

Mérnökgeomorfológiai módszerek a partfal-rehabilitációban

VICZIÁN ISTVÁN¹, BALOGH JÁNOS¹, JAKAB GERGELY¹, KIS ÉVA¹, MADARÁSZ BALÁZS¹, SZALAI ZOLTÁN¹, SZEBERÉNYI JÓZSEF¹

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben számos partfal-rehabilitációs beruházás történt Magyarországon elsősorban a dunai és a balatoni magaspartok településeihez köthetően. A magaspartok környezete a legtöbb esetben az aktív felszínformálódás térszíneihez tartoznak, domborzatuk magán hordozza a visszatérően jelentkező partmozgások (csúszások, omlások, roskadások), illetve az areális és lineáris erózió hatásait. Ezek a folyamatok természetes körülmények között is jelentkeznek, de az emberi hatások is jelentősen befolyásolják kialakulásukat. A társadalmi-gazdasági változások következtében hazánkban is egyre nagyobb a szerepe az épített környezetnek a minket körülvevő tájban. Ezt a jelenséget a magaspartokhoz köthető partfal rehabilitációk és más nagyberuházások kapcsán is meg tapasztalhatjuk. Az ilyen jellegű munkálatok magukban hordozzák annak kockázatát, hogy a környezetben fennált korábbi egyensúlyi állapotok és ezen belül a geomorfológiai viszonyok is jelentősen megváltozhatnak. Különös figyelmet érdemelnek azok a beruházások, amelyek környezeti veszélyforrásokkal (árvíz, belvíz, csuszamlások, stb.) terhelt területeket vesznek intenzívebb használat alá. A magaspartok környezete egyre inkább válik a települési környezet, mezőgazdasági és ipari termelés és a vonalas infrastruktúra elemeinek helyszínévé és ezáltal gazdasági szempontból is felértékelődik. A rajtuk kialakult tömegmozgásos folyamatok emberi életet és jelentős vagyoni értékeket veszélyeztetnek. A magaspartokhoz kapcsolódó beruházások növekvő számát nem csak a védekezés szükségessége és az újonnan vagy visszatérően jelentkező mozgások károkozásai teszik indokoltá, hanem az európai uniós pályázatok bővülő lehetőségei is ösztönzik. A beavatkozások optimális tervezésének különös jelentősége van, mert a partfal-rehabilitációs beruházások jelentős értékeket óvnak meg, de maguk is sokmilliárdos kiadással járnak. Meggyőződésünk, hogy a beruházások tervezése és kivitelezése során a

¹ MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, e-mail: viczian.istvan@csfk.mta.hu

földtani, geomorfológiai viszonyokat messzemenőig figyelembe kell venni, a geomorfológiai adottságokhoz és folyamatokhoz kell igazodni és a bennük lévő veszélyforrások ismeretében kell a megfelelő műszaki megoldásokat megválasztani. Tanulmányunkban a mérnökgeomorfológiai kutatások jelentőségére hívjuk fel a figyelmet, az ilyen jellegű kutatások során alkalmazott geomorfológiai és más vizsgálati módszereket mutatjuk be, valamint ismertetjük azt az MTA CSFK Földrajztudományi Intézetben kifejlesztett módszert, amivel hatékonyan vizsgálhatjuk az épített rézsük állékonyságát.

Mérnökgeomorfológiai térképezés

Az általános természetföldrajzi törvényszerűségek feltárására irányuló kutatásokat ma már a természetföldrajzból kivált és önállóult tudományok egész sora végzi. Közülük sok szempontból kiemelt szerep jut a geomorfológiának, és azon belül is a sajátos tárgy körű mérnökgeomorfológiának. PÉCSI M. (1970) „A mérnöki geomorfológia problematikája” c. tanulmánya óta elfogadott, hogy a domborzatot alakító folyamatok és a domborzati formák műszaki gyakorlattal való összefüggéseinek vizsgálata, valamint a különböző méretarányú térképi ábrázolás a mérnöki geomorfológia feladatkörébe tartozik. Napjainkban a mérnöki, felhasználói igények elvárásai ötvözik a hagyományos geomorfológiai feldolgozásokat és az újszerű geomorfológiai térképi alkalmazások, digitális adatbázisok, térinformatikai modellezések és alkalmazások használatát. A mérnöki, tervezői igények szerint az utóbbi évek, évtizedek során vizsgáltuk a beruházásokkal, árvízveszéllyel érintett hazai alacsony és magas ártereket, hulladéktározók, nagyberuházások környezetét felszínmozgásokkal veszélyeztetett dombsági és hegylábi felszíneket (PÉCSI M. et al. 1972; BALOGH J. et al. 2003, 2008, 2011, 2014; SZALAI Z. et al 2013, SCHWEITZER F. et al. 2011).

A mérnökgeomorfológiai térképezési módszerek a felszínformáló folyamatokat valamint a partfal-rehabilitáció tágabb környezetének ősföldrajzi viszonyait tárják fel mérnöki szemléletű alkalmazott geomorfológiai térképezéssel a mozgások kialakulásában szerepet játszó földtani, hidrológiai adottságok és antropogén hatások értékelésével. A kutatott terület adottságait, környezeti veszélyforrásait, és a beruházások sajátosságait figyelembe vevő mérnökgeomorfológiai kutatások a vizsgálandó problémától függően módszertanukban sokfélék lehetnek. Ennek következtében a geomorfológiai térképezés, térinformatiai

domborzatelemzés is különféle céllal, méretarányban és jelkulccsal történik. A geomorfológiai térkép a vizsgált időszak felszínformáit rögzíti térképi formában, oly módon, hogy egyben a korábbi korok domborzatformálódásának történetét is értelmezi, ugyanakkor a felszínformálódás jelenleg is zajló vagy a jövőben valószínűsíthető folyamatainak jellegét és térbeli hatásterületét is jelzi. E tulajdonsága teszi hasznossá a mérnöki gyakorlat számára is, hiszen segítségével a műtárgyakat, az infrastruktúra és a települési környezetet veszélyeztető felszínfejlődési folyamatok (tömegmozgások, eróziós és akkumulációs jelenségek, instabil felszínek) helye és oka meghatározhatóvá válik. A mérnökgeomorfológiai térképezés során – ha pl. egy felszínmozgásos domborzatot vizsgálunk – fontos feladat feltárni a domborzat egyensúlyi állapotát és minősíteni a felszíneket állékonyságuk szerint.

Példaként bemutatunk egy olyan geomorfológiai térképet (*1. ábra*), amely alapja lehet egy esetleges partfalrehabilitációs beruházás előkészítésének, és amihez hasonló térkép minden ilyen beruházásnál hasznos lenne. A térkép alapján meg lehet határozni azokat a geomorfológiai adottságokat, veszélyforrásokat, melyeket feltétlenül figyelembe kell venni a tervezés során. A felmérés alapján az adott part különböző adottságú szakaszokra osztható, amikhez partvédelem más-más műszaki megoldásait tartozhatnak. A példaként kiválasztott terület a Mezőföld löszplatójának keleti peremén a Dunakömlőd–Paksi magaspartot ábrázolja, ahol egy erőteljesen feldarabolt felszínt látunk, melyet eróziós-deráziós völgyek és a lösz lepusztulási formái jellemeznek. Itt az omlásos, csuszamlásos, tömegmozgásos folyamatok kialakulása a jellemző (BALOGH J. – SCHWEITZER F. 2011). A magaspart teljes szelvényét negyedidőszaki, főként a fosszilis talajokkal tagolt löszös üledékek alkotják. A geomorfológiai térkép a domborzatformálódás jellemző folyamatait, a lejtők állékonyságának minősítését felszínenként ábrázolja. A löszplató peremét jelentő magaspartot a Duna egykori oldalazó eróziója alakította ki. Az óholocénban a mai Bölcse és Dunakömlőd közötti Madocsai-öblözet nyugati peremén a magaspart alatt folyt a folyó. Később a keletre fekvő területek süllyedésével medre áthelyeződött (SZILÁRD J. 1955). A Duna meder futásirányának kialakulásában az ÉNy–DK-i törésvonalaknak is szerepe van. A hirtelen kanyarodó Imsósi-Duna-ág (*2. ábra*) elsősorban nem a középszakasz jellegű folyókanyarulat fejlődés eredménye, kanyarja inkább tektonikai meghatározottságra utal (BULLA B. 1936, SZILÁRD J. 1955). Az Imsósi folyókanyar átvágását az 1838-as pusztító nagy árvíz után rendelték el és valószínűsítették meg. Korábban több alkalommal elakadt itt a zajló jég és

A geomorfológiai kutatások számos gyakorlati szempontot adnak a partfalvédelem számára, a terület tektonikai, földtani, hidrológiai viszonyairól, az ember és környezetének történelem során változó kapcsolatáról, a felszínfejlődés genetikájáról, jellemző folyamatairól és a belőlük fakadó veszélyekről. A geomorfológiai térkép ezek térbeli elterjedését jeleníti meg. A példaként bemutatott ábrázoláshoz hasonló részletességű térkép készítését és a hozzá tartozó értelmezést minden magasparti nagyberuházás esetén indokolt lenne elkészíteni. A geomorfológia elemzés számos földtani, geofizikai, stb. eredményt szintetizál. A kutatásokhoz kapcsolódó egyéb módszerekről bővebben az ugyanebben a kötetben megjelenő Kulcsi magasparról szóló cikkünkben írunk részletesebben.



2. ábra. A buda–eszéki út Dunaföldvár és Kömlőd (Tolna m.) közötti régi és új szakasza. Keletkezés éve: 1853. Forrás: Magyar Országos Levéltár, Térképtár S 101 No 0201

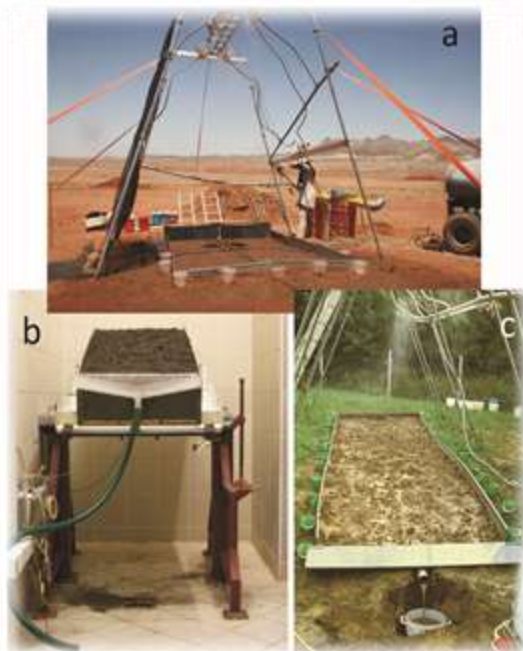
Épített rézsűk talajeróziós adottságainak kutatására mesterséges esőztetéssel

A löszterületek hagyományos partvédelmi megoldása a meredek löszfalak lépcsőzése, rézsűzése. Az 1950-60-as évektől Dunaújvárosban a fal lépcsőzésével valósították meg a városi partvédelmet (KÉZDI Á. 1978). Itt az épített magasparti szakaszok hibái hamar megmutatkoztak mivel a Mezőföld felől érkező talajvizek, a városi vízközmű hálózat meghibásodásaiból származó „káros” felszínalatti vizek omlásokat csuszamlásokat okoztak. A csapadék okozta talajerózió pedig a meredek lépcsős falak felszínét pusztította. Ezért az 1970-80-as években a 3-3 lépcsős rézsűvé alakításával átépítették a mai partvédelmi földtámfal rendszert. Az elmúlt években Baján hasonló nagyságú geotextiliákkal is védett lejtőszakaszokat építettek a Szentháromság-tér melletti Sugovica menti magaspart védelmében. A magaspart rehabilitáció során kialakított burkolatlan, vagy növényzettel nem megfelelően védett mesterséges felszín kialakításánál alapvető kérdés, hogy a terület a környezeti hatásokra miként fog reagálni. Különösen fontos ennek megismerése a csapadékok beszivárgása, illetve a felszíni lefolyás becslése szempontjából. A felszín alá szivárgó víz mind fizikailag, mind kémiailag megváltoztathatja a kialakított struktúráját. A felszínen rekedő csapadék lejtőirányba elfolyva megbonthatja a felszínt, eróziót okozhat (RÉTHLY A. 1970). E folyamatok vizsgálata fokozottan indokolt a magaspartok mentén épített rézsűs földtámfalak esetében, hiszen a dunai magasparti települések peremén kialakított meredek rézsűk fokozottan ki vannak téve a lefutó vizek bevágódásának, másrészt állékonyosságuk leromlása, esetleges sérülésük komoly környezeti katasztrófához vezethet. Egy olyan nagyszabású partvédelmi rendszerben is előfordulhatnak, mint pl. Dunaújváros.

Az MTA CSFK Földrajztudományi Kutatóintézetben került kidolgozásra egy olyan hatékony módszer, ami jól alkalmazható az épített rézsűk talajeróziós adottságainak kutatására. A terepi mérések egy hordozható, közepes méretű eső-szimulátorral történnek (*3a. ábra*). A mesterséges esőztetés egy olyan költséghatékony és időtakarékos mérési módszer mellyel in situ körülmények között, reprezentatív területi léptékben vizsgálható szinte bármilyen természetes vagy épített felszín vízbefogadása és erózióval szembeni állékonyossága. Legnagyobb előnye, hogy a hosszantartó, kis intenzitású, áztató esők modellezése mellett alkalmas nagy intenzitású, extrém csapadékok modellezésére is, azaz olyan, csekély visszatérési valószínűségű zivatarok hatását is számszerűsíteni tudja, melyek a

természetben csak ritkán fordulnak elő, azonban talaj- és partvédelmi szempontból kiemelkedő fontosságúak.

Mesterséges esőztetéssel mérhető az aktuális felszín pillanatnyi vízbefogadó képessége, ill. annak változása is a csapadékterhelés függvényében. Közvetlenül összehasonlíthatóvá válnak az egyes felszínborítások (növényzeti fedés, geotextilek stb), rézsűhajlás, tömörítés hatásai. Az esőztetett területről lehordott anyag összetételének vizsgálatával becsülhető az erózió szelektivitása, vagyis a felszín erózióra legérzékenyebb komponenseinek azonosítása és szerepük meghatározása a talajvesztés folyamatában. Az esőztetett terület nagyság (12m²) lehetővé teszi, hogy az areális talajpusztulás mellett az erózió vonalas formát is vizsgálni tudjuk. A csapadékok után a felszínbe bevágódó barázdákból hiányzó talajmennyiség a felszín szkennelésével létrehozott domborzat modell alapján számítható. Ezt az értéket a mért talajvesztéssel összevetve meghatározható a felületi és a vonalas erózió aránya és a területen belüli áthalmozódás mértéke is.



3. ábra. Az MTA CSFK által alkalmazott esőszimulátorok
a.) ShowerPower esőszimulátor (saját fejlesztés) mérés közben a Dast-e-Kavir-ban,
b.) ELTE esőszimulátor,
c.) Pannon R-02 esőszimulátor

Összegzés

A geomorfológiai kutatások a táj megértése, a felszínfejlődés folyamatainak feltárásán keresztül a mérnöki gyakorlat számára közvetlenül is hasznosítható információkat nyújt. A mérnökgeomorfológiai eredmények figyelembevételével biztonságosabban valósulhatnak meg a partfalakkal kapcsolatos műszaki beavatkozások. Az első látásra egyveretű magaspartok – a részletesebb kutatások alapján – a legtöbb esetben különböző adottságú, ezért eltérő műszaki beavatkozást igénylő vagy változatlan állapotban hagyható szakaszokra, formákra osztható. A geomorfológiai kutatások alkalmazása után a mozgásveszélyes magaspartokkal rendelkező településeken egy biztonságosabb élhetőbb környezet alakulhat ki.

A partfalvédelmi beruházások során gyakran alakítanak ki mesterséges rézsüket, melyek felszínét különböző módszerekkel védik az erózió hatásaitól. Az épített rézsűk kialakításának tervezéséhez és talajeróziós adottságainak pontos megismeréséhez javasoljuk lejtők mesterséges esőztetéssel való vizsgálatát. Az esőszimulátorral különböző csapadékiintenzitások in situ modellezése mellett mérhető a felszín erózióval szembeni állékonysága és vízbefogadási tulajdonsága.

Irodalom

- BALOGH J, KERESZTESI Z, SCHWEITZER F. (2003) Geomorfológiai, geoökológiai és domborzat-minősítési eredmények. - In: SCHWEITZER F, TÍNER T, BÉRCI K. (szerk.) A püspökszilágyi RHFT környezet- és sugárbiztonsága szerk.: Budapest, MTA FKI, pp. 11-56.
- BALOGH J, SCHWEITZER F, VICZIÁN I. 2008. Bátaapáti magasparti területeinek tömegmozgásai és a partvédelem műszaki megoldásának lehetőségei. In: SCHWEITZER F, BÉRCI K, BALOGH J. (szerk.) A Bátaapátiban épülő Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló környezetföldrajzi vizsgálata, Budapest, MTA FKI, pp. 122–135
- BALOGH J, SCHWEITZER F. 2011. Felszínmozgásos folyamatok a Duna Gönyű-Mohács közötti magasparti szakaszán. In: SCHWEITZER F. (szerk.) Katasztrófák tanulságai: stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások. Budapest, MTA FKI, 2011. pp. 101-142.
- BULLA B. 1936. Teraszok és szintek a Duna jobbpartján Adony és Mohács között. – MTA Matematikai és Természettudományi Értesítő 55. 139 p
- CENTERI CS, JAKAB G, SZALAI Z, BÍRÓ Zs. 2010 Rainfall simulation studies in Hungary. – In: FOURNIER, A. J. (ed.) Soil Erosion: Causes, Processes and

Effects, Chapter: Rainfall simulation studies in Hungary, Publisher: NOVA Science Publisher, pp.177-217

KÉZDI Á. 1978. Talajmechanikai példák és esettanulmányok. Tankönyvkiadó Budapest, 271 p.

PÉCSI M, JUHÁSZ Á, SCHWEITZER F. 1976. A magyarországi felszínmozgásos területek térképezése. Földrajzi Értesítő 25. 2-4. pp. 223-235.

PÉCSI M. 1970: A mérnöki geomorfológia problematikája. Budapest, Földrajzi Értesítő, 19. 4. 369–80. p.

RÉTHLY A. 1970: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon I–II. – Budapest, Akadémiai Kiadó, p. 622

SCHWEITZER F, BALOGH J, TÓTH L, MÓNUS P. 2011. Relationships between geomorphology, neotectonics and earthquakes in the Danube Plain between Ercsi and Madocsa and on the Danube-Tisza Interfluve. Hungarian Geographical Bulletin 60:3, pp. 233-245.

SZALAI Z, BALOGH J, JAKAB G. 2013 Riverbank erosion in Hungary: with an outlook on environmental consequences. Hungarian Geographical Bulletin 62:3, pp. 233-245.

SZILÁRD J. 1955: Geomorfológiai megfigyelések Kiskőrös és Paks vidékén. Földrajzi Értesítő, IV. 3. pp. 263—278.