versenyképes gazdaság: konferenciakötet. Konferencia helye, ideje: Eger, Magyarország, 2012.08.20--2012.08.25. Eger: Eszterházy Károly Főiskola, pp. 8590.
- STEFANOVICS P. 1992. TALAJTAN. Budapest: Mezőgazda Kiadó Budapest 380. p.
- STEFANOVITS, P. – VÁRALLYAY, GY. 1992. State and management of soil erosion in Hungary. In Proceedings of the Soil Erosion and Remediation Workshop, US – Central and Eastern European Agro-Environmental Program. Budapest, April 27 – May 1 1992, Budapest, pp. 79-95.