

Tudományos Diákköri Dolgozat

Várnai Ibolya

2015

ESZTERHÁZY KÁROLY FŐISKOLA
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
FÖLDRAJZ- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET
TERMÉSZETFÖLDRAJZI TANSZÉK



Vízmosások statisztikai értékelése az Egri Modellrégióban

Készítette: Várnai Ibolya

Belső konzulensek: Kürti Livia

Prof. Dr. Kertész Ádám

Külső konzulens: Órsi Anna

Eger
2015

Tartalom

1. Bevezetés	3
1.1. A témaválasztás indoklása.....	3
1.2. Célkitűzés	4
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1. Az árkos erózió bemutatása.....	6
2.2. A vízmosások kialakulásának kutatástörténete	9
2.3. A térinformatika szerepe az árkos erózió kutatásában	12
2.4. Adatforrások.....	14
2.4.1. Egységes Országos Térképezési Rendszer.....	14
2.4.2. CORINE- CLC2006	14
2.4.3. AGROTOPO adatbázis.....	15
2.4.4. Országos vízmosás-kataszter	15
2.4.5. SRTM.....	15
3. A mintaterület bemutatása	16
4. Anyag és módszer	20
5. Eredmények	23
6. Összehasonlítás a Börzsöny és a Zselic területén végzett kutatások eredményeivel	35
7. Következtetés	38
8. Összefoglalás.....	41
9. Felhasznált irodalom	42
10. Függelék.....	51
Köszönetnyilvánítás	53

1. Bevezetés

1.1. A témaválasztás indoklása

A talajerózió a jelenkori felszínfejlődés egyik legfontosabb tényezője. A talajerózió következtében a talaj legfelső termőrétege lepusztul, amely az értékes tápanyagokat tartalmazza (FARSANG et al. 2011, BORCSIK et al. 2011). Ha a lepusztult talajréteg tavakba kerül, felgyorsul az eutrofizáció (CSATHÓ et al. 2007). A talajerózió folyamata során megkülönböztetünk felületi rétegeróziót és árkos eróziót. A lepelerozió nagy területeket érint, domborzatra gyakorolt hatása azonban viszonylag lassan ható és kevésbé látványos folyamat. Az árkos erózió a felszínnek viszonylag kis részét érinti, ennek ellenére gyors és jelentős változásokat okoz a domborzatban (KERTÉSZ 2009). A lepelerozió és az árkos erózió együtt formálják a domborzatot (JAKAB et al. 2009).

Korábban a felületi rétegeróziót tartották a legfontosabb folyamatnak, ma viszont egyre világosabbá válik, hogy az árkos erózió szerepe legalább olyan fontos (KERTÉSZ et al. 2013). Eltérő vélemények fogalmazódtak meg az árkos erózió szerepének megítélését illetően, azonban nyilvánvaló, hogy az egyik legnagyobb anyagveszteséggel járó eróziós folyamat napjainkban (EL-SWAIFY 2009), a talaj vízvisszatartó-képességének csökkenését (MOEYERSONS 2000, ESTEVES-LAPETITE 2003), fragmentációt, vízszennyezést, a csatornák és víztározók szedimentációját okozva (POESEN et al. 2003). Ezt a tényt a nemzetközi tudományos kutatás eredményei alátámasztják és sürgetik a téma hazai kutatását alaptudományi szinten (KERTÉSZ et al. 2013).

Az árkos erózió még viszonylag kevésbé kutatott tudományterület (VALENTINE et al. 2005), mindazonáltal szükség lenne az árkos erózióra való érzékenység előjelzésére a talajpusztulás megfékezése céljából (CONFORTI et al. 2011). A téma feltáratlanságát indokolja, hogy az talajeróziós folyamatok vizsgálata megkívánja az interdiszciplinaritás alkalmazását, több tudományterület egyidejű integrálását (MCCALL et al. 1992, BOBROWSKY 2013).

Az éghajlaton kívül számos más környezeti tényező is szabályozza a talajeróziót (KERTÉSZ 2006, SMOLSKA 2007). A geológiai és talajadottságok, a domborzat és a földhasználat szintén fontos befolyásoló szerepet játszanak (BUZEK 2007, KERTÉSZ 2008). Sok szerző kiemeli a földhasználat változás fontosságát (GRACE 2004, GÁBRIS et al. 2003, GALANG et al. 2007, CENTERI et al. 2009). A már megindult árkos eróziót, egy már bevágódott árok továbbfejlődését csak rendkívül költséges, radikális beavatkozásokkal lehet megállítani (KIRKBY - BRACKEN 2009) és a már mélyen bevágódott árkok eltávolítása pedig úgyszólván megoldhatatlan feladat. Ezáltal az árkos erózió kutatása tudományterületek olyan

széles skáláját vonja be a vizsgálatokba, amelyek azelőtt egyedülállóak és egymástól függetlenek voltak (BOBROWSKY 2013).

Az árkos erózió, mint természeti kockázat jelentősen megnöveli a társadalom sebezhetőségét és érzékenységét is, emiatt válik a problémakör élenjáró kutatási területté napjainkban (BOBROWSKY 2013). Tágabb értelemben a talajerózió állandó hatást gyakorol az emberek életvitelére és kiterjed a környezetünket érintő döntésekre is.

1.2. Célkitűzés

Az árkos erózió felszínalakító szerepe Magyarország esetében is megkérdőjelezhetetlen (KERTÉSZ et al. 2013).

Az általam megvizsgált mintaterületen - a TÁMOP-4.2.2.A-11 támogatási konstrukció keretében meghatározott Egri Modellrégióban - napjainkban komplex kutatások folynak a természeti kockázatok átfogó és részletes feltárása érdekében.

Célkitűzéseim között szerepel, hogy megvizsgáljam, a különböző környezeti tényezők (domborzat, talajtulajdonságok, földhasználat) milyen mértékben befolyásolják a területet érintő árkos erózió fejlődését, illetve arra keresem a választ, hogy az egyes feltételek kölcsönhatása hogyan hat a vízmosásos folyamatokra.

Másfelől a Modellrégió vízmosásainak statisztikai értékelésével kapott eredményeimmel kívánok hozzájárulni a különféle eróziós árkok elleni védekezési stratégiák megalapozásához, illetve olyan következtetésekkel, amelyek a gyakorlatban hatékonyan alkalmazhatóak az erózióvédelem terén és szélesebb körben kiterjeszthető további területekre is.

A vizsgálataimat korábbi kutatások eredményeire támaszkodva végeztem, kiegészítve saját terepi felméréssel. Az alkalmazott módszerek kiválasztásakor a tudományosan megalapozott metodikát részesítettem előnyben. A Modellrégió vízmosásainak statisztikai értékeléséhez alapul szolgált a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földrajztudományi Intézetének 2013-ban befejezett OTKA-kutatása. A projekt középpontjában az árkos erózió Magyarország jelenkori felszínfejlődésében betöltött szerepének vizsgálat állt, mely kutatás eredményeként létrejött egy országos vízmosás-kataszter is. Az elkészült adatbázis kiindulási pontját képezte a saját kutatásaimnak is. Ezt kiegészítettem a Börzsöny és a Zselic területén elvégzett, árkos erózióra irányuló esettanulmány módszereivel (JAKAB et al. 2011), melyek megfelelő támpontokat nyújtottak az általam értékelt mintaterület vizsgálatához.

Dolgozatom bevezető részében megjelölöm kutatásom célkitűzéseit, illetve megfogalmazom a Modellrégió területén megfigyelt vízmosások fejlődésével kapcsolatos hipotézisemet.

A következő fejezetben leírom az árkos erózió jelenségének értelmezését a nemzetközi és magyar kutatók különböző aspektusából. Ahhoz, hogy megalapozott következtetéseket fogalmazhassak meg a kutatási eredmények alapján, úgy véltem, mindenképp szükségzerű a szakirodalmi áttekintés során kitérni a vízmosások fejlődésének mechanizmusára is. Az árkos erózió statisztikai értékelésében nagy szerepe van a térinformatikai alkalmazásoknak, ezért említést teszek a GIS jelentőségéről, és az általam felhasznált digitális adatforrásokról.

Röviden bemutatom az Egri Modellrégiót természetföldrajzi szempontok szerint; elsősorban a terület éghajlati, geológiai, geomorfológiai, talajtani és földhasználati sajátosságaira fókuszálva, melyek ismerete elengedhetetlen pilléreit képezik az árkos eróziós folyamatok értékelésének. Az alkalmazott módszerek esetében meghatározom a kutatásom fontosabb metodikai lépéseit, hivatkozva az eddigi kutatásokban felhasznált anyagokra és forrásokra egyaránt.

Munkám befejező részében összefoglalom a kapott eredményeket. A Modellrégió vizsgálati eredményeit összehasonlítom a Börzsöny és a Zselic területén 2011-ben végzett árkos eróziós kutatások eredményeivel (JAKAB et al. 2011), rámutatva a területi hasonlóságokra és különbségekre a vízmosások kialakulásának tekintetében. Az összehasonlítást követően újabb összefüggések és kapcsolatrendszerek feltárásával szeretném kiegészíteni a tudomány jelenlegi állását a vízmosás-kutatások terén, a Modellrégió esetében felvetődő releváns kérdésekre logikus magyarázatot adva.

Végül megfogalmazom a következtetéseket, reflektálva a dolgozat bevezetésében leírt célkitűzésekre és hipotézisre. Dolgozatom elkészítése során nagy hangsúlyt fektettem az eredmények részletes leírására; kiemelt fontosságúnak tekintettem a vizsgálatok során figyelembe vett tényezők szerepét egymással kölcsönhatásban álló, egységes rendszerként elemezni.

A megfogalmazott hipotézisem középpontjában az a kérdés áll, hogy mely különböző környezeti tényezők közös, egyidejű jelenléte – a geológiai sajátosságok és talajadottságok stb., beleértve a domborzati viszonyokat és a felszínborítottsági tulajdonságokat, alakítja ki az eltérő térbeli kiterjedésű vízmosások-hálózatokat, valamint az egyes változók és a földhasználat típusa milyen feltételrendszert teremtenek az árkos erózió fejlődésének az Egri Modellrégióban.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Az árkos erózió bemutatása

A jelenség leírása már az 1980-as években igen erőteljesen megjelent a nemzetközi szakirodalomban, beleértve az árkos erózió kialakulásának megelőzését célzó mechanizmusokra és modellekre irányuló tanulmányokat is (EGBOKA-ORAJAKA 1987), azonban a folyamat fogalmi és kvantitatív meghatározása már vitákat teremtett tudományos körökben. Az egyes definíciókat különféle szerzők aspektusából mutatom be, párhuzamban szemléltetve a vízmosások tartalmi megítélésének azonosságait, különbségeit.

Bettis-Thompson (1985) munkája alapján vízmosásnak nevezzük az olyan viszonylag mély, völgyben kialakult, függőleges falú, fiatal mederképződményeket, ahol azelőtt nem volt meghatározó vízfolyás. Az előző megfogalmazáshoz hasonlóan a vízmosás meredek falú, meredek lejtővel és intenzív erózió okozta tereplépcsővel rendelkező, csatornaszerű képződmény (BRADFORD-PIEST 1980, SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA 1984). Összehasonlítva a stabil folyómedrekkel, amelyek viszonylag egyenletes, konkáv, hosszú mederprofillal rendelkeznek, a vízmosások medrei vízmosásfőkkel és különféle réteglépcsőkkel, töréspontokkal tagolhatóak (MORGAN 2005).

A geomorfológia szempontjából az árkos erózió tulajdonképpen az erózió utolsó vagy érett szakaszaként értelmezhető, mielőtt az erősen erodált terület eléri a stabilitást. A vízmosások egyfajta nagy kiterjedésű csatornák, melyek néhol a kanyonok méretét is elérhetik (EGBOKA-ORAJAKA 1987). Gyakorta bekövetkezik, hogy a jelenlegi forma egy régebbit helyettesít, és annak eredete és kora nem becsülhető meg felszíni megfigyeléssel (OSMAN 2014).

Konkrét számértékekkel kifejezve egy átlagos vízmosás mélységét 1,5 és 25 m között, szélességét tekintve jellemzően 90 cm -30 m kiterjedésben jelölhető meg. Egyes vízmosások több kilométer hosszúságot is elérnek, míg mások csupán 30 m hosszúságúak. (BETTIS-THOMPSON 1985). Mások a vízmosások mélységét egy fél métertől egészen 20-30 méterig terjedő skálán határozták meg (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA 2001). Az árkos erózió küszöbértékhez kötött folyamat (POESEN et al. 2003), de a küszöbérték pontos meghatározása nagyon bonyolult (POESEN et al. 2003, KIRKBY - BULL 2000, CHAPLOT 2013). Osman (2014) a vízmosásokat 30 cm-nél mélyebb, nagyobb csatornákként határozza meg.

Mivel a talajművelés térben és időben nagyon eltérő, ezért nincs a szakemberek körében általánosan és széles körben elfogadott alkalmazási módszer a vízfolyások és eróziós

barázdák megkülönböztetésére sem. A Hauge (1977) által javasolt precízebb, szigorúbb definíció alapján a vízmosásokat az eróziós barázdáktól egy kritikus, 1 négyzetméterláb (0,10 m²) meder-keresztmetszeti terület különbözteti meg. Ezt a küszöböt jelölték meg a mezőgazdászok is, mint egy kritikus mederméretet, amely fölött a talaj átjárhatósága már körülményes (SOUCHÉRE 1995).

Mechanizmusuk alapján egy olyan árkos eróziós folyamatként értelmezhetjük, amely során gyors lefolyású víz halmozódik fel szűk csatornában rövid idő alatt, s a folyamat gyakori ismétlődéseként a szűk medrekben jelentős mértékben kimosódik a talaj (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA 2001). Az árkos erózió legfőbb kiváltó okának a szárazföldi vízfolyások tekinthetők Chaplot (2013) szerint. Amikor az áramlási sebesség átlépi a talaj anyagának ellenállási küszöbértékét, a szárazföldi vízfolyás elkezd kimosni a talajalkotókat, és elindítja a makrocatornák kialakulásának folyamatát (CHAPLOT 2013).

Hasonlóan megfogalmazva, vízmosás alakul ki, amikor nagy mennyiségű csapadék akkumulálódik, és nagy sebességgel zúdul le egy csatorna medrében, viszonylag meredek lejtőn, de az eróziós barázdák fokozatos mélyülése következtében is létrejöhet (OSMAN 2014).

A talaj kimosódása azonnal bekövetkezik, amint a felszíni lefolyás sebessége meghaladja a kritikus értéket, amely fölött már az áramlás ereje által kifejtett külső erő nagyobb, mint a talaj kohéziója által kifejtett belső erő (ZACHAR 1982).

Az árkos erózió legfőbb jellemzője az alsó szakaszon mért vízhozam és a sebesség értéke. Az áramlás ereje növeli a vízmosást bevágását, valamint zúzó erejét, és sokszor parti eróziót eredményez (OSMAN 2014).

Tájképben elfoglalt helyzetük, alaktani sajátosságaik, valamint a meghatározó eróziós folyamat - amely a vízmosás kialakulásához vezet - alapján a vízmosások két típusát különböztetik meg Európában (POESEN 1989, 1993, 1995, POESEN - GOVERS 1990): az (időszakos) vízmosásokat és a parti vízmosásokat (BOARDMAN-FAVIS-MORTLOCK 1998). Továbbá különbséget tehetünk időszakos és állandó vízmosások között is (BLANCO-LAL 2008). Priestas és Fagherazzi (2011) munkájukban említést tesznek az úgynevezett hullámos vízmosásokról is, melyek a mocsaras, meredek lejtőkön fordulhatnak elő.

Osman (2014) az előzőektől eltérően közelíti meg a vízmosások csoportosítását, véleménye szerint a vízmosások számtalan fajtáját különböztetjük meg. Az első típusba azok a vízmosások tartoznak, melyek mélysége 30 cm és 2-3 m közé tehető. Ebben az esetben az

erózió kimosó hatása érvényesül, jellegzetes hátráló, vagy retrográd erózióval és függőleges vagy mélyítő erózióval írhatóak le. A nagyméretű vízmosások felszínfejlődése összetettebb. Ha nagyobb méretű vízmosásokról beszélünk, a hátráló és a mélyítő erózió mellett említést kell tennünk a laterális erózióról is, továbbá a vele járó földcsuszamlásról, talajfolyásról és hasonló jelenségekről. Könnyen felismerhető a széles, V-alakú vájatról, mert a laterális erózió is érvényesül a mélyítő erózió felett. A szűk, V-alakú éles medrek szélessége sok esetben megegyezik, vagy el sem éri a vízmosás mélységét. A széles vízmosások széles mederaljzattal és U alakkal rendelkezhetnek. Ilyenkor az oldalsó erózió erősebb, mint a mélyítő erózió. Az aktív vízmosások sajátossága, hogy meredekségüket megtartják, akár merőleges szakaszaik is lehetnek. Morfológiailag lehetnek laposak, keskenyek, szélesek és kanyargóak. Lapos fajtája főként a sekély talajokon jelenik meg, illetve a lejtő speciális kőzettani szerkezete okozhatja (OSMAN 2014).

Vizsgálataim folyamán az állandó vízmosások mellett az időszakos árkos eróziós formák szerepe emelhető ki, emiatt a következőkben részletesebben kifejtem az időszakos vízmosások sajátosságait.

Az időszakos vízmosások olyan különféle méretű csatornák, amelyeket az esős időszakokban megjelenő intenzív felszíni lefolyású vizek erodáló munkája hozott létre a mezőgazdasági művelésbe bevont területeken. A keletkezett medreket a mezőgazdászok közvetlenül az esőzés után elegyengetik, de a jelenség gyakorta visszatér a következő esőzésekkel (FOSTER 1986, THORNE et al. 1986, ZHENG-HUANG 2002). A nagyobb völgyekben valószínűbben alakulnak ki egész évben működő vízfolyások, míg a kisebb vízmosások esetében az időszakos medrek a gyakoribbak, melyek az év java részében szárazok (BETTIS-THOMPSON 1985). Néhány esetben megfigyeltek olyan időszakos vízmosásokat is, melyeket a nagy telítettségű felszíni lefolyású vizek, vagy akár hóolvadások hoztak létre. Ezek mélysége már elegendő ahhoz, hogy megakadályozza a normál talajműveléssel történő rekultiválást (BRADFORD-PIEST 1980, SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA 1984).

Az 1980-as években bevezetésre került időszakos árkos erózió definíció alapján a jelenség során fellépő jelentősebb talajerózió nagyobb, mint az eróziós barázdák esetében, azonban kisebb, mint a hagyományos vízmosásos eróziónál. A definíció bevezetését annak a fokozódó problémának a kiküszöbölése hívta életre, hogy az időszakos vízmosásokból származó üledékvesztéséget azelőtt rendszerint figyelmen kívül hagyták a hagyományos

talajeróziós értékelések anyagmérlegeinek kimutatásakor, a talajveszteség számításának metodikájában (FOSTER 1986, GRISSINGER 1996a,b, ZINCK et al. 2001, CASALÍ et al. 2003, DAGGUPATI et al. 2014).

Míg az eróziós barázdák kizárólag a vízgyűjtő területek sík térszínein jelentkeznek, az időszakos vízmosások a völgyek alján, süllyedések között is kialakulnak (CASALÍ et al. 2006). Az időszakos vízmosások és az eróziós barázdák azonban egyaránt gyakori jelenségek a művelt területeken, szerte a Földön, és jelentős talajveszteségeket okozhatnak (BRYAN 1987, GOVERS-POESEN 1988, BENITO et al. 1992, AUZET et al. 1993, BENNETT et al. 2000, DE ALBA-BENITO 2001, ZHENG-HUANG 2002, POESEN et al. 2003, DE SANTISTEBAN et al. 2004).

Minden vízmosás esetében elmondható, hogy közel függőleges fallal rendelkeznek, s medrük partfallal határolt, de egész éves vízjárásuk igen széles skálán mozog (BETTIS-THOMPSON 1985). Az árkos, illetve a lepel erózió dominanciája adott területen periodikusan is változhat. A pleisztocén glaciális időszakában valószínűleg az árkos erózió volt a jellemző, míg az interglaciálisokat inkább a lepelerózió jellemezte (PÉCSI 1997).

Az árkos erózió az egyik legösszetettebb lineáris eróziós jelenség a soktényezős, többlépcsős fejlődési folyamata miatt. A vízmosás kifejlődésének kezdeti időszaka csupán 5%-a a vízmosás teljes élettartamának (KOSOV et al. 1978), de ebben a periódusban fejlődik ki a vízmosás hosszának több, mint 90%-a, területének 60%-a és vízhozamának 35%-a is kialakulhat már ekkor. A vízmosás élettartamának fennmaradó szakaszában a morfológiai sajátosságok viszonylag állandónak tekinthetők (SIDORCHUK 2005).

Összességében az árkos erózió a talajdegradáció egyik legfontosabb jele, mert a kimosott lejtők alkalmatlanok a mezőgazdasági művelésre és egy jelentős üledékforrást jelent számos környezetben (POESEN et al. 2003). A dezertifikáció indikátoraként is tekinthető (UNEP 1994). Ezért, a kialakult vízmosások és fejlődésük folyamatos nyomon követése kulcsfontosságú a talajdegradáció és a környezeti, valamint társadalmi-gazdasági hatások megfigyelésében (SHRUTHI et al. 2014).

2.2. A vízmosások kialakulásának kutatástörténete

Vízmosások főként a laza, konszolidálatlan üledékeken jönnek létre, mint a lösz, vagy más löszös rétegek (POESEN et al. 2003, ZGLOBICKI-BARAN-ZGLOBICKA 2011), valamint a mediterrán térségben tengeri üledékeken (POESEN et al. 2006), de előfordulnak

homokköveken is stb. (HEGEDŰS et al. 2008). A konszolidálatlan vulkáni kőzeten kialakult vízmosások egy speciális esetét képezik az árkos erózióknak (PINTÉR et al. 2009). Az árkos erózió jelenléte Európa-szerte megfigyelt probléma; szántók, legelők és badlandek területén gyakorta megfigyelhető jelenségek (POESEN et al. 1993, POESEN et al. 2006). Kialakulhatnak vízmosások szorosokban és kanyonokban is, nagy tengerszintfeletti magasságban és nagyon meredek lejtőkön is (OSMAN 2014).

Az árkos erózió mértéke elsősorban a vízgyűjtő terület vízhozamának jellemzőitől függ, a vízhálózat kiterjedésétől, a talaj tulajdonságaitól, a geológiai, hidrogeológiai és geotechnikai sajátosságoktól, valamint az árkos erózió rendszerének morfológiájától és az antropogén hatásoktól (EGBOKA-ORAJAKA 1987).

Hasonló megvilágításba helyezi az alábbi megfigyelés a vízmosások kialakulását. A vízmosások kialakulásában főként az antropogén tényezők játszanak szerepet: az őshonos erdők kiirtása, az ugarok megművelése és a hidrológiai rendszer állapotának ehhez kapcsolható megváltoztatása módosítja a csapadék-lefolyás modelljét. A vízmosásos csatornák nagyon gyorsan képződhetnek, amikor a vízmosás morfológiai sajátosságai (hossz, szélesség, terület, vízhozam) kevésbé állandóak (SIDORCHUK 1999).

Árkos erózió nemcsak a márgás badlandek területén vagy a hegyvidéki-dombsági régiókban figyelhető meg, világszerte egyre több talajt érint a jelenség, ahol a terület ki van téve a talajkérgesedésnek, mint például a löszök, a homokos talajok, vagy olyan talajokon, amelyek hajlamosak a felszabdálódásra, például diszperzív talajok. A legtöbb esetben az árkos eróziót a nem megfelelő mezőgazdasági tevékenység, mint az öntözés, túllegeltetés, nehéz teherforgalom és tranzitforgalom, illetve az urbanizáció váltja ki (VALENTINE et al. 2005). A vízmosások Marzolf-Poesen (2009) tanulmánya alapján a szemi- arid és arid éghajlatra jellemző tipikus eróziós formák, szerte a Földön, ahol magasabb geomorfológiai aktivitás és dinamika észlelhető. A félszáraz éghajlati viszonyok és a csapadék éves eloszlása az eróziós folyamatok felgyorsulásának kedveznek, az alacsony felszínborítottság és visszatérő heves esőzések következtében. A kevés csapadékmennyiség és a csapadéktevékenységek rendszertelen gyakorisága, illetve eloszlása alacsony szinten tartja a biomassza-produkciót, nagyon magas arányú felszíni lefolyást eredményezve az intenzív esőzések alkalmával (POESEN et al. 2002, MARZOLFF-POESEN 2009).

Körülményes azonban pontosan meghatározni az árkos erózió kialakulását befolyásoló környezeti tényezők hatását, mert azok egymással kölcsönhatásban állnak; egész rendszert alkotva, együttesen hatnak a vízmosások fejlődésére (KERTÉSZ et al. 2013), nem független feltételei a folyamatoknak.

Nincs olyan kőzet- vagy talajtípus, földhasználati mód, illetve domborzati adottság, amely önmagában elegendő volna ahhoz, hogy egy térségben árkos erózió induljon meg. Ehhez az árkos eróziót befolyásoló tényezők kölcsönhatására van szükség (MUÑOZ-ROBLES et al. 2010). A tényezők közül természetesen kettőt, mint kiváltó tényezőt hagyományosan ki szoktunk emelni, nevezetesen az erozivitást és az erodibilitást, tehát magyarul az eső energiáját, amely a felszínt támadja és a felszínt borító talaj, illetve kőzetréteg támadhatóságát (KERTÉSZ et al. 2013).

A hazai kutatások terén elért eredmények alapján meghatározó feltétel a talajképző kőzet minősége (ŐRSI-KERTÉSZ 2014) az árkos erózió szempontjából. A laza, porózus alapkőzeteken hosszabb vízmosások alakulnak ki, mint a kompakt, esetenként szálban álló kőzeteken (KERTÉSZ et al. 2013). A talajtulajdonságok közül viszont legkevésbé befolyásolja a genetikai talajtípus a vízmosások kialakulását (JAKAB et al. 2011).

A vízmosások fejlődését leginkább befolyásoló környezeti tényező a lejtőszög és a földhasználat típusa (JAKAB et al. 2011). E két feltétel egymástól el nem különíthető, kizárólag együttesen vizsgálható, kivételt csupán nagyon kevés területen tehető. Menéndez-Duarte et al. (2007) következtetései alapján a domborzat hat a lejtőgradiens értékére és a földhasználatra; a domborzati adottságokból következik a felszínborítottság típusa. A domborzat jellege mellett a Magyarországra érkező csapadékok jellemző iránya is befolyásoló (STEFANOVITS 1992), ugyanis Magyarországra elsősorban nyugat felől érkeznek a csapadékot hozó légtömegek, így a nyugati lejtőket erősebb hatás éri.

A földhasználat és az árkos erózió kapcsolatát már a korábbi években is megfogalmazták; miszerint az intenzív földhasználat egyaránt növeli a felületi és a vonalas erózió mértékét (CENTERI 2002, GÁBRIS et al. 2003).

Érdemes megemlíteni a földhasználat változásának szerepét a vízmosások fejlődésének esetében. A felszínborítottság változása jelentősen befolyásolja az árkos erózió folyamatát (JAKAB 2006). Megfigyelt jelenség, hogy az évek folyamán csökkent a művelt területeken található vízmosások aránya, mert a legkedvezőtlenebb adottságú területeken felhagyták a szántóföldi művelést és azokat rétként, legelőként hasznosítják ezt követően (KERTÉSZ et al. 2013), valamint a terület esetenként beerdősül.

2.3. A térinformatika szerepe az árkos erózió kutatásában

A térinformatikai módszerek geomorfológiai szakterületeken történő alkalmazása már az 1980-as években megjelent. Smith (1983), továbbá Harrison és Jupp (1990) munkájukban leírást tesznek arról, hogy egy új réteg létrehozásának eredményeként kapott, felszíni görbületre vonatkozó adatok felhasználásával, valamint a különféle domborzati kategóriák leválogatásával jól ábrázolhatóak a morfológiai alakzatok (medencék, dombságok, nyerges, vízmosások és gerincvonulatok) (BONHAM-CARTER 1994). A GIS és a területi analízis alkalmazása évtizedek óta állandó elemét képezik a földrajzi és regionális tudományok területén végzett kutatómunkáknak (STILLWELL-CLARKE 2003).

Az elmúlt évtizedekben az árkos erózió terén folytatott kutatások tekintetében a modern térinformatikai technológiák fejlődése és alkalmazása a földrajztudományban, mint a földrajzi információs rendszerek (GIS), a digitális domborzatmodellek (DEM) és a távérzékelés új lehetőségeket teremtett (MARTÍNEZ-CASANOVAS 2003).

Ezek a távérzékelési módszerek ígéretes lehetőségeket nyújtanak az ábrázolásra és a nyomon követésre. Azonban ezek eredményes alkalmazása a hegyvidéki területeken számos korlátba ütközik; a felhőborítottság és más felszíni tényezők miatt előfordul a geometriai torzulás és a leárnyékoltság esélye is nagy. Mindazonáltal a légi- és az űrfelvételek (látható, infravörös és mikrohullám tartományban), illetve az említettek együttes alkalmazása már eredményes és sikeres módszernek bizonyulhat a fölcsumzamlások és vízmosások típusainak megkülönböztetésében és ábrázolásában. A tömegmozgások és az árkos erózió GIS modellezése, kiegészítő információk figyelembe vételével és távérzékelési adatok felhasználásával gyorsan fejlődő alkalmazott módszer. A zavaros jelenségek determinisztikus modellezéséből eredő hiányosságok, mint a tömegmozgások vagy az árkos erózió ábrázolása, rávilágítanak a folyamatok - GIS-alapú megközelítést igénylő - feltáró és prediktív modellezésének relevanciájára (ZINCK et al. 2001).

A GIS tulajdonképpen egy olyan adatbázis, amelyben minden egyes adathoz egy valós térbeli helyzet kapcsolódik. Ez a technológia páratlan lehetőségeket nyújt az alkalmazott kutatások terén, képessé téve minket az adatok földrajzi attribútumainak azonosítására és alkalmazására (GREGORY-ELL 2008). Az utóbbi években a geotechnikai

mérnöktudományok és a rokondisziplínák szakértőinek figyelme a földrajzi információs rendszerek (GIS) alkalmazására irányult a természeti veszélytérképek létrehozásának tekintetében. A GIS lehetővé teszi, hogy az alapos adatgyűjtést, számítást és adatkezelést igénylő földrajzi kutatásokat átfogóan értékelhessünk, a korábbi vizsgálatok során fel nem tárt összefüggések és következtetéseket lássunk és fogalmazhassunk meg. Emiatt a GIS alkalmazása egy igen jelentős szemponttá vált az árkos erózió elemzése során, mert a módszernek köszönhetően a jövőbeli vízmosások kialakulásának valószínűsége, helyzete és a jelenség gyakorisága előrejelezhetővé válhat (ZOLFAGHARI-HEATH 2008).

Napjainkban az időszakos vízmosások az egyik leggyakrabban kutatott vízmosás típusok közé tartoznak, főként az alkalmazott technológiáknak köszönhetően, mint a digitális domborzatmodell (DEM) és a földrajzi térinformatikai rendszerek (GIS) (MARTÍNEZ-CASANOVAS et al. 2004). Az említett technológiák nagyon eredményesnek bizonyulnak a lejtőviszonyok és a lejtőgradiens kiszámításában (a domborzati tényezőkkel hozható főként kapcsolatba az időszakos vízmosások kialakulása), és ezekből a domborzati attribútumokból a folyamat elindulására és az üledéklerakódásra vonatkozó küszöbértékek származtathatóak, valamint alkalmasak a vízmosások tájképben elfoglalt helyzetének megadására is (MOORE et al. 1988, DESMET-GOVERS 1996, VANDAELE et al. 1997, DESMET et al. 1999, POESEN et al. 2003).

A legtöbb kutatás esetében a vízmosások morfológiai elemzése és a fejlettség stádiumának meghatározása jelenti az első lépést, s ezután értékelik a lezajló folyamatot, valamint megállapítják az árkos erózió kialakulásának esélyét (IRELAND et al. 1939, HEEDE 1979, IMESON-KWAAD 1980, CROUCH-BLONG 1989, POESEN 1993).

Herzig et al. (2011) kutatásainak középpontjában egy komplex modell megalkotása állt, amely jó kiértékelési szempontokat nyújt az árkos erózió folyamatát mérséklő stratégiák esetében. A modell az empirikus kapcsolatokon alapszik, hogy szemléltessük a legfőbb fizikai folyamatokat és azokat a környezeti tényezőket, amelyek a vízmosások üledékhozamára hatást gyakorolnak: függőleges degradáció (bevágódás), térbeli kiterjedés (növekedés), stabilitás (kitettség), az erdőborítottság és a terület geológiai adottságainak hatása (HERZIG et al. 2011).

Hasonló kutatásokat végeztek az észak-, közép-szicíliai Appenninek hegyvidéki régiójában elterülő San Giorgio folyó vízgyűjtő megközelítőleg 9,5 km² kiterjedésű területén

az elmúlt években. A vizsgálat célja a vízmosságok kialakulására ható érzékenységi tényezők feltárása volt térinformatikai és többváltozós statisztikai elemzések alkalmazásával (CONOSCENTI et al. 2014).

2.4. Adatforrások

2.4.1. Egységes Országos Térképezési Rendszer

A Magyarország területét lefedő EOVB-beli (Egységes Országos Vetület) térképek az EOVR (Egységes Országos Térképezési Rendszer) szelvényezési rendszerben 1:1000 és 1:100000 méretarányok között érhetőek el. A Földmérési és Távérzékelési Intézet az 1:10000, az 1:100000 és az 1:200000 natív felbontású térképeket szolgáltatja az ország teljes területéről, valamint az 1:25000 méretarányú topográfiai térképekből az ország területének 30%-a áll jelenleg rendelkezésünkre.

Vetületük ferdetengelyű, szögtartó hengervetület, alapfelülete IUGG-67 ellipszoid. A térképművek a Balti magassági rendszerhez illeszkednek. Az EOVR, 1:10000 méretarányú topográfiai térképek szelvénymérete 6x4 km, és összesen 4092 db, Magyarország teljes területére kiterjedő szelvény készült 1976 és 1999 között (VARGA 2004, www.fomi.hu).

2.4.2. CORINE- CLC2006

A CORINE (Coordination of Information on the Environment) programot 1985-ben indította az Európai Közösség Miniszterek Tanácsa. A programnak három fő célkitűzése volt: információgyűjtés a környezet állapotáról, a tagállamok nemzeti kezdeményezéseinek koordinálása és az információk javítása nemzetközi szinten, valamint definíciók, szakkifejezések stb. egységességének biztosítása, illetve az adatok összehasonlíthatóságához szükséges feltételek megteremtése.

A CLC (Corine Land Cover) célkitűzése kvantitatív, megbízható és összehasonlítható felszínborítási információ biztosítása az EU területéről. A felszínborítás és változásának ismerete segíti az összehangolt európai környezeti politika kialakítását.

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 2007-ben elindította a „GMES Fast Track Service Land Monitoring” c. programját az EEA tag- és társult országokban. A program során elkészült a 2006-ra vonatkozó CLC06-HU (CORINE Land Cover 2006-Magyarország) adatbázis, illetve a magyarországi, 2000 és 2006 közötti időszakra vonatkozó felszínborítási változásokat magába foglaló CHA06-HU adatbázis (BÜTTNER et al. 2002, www.kvvm.hu).

2.4.3. AGROTOPO adatbázis

Az Agrotopográfiai térképsorozat megszerkesztését a Magyarország Agroökológiai Potenciáljának Felmérése c. akadémiai program indukálta, amely program a magyar mezőgazdaság lehetőségeinek és korlátainak feltárásával az ország agroökológiai potenciálját mérte fel.

Ezen térképsorozat térinformatikai feldolgozásával készült el Magyarország AGROTOPO Adatbázisa az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetben 1991-ben. Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetben szerkesztett 1:100 000-es méretarányú agrotopográfiai térképsorozat lett a talajtani alapja mindmáig a regionális léptékű agrár-környezeti programoknak és elemzéseknek.

Az AGROTOPO GIS az Agrotopográfiai térképsorozat tematikus adataiból kialakított számítógépes adatbázis, amely EOTR szabványos, 1:100 000 méretarányú, országos adatokat tartalmaz. Az adott felbontásban homogén agroökológiai egységekhez a következő, termőhelyi talajadottságokat meghatározó főbb talajtani paraméterek tartoznak, amelyeket az alábbi témákra csoportosítottak: genetikai talajtípus, talajképző közet, fizikai talajféleség, agyagásvány-összetétel, talaj vízgazdálkodási tulajdonságai, kémhatás és mészállapot, szervesanyag-készlet, termőréteg-vastagság és talajértékszám (RISSAC 1991).

2.4.4. Országos vízmosás-kataszter

2013-ban a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontja által elkészült a Magyarország területére kiterjedő vízmosás-sűrűség térkép (MARI - MATTÁNYI 2002; KERTÉSZ et al. 2012). Az országos vízmosás-kataszter létrehozása az Országos Tudományos Kutatási Alprogramok (OTKA) projekt keretén belül valósult meg. A kutatás célja egy országos vízmosás-kataszter, adatbázis készítése és kiértékelése volt, illetve az árkos erózió folyamatainak mintaterületi vizsgálata. A vízmosás-sűrűség térkép 1:10 000 méretarányú térképek felhasználásával készült, a kataszterben megközelítőleg 112.000 vízmosás szerepel, amelyek teljes hossza összesen 22.000 km (KERTÉSZ et al. 2013).

2.4.5. SRTM

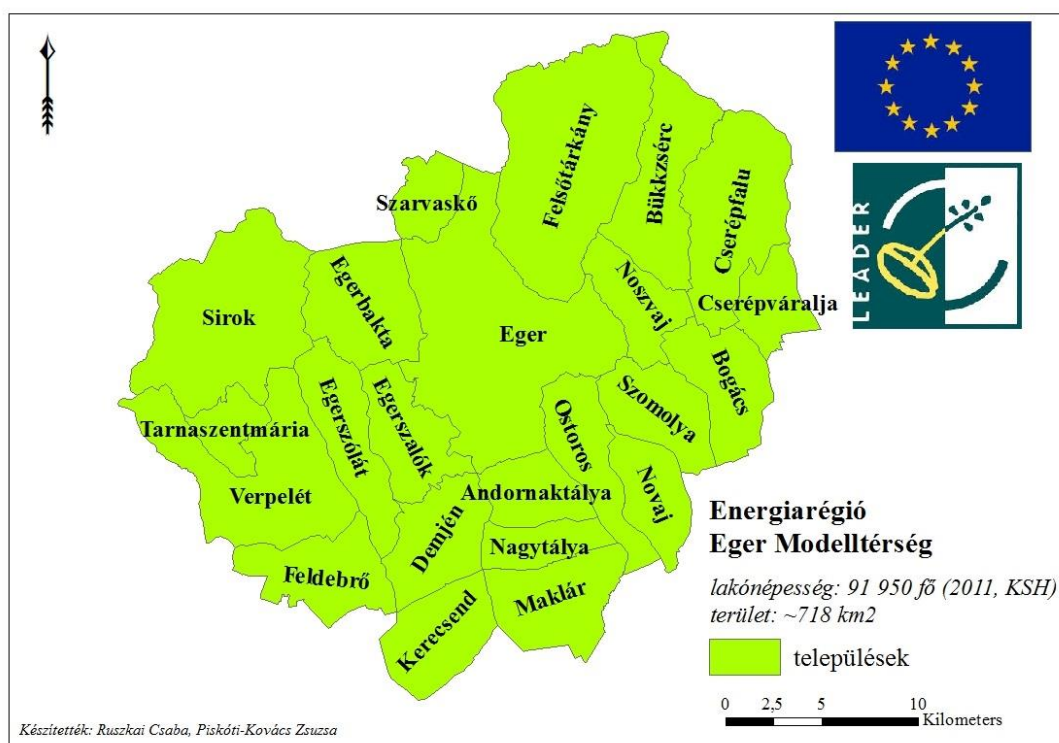
Az amerikai NASA (National Aeronautics and Space Administration) 1996-ban kezdte meg az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) programot, amelynek célja a Föld felszíne mintegy 80%-ának digitális domborzati térképezése volt, az űrrepülőgép fedélzetén elhelyezett radarrendszer felhasználásával (RABUS et al. 2003).

3. A mintaterület bemutatása

A kutatási célterület kiválasztásakor az egri Eszterházy Károly Főiskola, kiemelten a Földrajz Tanszék és az Agria-Innorégió Tudáscentrum, valamint a németországi Universitát Kassel között megvalósuló modellprojekt számára létrehozott Egri Modellrégiót vettem alapul.

A mintaterület határainak kijelölése során felmerült a kérdés, hogy a milyen szempont szerint történjen a vizsgálandó terület lehatárolása. A természetföldrajzi beosztás alapján - tehát a Modellrégió területét lefedő kistájak határaihoz kötve - a kijelölt határok nem illeszkedtek a Modellrégió határaihoz.

Emiatt a modellprojektben érintett települések közigazgatási határai szerinti lehatárolást célszerőbbnek láttam, amely egyben az Modellrégió határainak felel meg. A Modellrégió 2014 és 2020 közötti tervezési időperiódusra meghatározott fejlesztési koncepciója összesen 23 települést foglal magába, amely megközelítőleg 718 km² területet foglal magába (1. bra).



1. bra: Az Egri Modellrégió (RUSZKAI-PISKÓTI 2013)

A 2011-ben létrejött szakmai-tudományos együttműködés célja a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyág alapján álló korszerű gazdálkodás és vidékfejlesztés elterjesztés az szak-Magyarországi Régióban.

„A megújuló természeti erőforrások potenciális hasznosíthatóságának komplex vizsgálata az éghajlatváltozás tükrében egy energetikailag fenntartható Modellrégió kialakítása céljából magyar-német közreműködéssel” megnevezésű TÁMOP-4.2.2.A-11/KONV-2012-0016 támogatási konstrukció keretében megvalósuló nemzetközi kutatási modellprojekt az Egri-borvidék, valamint legnagyobb részt az Egri-Bükkalja területein kerül kivitelezésre (AIT 2013).

A vizsgált terület az Alföld északi peremén húzódó, Bükkhöz forrt hegylábfelszint és az Észak-Magyarországi Középhegység alföldekkel, alacsony dombhátakkal és medencedomságokkal tarkított déli területeit foglalja magába. A kutatási célterület alatt javarészt az Eger-től D-re és DK-re elterülő, völgyekkel erősen felszabdalt hegységelőtéri dombságot értjük, amely kiegészül a középhegységből lefutó patakok és folyók teraszos folyóvölgyeivel, hordalékkúpsíkságaival, továbbá az Eger-től É, ÉK-i irányban elhelyezkedő félmedencével, bükki tájjal. Felszíne igen változatos.

A domborzati széttagoltság ellenére azonban a lankás lejtők döntő többsége homogénnek tekinthető, a völgyközi háta és síkságok optimális feltételeket nyújtanak a mezőgazdasági földhasználat számára. Az Eger-től É-ra található középhegységi helyzetű, háta típusú Déli-Bükk közepes kitettségű és meredek lejtőkkel jellemezhető, bizonyos részei mezőgazdasági művelésre alkalmasak (DÖVÉNYI 2010).

A Modellrégió területe tájökológiai sajátosságai alapján 4 tájtípusba sorolható. Mérsékelt kontinentális síkságok, uralkodóan mezőgazdaságilag hasznosított táj jellemzi a Modellrégió délre fekvő részeit. Eróziós dombságok, uralkodóan mező- ill erdőgazdasági-lokálisan ipari- jellegű típussal határozható meg az Egri-Bükkalja, valamint a folyóvölgyek. Eger-től É-i irányban megjelennek a középhegységi, erdős tájtípusok is, főként a Déli-Bükkben. Végül mindenképp említést kell tennünk a sajátos tájtípusokról; a karbonátos kőzetek szurdokvölgyes szakaszairól, és a nem karbonátos kőzeten kialakult teraszos völgyszakaszokról (PÉCSI et al.1989, KARÁTSZON 2010).

Földtani szempontból a Modellrégió területe összetett fejlődéstörténetről tanúskodik. A hegylábfelszín keskeny óharmadidőszaki üledéksávval csatlakozik a Déli-Bükkhöz, ezek késő-kréta-kora-eocén tarkaagyagok, és késő-eocénban keletkezett nummuliteszes-lithothamniumos mészkövek, mész- és agyagmárgák (BALOGH 1964).

A geológiai formációk és rétegtani egységek között megtalálhatóak a tűzköves mészkőformációk, márga közbetelepülésekkel, aleuritos, agyagmárgás, glaukonitos homokkőben gazdag rétegekkel és különféle mészkő- és márgaformációkkal (GYALOG 1996, HAAS 2013).

Az egykori vulkanikus tevékenység emlékeit őrzik a tufitos, biotites, horzsaköves formációk, illetve a riolit-, riodácit, dácittufa képződének, valamint az ignimbritváltozatok. A Bükkaljai területeken tarka agyag, homok és lignit közbetelepülések teszik mozaikossá a geológiai szerkezeti viszonyokat (BORDÁS 1991, GYALOG 1996, ZELENKA 1999, PENTELÉNYI 2002, VÁGÓ 2003, PELIKÁN 2005).

A talajképző kőzet a Modellrégió északi területein oligocén slír, márga és homok, benne triász karbonátos kibukkanásokkal. Előfordul még triász-jura agyag- és kovapala, karsztosodó mészkővel kiegészülve. A déli részeken miocén riolittufa, illetve lösz a jellemző, és pliocén agyagos-vályogos üledékek határozzák meg a talajképződést a délnyugati területeken (DÖVÉNYI 2010).

Éghajlata főként mérsékelt meleg-mérsékelt száraz, míg az északi részei mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz éghajlattal jellemezhetőek. Az alföldi területek valamivel szárazabbak. A napsütéses órák száma meghaladja az évi 1850 órát. Az uralkodó évi középhőmérséklet 8-10 C körüli, a csapadék évi mennyisége 600 mm (DÖVÉNYI 2010).

Talajtani aspektusból a hegységelőtéri területek Luvisollal (agyagbemosódásos erdőtalajjal) jellemezhetőek. A Bükk-fennsík mészkőfelszínein legelterjedtebb a rendzina. Legtarkább a talajtani paletta a Bükkalján, ahol a barnaföld, az agyagbemosódásos barna erdőtalaj mellett, a vulkáni kőzeteken nyirok, ill. a legdélebbi területein a csernozjom-barna erdőtalaj is megtalálható (MARTONNÉ 2006, DÖVÉNYI 2010).

Az alföldi, délebbi területeken a Chernozem típusú talajok (csernozjomok, mezőségi talajok) és Cambisolok (barnaföldek) az uralkodók. A folyóvölgyek, teraszok esetében a Fluvisol (alluviális, öntéstalajok, lejtőhordalék-talajok) a meghatározó (DÖVÉNYI 2010, KOCSIS-SCHWEITZER 2011).

A vizsgált Modellrégió intenzív művelés alá bevont terület. Az erdővel nem borított mezőgazdasági területeket szántó és legelőként hasznosítják, illetve szőlő- és

gyümölcsstermesztésre használják. A Bükkalja magasabb területein főként cseres-kocsánytalan tölgyesek uralkodnak, melyek egy része erdősztyepp-elemekben gazdag, más része mészkerülő jellegű. Gyakori, hogy potenciális termőhelyeiket telepített fenyvesek, tájidegen akácok foglalják el, vagy legelőként hasznosítják. A meredekebb völgyek alján elterjedtek a gyertyános-tölgyes erdők (DÖVÉNYI 2010).

4. Anyag és módszer

Tudományos diákköri dolgozatom elkészítését megelőzően elsőként átfogó jellegű terepi kutatómunkát végeztem, s ezt követték a térinformatikai alkalmazásokon nyugvó vizsgálatok.

A terepi felvételezés folyamán elsődleges célom az volt, hogy felmérjem a Modellrégió területén nyilvántartott vízmosások állapotát, általános képet kapva a vizsgált területet jellemző árkos erózió mértékéről (3. és 4. ábra)

A szántóföldi területek peremén és a települések határában húzódó vízmosások autóval könnyedén megközelíthetőnek bizonyultak, míg az erdőkben, illetve az úthálózattal nem érintett eróziós árkokat gyalogosan értem el. A terepi vizsgálatok során fotódokumentációt készítettem a megfigyelt vízmosásokról.

A térinformatikai vizsgálatokat az ArcMap 10.1. szoftver segítségével végeztem el, felhasználva a digitális vízmosás-katasztert, a talajtani paraméterek térképét, a felszínborítási térképet és a Modellrégió topográfiai térképét.

A mintaterület vonalas eróziós formáinak digitalizálása korábban az EOTR szelvényezési rendszerben alkalmazott 1: 10 000 méretarányban történt meg; az országos vízmosás-kataszter adatbázisa jelentette kutatásom kiindulási pontját (2. ábra).

Az országos vízmosás-katasztert az MTA CSFK Földrajztudományi Intézete tette számomra elérhetővé, melyet ezután elmetszettem az általam vizsgált mintaterület határait tartalmazó digitális térképpel. A vizsgált terület határai a Modellrégió településeinek 2008. évi KSH településhatárai szerint kerültek kijelölésre.

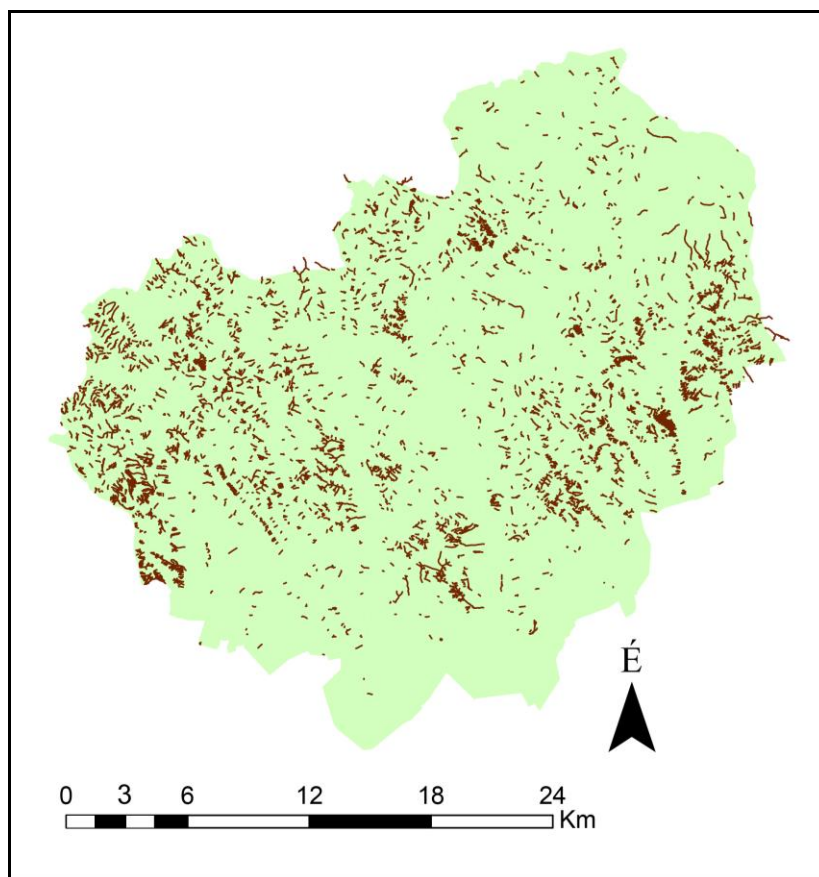
A következőekben az SRTM-adatbázisból kiszámított lejtőszög értékeket rendeltem hozzá az vízmosásokhoz. Az SRTM-felszínmodellből a mezőgazdasági művelésben használatos lejtőkategóriáknak megfelelően határoztam meg az 5 osztályközt (ŐRSI-KERTÉSZ 2014). A módszer eredményeként megkapott lejtőkategória-térképen százalékban adtam meg az egyes kategóriák értékeit, átszámolva a domborzatmodell fokban meghatározott lejtőmeredekség-számaikat.

Vizsgálataim során az alábbi lejtőkategóriák kerültek meghatározásra: 0-5%, 5-12%, 12-17%, 17-25%, valamint 25-90% (ŐRSI-KERTÉSZ 2014).

A vizsgált terület termőhelyi talajadottságait meghatározó talajtani paramétereket az AGROTOPO 1: 100 000 méretarányú digitális térképének adatbázisából származtattam, melyet az Országos Talajdegradációs Adatbázisban értem el. Az Agrotopográfiai Adatbázis tartalmazza a genetikai talajtípusra, a talajképző közetre, a fizikai talajféleségre, az

anyagásvány-összetételre, a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaira, kémhatására, szervesanyag-készletre, valamint a talajvastagságra vonatkozó területi adatokat (JAKAB et al. 2011).

Következő lépésként a mintaterület vízmosásaihoz hozzárendeltem a vízmosások közvetlen közelében meglévő felszínborítást, a 2006-ben elkészült 1:50 000 méretarányú Corine Land Cover adatbázis alapján. A földhasználatra vonatkozó információk a Földmérési és Távérzékelési Intézet adatbázisában érhetőek el.



2. ábra: Vízmosások a mintaterületen

A felszínborítás szerepének értékeléséhez a CORINE felszínborítási adatbázis értékeit hat osztályközbe vontam össze az erózió általi veszélyeztetettség szempontjából (KERTÉSZ et al. 2013), e kategória-generalizálást az erózióvédelem figyelembe vétele tette indokolttá. A CORINE adatbázisban ugyanis több, mint 60 felszínborítási típust különböztetnek meg, emiatt szükségessé vált az egyes típusok újraosztályozása a feldolgozás könnyebbé tétele érdekében. Az újonnan létrehozott hat földhasználat-típus talajvédelmi szempontok szerint kerültek besorolásra, a talajerózió általi veszélyeztetettségüknek megfelelően, melyek sorrendben a következők: művelt területek - beleértve a szántókat, szőlőterületeket és gyümölcsösöket-, átmeneti erdős-cserjés területek, erdők és természetközeli területek, vizenyős területek, legelők, illetve mesterséges felszínek (SZABÓ-JAKAB 2013).

Az adatbázisok hozzárendelésének eredményeként létrejött összesítő adatbázis az alábbi információkat tartalmazza a mintaterület vízmosásairól: a lejtőszög értékét, az talajtani adottságokat (genetikai talajtípus, talajképző kőzet, fizikai talajféleség, anyagásvány-összetétel, talaj vízgazdálkodási tulajdonságai, kémhatás, szervesanyag-készlet, talajvastagság), továbbá a földhasználat típusát és a topográfiai adatokat.

Végül a kapott eredményeket Excel-táblázatok formájában exportáltam és elvégeztem a vizsgált területre vonatkozó statisztikai számításokat.



3. ábra: Vízmosás Mikófalva határában
(saját készítés)



4. ábra: Vízmosás Mikófalva határában
(saját készítés)

5. Eredmények

A mintaterületre jellemző talajképző kőzetek és az azokon kialakuló genetikai talajtípusok megoszlását az 1. illetve a 2. táblázat szemlélteti. A vizsgált területről elmondható, hogy főként harmadkori és idősebb üledékeken kialakult barnaföldek (Ramann-féle barna erdőtalajok) fordulnak elő legnagyobb arányban. A talajképző kőzetek közül a Modellrégió déli, alföldi jellegű területein a nyirok dominál, de a vizsgált területen előfordulnak még agyagpalák és fillitek. A talajképződésre hatnak a glaciális és alluviális üledékek a folyóvölgyek mentén, ahol fiatal, nyers öntéstalajok fejlődtek ki. A mintaterületen kisebb arányban megtalálhatóak a vulkanikus eredetű talajképző kőzetek, mint az andezit, a riolit és a bazalt. Ezeken a kőzeteken erubáz, valamint nyiroktalajok alakultak ki. A mészkő és dolomitfelszíneken rendzinák képződtek (1. táblázat, 5. ábra).

A genetikai talajtípusok közül a Modellrégióban jelentős területen találunk agyagbemosódásos barna erdőtalajokat, továbbá savanyú, nem podzolos barna erdőtalajokat. A hegységelőtéri D-i területek nyirok-jellegű talajképző kőzetei a csernozjom-barna erdőtalajok kialakulásának kedveztek. A mintaterületen szórványosan megjelennek a köves és földes kopárok, a kovárványos barna erdőtalajok a réti talajok, illetve a réti öntéstalajok is (2. táblázat, 6. ábra).

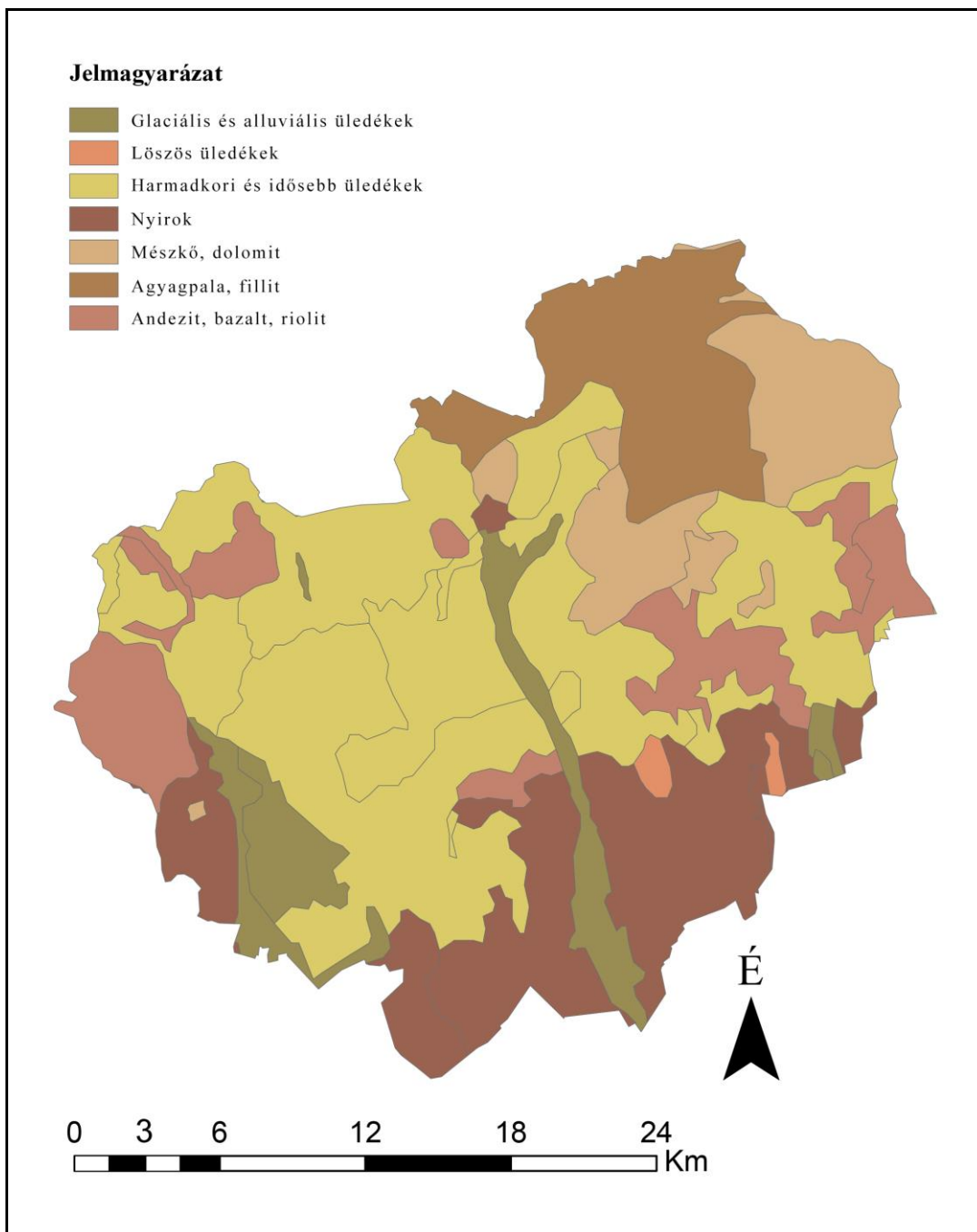
1. Táblázat: A talajképző kőzetek megoszlása a mintaterületen

Terület	Talajképző kőzet %						
	Glaciális és alluviális üledékek	Löszös üledékek	Harmadkori és idősebb üledékek	Nyirok	Mészkő, dolomit	Agyagpala, fillit	Andezit, bazalt, riolit
Egri Modellrégió	7,85	0,58	41,45	18,1	9,86	10,61	11,55

2. Táblázat: A genetikai talajtípusok megoszlása a mintaterületen

Terület	Genetikai talajtípus %									
	Köves és földes kopárok	Rendzina talajok	Erubáz talajok, nyiroktalajok	Savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok	Agyagbemosódásos barna erdőtalajok	Barnaföldek (Ramann-féle barna erdőtalajok)	Kovárványos barna erdőtalajok	Csernozjom-barna erdőtalajok	Réti talajok	Réti öntéstalajok
Egri Modellrégió	2,3	0,84	2,47	10,61	20,48	39,56	2,31	15,89	2,05	0,1
										Fiatal, nyers öntéstalajok
										3,39

A fizikai talajfőlésegek megoszlását a 3. táblázat mutatja. A mintaterület 61%-át agyagos vályog, 21%-át vályog fedi, a vizsgált terület kisebb részén pedig nem, vagy részben mállott durva vázrészek fordulnak elő. Legkevésbé jellemzőek a vályog és agyag talajfőlésegek (3. táblázat).



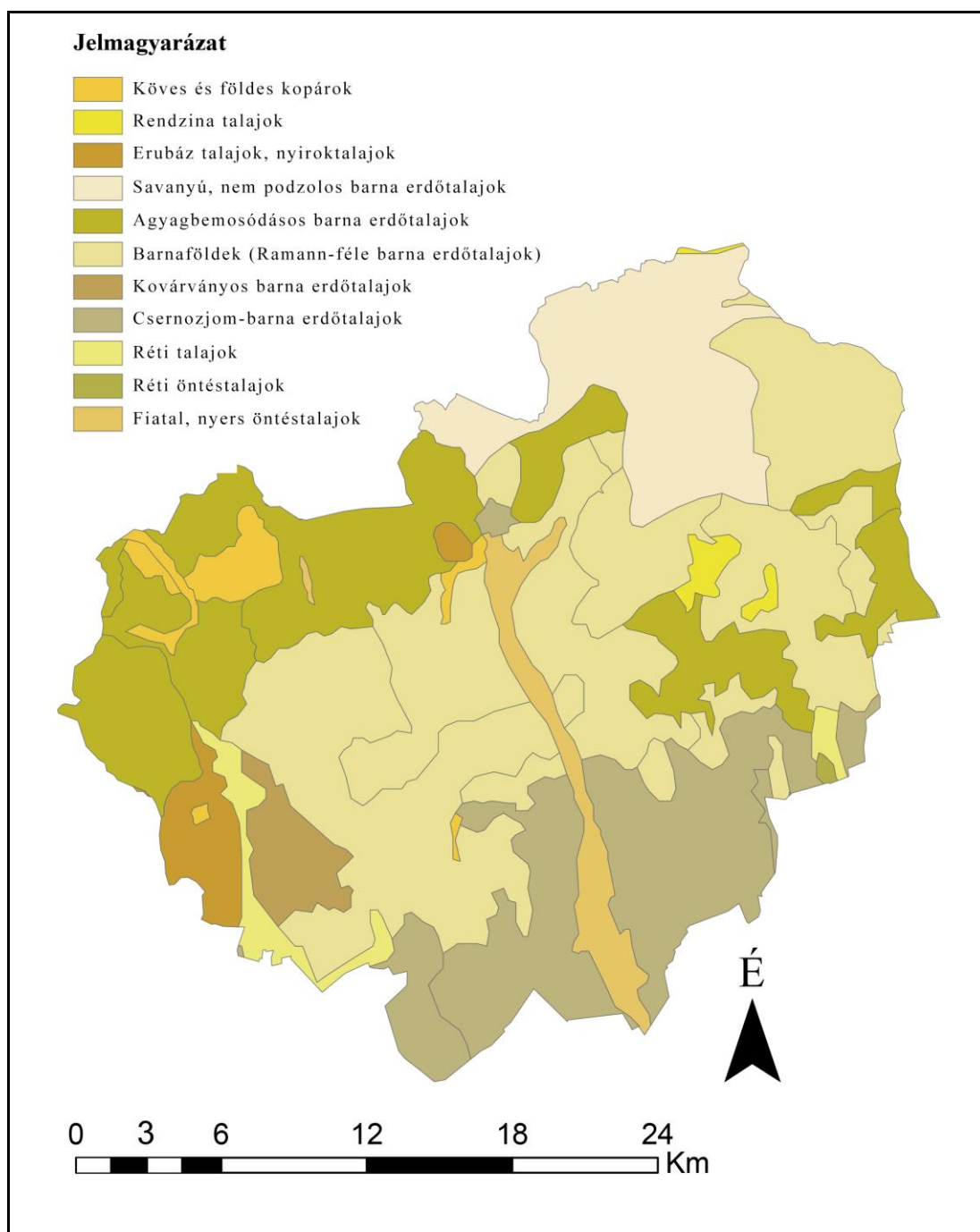
5. ábra: Talajképző kőzetek a mintaterületen

3. Táblázat: A fizikai talajfélések megoszlása a mintaterületen

Terület	Fizikai talajfélések %				
	Homok	Vályog	Agyagos vályog	Agyag	Nem, vagy részben mállott durva vázrészek
Egri Modellrégió	2,31	21,05	61,01	2,21	13,43

4. Táblázat: A termőréteg-vastagság megoszlása a mintaterületen

Terület	Termőréteg-vastagság %			
	< 20 cm	20 - 40 cm	40 - 70 cm	> 100 cm
Egri Modellrégió	2,3	12,6	18,81	66,28



6. ábra: Genetikai talajtípusok a mintaterületen

A termőréteg-vastagság szempontjából általánosan a 100 cm termőréteg-vastagságot elérő talajok jellemzőek, melyek 66%-ban vannak jelen a mintaterületen (4. táblázat). A

magas arányt magyarázhatja, hogy az AGROTOPO adatbázis 1:100 000 méretarányon alapszik, emiatt nő az általánosítás foka is. A vastag talajok sorából az agyagbemosódásos barna erdőtalajok, a Ramann-féle barna erdőtalajok és a csernozjom-barna erdőtalajok emelhetők ki, de ugyanúgy nagy termőréteg-vastagság jöhet létre többek között az erubáz talajok, nyiroktalajok, a fiatal, nyers öntéstalajok és a kovárványos barna erdőtalajok esetében is.

Kiterjedt vízmosás-rendszerek fejlődtek ki az agyagbemosódásos barna erdőtalajokon, barnaföldeken. Megfigyelhető, hogy a csernozjom-barna erdőtalajok északi pereme vízmosásokkal szabdalts terület, míg a mintaterület déli része árkos erózióval nagyon csekély mértékben érintett.

A folyóvölgyek 100 cm vastagságot meghaladó fiatal, nyers öntéstalajain néhány vízmosás található. Általánosan elmondható, hogy a vastag talajok az erózió okozta üledékfelhalmozódás hatására alakulnak ki a lejtők lábánál.

A rendzina talajok, savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok és az erubáz talajok vastagsága 20-40 cm közé tehető jellemzően, amely a vizsgált terület 12%-át foglalja magába. Feltehetően mély vízmosások nem alakulnak ki vulkanikus eredetű kőzetben létrejött sekély talajokon, azonban a mintaterület vastagabb erubáz talajain is kifejlődnek vízmosás-hálózatok. A korábbi kutatások során feljegyeztek meredek lejtőn kialakult, mély vízmosásokat, melyek vulkanikus talajképző kőzetbe ékelődtek be. Ezek az idősebb korú formák Jakab et al. (2011) szerint a pleisztocén folyamán fejlődhettek ki és ezt a tényt az általam megvizsgált terület eredményei is bizonyítják. A savanyú, nem podzolos barna erdőtalajokon egyértelműen alacsony számban találhatóak árkos eróziós formák.

Vékony, 20 cm talajvastagságot el nem érő talajok kizárólag a köves és földes kopárokon tapasztalhatóak, melyek mindössze 2,3%-án vannak jelen a mintaterületen.

A szervesanyag-készlet megoszlását tekintve (5. táblázat), a terület több, mint 54%-án 100 és 200 t/ha között változik a szervesanyag-tartalom. Magasabb szervesanyag-készlettel (200- 300 t/ha) rendelkeznek a Modellrégió csernozjom-barna erdőtalajai, valamint a rendzina és réti talajok. Ezeken a területeken a vízmosások előfordulása mérsékelt. Az említett talajokkal megközelítőleg azonos arányban találhatóak a területen 50 és 100 t/ha szervesanyag-tartalmú képződmények. Ezek az öntéstalajokra, a kovárványos, illetve a savanyú, nem podzolos erdőtalajokra jellemzőek, ahol azonban csekély az árkos erózió mértéke. 50 t/ha szervesanyag-tartalomnál alacsonyabb értékek elenyésző foltokban alakultak ki. A vizsgált terület mindössze 2,21%-án fejlődött ki igen magas, 300 és 400 t/ha közötti

szervesanyag-tartalommal bíró erubáz, illetve nyiroktalaj. Figyelemre méltó, hogy ezeken a területeken összefüggő vízmosás-hálózatok alakultak ki.

5. Táblázat: A szervesanyag-készlet megoszlása a mintaterületen

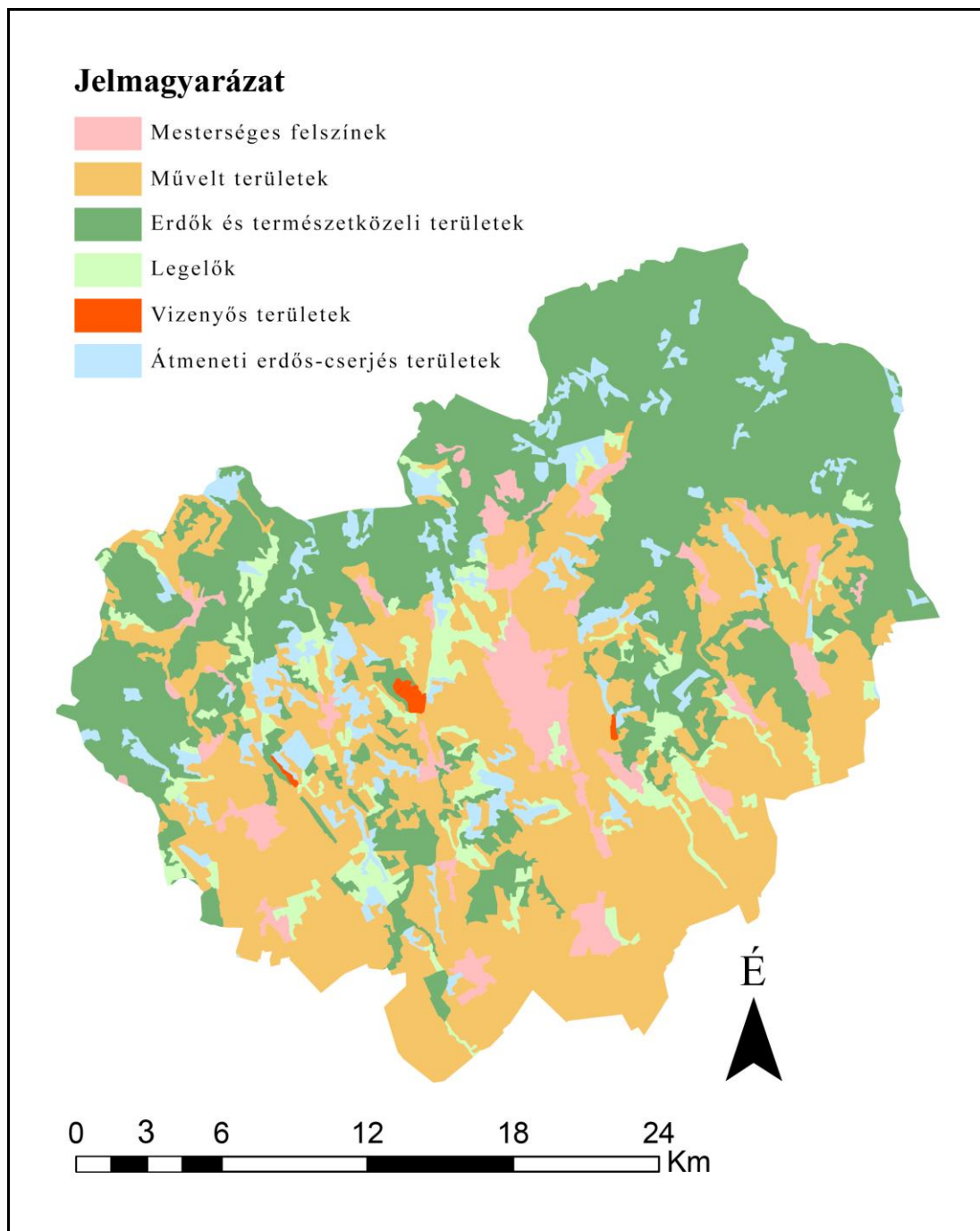
Terület	A szervesanyag-készlet %				
	<50 t ha	50-100 t ha	100-200 t ha	200-300 t ha	300-400 t ha
Egri Modellrégió	2,3	18,81	54,85	21,82	2,21

A földhasználat vonatkozásában a művelt területek és az erdők, természetközeli területek megoszlása közel azonos értéket ad; kategóriánként 40%-át adják a teljes felszínborítottságnak. Az erdők összefüggő területként borítják a felszínt, és É-ről D felé haladva fokozatosan veszik át a helyüket a mezőgazdasági területek. Ezt követi az átmeneti, erdős-cserjés területek aránya 6,81%-kal, a legelők 6,2%-kal és 6,06%-kal a mesterséges felszínek. Mesterséges felszín alatt értjük a települések beépített területeit, illetve a nyitott, külszíni bányákat is. Nem számottevő arányban (0,24%) találjuk a vízenyős területek foltjait (6. táblázat, 7. ábra).

6. Táblázat: A felszínborítottság megoszlása a mintaterületen a CLC50 (2006) adatbázis alapján

Földhasználat típusa	Egri Modellrégió		
	Teljes terület (ha)	Arány (%)	Átlagos terület (ha)
Mesterséges felszínek	4428	6,06	130
Művelt területek	29245	40,05	596
Erdők és természetközeli területek	29660	40,62	429
Legelők	4535	6,21	559
Vízenyős területek	173	0,24	57
Átmeneti erdős-cserjés területek	4975	6,81	55

A vizsgált területen előforduló vízmosások adatait a 7. táblázat szemlélteti. A mintaterületen összesen 3308 vízmosás található, melyek átlagos hossza 225,17 m. A medián értéke 119,79 m. A legkisebb vízmosás 1,15 m hosszú, amely nem utal valódi vízmosás jelenlétére az adott területen. A leghosszabb vízmosás meghaladja a 7 km-t. A térbeli elemzés aspektusából érdemes figyelembe venni a felszabdaltsági index értékét is, mely a vizsgált területen 1,04. A vízmosás-veszélyeztetettségi térkép (JAKAB et al. 2010, KERTÉSZ et al. 2013) kiértékeléseként meghatározott öt osztályköz alapján a vizsgált terület általánosan a mérsékeltén veszélyeztetett kategóriába sorolható. A Modellrégió felszabdaltsági indexe kétszer nagyobb, mint az adott kategória alsó határértéke (0,5).



7. ábra: A mintaterület felszínborítottsági térképe

7. Táblázat: A mintaterületen nyilvántartott vízmosások adatai

Vízmosások száma	3308,00
Felszabdaltsági index (km km^{-2})	1,04
Teljes hossz (m)	744876,45
Átlagos hosszúság (m)	225,17
Minimum hosszúság (m)	1,15
Maximum hosszúság (m)	7535,99
Medián (m)	119,79

Ha a felmért vízmosások megoszlását vizsgáljuk az egyes talajtani paraméterek szempontjából (8. táblázat), akkor nyilvánvaló megállapításokat fogalmazhatunk meg a különböző genetikai talajtípusokon kialakult vízmosások számának és azok hosszának viszonyában. A Modellrégióban Ramann-féle barna erdőtalajokon jött létre a vízmosások 42,87%-a, amely hosszát tekintve 37,54%-át teszi ki a vizsgált vízmosások teljes hosszának. Viszonylag kicsi eltérés mutatkozik az agyagbemosódásos barna erdőtalajokon kialakult - a Modellrégió vízmosásainak 31%-át alkotó - árkos eróziós képződmények esetében is, amelyek 37,15%-ban járulnak hozzá a teljes vízmosás-hossz értékéhez. A két talajtípuson létrejött vízmosások darabszám szerinti eltérését indokolhatja Nachtergaele - Poesen (2002) megfigyelése, tehát az agyagbemosódásos barna erdőtalajok nagyobb ellenálló-képessége a vízmosásokkal szemben.

Kiemelkedő továbbá, a csernozjom- barna erdőtalajok vízmosásainak százalékos megoszlása, amelyek számuk szerint 10,49%-át, hosszul alapján pedig 9,75%-át jelentik a vizsgált terület összes vízmosásának. A csernozjom-barna erdőtalajokon kialakult eróziós árkok aránya és az agyagbemosódásos barna erdőtalajok, valamint a barnaföldek vízmosásainak aránya közötti szembetűnő különbséget egyrészt a talajképző közet minősége magyarázza. Továbbá a vízmosások kialakulását nagymértékben befolyásolják a talajok geomorfológiai sajátosságai is. Míg az agyagbemosódásos barna erdőtalajok és a barnaföldek a Modellrégió nagyobb lejtőkitettségű területeit jellemzik, a csernozjom-barna erdőtalajok esetében a lejtőgradiens jelentősen kisebb.

Számukat tekintve ezután kisebb arányban, 5,59%-kal a savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok vízmosásai, majd 3,57%-kal a köves, földes kopárok, további 3,11%-kal az erubáz, nyiroktalajok vízmosásai következnek. Legkisebb arányban a réti öntéstalajokon alakultak ki vízmosások, ahol az érték a 0,1%-ot sem éri el (8. táblázat).

8. Táblázat: A mintaterületen felmért vízmosások megoszlása az egyes indikátorok alapján

Tényező	A vízmosások száma szerinti arány (%)	A vízmosások hossza szerinti arány (%)	A vízmosások átlagos hossza (m)
Genetikai talajtípus			
Köves és földes kopárok	3,57	4	252,75
Rendzina talajok	1,84	1,11	135,18
Erubáz talajok, nyiroktalajok	3,11	4,57	330,41
Savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok	5,59	4,76	191,85
Agyagbemosódásos barna erdőtalajok	31,26	37,15	267,61
Barnaföldek (Ramann-féle barna erdőtalajok)	42,87	37,54	197,2
Kovárványos barna erdőtalajok	0,42	0,52	274,85
Csernozjom-barna erdőtalajok	10,49	9,75	209,36
Réti talajok	0,45	0,31	151,96
Réti öntéstalajok	0,09	0,06	137,1
Fiatal, nyers öntéstalajok	0,3	0,24	175,14
Talajképző kőzet			
Glaciális és alluviális üledékek	1,27	1,11	197,38
Lössös üledékek	2,15	1,63	171,35
Harmadkori és idősebb üledékek	48,16	46,84	219,03
Nyirok	13,33	14,13	238,67
Mészkö, dolomit	5,99	5,65	212,48
Agyagpala, fillit	5,59	4,76	191,85
Andezit, bazalt, riolit	23,52	25,87	247,67
Fizikai talajfésülés			
Homok	0,42	0,52	274,85
Vályog	25,39	22,63	200,69
Agyagos vályog	61,49	63,36	232,04
Agyag	2,84	4,38	346,87
Nem, vagy részben mállott durva vázrészek	9,85	9,11	208,22
Szervesanyag-készlet (t ha)			
< 50 t ha	3,57	4	252,75
50-100 t ha	10,37	9,98	216,75
100-200 t ha	68,47	68,47	225,18
200-300 t ha	14,75	13,17	200,97
300-400 t ha	2,84	4,38	346,87
Termőréteg-vastagság (cm)			
< 20 cm	3,57	4	252,75
20-40 cm	8,46	6,44	171,29
40-70 cm	27,84	29,27	236,74
> 100 cm	60,13	60,29	225,77

A talajszerkezet szempontjából a vályogos talajokon kialakult vízmosások aránya nagyobb, mint a vályog területi megoszlása a Modellrégióban. A vízmosások talajképző kőzet szerinti részaránya alapján a harmadkori és idősebb üledékeken kialakult árkos eróziós formák emelkednek ki 48,16%-kal. Jelentős a vulkanikus eredetű talajképző kőzetek

vízmosásainak aránya (23,52%). Legkevesebb vízmosás a löszös üledékek talajain alakult ki, csupán 2,15%-ban. Ez az érték ellentmond annak a széles körben elfogadott ténynek, miszerint a vízmosások kialakulásának elsősorban a löszös környezet kedvez (POESEN et al. 2003, 2006, VALENTIN et al. 2005), azonban a mintaterületen kapott alacsony értéket magyarázza, hogy önmagában a löszös üledékek aránya is 0,58% a Modellrégióban!

A különböző talajképző kőzetek térbeli kiterjedése és a rajtuk képződött vízmosások részarányát tekintve megállapítható, hogy a glaciális és alluviális üledékek talajain (7,85%) kevesebb vízmosás alakult ki (1,27%), továbbá a nyirok anyakőzetű talajokon (18,1%) is kisebb mértékű az árkos erózió (13,33%). Ugyanez figyelhető meg a mészkő, dolomit és az agyagpala, fillit talajképző kőzetek esetében. Lényegesen több vízmosás képződött viszont (23,52%) a vulkanikus eredetű kőzetek talajain (11,55%). A harmadkori és idősebb üledékeken létrejött talajok területi megoszlása és vízmosásaik aránya párhuzamban alakult.

A szervesanyag-készlet és a vízmosások kialakulásának korábban megfigyelt kapcsolata kevésbé érvényesül a vizsgált területen. A magasabb szervesanyag-tartalomnak fontos szerepe van az árkos erózió kialakulásának megelőzésében, azonban a mintaterületen ez a pozitív hatás nem érzékelhető markánsan. A magas szervesanyag-tartalmú csernozjom-barna erdőtalajok esetében valóban megfigyelhető a vízmosások alacsony száma – azok kifejlődése inkább az említett talajtípus északi peremén összpontosul -, viszont ellenpéldaként említhető a vízmosásokban szegényes, alacsony szervesanyag-készlettel rendelkező savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok területe. A jelenség okai a sajátos domborzati viszonyokban és a talajképző kőzet adottságaiban keresendők.

A vízmosások fejlődése szoros összefüggésben áll a terület földhasználatának típusával egyaránt (9. táblázat). A felszínborítottság szempontjából a vízmosások jelentős hányada az erdős és természetközeli területeken található (60,73%), amely alátámasztja Jakab (2006) megfigyelését, mely szerint a művelt területek vízmosásainak erőteljes talajba való bevésoedése a mezőgazdasági művelés kényszerű felhagyásával járhat és a továbbiakban az adott vízmosásokat már nem művelt terület eróziós formáiként tartják számon. Az ilyen vízmosásokat egyhamar erdők borítják azután.

A Modellrégió felszínborítottságához megközelítőleg azonos arányban, 40-40%-ban járulnak hozzá a művelt területek és az erdős, természetközeli területek. Az erdős területeken nyilvántartott vízmosások száma tehát felülreprezentált (60,73%), míg a művelt területeken kialakult árkos erózió mértéke (12,48%) alulmarad a mezőgazdasági területek térbeli megoszlásához képest.

9. Táblázat: Az árkos erózióval érintett területek földhasználat szerinti megoszlása a mintaterületen (CLC 2006 adatbázis alapján)

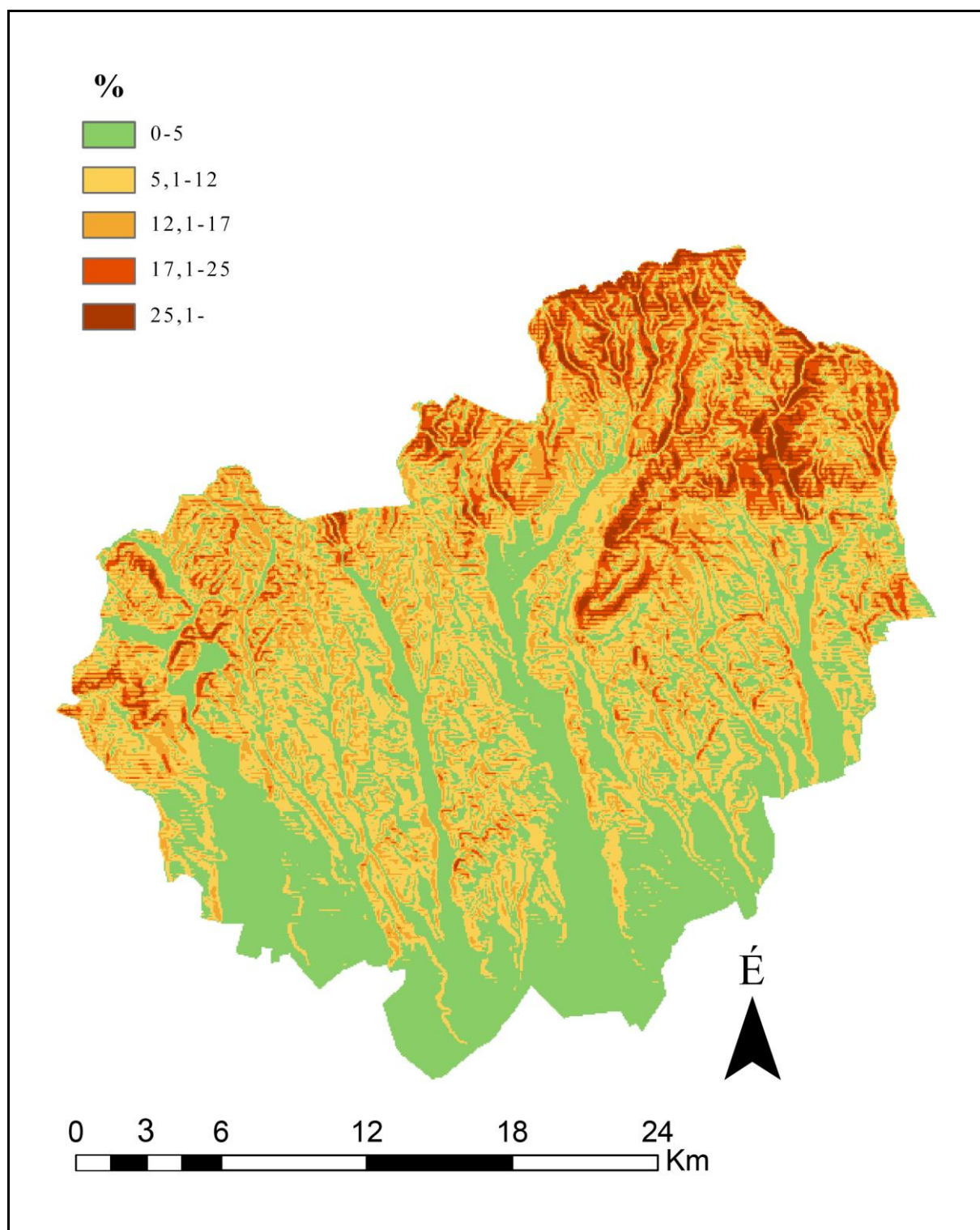
Indikátor	Mesterséges felszínek	Művelt területek	Erdők és természetközeli területek	Legelők	Átmeneti erdős-cserjés területek
Teljes hossz (m)	20078,91	84365,13	470596,51	84011,95	85823,93
Teljes hossz (%)	2,7	11,33	63,18	11,28	11,52
Vízmosások száma	72	413	2009	474	340
Vízmosások aránya (%)	2,18	12,48	60,73	14,33	10,28
Átlagos hossz (m)	278,87	204,27	234,24	177,24	252,42
Medián hossz (m)	118,35	131,4	123,32	99,73	120,7
Minimum hossz (m)	3,58	3,02	1,15	21,16	1,34
Maximum hossz (m)	2688,14	2493,63	5346,39	4353	7535,99
Felszabdaltsági index (km km ⁻²)	0,45	0,29	1,59	1,85	1,73

A 9. táblázatban egyértelműen látszik, hogy a vizsgált mintaterület vizenyős területein nem alakultak ki vízmosások. A megfigyelés a vizenyős területek 0,24%-os területi arányával indokolható.

A vízmosások átlagos hosszának változása az egyes felszínborítottsági kategóriák között elhanyagolhatónak tekinthető. A mesterséges felszínek, erdős és természetközeli területek, illetve az átmeneti erdős-cserjés területek vízmosásainak átlagos hossza 232 m és 278 m közé tehető, míg a művelt területek és legelők vízmosásainak hossza 177 m és 204 m között ingadozik.

Figyelemre méltó különbség mutatkozik az egyes felszínborítottsági kategóriákban nyilvántartott vízmosások minimum és maximum hossza között. A minimum érték esetében a legelők kivételével a többi földhasználati típushoz tartozó vízmosások hossza konvergál; 1,15 m és 3,58 m között változik. A legelőkön a legrövidebb vízmosás 21,16 m hosszú.

A leghosszabb vízmosások megoszlása az egyes földhasználati kategóriák között szélesebb skálán mozog, a művelt területek leghosszabb vízmosása 2493 m, míg az átmeneti erdős-cserjés területeken ez az érték a 7537 m-t is eléri.



8. ábra: A lejtőkategóriák megoszlása a vizsgált területen SRTM adatbázisból számítva (RABUS et al. 2003)

Az értékelés folyamán meghatározó szempontnak tekintetem a felszabdaltsági index értékeinek kiszámítását az egyes földhasználati kategóriák szerint (9. táblázat). A vízmosás-sűrűség elemzését a vízmosás-veszélyeztetettségi térkép (STEFANOVITS – VÁRALLYAY 1992, JAKAB et al. 2010, KERTÉSZ et al. 2013) alapján végeztem el a mintaterületen. A térkép az

országos vízmosás-kataszter felhasználásával készült el, és 3, később - további két kategória bevezetésével - 5 osztályközbe vonva kategorizálja a magyarországi területek vízmosások általi felszabdaltságát. A veszélytérképnek megfelelően a legkevésbé felszabdalt területek értéke 0 és 0,5 között változik, az ország területének 81%-a tartozik ebbe a kategóriába. További két-két kategória pedig a vízmosásokkal mérsékelten, illetve komolyan veszélyeztetett területeket foglalja magába. A legfelső kategória alsó határa 25, amely részaránya összesen 1% hazánk esetében.

A felszabdaltsági index értéke a különböző földhasználati kategóriák tekintetében 0,29 és 1,85 között alakul a vizsgált területen. Elmondható, hogy az összes földhasználati kategória mérsékelten veszélyeztetett a vízmosások általi felszabdaltsággal. Vízmosásokkal legkevésbé felszabdaltak a művelt területek, a vízmosás-sűrűség pedig a legelőkön a legmagasabb a statisztikai adatok alapján.

A korábban várt eredményeket cáfolja a legelőkre eső kiemelkedő vízmosás-sűrűség, ugyanis a művelt területek esetében vártam a legmagasabb felszabdaltsági index értéket. Az eltérés a művelt területeken kialakuló időszakos vízmosások feltérképezetlenségével magyarázható.

6. Összehasonlítás a Börzsöny és a Zselic területén végzett kutatások eredményeivel

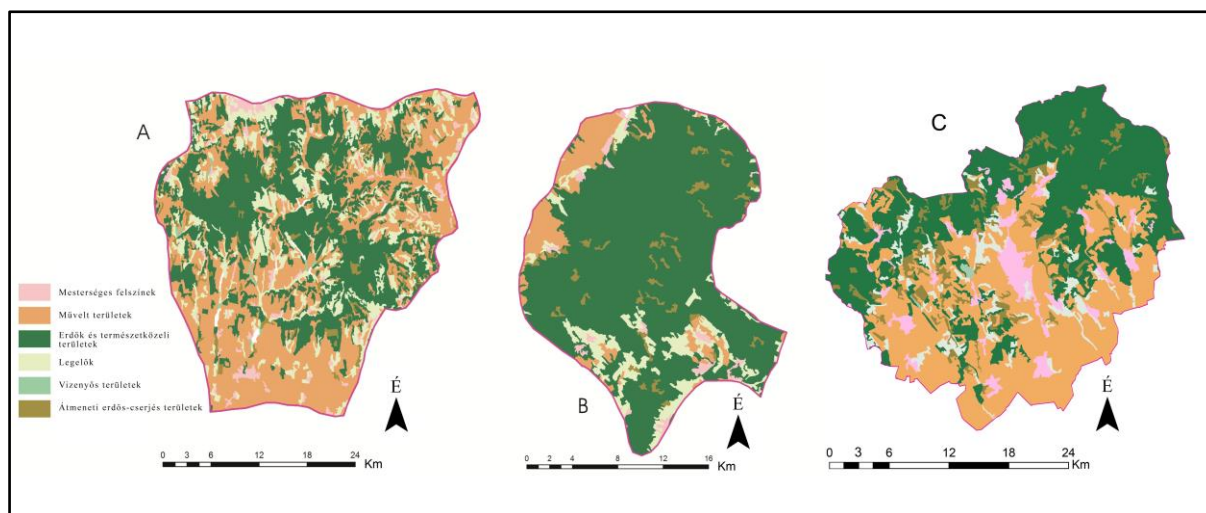
A Modellrégióban végzett vizsgálataim eredményeit érdemesnek találtam összehasonlítani az általam alkalmazott kutatási módszer alapját képező korábbi vizsgálatok (JAKAB et al. 2011) eredményeivel. A Börzsöny és a Zselic területén végzett vízmosások kialakulására irányuló kutatás alapján, Jakab et al. (2011) értékelésével összevetve reflektálok a saját mintaterületem esetében megfigyelt hasonlóságokra és különbségekre.

A Börzsöny és Zselic területein elsősorban az agyagbemosódásos barna erdőtalajok dominálnak nagy arányban, míg az Egri Modellrégió genetikai talajtípusai szélesebb skálán oszlanak meg, s legnagyobb részben barnaföldeket találunk. Mindhárom területen jelen vannak még vulkanikus talajképző kőzetben kialakult erubáz talajok.

A Börzsönyben jelentősebb arányban fordulnak elő 40-70 cm termőréteg-vastagságot elérő területek, a Zselicben túlnyomórészt 100 cm fölött alakul a kolluviális talajok termőréteg-vastagsága, míg az általam vizsgált terület talajainak megoszlása fokozatosságot mutat a termőréteg-vastagság növekedésével.

A Börzsönyben és a Modellrégióban egyaránt megfigyelhető a vulkanikus kőzetbe vésődött mély vízmosások kialakulása, melyek keletkezése a pleisztocén idejére tehető.

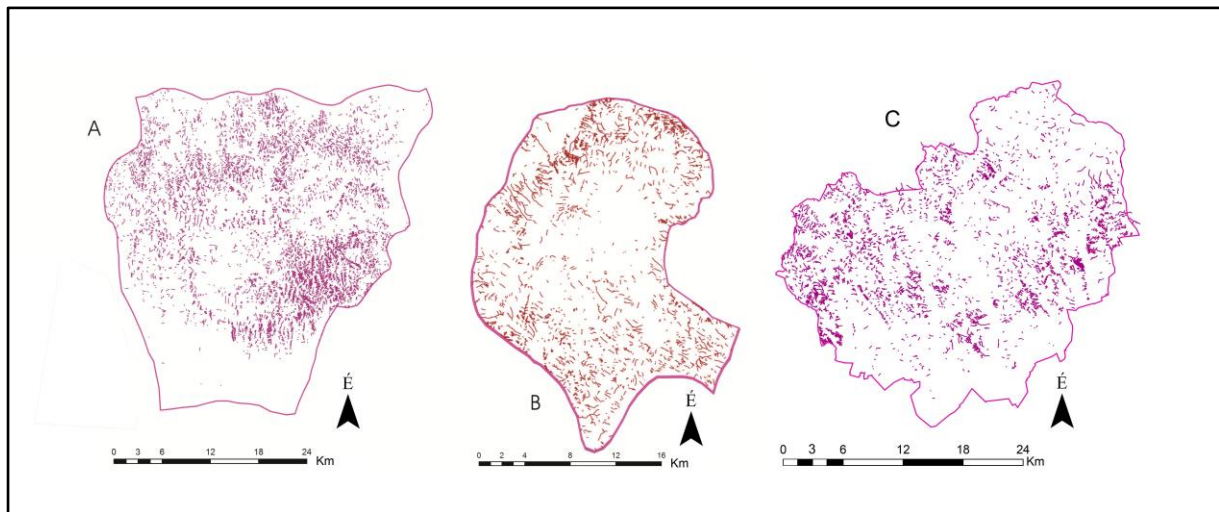
A földhasználat megoszlása szempontjából a Modellrégió a Zselicel mutat hasonló arányokat, a Börzsöny főként erdővel borított terület, s csekély a művelt területek és a legelők részaránya (9. ábra).



9. ábra: Felszínborítottság a Zselic (A), a Börzsöny (B) és az Egri Modellrégió (C) területén

A vízmosások számát tekintve a 718 km² alapterületű Egri Modellrégióban megközelítőleg másfélszer több eróziós árkot mértek fel, mint a 447km² területű Börzsönyben, amely a vizsgált egységek területi kiterjedésével arányosan változik. A Zselic

1170 km²-nyi felszínén közel kétszeres a vízmosások száma a Modellrégióéhoz képest (10. ábra).



10. ábra: Vízmosások a Zselic (A), a Börzsöny (B) és az Egri Modellrégió (C) területén

A felszabdaltsági index értéke a Modellrégióban alacsonyabb (1,04), mint a Börzsönyben (1,43) és a Zselicben (1,45). A vízmosások átlagos hossza és a minimális vízmosás-hossz az általam vizsgált területen a legkisebb, tehát a Modellrégióban rövidebb eróziós árkok alakultak ki. A leghosszabb vízmosás a mintaterületemen (7535 m) meghaladja a Börzsönyben számított maximum-vízmosás hosszt (7308 m).

A három terület eltérő vízmosás-sűrűsége, és a vízmosások átlagos hosszában mért különbségek alapján megállapítható, hogy a Modellrégió rövidebb vízmosás hálózattal rendelkezik, melyet indokolhatják a terület nagyobb heterogenitásából eredő eltérő talajadottságok és lejtőszög-értékek együtthatói.

A genetikai talajtípusokon kialakult vízmosások tekintetében egyértelmű különbség figyelhető meg. A Börzsöny és a Zselic területén az agyagbemosódásos talajokon alakult ki több vízmosás, a Modellrégióban pedig a barnaföldeken. Ezt a megfigyelést alátámasztja Nachtergaele - Poesen (2002) következtetése, hogy az agyagbemosódásos talajok ellenállóbbak az árkos erózió kialakulásával szemben. A vizsgált területek csernozjom-jellegű talajain és réti talajain egyaránt kicsi a nyilvántartott vízmosások száma. Ezt igazolja Jakab et al. (2011) megfigyelése, miszerint ezeken a talajtípusokon rendszerint mezőgazdasági művelés folyik, és a rajtuk kialakult időszakos vízmosásokat nem minden esetben ábrázolják a térképek.

Az egyes talajképző közeteken kialakult vízmosások részaránya a három területen markánsan eltér. Az Egri Modellrégióban a harmadkori és idősebb üledékeken jellemző legnagyobb arányban árkos erózió, a Börzsönyben a vulkanikus közeteken, míg a Zselicben a

lössös talajképző kőzeten alakultak ki döntően. A különbséget az igazolja, hogy mindhárom területen a domináns talajképző kőzeten alakultak ki a vízmosások.

A fizikai talajféleség szempontjából a Modellrégió vízmosásainak megoszlása a Börzsönyével korrelál, ahol az agyagos vályogon alakult ki a vízmosások 70%-a. Érdekes eltérés jelentkezik a szervesanyag-tartalom szerinti megoszlás tekintetében. Míg a Börzsöny és a Zselic esetében a magasabb szervesanyag-készletű talajokon csekély mértéken fordulnak elő vízmosások, addig a Modellrégióban a közepes szervesanyag-tartalommal bíró talajok kedveztek az árkos erózió folyamatának, viszont mindhárom vizsgált területen a vastagabb talajokon figyelhető meg több eróziós árok.

A földhasználat típusa és az árkos erózió szoros kapcsolatot mutat a mintaterületeken. A három területen egyaránt az erdős és természetközeli területeken található a vízmosások jelentős hányada, a Börzsönyben a vízmosások 86%-a, a Zselicben 84%-a, az Egri Modellrégióban valamivel kevesebb, 60,73%-a. A magas arányt indokolja az a jelenség, hogy amikor a művelt területeken képződött vízmosások mélyen beékelődnek a talajba, sok esetben az a mezőgazdasági művelés felhagyását vonja maga után, amely következtében a területet nem sorolják azután a mezőgazdaságilag műveltek közé (JAKAB et al. 2011). A felszínborítottsági kategóriákra számított vízmosás-sűrűség jól látható különbségeket mutat az egyes mintaterületeken. A művelt területek és a legelők vízmosás-sűrűsége a Börzsönyben a legnagyobb (kategóriánként 2,0). Mesterséges felszínen esetében a Modellrégió rendelkezik legkisebb vízmosás-sűrűséggel, (0,29), a legelők felszabdaltsági indexe viszont a Zselicben a legalacsonyabb (1,0). Az erdők vízmosás-sűrűségét elemezve a Modellrégió 1,59 felszínborítottság értéke a Börzsönyéhez áll közelebb (1,3).

7. Következtetés

A korábbi kutatások eredményeivel összehasonlítva, valamint azok következtetéseit (JAKAB et al. 2011) alátámasztva saját kutatási eredményeimmel feltételezem, hogy a genetikai talajtípus az a tényező, mely legkevésbé befolyásolja az árkos erózió kialakulását. A feltevésemet jól indokolja, hogy a Modellrégió területén igen nagy arányban jelennek meg vízmosások agyagbemosódásos barna erdőtalajon, amely a vízmosások szempontjából az ellenállóbb talajtípusok közé sorolható.

Markáns különbség mutatkozik a talajképző kőzetek és az egyes típusokon kialakult vízmosások tekintetében. A mintaterület vízmosásai jelentős arányban a harmadkori és idősebb üledékek talajain alakultak ki. Számottevő még a vulkanikus talajképző kőzeteken létrejövő árkos erózió is. Kialakulásukat Jakab et al. (2010) feltevése indokolja, hogy a mintaterület mély vízmosásai feltehetően a pleisztocén, illetve a holocén elején jöhettek létre, belevésődve a kemény vulkanikus kőzetekbe. A vizsgált terület anyagpala és fillit talajképző kőzetein észrevehetően kevés vízmosás alakult ki.

A fizikai talajfőleség típusa megfigyeléseim szerint nem befolyásolja szignifikánsan az árkos erózió mértékét a Modellrégióban, inkább a talajtani adottságok paramétereire van hatással.

A termőréteg vastagsága, illetve a szervesanyag-tartalom mennyisége – a genetikai talajtípushoz hasonlóan – nem mutat korrelációt a vízmosások kialakulásának valószínűségével. A szervesanyag-készlet szempontjából a Modellrégióban a közepes minőségű talajok jellemezhetőek a legsűrűbb vízmosás-hálózattal, míg az alacsony szervesanyag-tartalommal bíró talajokon csupán a Modellrégió vízmosásainak kis hányada található meg.

A talajképző kőzet minősége mellett kutatási eredményeim a földhasználat típusának az árkos erózió fejlődésében betöltött kulcsfontosságú szerepét igazolják. A földhasználat tekintetében a Modellrégióban az erdőkben található a vízmosások tekintélyes hányada (60,73%), ellentmondva annak a közismert ténynek, hogy a növényzettel borított felület kevésbé támadhatóbb, mint a borításmentes.

Úgy vélem, a mintaterület erdőinek árkos eróziója az alátámasztja Kertész et al. (2012) kutatási eredményeit, miszerint az erdők jellemzően állandó vízmosásokkal felszabdaltak, s a szántóföldeken inkább az időszakos vízmosások fordulnak elő. A művelt területek időszakos vízmosásai jelentős színhelyei a talajerózióknak, mert nagy mennyiségű üledékanyag

mozgatására képesek (CASALÍ et al. 2003), azonban ezeket a vízmosások nem minden esetben ábrázolják a térképek.

A lejtőszög tekintetében elmondható, hogy nem a legmeredekebb lejtőkön alakulnak ki vízmosások elsősorban, azonban kutatási eredményeim alapján hangsúlyos szerepe van az árkos erózió intenzitásában. A saját eredményeimből egyaránt következtetni lehet arra, hogy hegységek pereme kedvez a vízmosások kialakulásának (KERTÉSZ et al. 2013). A Modellrégió csernozjom-barna erdőtalajainak északi, lejtős pereme vízmosásokban gazdag, míg annak déli részei árkos erózióval szinte érintetlenek.

Különös következtetést fogalmaztam meg az egyes földhasználati kategóriákhoz rendelt felszabdaltsági indexek alapján. A legmagasabb vízmosás-sűrűséget a legelők területére kaptam számításaim során, s figyelembe véve a talajképző közet minőségét és a lejtőszög értékét megállapítható, hogy a nyirokon kialakult, legelőként hasznosított, közepes lejtőkitettségű területek veszélyeztetett leginkább vízmosás-hálózat kialakulásával a Modellrégióban.

Érdekes megfigyelést fogalmaztam meg az erdőkkel borított területek esetében is. A legtöbb vízmosás ott alakult ki, ahol a közepes lejtőszög-érték együttesen van jelen a vulkanikus eredetű talajképző közettel.

Az előző két pontban leírt tényezők térbeni és időbeni együtthatójaként kialakuló magas vízmosás-sűrűség konklúziója alapján nyilvánvaló, hogy az jelentős mértékben csökkenti a terület hasznosíthatóságát, mely következtében az adott talaj agrár- és erdőgazdasági művelésre alkalmatlanná válik.

Mindenképp szükségesnek találom az árkos erózióra irányuló kutatásokat újabb vizsgálati területekre kiterjeszteni, rávilágítva a tudomány számára eddig ismeretlen összefüggésekre és kapcsolatokra a térinformatikai módszerek alkalmazásával. Érdemes lenne további vizsgálati tényezőket figyelembe venni a vízmosások kialakulására vonatkozóan, egyfajta komplex feltételrendszerben vizsgálni az árkos erózió érzékenységet bizonyos változókra. Újfajta megközelítést adhatna az egyes eróziós árkok vízgyűjtő területének vizsgálata; erdők esetében a felszíni növényborítottság pontos fajtája szerinti, illetve mezőgazdasági területeken a művelési mód szerinti eltérések keresése. Figyelemre méltónak találom az eróziós árkok vízminőségének kémiai vizsgálatát, valamint a szállított hordalék és törmelékanyag összetételének elemzését is.

Céljaim között szerepel, hogy munkám eredményeit felhasználva folytatólagos kutatás keretén belül vizsgáljam az árkos erózió kialakulásának tényezőit a jövőben, újabb

feltételekkel bővítve. A további megfigyelések konklúziója alapul szolgálhat egy, az ország teljes területére kiterjedő vízmosás-érzékenység térkép elkészítéséhez. A feltételezett adatbázis térinformatikai alkalmazáson nyugvó rendszerében az egyes rétegeken tárolt különféle tényezők metszete megadná egy adott terület potenciális veszélyforrásait, így a módszer hatékony eszköze lehetne a vízmosások kialakulására érzékeny területek felismerésének.

Kutatási eredményeimmel szeretnék hozzájárulni a jövőbeli tájértékelési és tájhasználati kutatások megalapozásához, megfigyeléseimmel hasznos támpontot nyújtva az árkos erózió hatékony védekezési stratégiájának kidolgozásához.

8. Összefoglalás

Tudományos diákköri dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy az egyes környezeti tényezők, mint a talajtani paraméterek, felszínborítottság, lejtőszög térbeli együtthatói milyen mértékben befolyásolják az árkos erózió kialakulását az általam vizsgált Egri Modellrégióban.

A szakirodalmi áttekintést és a terepi felvételezést követő térinformatikai vizsgálatok alapját az MTA CSFK 2013-ban befejezett OTKA-kutatása képezte, melyeket ArcMap 10.1. szoftverrel végeztem el. Az alkalmazott digitális adatforrások között szerepelt a Modellrégió EOVB-beli térképe, a CORINE CLC, valamint az AGROTOPO adatbázis, az országos vízmosás-kataszter, illetve az SRTM domborzatmodell.

A saját vizsgálataim során kapott eredményeket összehasonlítottam a Börzsöny és a Zselic vízmosásait értékelő korábbi kutatás eredményeivel, kiemelve a három mintaterület vízmosásainak esetében megfigyelt hasonlóságokat és különbségeket. Mindhárom területen a domináns talajképző kőzet alakult ki az árkos erózió jelentős hányada, a felszínborítottság tekintetében pedig az erdők és természetközeli területek érintettek leginkább vízmosásokkal. A felszabdaltsági index értéke a Modellrégióban alacsonyabb, mint a Börzsönyben és a Zselicben. Az egyes vízmosás-sűrűség értékek, és a vízmosások átlagos hosszában mért különbségek alapján megállapítható, hogy a modellrégió kiterjedt, de rövidebb vízmosás hálózattal rendelkezik, mint a másik két mintaterület.

Az összehasonlítást követően kutatásaim eredményei alapján megfogalmaztam az árkos erózió kialakulására ható következtetéseimet az Egri Modellrégióra vonatkozóan. Vizsgálataim alátámasztják a korábbi feltételezést, miszerint a genetikai talajtípus nem befolyásolja a vízmosások fejlődését. Releváns a talajképző kőzet minősége és a földhasználat típusa az eróziós árkok kialakulása szempontjából. A lejtőszög szerepe egyaránt meghatározó, viszont nem a legnagyobb lejtőkítségű térszíneken alakultak ki összefüggő vízmosás-hálózatok az Egri Modellrégióban. További vizsgálati tényezők bevonásával indokoltnak tartom egy vízmosás-érzékenység térkép létrehozásának előkészítését.

9. Felhasznált irodalom

AGRIA-INNORÉGIÓ TUDÁSCENTRUM (2013): Az AGRIA-INNORÉGIÓ Tudáscentrum nemzetközi kutatási modellprojektjének bemutatása. Eger, p. 20.

<http://www.agria-innoregio.org/files/PalettaAIT.pdf> - 2015. 01. 07.

AUZET, A.V. - BOIFFIN, J. - PAPY, F. - LUDWIG, B. - MAUCORPS, J. (1993): Rill erosion as a function of the characteristics of cultivated catchments in the North of France. *Catena* 20, pp. 41–62.

BALOGH, KÁLMÁN (1964): A Bükk hegység földtani képződményei. MÁFI Évkönyve XLVIII. p. 719.

BENITO, G. - GUTIÉRREZ, M. - SANCHO, C. (1992): Erosion rates in badland areas of the Central Ebro Basin (NE-Spain). *Catena* 19, pp. 269–286.

BENNETT, S.J. - CASALÍ, J. - ROBINSON, K.M. - KADAVY, K.C. (2000): Characteristics of actively eroding ephemeral gullies in an experimental channel. *Trans. ASAE* 43 (3), 641–649.

BETTIS, E. ARTHUR III – THOMPSON, DEAN M. (1985): Gully Erosion. *Rangelands* 7 (2), pp. 70-72.

BLANCO, H. – LAL, R (2008): Principles of soil conservation and management. Springer, New York

BOARDMAN, JOHN – FAVIS-MORTLOCK, DAVID (eds.)(1998): Modelling Soil Erosion by Water. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, pp. 285-312.

BOBROWSKY, PETER T. (ed.) (2013): Encyclopedia of natural hazards. Springer, pp. 39-40

BONHAM-CARTER, GRAEME F. (1994): Geographic Information System for Geoscientists: Modelling with GIS. Pergamon, Love Printing Service Ltd., Canada, pp. 216-219

BORCSIK, Z. - FARSANG, A. - BARTA, K. - KITKA, G. (2011): Humuszanyagok mennyiségi és minőségi eróziójának mérése a Tolna megyei Szálka település mellett i vízgyűjtőn. (Measurement of qualitative and quantitative characteristics of soil erosion in a catchment, near Szálka, Tolna County.) *Talajvédelem (Supplement)* pp. 127–137.

BORDÁS, RÓBERT (1991): Magnetic fabric and strain in Miocene volcanics in the southern margin of the Bükk Mountains, Hungary. In: *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 70. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, pp. 205-213.

BRADFORD, J. - PIEST, R. (1980): Erosional development of valley-bottom gullies in the upper midwestern United States. In, Coates, D.R. and Vitek, J.D. (eds.) *Geomorphic Thresholds*, Dowden and Culver, Stroudsburg, Pennsylvania. pp. 75-101.

BRYAN, R.B. (ed.) (1987): Rill erosion. Processes and Significance, *Catena Supplement*, vol. 8. Catena Verlag, Cremlingen.

BÜTTNER, G. - FERANEC, J. - JAFFRAIN, G. (2002): Corine land cover update 2000. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark

BUZEK, L. (2007): Water erosion in the watershed of the Upper Ostravice river from 1976 to 2000. *Moravian Geographical Reports* 15. (4): pp. 2–14.

CASALÍ, J. – LÓPEZ, J.J.- GIRÁLDEZ, J.V. (2003): A process-based model for channel degradation: application to ephemeral gully erosion. *Catena* 50, Elsevier Science B.V., pp. 435-447.

CASALÍ, J. – LOIZU, J. – CAMPO, M.A: -DE SANTISTEBAN, L.M. – MOZOS-ÁLVAREZ, J. (2006): Accuracy of methods for field assessment of rill and ephemeral gully erosion. *Catena* 67., Elsevier B.V., pp. 128-138.

CENTERI, Cs. (2002): The role of vegetation cover in the control of soil erosion on the Tihany peninsula *Acta Botanica Hungarica* 44. (3–4): pp. 285 - 295.

CENTERI, Cs. - HERCZEG, E., - VONA, M. - BALÁZS, K. - PENKSZA, K. (2009): The effects of land use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172. (4): pp. 586–592.

CHAPLOT, VINCENT (2013): Impact of terrain attributes, parent material and soil types on gully erosion. *Geomorphology* 186, Elsevier B.V., pp. 1-11.

CONFORTI, M. - AUCELLI, P. - ROBUSTELLI G. - SCARCIGLIA, F. (2011): Geomorphology and GIS analysis for mapping gully erosion susceptibility in the Turbolo stream catchment (Northern Calabria, Italy) *Natural Hazards* 56. pp. 881–898.

CONOSCENTI, CHRISTIAN – ANGILERI, SILVIA – CAPPADONIA, CHIARA – ROTIGLIANO, EDOARDO – AGNESI, VALERIO – MÄRKER, MICHAEL (2014): Gully erosion susceptibility assessment by means of GIS- based logistic regression: A case study of Sicily (Italy). *Geomorphology* 204, Elsevier B.V., pp. 399-411.

CROUCH, R.J. - BLONG, R.J. (1989): Gully sidewall classification: methods and applications. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 33, pp. 291– 305.

CSATHÓ, P. - SISÁK, I. - RADIMSZKY, L. - LUSHAJ, S. - SPIEGEL, H. - NIKOLOVA, M. T. - NIKOLOV, N. - ČERMÁK, P. - KLIR, J. - ASTOVER, A. - KARKLINS, A. - LAZAUSKAS, S. - KOPÍŇSKI, J. - HERA, C. - DUMITRU, E. - MANOJLOVIC, M. - BOGDANOVIĆ, D. - TORMA, S. - LESKOŠEK, M. - KHRISTENKO, A. (2007): Agriculture as a source of phosphorus causing eutrophication in Central and Eastern Europe. *Soil Use and Management* 23. pp. 36–56.

DAGGUPATI, PRASAD – SHESHUKOV, ALEKSEY Y. – DOUGLAS-MANKIN, KYLE R. (2014): Evaluating ephemeral gullies with a process-based topographic index model. *Catena* 113., Elsevier B.V., pp. 177-186.

DE ALBA, S. - BENITO, G. (2001): Effects of soil surface management on erosion during extreme rainfall events in semiarid agricultural lands (Central Spain). *Final Proceedings Int. Symposium: The Significance of Soil Surface Characteristics in Soil Erosion*. Strasburg, France.

DE SANTISTEBAN, L.M. - CASALÍ, J. - LÓPEZ, J.J. (2004): Evaluation of rill and ephemeral gully erosion in cultivated areas of Navarre (Spain). Final Proceedings 3rd Int. Symposium on Gully Erosion, Oxford (Mississippi), USA.

DESMET, P.J.J. - GOVERS, G. (1996): Comparison of routing algorithms for digital elevation models and their implications for predicting ephemeral gullies. *International Journal of Geographical Information Systems* 10, pp. 311 – 331.

DESMET, P.J.J. - POESEN, J. - GOVERS, G. - VANDAELE, K. (1999): Importance of slope gradient and contributing area for optimal prediction of the initiation and trajectory of ephemeral gullies. *Catena* 37, pp. 377– 392.

DÖVÉNYI, ZOLTÁN (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest

EL-SWAIFY, S.A. (2009): Soil erosion and conservation in the humid tropics. In: Pimentel, David (ed.)(2009): *World Soil Erosion and Conservation*. Cambridge University Press, USA, New York, pp. 233-256.

EGBOKA, B.C.E. – ORAJAKA, I.P. (1987): Soil and Gully Erosion Models for Effective Control Programmes. *Geoforum*, Vol. 18., No. 3., Pergamon Journals Ltd., pp. 333-341.

ESTEVEZ, M. - LAPETITE, J.M. (2003): A multi-scale approach of runoff generation in a Sahelian gully catchment: a case study in Niger. *Catena* 50, pp. 255–271.

FARSANG, A. - KITKA, G. - BARTA, K. (2011): Mezőgazdaságilag hasznosított kisvízgyűjtők talajerózióhoz kötődő elemdinamikája. (Element dynamics of cultivated watersheds related to soil erosion) *Talajvédelem (Supplement)* pp. 339–349.

FOSTER, G.R. (1986): Understanding ephemeral gully erosion. In: Committee on Conservation Needs and Opportunities, Board on Agriculture, National Research Council Soil Conservation. (Eds.), *Assessing the National Resources Inventory*, 2. National Academy Press, Washington, pp. 90– 125.

GÁBRIS, GY. - KERTÉSZ, Á. - ZÁMBÓ, L. (2003): Land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly catchment. *Catena* 50. pp. 151–164.

GALANG, M.A. - MARKEWITZ, D. - MORRIS, L.A. - BUSSELL, P. (2007): Land use change and gully erosion in the Piedmont region of South Carolina. *Journal of Soil and Water Conservation* 62. pp. 122–129.

GOVERS, G. - POESEN, J. (1988): Assessment of the interrill and rill contributions to total soil loss from an upland field plot. *Geomorphology* 1, pp. 343–354.

GRACE, J.M. (2004): Soil erosion following forest operations in the Southern Piedmont of central Alabama. *Journal of Soil and Water Conservation* 59. pp. 180–185.

GREGORY, IAN N. – ELL, PAUL S. (2008): *Historical GIS. Technologies, Methodologies and Scholarship*. Cambridge University Press, p. 241

- GRISSINGER E. (1996a): Rill and gullies erosion. In Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation, Agassi M (ed). Marcel Dekker, New York; pp. 153–167.
- GRISSINGER E. (1996b): Reclamation of gullies and channel erosion. In Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation, Agassi M (ed). Marcel Dekker, New York; pp. 301–313.
- GYALOG, LÁSZLÓ (szerk.) (1996): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. Magyar Állami Földtani Intézet, Tisza Nyomda Kft., Szolnok, p. 171.
- HAAS, JÁNOS (ed.)(2013): Geology of Hungary. Springer, pp. 58-73.
- HARRISON, B.A. - JUPP, D.L. (1990): Introduction to Image Processing: CSIRO-Division of Water Resources, Canberra, Australia, p. 255
- HAUGE, C. (1977): Soil erosion definitions. California Geology 30, pp. 202-203.
- HEEDE, H. (1979): Gully development and control. USDA Forest Service Research Paper RM-169, Second edition, Fort Collins.
- HEGEDŰS, K. - HORVÁTH, G. - KARANCSI, Z. - PRAKFALVI, P. (2008): Eróziós vizsgálatok a Medves-vidék egy homokkőszurdokában. (Soil erosion investigations in a sandstone gully of the Medves Area.) Földrajzi Közlemények 132. (2): pp. 157–173.
- HERZIG, A. – DYMOND, J.R. – MARDEN, M. (2011): A gully-complex model for assessing gully stabilisation strategies. Geomorphology 133., Elsevier B.V., pp. 23-33.
- IMESON, A.C. - KWAAD, F.J.P.M (1980): Gully types and gully prediction. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift XVI (1980) 5, pp. 430– 441.
- IRELAND, H.A. - SHARPE, C.F. - EARGLE, D.H. (1939): Principles of gully erosion in the Piedmont of South Carolina. US Department of Agriculture, Technical Bulletin 63, pp. 1 – 143.
- JAKAB, G. (2006): A vonalas erózió megjelenésének formái és mérésének lehetőségei. (Gully types and possibilities of their investigation.) Hungarian Journal of Landscape Ecology 4. (1): pp. 17 - 33.
- JAKAB, G. - MADARÁSZ, B. - SZALAI, Z. (2009): Gully- or sheet erosion? A case study at catchment scale. Hungarian Geographical Bulletin 58 (3): pp. 151–161.
- JAKAB, G. - KERTÉSZ, Á. - MADARÁSZ, B. - RONCZYK, L. - SZALAI, Z. (2010): Az erózió és a domborzat kapcsolata szántóföldön, a tolerálható talajvesztés tükrében. (The role of relief in soil erosion with special emphasis on tolerable soil loss.) Hungarian Journal of Landscape Ecology 8. (1): pp. 35 - 45.
- JAKAB, G. – MADARÁSZ, B. – ÖRSI, A. – SZALAI, Z. – KERTÉSZ, Á. (2011): Gullies of two Hungarian regions – a case study. Hungarian Geographical Bulletin 60 (4), pp. 325–342.
- KARÁTSON, DÁVID (szerk.) (2010): Pannon enciklopédia – Magyarország földje. Urbis Könyvkiadó, p. 555
- KERTÉSZ, Á. (2006): Az éghajlati tényezők szerepe a lineáris erózióban. (The role of climatic conditions in rill and gully erosion.) Földrajzi Közlemények 130. (3–4): pp. 115–122.

- KERTÉSZ, Á. (2008): Water and wind erosion in Hungary. In Dimensions and trends in Hungarian geography. Eds. Kertész, Á. and Kovács, Z. Studies in Hungarian Geography 33. Budapest, Geographical Research Institute HAS. pp. 47–54.
- KERTÉSZ, Á. (2009): Environmental conditions of gully erosion in Hungary. Hungarian Geographical Bulletin 58. (2): pp. 79–89.
- KERTÉSZ, Á. - JAKAB, G. - ÖRSI, A. - MADARÁSZ, B. - SZALAI, Z. (2012): Magyarország vízmosásainak katasztere (Gully cadastre of Hungary). In Magyar Földtudományi Szakemberek XI. Világtalálkozója: korszerű földtudományi oktatás – versenyképes gazdaság. Eds. Mika, J. et al., Eger, Eszterházy Károly Főiskola, pp. 85–90.
- KERTÉSZ, Á. – JAKAB, G. – MADARÁSZ, B. – SZALAI, Z. (2013): Az árkos erózió szerepe Magyarország jelenkori felszínfejlődésében. MTA CSFK, OTKA Zárójelentés, p. 22.
- KIRKBY, M.J. - BULL, L.J. (2000): Some factors controlling gully growth in fine-grained sediments: a model applied to southeast Spain. Catena 40. pp. 127–146.
- KIRKBY, M.J. - BRACKEN, L.J. (2009): Gully processes and gully dynamics. Earth Surface Processes and Landforms 34. pp. 1841–1851.
- KOCSIS, KÁROLY – SCHWEITZER, FERENC (szerk.)(2011): Magyarország térképekben. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, p. 248
- KOSOV, B.F. - NIKOL'SKAYA, I.I. - ZORINA, YE.F. (1978): Eksperimental'nyye issledovaniya ovragoobrazovaniya. In: Makkaveev, N.I. (Ed.), Eksperimental'naya Geomorfologiya, vol. 3. Izd. Mosk. Univ, Moskva, pp. 113– 140 (in Russian).
- MARI, L. - MATTÁNYI, ZS. (2002): Egységes európai felszínborítási adatbázis: A CORINE Land Cover program (A uniform european land cover database: The CORINE Land Cover Program). Földrajzi Közlemények 50. (1–4): pp. 31–38.
- MARTÍNEZ-CASANOVAS, J.A. (2003): A spatial information technology approach for the mapping and quantification of gully erosion. Catena 50, Elsevier Science B.V., pp. 293-308.
- MARTÍNEZ-CASANOVAS, J.A. – RAMOS, M.C. – POESEN, J. (2004): Assessment of sidewall erosion in large gullies using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis. Geomorphology 58, Elsevier B.V., pp. 305-321.
- MARTONNÉ, ERDŐS KATALIN (2006): Magyarország tájföldrajza. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadója, p. 192.
- MARZOLFF, I. – POESEN, J. (2009): The potential of 3D gully monitoring with GIS using high-resolution aerial photography and a digital photogrammetry system. Geomorphology 111, Elsevier B.V., pp. 48-60.
- MCCALL, G.J.H. – LAMING, D.J.C. – SCOTT, S.C. (eds.)(1992): Geohazards. Natural and man-made. Chapman & Hall, p. 226
- MENÉNDEZ-DUARTE, R. – MARQUÍNEZ, J. – FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ, S. - SANTOS, R. (2007): Incised channels and gully erosion in Northern Iberian Peninsula: Controls and geomorphic setting. Catena 71: pp. 267–278.

- MOEYERSONS, J. (2000): Desertification and man in Africa. *Bulletin of the Royal Academy of Overseas Science* 46, pp. 151–170 (Bruselas)
- MOORE, I.D. - BURCH, G.J. - MACKENZIE, D.H. (1988): Topographic effects on the distribution of surface soil water and the location of ephemeral gullies. *Transactions of the ASAE* 31, pp. 1098– 1107.
- MORGAN, R.P.C. (2005): *Soil erosion and conservation*. Blackwell Science Ltd., pp. 11-42.
- MUÑOZ-ROBLES, C. - REID, N. - FRAZIER P. - TIGHE, M. - BRIGGS, S. - WILSON, B. (2010): Factors related to gully erosion in woody encroachment in south-eastern Australia. *Catena* 83. pp. 148–157.
- NACHTERGAELE, J. - POESEN, J. (2002): Spatial and temporal variations in resistance of loess-derived soils to ephemeral gully erosion. *European Journal of Soil Science* 53. (3): pp. 449 - 463.
- OSMAN, KHAN TOWHID (2014): *Soil Degradation, Conservation and Remediation*. Springer, pp. 75-76.
- ŐRSI, A. – KERTÉSZ, Á. (2014): Investigation of ecological potentials of the Eger Model Region by GIS methods. *Hungarian Geographical Bulletin* 63 (1), pp. 43–53.
- PÉCSI, MÁRTON – BASSA, LÁSZLÓ – BELUSZKY, PÁL – BERÉNYI, ISTVÁN (1989): *Magyarország Nemzeti Atlasza. Kartográfiai Vállalat, Budapest*, p. 395.
- PÉCSI, M. (1997): Szerkezeti és váztalaj képződés Magyarországon. (Effect of the Quaternary periglacial processes and structural soil formation in Hungary) Budapest, Geographical Research Institute HAS. p. 99
- PELIKÁN, PÁL (szerk.) (2005): *Geology of the Bükk Mountains*. Magyar Állami Földtani Intézet, InnovaPrint Kft., Budapest, p. 251.
- PENTELÉNYI, L. (2002): A Bükkalja I. Földtani vázlat. In: *A Bükk Nemzeti Park*. Szerk.: Baráz Csaba pp. 205-216.
- PINTÉR, Z. - PRAKFULVI, P. - KARANCSI, Z. - HORVÁTH, G. (2009): Medves-vidéki riolitt ufák eróziós formakincse. (Erosional forms on rhyolite tuffs in Medves Region.) *Földrajzi Közlemények* 133 (3): pp. 219–238.
- POESEN, J. (1989): Conditions for gully tormation in the Belgian loam belt and some ways to control them. *Soil Technology Series* 1, pp. 39-52.
- POESEN, J. - GOVERS, G. (1990): Gully erosion in the loam belt of Belgium: typology and control measures. In, Boardman, J, Foster, I.D.L. and Dearing, J.A. (eds), *Soil Erosion on Agricultural Land*. Wiley, Chichester. pp. 513-530.
- POESEN, J. - VAN WESEMAEL, B. - CAMMERAAT, E. (1993): Gully erosion in the loess belt: typology and control measures (Kinderveld site, Korbeek-Dijle). In, *Geomorphological Processes in the Belgian Loess Belt, excursion guide, Memorial Symposium Prof. J. De Ploey*, 24 March, 1993, pp. 16-28.

POESEN, J.W. (1993): Gully typology and gully control measures in the European loess belt. In: Wicherek, S. (Ed.), *Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills*. Elsevier Sciences Publishers, Amsterdam, The Netherlands, pp. 221–239.

POESEN, J. (1995): Soil erosion in Mediterranean environments. In: Fantechi, R., Peter, D., Balabanis, P. and Rubio, I.L. (eds), *Desertification in a European context: physical and socio-economic aspects*. European Commission Report EUR 15415, Brussels. pp. 123-152.

POESEN, J. - VANDEKERCKHOVE, L. - NACHTERGAELE, J. - OOSTWOUD WIJDENES, D. - VERSTRAETEN, G. – VAN WESEMAEL, B. (2002): Gully erosion in dryland environments. In: Bull, L.J., Kirkby, M.J. (Eds.), *Dryland Rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi-arid Channels*. Wiley, Chichester, pp. 229–262.

POESEN, J. - NACHTERGAELE, J. - VERSTRAETEN, G. - VALENTIN, C. (2003): Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 50, pp. 91–133.

POESEN, JEAN – VANWALLEGHEM, TOM – DE VENTE, JORIS – KNAPEN, ANKE – VERSTRAETEN, GERT – MARTÍNEZ-CASASNOVAS, JOSÉ A. (2006): Gully Erosion in Europe. In: Boardman, John-Poesen, Jean (eds.) (2006): *Soil Erosion in Europe*. John Wiley & Sons, Ltd., pp. 515-536.

PRIESTAS, A.M. – FAGHERAZZI, S. (2011): Morphology and hydrodynamics of wave-cut gullies. *Geomorphology* 131, Elsevier B.V., pp. 1-13.

RABUS, B. - EINEDER, M. - ROTH, A. - BAMLER, R. (2003): The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 57. pp. 241–262.

RISSAC 1991.

(<http://mta-taki.hu/hu/osztalyok/kornyezetinformatikai-osztaly/agrotopo> -2015.01.07.

SHRUTHI, RAJESH B.V. – KERLE, NORMAN – JETTEN, VICTOR – ABDELLAH, LAOUINA – MACHMACH, ISSAM (2014): Quantifying temporal changes in gully erosion areas with object oriented analysis. *Catena*, Elsevier B.V., p. 16

SIDORCHUK, A. (1999): Dynamic and static models of gully erosion. *Catena* 37, Elsevier Science B.V., pp. 401-414.

SIDORCHUK, A. (2005): Stochastic components in the gully erosion modelling. *Catena* 63, Elsevier B.V., pp. 299-317.

SMITH, G.B. (1983): Shape from shading: an assessment: *Proceedings NASA Symposium on Mathematical Pattern Recognition and Image Analysis*, June 1-3, 1983, Johnson Space Center, Houston, Texas, pp. 543-576.

SMOLSKA, E. (2007): Extreme Rainfalls and their Impact on Slopes — Evaluation Based on Soil Erosion Measurements (As Exemplified by the Suwałki Lakeland, Poland) *Geographia Polonica* 80. (2): pp. 151–164.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (1984): *Glossary of Soil Science Terms*. Madison, Wisconsin.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (2001): Glossary of Soil Science Terms. Soil Science Society of America, Madison, WI, <http://www.soils.org/sssagloss/>.

SOUCHÉRE, V. (1995): Modelisation Spatiale du Ruissellement a des Fins d'Amenagement contre l'Erosion de Talweg. Ph. D. Thesis. Institut National Agronomique Paris-Grignon., p. 196

SZABÓ, J. – JAKAB, G. (2013): Vízmosások területi eloszlása a lejtőszög és a kitettség függvényében a Medves-vidéken és a Völgyiségben. Földrajzi Közlemények 137. 4., pp. 333 – 343.

STEFANOVITS, P. (1992): TALAJTAN. Budapest, Mezőgazda Kiadó Budapest, p. 380.

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.

STILWELL, JOHN – CLARKE, GRAHAM (eds.)(2003): Applied GIS and Spatial Analysis. John Wiley & Sons Ltd., England, pp. 1-8.

THORNE, C.R. - ZEVENBERGEN, L.W.- GRISSINGER, E.H.- MURPHEY, JB. (1986): Ephemeral gullies as sources of sediment. Proceedings of the Fourth Federal Interagency Sedimentation Conference 1, pp. 3 – 152, pp. 3– 161.

UNEP (1994): United nations conventions to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa, Geneva, Switzerland.

VÁGÓ, JÁNOS (2003): A Bükkalja völgyhálózatának kialakulása és jellemzése, Földrajz, A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 64. kötet. Miskolc, pp. 187-202.

VALENTINE, C. - POESEN, J. - YONG, L. (2005): Gully erosion: impacts, factors and control. Catena 63, pp. 132–153.

VANDAELE, K. - POESEN, J. - MARQUES DE SILVA, J.R. - GOVERS, G. - DESMET, P. (1997): Assessment of factors controlling ephemeral gully erosion in Southern Portugal and Central Belgium using aerial photographs. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 41, pp. 273– 287.

VARGA, JÓZSEF (2004): Térképrendszerek. Elektronikus tananyag, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék (http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/katrend/katrend.html) - 2015.01.07.

ZACHAR, DUSAN (1982): Soil Erosion. Development in Soil Science 10. Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 328-343.

ZELENKA, TIBOR (1999): A magyarországi miocén tufatípusok és az azokból képződött partfalak állékonysága. In: Földtani Kutatás XXXVI. 3. pp. 22-23.

ZHENG, F.- HUANG, C. (2002): Gully erosion. In: Lal, R. (Ed.), Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, New York, pp. 630– 634.

ZGLOBICKI, W. - BARAN-ZGLOBICKA, B. (2011): Gullies as an indicator of human impact on loess landscape (Case study: North Western Part of Lublin Upland, Poland) *Zeitschrift für Geomorphologie* 55. pp. 119–137.

ZINCK, J. ALFRED – LÓPEZ, JAIME – METTERNICHT, GRACIELA I. – SHRESTHA, DHRUBA P. – VÁZQUEZ-SELEM, LORENZO (2001): Mapping and modelling mass movements and gullies in mountainous areas using remote sensing and GIS techniques. *JAG*, Vol. 3., Issue 1, p. 11.

ZOLFAGHARI, A. – HEATH, A.C. (2008): A GIS application for assessing landslide hazard over a large area. *Computers and Geotechnics* 35, Elsevier Ltd., pp. 278-285.

<http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekeink/terkepek/topografiai-terkepek> - 2015.01.07.

<http://www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=50&cid=291> - 2015.01.07.

10. Függelék

Tudományos diákköri dolgozatom témájának megjelölését nagymértékben inspirálta az Eszterházy Károly Főiskola, kiemelten a Földrajz Tanszék és a németországi Kasseli Egyetem közreműködésével, TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 támogatási konstrukció keretében megvalósuló célzott alapkutatási projekt. A tudományos modellprojekt természeti kockázatok feltárására és a veszélytényezők felmérésére irányuló tematikus munkacsoportjában hallgatói munkatársként vettem részt 2012-től kezdve.

A kutatási részfeladatok kijelölése a témavezetővel és a konzulensekkel közösen történt. Az Egri Modellrégió vízmosásainak statisztikai értékeléséhez javasolt vizsgálati módszer alapját a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontja által 2009 és 2013 között megvalósuló OTKA pályázati projekt képezte. Az OTKA-kutatás kisebb léptékű, kistájakat alapul vevő vizsgálati módszere alkalmazhatónak bizonyult az általam elvégzett tudományos diákköri kutatás mintaterületének –az Egri Modellrégió- kijelölésekor egyaránt.

Vizsgálataim megkezdése előtt a releváns kutatástörténeti áttekintés részeként elkészítettem a vízmosások mechanizmusának szakirodalmi összefoglalását –beleértve az alkalmazni kívánt digitális adatforrások átfogó ismertetését-, a hazai és a nemzetközi kutatók munkái alapján.

Az Egri Modellrégió vízmosásainak terepi vizsgálatát önállóan végeztem, mely során autóval, illetve gyalogosan közelítettem meg a felmért vízmosásokat, amelyekről fotódokumentációt készítettem.

A térinformatikai vizsgálatokat ArcMap 10.1. szoftverrel végeztem el. Az MTA CSFK rendelkezésemre bocsátotta az országos vízmosás katasztert, ezt követően a Modellrégió területén nyilvántartott vízmosásokhoz önálló kutatási feladatként rendeltem hozzá az adott területek talajtani paramétereit az AGROTOPO adatbázisból, a földhasználat típusát a CORINE CLC 2006 adatbázisból, valamint a lejtőkategória-értékeket az SRTM domborzatmodellből. Ezt követően Excel-formátumban exportáltam a létrejött adatbázisokat és elvégeztem a szükséges statisztikai számításokat.

Az így kapott kutatási eredményeket a továbbiakban összehasonlítottam a Börzsöny és a Zselic területén elvégzett, korábbi, hasonló metodikán alapuló kutatás eredményeivel is, az azonosságokra és a különbségekre keresve a választ.

Önálló kutatási feladatrészt képezett a tudományos diákköri dolgozat szemléltető ábráinak elkészítése, melyet ArcMap 10.1. illetve Adobe Photoshop szoftverek

alkalmazásával végeztem el. Az összefoglaló, kiértékelő táblázatokat Microsoft Excel 2013 használatával szerkesztettem.

Munkám befejező szakaszában a saját kutatási eredményeimnek, és az összehasonlításból származó konklúzióknak megfelelően megfogalmaztam az Egri Modellrégió árkos eróziójára vonatkozó következtetéseimet. A folyamatos konzultációk során kapott tanácsokat és javaslatokat figyelembe véve kifejtettem elképzeléseimet jelen kutatási téma jövőbeli irányvonaláról, illetve, hogy milyen vizsgálati tényezők bevonását tartom indokoltnak a továbbiakban.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezető tanárnőmnek, Kürti Líviának, aki a témaválasztástól kezdve kitartóan végigkíserte tudományos diákköri munkám szakaszait. A rendszeres konzultációk alkalmával mindvégig kiemelkedő módon motivált a folyamatos és alázatos kutatói munkára.

Tisztelettel tartozom a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földrajztudományi Intézetének, aki rendelkezésemre bocsátotta a kutatásom alapjául szolgáló országos vízmosás-katasztert, és az intézet könyvtárán keresztül szaktudományi anyagokat biztosított vizsgálataim szakirodalmi hátteréhez.

Külön köszönöm Dr. Kertész Ádám kutató professzor emeritusnak, az MTA CSFK Földrajztudományi Intézet kutatócsoporti vezetőjének, és Őrsi Annának, az MTA segédmunkatársának, akik belső és külső konzulensekként komoly szerepet vállaltak dolgozatom eredményeinek elérésében. A szakmai és tudományos kérdésekben adott hozzáértő tanácsaikkal és javaslataikkal jelentősegteljesen segítették vizsgálataim egyes fázisait, türelemmel támogatták dolgozatom elkészítését.

Továbbá megköszönöm Jakab Gergelynek, az MTA tudományos főmunkatársának kulcsfontosságú segítségét, irányadó szakértelmét a térinformatikai lépések problémakörében.

Dolgozatom eredményességét szignifikánsan meghatározta továbbá az Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszékének két oktatója, Piskóti-Kovács Zsuzsa tanársegéd és Utasi Zoltán docens, akik precíz magyarázatokat és körültekintő válaszokat nyújtottak az ArcMap 10.1. használata során felmerülő módszertani kérdésekben.

Hálámat fejezem ki szüleimnek, akik megértéssel álltak mellettem az elvégzett tudományos munka folyamán, példamutatóan ösztönözve céljaim elérésében.

Kifejezem megbecsülésemet és köszönetemet páromnak, Vécsei Zoltánnak, aki rugalmasságáról és segítőkészségéről tett tanúbizonyságot, biztosítva a gyakori utazások feltételeit számomra. Önzetlen közreműködése lehetővé tette, hogy e tudományos diákköri dolgozat megvalósulhasson.