

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A csapadék, a vízjárás és a mederfejlődés
összefüggései a Hernád mentén, különös tekintettel az
Alsódobsza-Gesztely közötti szakaszra**

PhD Thesis

**Relationships of the precipitation, the regime and the
channel development along Hernád river, with special
respect to the section between Alsódobsza – Gesztely**

Kozma Katalin

Témavezető: Prof. Dr. Szabó József



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2015.

Bevezetés

A Hernád folyó völgye Magyarországon egyedi jelleget mutat. Mai geomorfológiai képének kialakításában nemcsak a harmad- és negyedidőszak tektonikus mozgásai játszottak szerepet, hanem a folyóvízi felszínalakításnak és a tömegmozgásos folyamatoknak is döntő szerepük volt.

A Hernád folyó napjainkban kanyarogva feltöltő jellegű. A rá jellemző meanderezés és esetenkénti mederáthelyeződései azt mutatják, hogy ma is fejlődő területről beszélünk, ahol a természetes folyamatok sok helyen szinte szabadon tanulmányozhatóak.

Egyetemi tanulmányaim során a folyóvíz okozta morfológiai változásokról nem csak elméletben tanultam, hanem annak a gyakorlatban is számos alkalommal lehettem szemtanúja a Hernád folyón. Az ott tapasztalható medervándorlás, maga a meanderezés folyamata rendkívül összetett és máig számos kérdést vet fel. A medervándorlás kutatása nagy múltra tekint vissza. A kutatások egyik fő célja elsősorban a folyómedrek meanderezésének magyarázata. A meanderek morfológiáját számos geometriai paraméterrel lehet jellemezni. A meanderezés főbb befolyásoló tényezői:

- a folyómeder esése;
- hordalékszállítás mértéke, hordalék méreteloszlása (pl. *Lászlóffy 1949; Kádár 1956*);
- part és a meder anyaga (pl. *Hickin-Nanson 1975; Kádár 1955; Ackers 1982; Thorne 1982, Couper 2003*);

- szerkezetföldtani viszonyok (pl. *Rónai 1961, Bendefy 1973, Timár 2003, Russ 1982, Smith 1997*);
- vízhozam, vízsebesség (pl. *Leopold-Wolman 1960; Hughes 1977, Hooke 1979, 2007*);
- növényborítottság mértéke (pl. *Hickin 1984; Simon és Collison 2002*).

Azonban a Hernád környezetének és a folyón uralkodó természetes folyamatoknak vizsgálata, feltárása a közelmúltig nem igazán szerepelt a kutatások középpontjában. Az 1950-es évektől kezdődően a folyó a csuszamlásokkal kapcsolatosan került a kutatók látókörébe. A Hernád-menti magaspártok fejlődését döntően befolyásolják a völgytalpon szabad meandereket fejlesztő folyó mederáthelyeződései és a csuszamlások (*Szabó 1982, 1991; Szlabóczky 1986*). Az egyik legjobban összefoglalt táblázat Mike (1991) tanulmányában került bemutatásra. 1937 és 1972 között veszi számba a természetes és a mesterséges úton bekövetkezett hosszrövidülést a folyó teljes hosszában. Mindezen adatok kiindulási alapot jelentettek a további kutatásokhoz, majd ezek eredményeként a kutatók folyamatosan ismerték meg a táj képének alakításához jelentősen hozzájáruló csuszamlások és a medervándorlások jelenségét, azok hatásait, stb. Az utóbbi években a Hernád-völgyben végzett geomorfológiai kutatásaink súlypontjába a folyó partalakulásának vizsgálata került. A vizsgálatokat a Szegei Tudományegyetem geomorfológusaival párhuzamosan és velük gyakran konzultálva végeztük (*Kiss–Blanka–Sipos 2009; Blanka–Kiss 2010, Blanka-*

Kiss 2011; Kiss-Blanka-Andrási-Hernesz 2013; ill. Szabó 2008; Kozma 2008; Szabó-Kozma-Lóki 2011; Kozma-Puskás 2012; Kalmár-Kozma 2012, Kozma-Puskás-Drégelyi-Kiss 2014).

A Hernád és közvetlen környezetének morfológiai fejlődése igen jól tanulmányozható, hiszen a folyó magyarországi szakaszának alig 25%-a szabályozott. Azonban számos olyan tényező merült fel az idők során, mely ezt a szabad fejlődést befolyásolhatja. Ilyen többek között az antropogén tevékenység növekvő jelenléte a területen, valamint az egyes környezeti elemekben történő változások, mint például az utóbbi évtizedben megfigyelhető időjárási változások, melyek a mederfejlődés jellegét megváltoztatják. A meanderezés folyamatának feltárása alapvetően a morfológiai paraméterek vizsgálata során valósulhat meg. Azonban a múltban és a jelenben zajló jelenségek dinamikáját csak hosszabb időszakok vizsgálatai tudják meglehetősen jól reprezentálni. A disszertáció konkrét mérései 2007 és 2012 között történtek, tehát mintegy 5 év adatai és megfigyelései állnak rendelkezésemre az egyes megállapításokhoz.

Lóczy L. (1881) szavai útján elindulva - miszerint „... a kanyarulatok feltétele magában a folyó működésében rejlik...” - kezdtem meg kutatásomat. Ezt az alapvető működést napjainkra számos egyéb, a folyóhoz szorosan kapcsolódó tényezővel kell kiegészíteni. Hiszen bármilyen, a jövőben tervezett folyószabályozási tevékenység, amelyet a szakemberek a Hernádon végre kívánnak hajtani, csak akkor lehet eredményes, ha a kanyargás mechanizmusát alkotó és jellemző paramétereit, valamint az azokat befolyásoló

tényezőket figyelembe veszik és meg is tudják változtatni. Addig a folyó szabadon „él”, fejlődik és formálja környezetét a saját képére.

Célkitűzések

Kutatásaim célja elsősorban a folyón zajló meanderezés ütemének, sebességének, valamint a partfejlődés mechanizmusának, típusainak tanulmányozása volt. Választ kerestem arra a kérdésre, hogy a partfejlődési folyamatot egyéb tényezők, úgymint a csapadék befolyásolják-e és milyen mértékben. Munkám során szem előtt tartottam azt is, hogy a kutatási adatok eredményei a várható változások figyelembe vételével a gazdasági életben (pl. mezőgazdasági területek határainak kijelölése a leomlás veszélye nélkül) vagy az árvízi védekezésben is felhasználhatóak legyenek.

Anyag és módszer

A vizsgálatok alapját történeti térképi elemzések adták. Az elmúlt mintegy 100 év során készült topográfiai térképek vizsgálatának és elemzésének segítségével képet kaphatunk a folyómeder fejlődésének irányáról, üteméről. A három kiválasztott folyószakaszon mintegy 100 db vaskarót, mint mérőcöveket helyeztem ki a kanyarulatok mindkét oldalán, melyek helyzetét GPS és mérőszalag segítségével is rögzítettem. A vizsgálati módszer lényege, hogy bizonyos időközönként visszatérve, meghatároztam a cövekek folyóparthoz viszonyított helyzetét. Vizsgálataim során a terepi

munkák mellett a területre vonatkozó mutatók (csapadék, vízállás) adatgyűjtését és azok feldolgozását is elvégeztem. Az értékelésem célja annak feltárása, hogy van-e összefüggés a kapott eredmények és a medervándorlás, partpusztulás mértéke, ritmusa között. Az adatok feldolgozása során leíró és komplex statisztikai eljárásokat alkalmaztam.

A leíró statisztikai eljárások során hisztogramok készültek, melyek a vizsgált adatokat csoportosítva elemzik, valamint boxplotok, melyek során a statisztikailag kiugró értékeket vettem számba. Az adatok kiértékelésében a Minitab v14 statisztikai szoftver segített. A komplex statisztikai eljárások alkalmával a csapadék adatsorok kerültek kiértékelésre, azok menetét vizsgáltam az idő függvényében – egyváltozós regressziót készítettem. A vizsgálat során a legfontosabb eredményt az ábrára illesztett egyenes menete jelentette. A továbbiakban alkalmaztam a Pearson-féle korrelációs együtthatót, melynek segítségével a két változót (csapadék és vízállás) nagyságrendileg hasonlítottam össze.

Eredmények

1. Tézis: A partelmozdulás folyamata elsősorban a gyakrabban előforduló, ritmusosan váltakozó kis- és középvíz vízszintingadozásaira vezethető vissza.

Olykor fél-másfél méteres, rövid ideig tartó vízszintemelkedés, illetőleg ezzel párhuzamosan egy kisebb árhullám átvonulása (általában 3-4 hetes intervallum) a vizsgált mederszakaszokon helyenként

méterekben mérhető változásokat okozott. **A kanyarulat fejlődése szabályos ritmusban történik, a folyamatot a folyón tapasztalható gyakori vízjárásingadozás irányítja.**

Árvízi időszakban a meder partfalának kiugró mértékű omlása nem, vagy csak kismértékben volt megfigyelhető, amely a nagyvíz mederkitöltő és megtámasztó szerepének tudható be. Azonban a szárazabb, aszályosabb időszakokra következő nagyobb árhullámok felfutó ágának eróziós tevékenysége jelentősebb lehet.

2. Tézis: A vízállás értékeinek alakulásában megfigyelhető azok nagyarányú eltolódása az alacsonyabb értékek felé.

Az adatok elemzése során megfigyelhető volt az is, hogy az elmúlt 65 évben a folyóra jellemző vízállás értékek nagyjából minden hónapban hasonlóan alakultak, extrémnek mondható esetek 16 alkalommal fordultak elő. A kiugró értékek megszűlése időben változó. A szlovákiai duzzasztók üzembe helyezését követően, az 1980-as évektől nagy „extremitás” nem volt jellemző (csak 1980, 1999 és 2010), ugyanakkor a Blanka (2010), Szabó (1998) és Kozma (2008, 2011, 2012) által végzett térképi elemzések alapján a folyón mégis méteres elmozdulások voltak megfigyelhetőek. Az utóbbi évtized magasabb vízállásértékei (jelentősebb árvizek 2005, 2006 és 2010) inkább az árvízi időszakok által előidézett, a part pusztulásánál nagyobb léptékekben mérhető mozgások kiváltásában játszottak szerepet (alsódobszai kanyarulat 2006-os lefűződése). Az utóbbi évek adatait

feldolgozva jól láthatóvá vált, hogy az első árvízvédelmi fokozat elrendelésének gyakorisága csökkent. Azonban megfigyelhető a másod- és harmadrendű árvízvédelmi fokozatok számának jelentős növekedése. Mindez egyenes arányban áll a fentebb kapott eredményekkel, miszerint a térségben a hirtelen kioldódó csapadékesemények hatására rövid ideig tartó és magas vízzinttel járó árhullámok vonulnak le (Kozma et.al. 2014).

3. Tézis: A part pusztulásának két folyamatát különítettem el.

3.a Tézis: „Szabad” partfejlődési forma.

Ahol az intenzív gazdálkodás nem engedi a stabil növényzet kialakulását a partélen, ott a partelmozdulás majd féléven át (a művelési tevékenység évszakos ritmusának megfelelően) szabadon folyik. A szabad (művelt) partszakaszok pusztulási formája a bedőlés és/vagy az omlás. Ebben az esetben a pusztulás sebessége gyors, a leomlott anyag folyó általi elhordása szinte azonnal, a kisvízi időszakot követő árhullám esetén megtörténik, és általában a kanyarulat külső ívére jellemző,

3.b Tézis: „Kötött” partfejlődési forma.

Elsősorban a „természetes” növényzettel borított partszakaszokra jellemző. Ebben az esetben a gyepársulásokat alkotó növényzet az év teljes egészében

stabil, összetartja a part anyagát, ezért a pusztuló partszakasz jobban ellenáll a folyó oldalazó eróziójának. Formakincsét a tömbös-lépcsős pusztulási formák határozzák meg. Az összefüggő tömbökben történő leszakadás nagy felületet érint (olykor 5-10 méter hosszan), mely repedések által előre jelzett helyeken darabolódik tovább. A leszakadt anyag elhordása a tömbön még mindig élő és stabil növényzet következtében lassú, olykor hónapokban mérhető.

Mindkét típusra vonatkozóan elmondható tehát, hogy önálló formakincs jellemzi, amely a mederben a hordalék elsodrásának menetét is nagyban befolyásolja.

4. Tézis: A csapadék mennyiségében és eloszlásában bekövetkezett hosszútávú változások áttételes hatással vannak a partfejlődési folyamatokra.

A térségben lehullott csapadékösszegek elemzése során megállapítható, hogy a 124 év alatt a lehullott **csapadék mennyiségében csökkenés mutatható ki**, mely illeszkedik a korábban már Kárpát-medencére vonatkozó eredményekhez. A vízállási értékek azt mutatták, hogy a folyó vízjárása korábban kiegyenlített volt, majd napjainkra jelentős elmozdulás tapasztalható a szélsőértékek felé. Ez a tendencia a Hernád folyóra jellemző hidrológiai paraméterek megváltozását okozza, és a folyó vízállási értékeiben (növekvő minimumok és enyhén növekvő maximumok) mutatkozik meg. A csapadék és vízállás adatok (1946-1980) elemzése során láthatóvá vált, hogy a csapadék jelentősen befolyásolja a

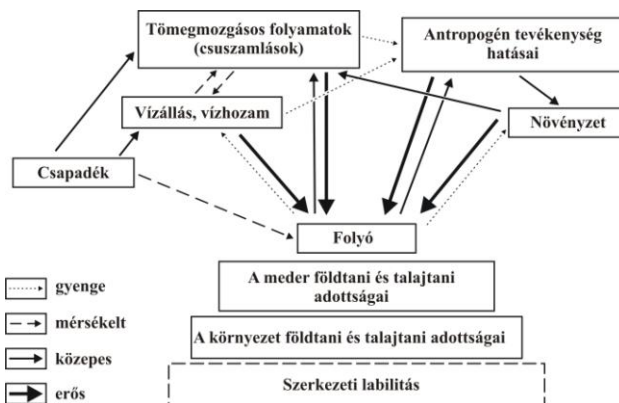
vízállás alakulását, miáltal közvetett úton hatással van a partelmozdulási folyamatokra. Ez az erős hatás azonban a szlovák oldali duzzasztók üzembe helyezésével már nehezen kimutatható, hiszen a leengedett vízmennyiség nagyban befolyásolja/felülírja a térségben tapasztalható természetes folyamatok hatását. A megváltozott viszonyok (pl. csapadékmennyiség csökkenése a térségben, a duzzasztók által kifejtett negatív hatás) következtében a meder keskenyebbé vált, alkalmazkodott a csökkent vízmennyiség szállításához. A hirtelen kialakuló csapadékesemények és az azt követő hirtelen levonuló, magasabb vízszinttel járó árhullámok levezetését viszont nem tudja megoldani a folyó, így az gyakrabban okoz kiugróan magas vízállási értékeket. Ez az állapot valószínűleg a jövőben változni fog, a térség csapadékmennyiségének csökkenő tendenciája megváltozott. A hidrológiai folyamatok kezdenek visszatérni a kiindulási állapot (egyensúlyi állapot) felé mind a középvízhozam, mind az árvizek gyakoriságának tekintetében is. Ha az utóbbi évtized tendenciája tartós marad, a mederparaméterekben való pozitív irányú változás is valószínűleg láthatóvá válik a következő években.

A folyón tapasztalható, partelmozdulásra vonatkozó változások tehát a gyorsulás irányába hatnak. Az utóbbi években az időjárásban tapasztalható szélsőségek növekedése következtében számolni kell azzal, hogy – több kedvezőtlen tényező egyidejű fennállása esetén – a Hernád folyó mentén gyakrabban bekövetkezhetnek kanyarulat lefűződések (ha az ehhez szükséges morfológiai feltételek adottak – lásd sóstófalvai

kanyarulat), mederáthelyeződések, valamint nagyobb anyagi károkat okozó események, melyek az ott élőkre is veszélyt jelenthetnek.

5. Tézis: A folyóra jellemző medervándorlási, partpusztulási folyamatok komplex hatásmechanizmus eredményei.

A Hernád folyóra jellemző medervándorlás és partpusztulás folyamatát (1. ábra), mely több tényező együttes hatásának eredménye, az alábbi ábrán összegzem:



1. ábra: A folyóra jellemző medervándorlási, partpusztulási folyamatokat meghatározó és befolyásoló tényezők (Megjegyzés: a nyilak folytonossága és vastagsága a hatás erősségének fokát és irányát jelzik)

A mélyben található, már Bendefy (1973) által is leírt szerkezeti törések jelenthetik azokat a helyeket, ahol egy-egy nagyobb, látványosabb kanyarulat kialakulása feltételezhető (*a feltételezhetőség következtében ezen elem jelölése az 1. ábrán szaggatott vonallal történt, hiszen jelenléte és hatása még napjainkban sem kellően bizonyított*). Mindehhez hozzájárulnak a környezet földtani és talajtani adottságai, melyek lehetővé teszik a látványos elmozdulásokat. A környezet része, eleme maga a meder is. A pannon laza üledékből felépülő folyómeder azonban további egyéb tényezők hatása alatt áll. A tényezők különböző intenzitással, külön-külön és együttesen is kifejthetik hatásukat. Az ábrán látható komplex rendszer bármely elemében bekövetkező változás végig követhetővé válik a rendszer egészén. Az egyes elemek a kialakuló mozgásokat így gyorsíthatják, lassíthatják és egyes esetekben akár látványos elmozdulásokat is eredményezhetnek.

A csapadéknak, mint befolyásoló tényezőnek a szerepe nem elhanyagolható a folyón zajló folyamatok kialakulásában. Hatását legerősebben a vízállás és vízhozam befolyásolásán keresztül érezteti. A két paraméter változásai erősen befolyásolják a meanderezés és partpusztulás folyamatát. Azonban a mederben lezajló folyamatok is, kisebb mértékben ugyan, de hatással lehetnek rövidebb szakaszokon a vízállás alakulására. Ilyen eset lehet pl. egy sziget vagy egy övzátony kialakulása, vagy egy hirtelen kialakuló omlás által, nagy tömegben a mederbe zúduló mederanyag jelenléte is, mely esetenként a teljes medret is elzárhatja.

A tömegmozgások szerepe jelentős a Hernád egyes szakaszain. Legfontosabb kiváltó tényezője a csapadék. A ritkábban kialakuló nagyméretű mozgásoknak akár medereltérítő hatása is lehet. Ugyanakkor a folyó szerepe sem elhanyagolható a tömegmozgásos folyamatok esetében, ugyanis ahol a vízfolyás közvetlenül alámossa a magaspartot, ott akár egy jelentősebb, hirtelen lefutó árhullám is beindíthatja ezen folyamatokat.

A térségben az egyre erősebben jelen lévő antropogén tevékenység is jelentős befolyásoló tényező. A művelt területek arányának növekedése, az illegális kavicskitermelő helyek számának szaporodása megváltoztatja a folyóra és annak közvetlen környezetére jellemző fizikai és hidrológiai paramétereket. Mindez hatással van a folyón zajló folyamatokra és az azok során kialakuló formakincsekre. Az antropogén tevékenységhez szorosan kapcsolódnak a növényzet erős befolyásoló hatásai is. Azonban a folyó az egyre gyakoribbá váló elöntései által hatással lehetnek a medert övező növényzeti képre, így formálva azt.

Számos kutatás szól arról, hogy napjainkban jelentős a folyók, így a Hernád árvízszintjeinek emelkedése. A fentebb összefoglalt eredményekből jól kitűnik, hogy az emelkedés okai sokrétűek lehetnek. Ahhoz, hogy minél jobban leírjuk egy folyó tulajdonságait, működését, valamint megoldást találjunk a felmerülő problémákra, a számos befolyásoló tényező figyelembe vétele szükséges. Szlávik (2002) szerint az árvízvédelem során törekedni kell a célszerű megelőzésre, fejleszteni kell az előrejelzési rendszereket,

a védekezési módszereket. Mindez csak akkor valósulhat meg, ha a szakemberek a korábbi és a jelenkori kutatások eredményeit figyelembe véve dolgoznak a fentiek megvalósításán. Kutatásaim alátámasztják Szlávik (2002) azon megállapítását is, hogy a jövőben a hatékony árvízi védekezést csak az ökológiai szempontok figyelembe vételével lehet hatékonyan megvalósítani. Így nem csak a társadalom számára végzünk hasznos és eredményes tevékenységet, hanem fenntarthatjuk a Hernádon tapasztalható természetes folyamatok rendszereinek „szabad” működését.



Jelölt: Kozma Katalin
Neptun kód: ALMK69
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola

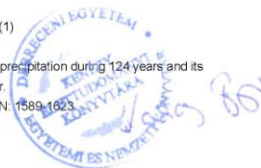
A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (3)

1. **Kozma K.**, Drégelyi-Kiss Á., Puskás J.: A csapadék és a vízállás változásainak lehetséges hatásai a Hernád medervándorlási folyamataira.
In: Tiszteletkötet Béres Csilla professzorasszony születésnapjára. Szerk.: Füzesi István, Kúti Zsuzsanna, Puskás János, Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet, Szombathely, 75-84, 2014. ISBN: 9789633590270
2. Szabó J., **Kozma K.**, Lóki J.: Újabb adalékok a Hernád partfejlődéséhez.
In: A magyarországi Hernád-völgy. Szerk.: Frisnyák Sándor, Gál András, Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földtudományi Intézete, Nyíregyháza, 21-43, 2011. ISBN: 9789639909700
3. **Kozma K.**, Szabó J.: Hidrológiai tényezők változásainak befolyásoló szerepe a Hernád mederfejlődésében.
In: A Bakonytól Madagaszkáig : Tanulmánykötet a 65 éves Veress Márton tiszteletére. Szerk.: Csapó Tamás, [NYME SEK], Szombathely, 139-152, 2011. ISBN: 9789639871472

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

4. **Kozma K.**, Puskás J., Drégelyi-Kiss, Á.: The changes in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River.
Appl. Ecol. Environ. Res. 12 (2), 523-536, 2014. ISSN: 1589-1623
DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1202_523536
IF:0.557





Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

5. Kalmár, S., **Kozma, K.**: A demonstration of the geomorphological value of radio-controlled aerial vehicle imaging techniques in the study of the Hernád River.
Z. *Geomorphol.* 56 (2), 121-132, 2012. ISSN: 0372-8854.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00094>
IF:0.821

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (3)

6. **Kozma K.**, Puskás J.: Természeti és antropogén tényezők hatása a Hernád folyó medervándorlására.
In: VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia 2012. április 18-21., Veszprém.
Szerk.: Fejes Lászlóné Utasi Anett, Vincze-Csorn Veronika, Gottinger K., [Veszprém], 188-193, 2012. ISBN: 9789638662729
7. **Kozma K.**: Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobosza - Gesztely közötti szakaszán.
In: *Geographia generalis et specialis*: Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára. Szerk.: Szabó József, Demeter Gábor, Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtár, Debrecen, 155-160, 2008.
8. **Kozma K.**: Tájértékek védelme és a megvalósítás lehetőségei a Hernád Alsódobosza és Gesztely közötti szakaszán.
In: Tájékológiai kutatások III. Magyar Tájékológiai Konferencia kiadványa. Szerk.: Csima Péter, Dublinszki-Boda Brigitta, Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest, 187-193, 2008.





További Közlemények

Magyar nyelvű könyvrészt(ek) (1)

9. Deák G., Péntek K., Mitre Z., Zentai Z., **Kozma K.**, Samu S., Veress M.: Vályúkarrok morfológiája és kialakulása.
In: Természetföldrajzi kutatások Magyarországon a XXI. század elején : Tiszteletkötet Gábris Gyula Professor Úr 70. születésnapjára [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Horváth Erzsébet, Mari László, ELTE TTK Földrajz- és Földtud. Int. Természetföldrajzi Tansz., Budapest, 9-22, 2012. ISBN: 9789632842578

Magyar nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

10. **Kozma K.**: A Tótes Gebirge "A" típusú vályúinak genetikai csoportosítása.
Földr. Közl. 136 (2), 211-217, 2012. ISSN: 0015-5411.

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

11. **Kozma, K.**, Mitre, Z.: Variations of type A channels in Tótes Gebirge.
Z. Geomorphol. 56 (2), 37-46, 2012. ISSN: 0372-8854.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00084>
IF: 0.821





12. Bhattacharyya, R., Fullen, M.A., Booth, C.A., Kertész, Á., Tóth, A., Szalai, Z., Jakab, G., **Kozma, K.**, Jankauskas, B., Jankauskiene, G., Buhmann, C., Paterson, G., Mulibana, E., Nell, J.P., van der Merwe, G.M.E., Guerra, A.J.T., Mendonca, J.K.S., Guerra, T.T., Sathler, R., Bezerra, J.F.R., Peres, S.M., Yi, Z., Yongmei, L., Li, T., Panomtarachichgul, M., Peukrai, S., Thu, D.C., Cuong, T.H., Toan, T.T.: Effectiveness of biological geotextiles for soil and water conservation in different agro-environments.
Land Degrad. Dev. 22 (5), 495-504, 2011. ISSN: 1085-3278.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.1097>
IF: 1.402

A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 3.601

A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 1,378

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománytermetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.09.28.



Introduction

The valley of River Hernád in Hungary shows a unique character. Not only the tectonical movements in the Quaternary and Tertiary periods contributed to its geomorphological evolution, but also fluvial action and mass movements played a decisive role. Today the Hernád River has a meandering-infilling channel. Meandering and occasional avulsion of the river show that it is still a developing area, where the natural processes are almost freely studied in many places.

During my university studies not only did I learn about the morphological changes caused by the river in theory, but on several occasions I could witness it in practice on Hernád. The meandering experienced there, the processes of meandering itself is extremely complex and it has brought up a lot of questions upto this day. Research of meandering has a long history. One of the main objectives of the researches is the explanation of the meandering of the river channels. The morphology of the meanders can be characterized by numerous geometric parameters. The main factors influencing the meandering:

- gradient of the channel;
- the degree of the transportation and of the distribution of the river sediment soil (eg. *Lászlóffy 1949; Kádár 1956*);
- the material of the river bank and river channel (eg. *Hickin-Nanson 1975; Kádár 1955; Ackers 1982; Thorne 1982, Couper 2003*);

- geological structures (eg. *Rónai 1961, Bendefy 1973, Tímár 2003, Russ 1982, Smith 1997*);
- water discharge, water pace (eg. *Leopold-Wolman 1960; Hughes 1977, Hooke 1979, 2007*);
- the degree of vegetation (eg. *Hickin 1984; Simon és Collison 2002*).

However, the examination and exploration of the natural processes ruling on Hernád and its environment were not really put in the focus of researches. Beginning from the 50's the river got into the horizon of researchers in connection with its sliding. The development of the high banks along Hernád is mainly influenced by the slides and the avulsions of the free meandering on the river in the valley bottom (*Szabó 1982, 1991; Szlabóczky 1986*). One of the best summarized table was presented in Mike's (1991) study. It reviews the natural and man-made ways of the length shortening occuring along the whole length of the river river between 1937 and 1972. These data constituted as a starting point for further researches. As a result of their research researchers gradually got acquainted with the phenomena and impact of the meandering and sliding ongoing on the river and significantly contributing to the shaping of the landscape. In recent years our geomorphologic researches in Hernád valley have been focused on the development of the river banks. The researches were carried out in parallel and often consulting with the team of the geomorphologists at the University of Szeged (*Kiss-Blanka-Sipos 2009; Blanka-Kiss 2010, Blanka-Kiss 2011; Kiss-Blanka-Andrási-Hernes 2013; ill. Szabó 2008; Kozma 2008*;

Szabó-Kozma-Lóki 2011; Kozma-Puskás 2012; Kalmár-Kozma 2012, Kozma-Puskás-Drégelyi-Kiss 2014).

As a result of their research they gradually got acquainted with the phenomena and impact of the meandering and sliding ongoing on the river and significantly contributing to the shaping of the landscape. The morphological development of Hernád and its immediate environment can be studied relatively freely as only 25% of the river's Hungarian section is regulated. But in the course of time numerous facts that may influence this free development arose. One of these is the growing presence of the anthropogenic activity in the area, and also the changes in some of the environmental elements, for example changes in the weather seen during the last decade and forming the character of meandering. The exploration of the process of meandering can basically be fulfilled by the examination of the morphological parameters. But the dynamics of the past and present phenomena can be represented well enough only with the investigation of longer periods. The factual acts of measuring figured in my thesis were done between 2007 and 2012, so for bringing to some of the conclusions I had 5 years' data and observations at my disposal.

I started my research departing from L.Lóczy's remark (1881) - that is „... the condition of the meander is hidden in the river's activity itself...”. Today numerous other facts closely related to the river have to be integrated to this basic activity of the river. As any regulation activity on Hernád planned in the future by experts can be efficient only if the parameters constituting and describing the meandering mechanism and all the facts influencing them will be taken into

consideration and can be changed. . Until then the river is living its own life freely, developing and shaping the environment to its own image.

Aims

The main objective of my research has been the study of the pace and speed of the meandering ongoing on the river and the action and the type of the river bank development. I was searching for an answer to the question whether other factors such as precipitation influence and to what degree the process of the river's bank development. During my work, I kept in mind that the results of the research, considering the expected changes, could also be used in the economy (for example assigning the borders of agricultural lands without the risk of river bank collapse) or in the flood protection.

Material and methods

Analyses of historical maps were taken for the basis of the research. With the help of the last 100 years' study and analysis of topographic maps we can get an image of the direction and the pace of the river channel development. At the three chosen sections of the river 100 ironpoles were placed on both sides of the meanders as levelling poles and their location was fixed by GPS coordinates and measuring-tapes. The point of my study method was that after returning to the spot at certain intervals I defined the location of the poles in correlation to the river bank. In the course of my investigation besides the field work I accomplished the data collecting

and processing of the indicators (precipitation, water level) referring to the territory. The goal of my examination was to find out if there is a connection between the obtained results and the degree and rhythm of the meandering and the bank collapsing. During the data processing I applied descriptive and complex statistical methods.

During the procedure of the descriptive statistics histograms were made, which analyse the examined data in groups, and also boxplots were made, where I took into account the statistically protrusive values. In the evaluation of the data Minitab v14 statistical software was used as my help. During the complex statistical procedures precipitation datasets were evaluated, wherein I studied their course in time function - I prepared a variant regression. During the test the most important result was the direction of the linear attached to the figure.

Results

Thesis statement 1.: The process of the river bank displacement can be traced back, first of all, to the frequent rhythmic alternant water level fluctuation of the low- and middle-water.

At the examined section of the river channel a 0,5-1,5 metres high water-level rising of short continuance and parallel with it the drift of a smaller flood wave (usually at 3-4 weeks intervals) resulted in sporadical changes that could be measured even in metres. **The development of the meander happens in a regular rhythm, the process**

is dictated by the frequent water level fluctuation ongoing on the river.

During flood seasons significant collapsing of the river bank's wall could not be observed or only to a small degree, which can be explained by the high water's bankfull and upholding function. Nevertheless (as Blanka's (2010) meandering research data also shows), the erosional act of the bigger flood waves' "upgoing branch" (the section between the starting and the bankfull water level) during dryer and droughtier seasons can be considerable.

Thesis statement 2.: A large-scale shift of the water level values towards the lower values can be observed.

Results received from the statistical evaluation of the last 65 years' water level data show that water level values were more or less the same every month. Cases that can be called extreme happened on 16 occasions. The distribution of the extreme values varies in time. After the opening of the Slovak damming plants from the 1980's big extremes were not characteristic (only in 1980 and 1999), on the other hand according to map analyses by Blanka (2010), Szabó (1998), and Kozma (2008, 2011, 2012, 2014) a metre big displacements of the river could be observed. The higher water levels experienced during the last decade and some of which caused significant flood on Hernád River, (e.g. in 2005, 2006 and 2010), played a role not so much in river-bank collapses, but rather in the evocation of large-scale movements. A good example for that is the meander

cutoff at Alsódobsza. From the data processed during the past years it can be concluded that the frequency of ordering first-grade flood protection level have decreased. Nevertheless, orders for second- and third-grade flood-protection levels have increased significantly. This is in direct ratio with the obtained results shown above whereas the abruptly descending precipitation has a devastating impact by causing floods with high water-level within a short time.

Thesis statement 3.: I have differentiated two separate processes of bank collapses.

Thesis statement 3.a : "Free" form of the river bank development.

In this case the intensive agriculture does not allow the formation of a firm vegetation on the riverside, so meandering freely goes on nearly throughout half a year (according to the seasonal rhythm of the agricultural activity). The destruction form of the free (cultivated) bank sections is collapsing and/or leaning. In this case, the speed of the destruction is fast, the collapsed material is nearly immediately washed away with the flood-wave following the low water period and it characterizes the outside arch of the meander.

Thesis statement 3.b : "Bound" form of the river bank development.

It is mainly typical on those river bank sections which are covered by "natural" vegetation, (mostly by grass vegetation). In this case the grass vegetation is firm throughout the whole year and keeps the river bank's material together. Thereby, the degraded shorelines are more resistant to the lateral erosion of the river. The "blocks-stages" degraded forms are characteristic on these banks. Coherent blocks are coming off from big surfaces, sometimes on 5-10-metre-long sections. The blocks are further fragmented along new cracks. Because of the continuous presence of the lively grass vegetation on the blocks, the collapsed material is slowly washed away by the water, sometimes it may last for months.

We can conclude that both types are characterized by independent forms and they have a great impact on the course of load transportation in the river channel.

Thesis statement 4.: The long-term changes in the quantity and distribution of the precipitation indirectly effect the bank development processes.

Analysing the precipitation volume in the given territory during a period of 124 years, we can conclude that **the quantity of precipitation shows a declining tendency**, and this conclusion is in accordance with the earlier results referring to the Carpathian Basin. Water level

values were showing that the river's regimen used to be balanced, but nowadays a significant turning towards the extreme values can be experienced. This tendency results in the change of the hidrological parameters characteristic of Hernád River and it gets manifested in the river's water level values, (increasing minima and slightly increasing maxima). While analysing the precipitation and water level data of 1946-1980, it got obvious that precipitation has a significant impact on water level trends, thus having an indirect effect on the meandering processes. This strong impact can not easily be proved after the opening of the Slovak damming plants, as the amount of sluice water greatly influences the effects of the natural processes experienced in the given area. As a consequence of these different circumstances, (e.g. decreased precipitation amount in the given area and the negative influence of the damming plants) the river channel has become narrower and has adjusted to forwarding decreased amount of water. At times of sudden rainfalls resulting in higher water levels the river cannot solve forwarding these floodwaves, thus extremely high water level values can be met more frequently. This condition is probably going to change in the future, the declining tendency of the precipitation amount of the territory has changed. The hidrological processes begin to return to the default position (state of balance) both in the aspect of the middle water discharge and flood frequency. If this tendency of the last decade remains persistent, then positive changes in the river bed parameters are most probably going to be seen during the next years.

The changes in the meandering experienced on the river are speeding up. As a consequence of the increase in extremes experienced in the weather during the last years, we have to take into consideration that - in the case of the coexistence of more unfavourable factors - on Hernád meander cutoffs (if the morphological conditions are given for it - like the meander in Sóstófalva), river channel displacements may occur, just like events causing huge financial damages and exposing to dangers the people living there.

Thesis statement 5.: The meandering and bank collapsing processes characteristic for the river are the results of a complex mode of actions.

In the *Figure 1* below I am summing up the meandering and bank collapsing process characteristic for Hernád River and the result of more coefficient factors:

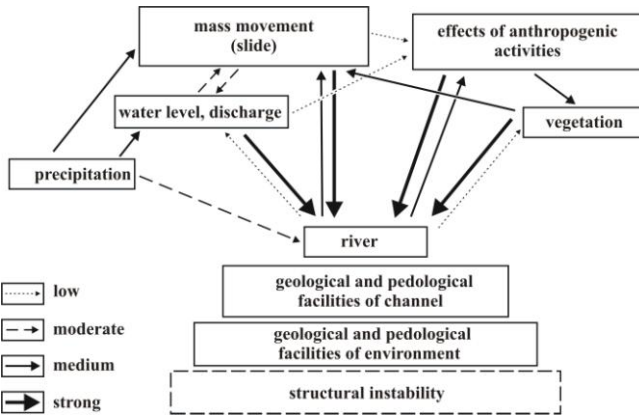


Figure 1: Factors determining and influencing the processes of the meandering and bank collapsing characteristic to the river (Note: the thickness and continuity of arrows indicate the degree and direction of the effect)

Structural fractures in the depth described already by Bendefy appear to be those places where the development of a bigger and more sightful riverbend can be assumed. (On *Figure 1* it is marked by a dashed line as even today its presence and influence is not sufficiently proved). The geological and soil aptitudes of the environment making the spectacular displacements also contribute to all these factors. The river itself is also considered to be part of the environment. The river channel consisting of the Pannonian loose sediment is under the influence of other further factors. These factors may exert their impact with different intensity together or separately. Any change in any of the elements of the complex system in *Figure 1*. can be followed through the whole system.

Precipitation as an influential factor has a relevant role in the development of the processes ongoing on the river. It achieves its influence through a strong impact on water level and discharge. The changes of the two parameters strongly influence the meandering and bank collapsing processes. Also the processes ongoing in the river channel, to a smaller degree and at shorter sections, but may influence the development of the water level. An example for that may be the formation of an isle or a point bar. It can also happen that by a sudden collapsing a great amount of river channel material gathers and in some cases it may block the river channel.

The role of mass movements is of considerable importance at certain sections of the Hernad, where it is usually caused by precipitation. In some rarer cases, these movements can even change or dislocate the river channel. Mass movements, are also influenced by the rivers. At places, where the water undercuts the high bank, a sudden or considerable flood can easily effectuate these movements. Gradually increasing human activity in the area can also enhance this process.

The growing percentage of cultivated lands, together with the rising number of illegal gravel-mines, changes the typical physical and hydrological circumstances of the river and its environment. This, in turn, affects the processes around the river and the forms resulting thereof. Closely connected to human activities is the impact of vegetation, but frequent flooding of the river may affect the vegetation around it, thus changing and shaping it further.

There has been considerable research on the increasing high-water mark of rivers, including the Hernad. In light of the results summarized above, there seem to be various and manifold reasons in the background of this increase. So, in order to produce a faithful description of the features and activities of a river and an acceptable solution for these emerging problems, all these factors need to be taken into account. According to Szlavik (2002), prevention, development of forecast-systems and defensive methods are of vital importance. This, however, can only be effectuated, if results of earlier and recent researches are equally taken into account. My research confirms yet another remark by Szlavik who argues, that effective flood-protection can only be based on a careful observation of ecological perspectives. Thus future works and projects will be beneficial not only for the society, but will also be able to maintain the natural processes operating free and undisturbed on and around Hernad.



Registry number: DEENK/202/2015 PL
Subject: Ph.D. List of Publications

Candidate: Katalin Kozma
Neptun ID: ALMK89
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences

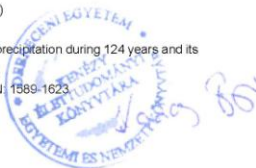
List of publications related to the dissertation

Hungarian book chapter(s) (3)

1. **Kozma K.**, Drégelyi-Kiss Á., Puskás J.: A csapadék és a vízállás változásainak lehetséges hatásai a Hernád medervándorlási folyamataira.
In: Tiszteletkötet Béres Csilla professzorasszony születésnapjára. Szerk.: Fuzesi István, Kúti Zsuzsanna, Puskás János, Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet, Szombathely, 75-84, 2014. ISBN: 9789633590270
2. Szabó J., **Kozma K.**, Lóki J.: Újabb adalékok a Hernád partfejlődéséhez.
In: A magyarországi Hernád-völgy. Szerk.: Frisnyák Sándor, Gál András, Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földtudományi Intézete, Nyíregyháza, 21-43, 2011. ISBN: 9789639909700
3. **Kozma K.**, Szabó J.: Hidrológiai tényezők változásainak befolyásoló szerepe a Hernád mederfejlődésében.
In: A Bakonytól Madagaszkárig : Tanulmánykötet a 65 éves Veress Márton tiszteletére. Szerk.: Csapó Tamás, [NYME SEK], Szombathely, 139-152, 2011. ISBN: 9789639871472

Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

4. **Kozma, K.**, Puskás, J., Drégelyi-Kiss, Á.: The changes in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River.
Appl. Ecol. Environ. Res. 12 (2), 523-536, 2014. ISSN: 1389-1623
DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1202_523536
IF: 0.557





Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (1)

5. Kalmár, S., **Kozma, K.**: A demonstration of the geomorphological value of radio-controlled aerial vehicle imaging techniques in the study of the Hernád River.
Z. *Geomorphol.* 56 (2), 121-132, 2012. ISSN: 0372-8854.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00094>
IF: 0.821

Hungarian conference proceeding(s) (3)

6. **Kozma K.**, Puskás J.: Természeti és antropogén tényezők hatása a Hernád folyó medervándorlására.
In: VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia 2012. április 18-21., Veszprém.
Szerk.: Fejes Lászlóné Utasi Anett, Vincze-Csorn Veronika, Gottinger K., [Veszprém], 188-193, 2012. ISBN: 9789638662729
7. **Kozma K.**: Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobosza - Gesztely közötti szakaszán.
In: *Geographia generalis et specialis* : Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára. Szerk.: Szabó József, Demeter Gábor, Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtár, Debrecen, 155-160, 2008.
8. **Kozma K.**: Tájértékek védelme és a megvalósítás lehetőségei a Hernád Alsódobosza és Gesztely közötti szakaszán.
In: Tájékológiai kutatások III. Magyar Tájékológiai Konferencia kiadványa. Szerk.: Csima Péter, Dublinszki-Boda Brigitta, Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest, 187-193, 2008.





List of other publications

Hungarian book chapter(s) (1)

9. Deák G., Péntek K., Mitre Z., Zentai Z., **Kozma K.**, Samu S., Veress M.: Vályúkarrok morfológiája és kialakulása.
In: Természetföldrajzi kutatások Magyarországon a XXI. század elején : Tiszteletkötet Gábris Gyula Professor Úr 70. születésnapjára [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Horváth Erzsébet, Mari László, ELTE TTK Földrajz- és Földtud. Int. Természetföldrajzi Tansz., Budapest, 9-22, 2012. ISBN: 9789632842578

Hungarian scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

10. **Kozma K.**: A Totes Gebirge "A" típusú vályúinak genetikai csoportosítása
Földr. Közl. 136 (2), 211-217, 2012. ISSN: 0015-5411.

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (2)

11. **Kozma, K.**, Mitre, Z.: Variations of type A channels in Totes Gebirge.
Z. Geomorphol. 56 (2), 37-46, 2012. ISSN: 0372-8854.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00084>
IF: 0.821





12. Bhattacharyya, R., Fullen, M.A., Booth, C.A., Kertész, Á., Tóth, A., Szalai, Z., Jakab, G., Kozma, K., Jankauskas, B., Jankauskiene, G., Buhmann, C., Paterson, G., Mulibana, E., Nell, J.P., van der Merwe, G.M.E., Guerra, A.J.T., Mendonca, J.K.S., Guerra, T.T., Sathier, R., Bezerra, J.F.R., Peres, S.M., Yi, Z., Yongmei, L., Li, T., Panomratchichigul, M., Peukrai, S., Thu, D.C., Cuong, T.H., Toan, T.T.: Effectiveness of biological geotextiles for soil and water conservation in different agro-environments.
Land Degrad. Dev. 22 (5), 495-504, 2011. ISSN: 1085-3278.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ldr1097>
IF: 1.402

Total IF of journals (all publications): 3,801

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 1,378

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóster have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

28 September, 2015



Irodalomjegyzék

1. **Ackers, P. (1982):** Meandering channels and the influence of bed material. In: Hey, R. D.; Bathurst, J. C.; Thorne, C.R.: Gravel-bed rivers: fluvial processes, engineering and management. Chichester, Wiley., pp. 389-421.
2. **Bendefy L. (1973):** A Hernád geomorfológiája. In: Vízrajzi Atlasz sorozat 16., VITUKI Budapest, pp. 16-19.
3. **Blanka V., Kiss T. (2010):** A vízjárás hatása a parterrózió mértékére a Hernád magyarországi szakaszán 2008-2010 között. In: Interdiszciplinaritás a természet-és a társadalomtudományokban. Szerk. Lóki J., Debrecen, pp. 37-44.
4. **Blanka V.; Kiss T. (2011):** Kanyarulatfejlődés dinamikájának vizsgálata természeti és antropogén hatások tükrében. In: Unger-Pál-Molnár (szerk.) Geoszféra 2010, Szeged, pp.
5. **Hickin, E. J.; Nanson, G.C. (1975):** The character of channel migration on the Beaton river. Bulletin of the Geological Society of America 86., pp.48-494.
6. **Hickin, E. J. (1984):** Vegetation and river channel dynamics. Canadian Geographic 28., pp.11–126.
7. **Hughes, D. J. (1977):** Rates of erosion on meander arcs. In: Gregory K. J. (ed) River channel changes. Wiley, Chichester, pp 193–205.
8. **Kádár L. (1956):** A folyóvíz felszínalakító munkája. Doktori Disszertáció. p. 58.
9. **Kádár L. (1955):** A folyókanyarulatok problémája – Acta Universita Debrecina, pp. 1-24.
10. **Kalmár S., Kozma K. (2012):** A demonstration of the geomorphological value of radio-controlled aerial vehicle imaging techniques in the study of the Hernád River. In: Zeitschrift für Geomorphologie 56. Suppl. 2., pp. 121-132.
11. **Kiss T., Blanka V., Sipos Gy. (2009):** Morphometric change due to altered hydrological conditions in relation with human impact, River Hernád, Hungary. Zeitschrift für Geomorphologie 53. Suppl. 2., pp. 197-213.
12. **Kiss T., Blanka V., Andrási G., Hernesz P. (2013):** Extreme weather and the Rivers of Hernád: rates of bank retreat. In:

Geomorphological Impacts of extreme weather. Editor: Lóczy D., Springer. pp. 83-98.

13. Kozma K. (2008): Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobsza-Gesztely közötti szakaszán. In: *Geographia generalis et specialis*, Szerk. Szabó J.-Demeter G., Debrecen, pp. 155-160.

14. Kozma K., Puskás J. (2012): Természeti és antropogén tényezők hatása a Hernád folyó medervándorlására. Effects of natural and anthropogenic factors on the meandering of River Hernád. VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Veszprém (2012. ápr. 18-21.), pp. 188-193.

15. Kozma K., Puskás J., Drégelyi-Kiss Á. (2014): The changer in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River. *Applied ecology and environmental research* 12:(2), pp. 523-536.

16. Leopold, L. B.; Wolmann, M. G. (1960): River meanders. *Bulletin of the Geological Society of America* 71., pp.769-794.

17. Lóczy L. (1881): A folyóknak, mint geológiai tényezőknek munkája. – Magyar Mérnök-és Építész-Egylet Közlöny 15/5., pp. 375-395.

18. Mike K. (1991): Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. Budapest, pp. 612-638.

19. Rónai A. (1961): Negyedkori képződmények tanulmányozása a Bódva-Hernád közén. – Földtani intézet Évi Jelentése 1957-58-ról, pp.165-200.

20. Russ, D.P. (1982): Style and significance of surface deformation in the vicinity of New Madrid, Missouri, *Geological Survey Professional Paper*, US., pp. 95-114.

21. Simon, A.; Collison, A. J. C. (2002): Quantifying the mechanical and hydrologic effects of vegetation on streambank stability. *Earth Surf Process Land* 27., pp. 527–546.

22. Smith N. D.; Mc Carthy, T. S.; Ellery, W.N.; Merry, C.L. Rüter, H. (1997): Avulsion and anastomosis in the panhandle region of the Okavango Fan, Botswana. *Geomorphology* 20., pp. 49-65.

23. Szabó J. (1982): Gondolatok a csuszamlásos folyamatok általános jellemzéséhez különös tekintettel az osztályozás kérdéseire. - *ACTA GEOGRAPHICA DEBRECINA*, pp.83-114.

- 24. Szabó J. (1991):** A csuszamlásos folyamatok tér- és időbeli változásai Magyarországon. *Acta Geographica Debrecina*, 28-29. köt., pp.279-297.
- 25. Szabó J. (1998):** A vízfolyások földrajza – In: Borsy Z. (szerk.) *Általános természetföldrajz*. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. Bp., pp.160-174.
- 26. Szabó J. (2008):** Természeti értékek és veszélyek morfológiai példákkal. *Földrajzi Értesítő* 57. évf. 1-2., pp. 125-134.
- 27. Szabó J., Kozma K., Lóki J. (2011):** Újabb adalékok a Hernád partfejlődéséhez. In: *A magyarországi Hernád-völgy. Földrajzi Tanulmányok*. Nyíregyháza-Szerencs, pp. 21-42.
- 28. Szlabóczky P. (1986):** A Hernád magasparti csúszások Pere-Felsődobsza közötti szakaszának bemutatása. *Mérnökgeológiai Szemle*, 35. sz., pp.1-16.
- 29. Szlávik L. (2002):** Árvízvédelem. In: Somlyódi L. (szerk.) *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. MTA Budapest, pp. 205-243.
- 30. Tímár G. (2003):** Controls on channel sinuosity changes: a case study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain, G., *Quaternary Science Reviews* 22., pp. 2199–2207.
- 31. Thorne, C. R. (1982):** Processes and mechanism of river bank erosion. In: Thomas, C. R.; Bathurst, J. C.; Hey, R. D. - *Gravel bed rivers*, Chichester: Wiley, pp. 227-271.