AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN VIII.

THEORY MEETS PRACTICE IN GIS

Szerkesztette:
Dr. Balázs Boglárka
Technikai szerkesztők:
Varga Orsolya Gyöngyi,
Barkóczi Norbert Gábor,
Kovács Zoltán

ISBN 978-963-318-638-1

A kötet a 2017. május 25-26 között Debrecenben megrendezett
Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás előadásait tartalmazza.
A közlemények tartalmáért a szerzők a felelősek.

A konferenciát szervezte:

A Debreceni Egyetem Földtudományi Intézete,
az MTA Földrajzi Tudományos Bizottság Geoinformatikai Albizottsága,
az MTA DAB Környezettudományi Bizottsága, a Magyar Földrajzi Társaság,
a HUNAGI és az eKÖZIG Zrt.

Debrecen Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press

Készült
Kapitális Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: ifj. Kapusi József
Debrecen
2017

Az árvízi védekezés támogatása hidrológiai modellezéssel egy kisvízfolyás példáján

Nagy Bálint

MSc hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, nb.geo.1994@gmail.com

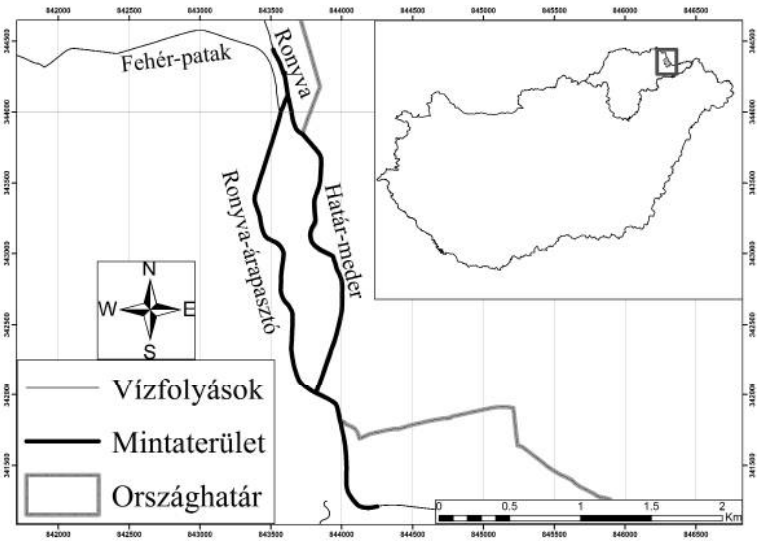
Abstract:During my research I have studied the Ronyva creek's 3.7 kilometers long stage and the Ronyva-spillway, both are located in Sátoraljaújhely. The area had significant flood damages in 2010 which resulted great reconstructions along both beds. I have made the hydrological model of the streams. By the help of the models the mostly endangered areas during an inundation can be predicted, and the bed's ability of excess water control can be studied. The generated flood maps can support the watermanagement and the decision-makers to elaborate prevention plans for floodings.

Bevezetés

Az elmúlt években, évtizedekben a klímaváltozás hatására egyre nagyobb időjárási szélsőségek jellemezték Magyarországot és a Kárpát-medencét. Ezek és különböző antropogén hatások függvényében alakul folyóinak és patakjainak vízjárása. A növekvő méretű nagyvizek folyamatos árvízi kockázatot jelentenek. Az egymás után megdőlő rekord vízállások miatt az árvízi védvonalak karbantartása és a védekezési tervek naprakészsége első helyen álló feladat. Ennek érdekében az utóbbi másfél évtizedben támogatásukra egyre több munkában kezdtek hidrológiai modelleket alkalmazni hazánkban is (Kovács S. 2013; Koncsos L. et al. 2011; Nagy Z. 2009; Pregun Cs. et al. 1999; Réti G. 2012).

A hidrológiai modellezés a hidrológia egyre nagyobb jelentőséggel bíró segédtudománya. Szatmári J. (2013) szerint magába foglalja az adatok gyűjtését, tárolását, asszimilálását, modellezését, elemzését, illetve a kapott adatok és a belőlük levont következtetések prezentálását is, ezért inkább a hidroinformatika megnevezéssel illeti. A komplex hidrológiai, illetve csapadék-lefolyási modellek segítségével reprodukálhatunk korábbi folyamatokat, megválaszolhatunk komolyabb vízügyi problémákat, és a mérnöki döntéshozatalt is elősegíthetik.

A kutatásom tárgyát képező kisvízfolyás, a Ronyva-patak Borsod-Abaúj-Zemplén megye észak-keleti területén található (*1. ábra*). Jelentős szakaszán határt képez Szlovákia és hazánk között. Vizsgálataim a Sátoraljaújhely városán belüli részeire terjednek. A település határánál a vízfolyás kétfelé ágazik: a főágat jelentő Határ-, és a Ronyva-árapasztó-mederre. A modellezési folyamat az előbbi 2+601–



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése

6+338 fkm-ek közötti 3,7 km-es, míg az utóbbi 2,2 km-es teljes terjedelmét érinti.

A trianoni béke által „hajózható határfolyónak" nyilvánított patak erősen torrens karakterű. SERF E. (1941) cikkében már évtizedekkel ezelőtt lejegyezte, hogy míg a patak vízhozama legtöbbször az 1 m³/s-t sem haladja meg, addig áradásai idején ennek többszázszorosa, 200-300 m³/s is előfordulhat. A vízfolyás medre nem volt képes az ilyen nagy méretű víztömegek elöntés nélküli elvezetésére, ezért időről időre veszélyeztette a mélyebb fekvésű városrészeket. Tehermentesítésére az 1970-es években megépítették a Határ-mederrel párhuzamos árapasztót. A város északi határánál egy osztóművet létesítettek, ami ⅓–⅔ arányban osztja el a patak vizét a Határ-meder és az árapasztó között. A megvalósítás során 160 m³/s $Q_{1\%}$-os nagyvízhozamot vettek figyelembe a Ronyva Sátoraljaújhely-vízműtelep szelvényében. A munkálatok ellenére több szakaszon továbbra sem sikerült megoldani a szűk medrek problémáját, mivel sok épület túl közel van a partokhoz. Emiatt ezeken a helyeken nem volt lehetőség a töltések megfelelő magasítására. A rendezések után a 90-es évekig a mesterségesen kialakított medrek kiöntés nélkül tudták elvezetni a patak vizét (MOLNÁR GY. 2011).

2010 május és június hónapjaiban a vízgyűjtőterületén hirtelen lehulló több havi mennyiségű csapadék miatt 3 alkalommal is olyan magasra emelkedett a vízszint, hogy a város több részét is elöntötte. Az árvíz közel 3400 főt és 600 ingatlant érintett. A következő évben több szakaszon is átépítéseket kezdeményeztek. Bizonyos területeken megemelték a töltéseket, ahol pedig az épületek közelsége miatt erre nem nyílt lehetőség, ott parapetfalakkal magasították meg azokat (MOLNÁR GY. 2011).

Kutatásommal a védművek fejlesztésének eredményességét vizsgáltam. Erre a 2010-es árvíz vízhozamértékeire alapozott hidrológiai modellek összehasonlításával kaphatunk válaszokat. Továbbá kijelölhetők azok a szakaszok is az adott

vízhozamértékek esetén, ahol a töltések fölé magasodó vízfelszín kilép a mentesített területekre. A felújított védművek tesztelésén túl a következő nagyobb árvizek idejére is meghatározhatjuk a lehetséges, veszélyeztetett térségeket. A választott kisvízfolyás hidrológiai modelljének kiépítésével és elemzésével annak az árvízi védekezésben történő alkalmazási lehetőségeire szeretnék rámutatni.

Anyag és módszer

A modellezési folyamat során az Egyesült Államok Katonai Mérnöki Karának (U.S. Army Corps of Engineers) Vízügyi Mérnöki Központja (Hydrologic Engineering Center) által 1964 óta fejlesztett HEC-RAS programot használtam. A program közpénzen történő fejlesztése miatt ingyenesen elérhető. Lehetőséget nyújt 1D-s permanens, illetve 1D-s vagy 2D-s nem-permanens áramlások vizsgálatára (Internet-1). A fent említett hazai munkákban is ezt a nemzetközileg elismert programot alkalmazták.

A modellépítés első lépése egy pontos geometriai keret megalkotása volt. A keret létrehozására az ArcGIS beépülő modulját, a HEC-GeoRAS-t alkalmaztam, ami a következő részfeladatokból épül fel:

- a vízfolyások és a környék digitális domborzatmodelljének (továbbiakban: DDM) generálása,
- a felszín és a meder Manning-féle érdességi együtthatóinak meghatározása,
- a HEC-GeoRAS-ban további geometriai adatok felvétele: középvonalak (River stream centerlines), partok (Banks), árterek határai (Flowpaths), keresztmetszetek (Cross sections), hidak (Bridges), áramlás nélküli területek (Ineffective flow areas), blokkolt objektumok (Blocked obstructions),
- az előbb felsorolt adatok összefűzése egy egységes, a HEC-RAS számára értelmezhető geometriai keretté.

A mintaterület DDM-jének ábrázolására egy TIN modellt generáltam. Ennek az elkészítésére az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóságtól kapott papíralapú hossz-, és keresztszelvényeket dolgoztam fel a medrek, míg 1:10 000 méretarányú topográfiai térképeket a környék magasságadatainak kinyerésére ArcGIS szoftverkörnyezetben. A elkészült TIN modellt a HEC-RAS számára jobban kezelhető GRID formátummá alakítottam.

A felszín összetétele, alakja vagy növényzettel való borítottsága alapvető hatással van a felszíni víz áramlására. Külön meg kell említenünk a meder borítottságának, vonalvezetésének és növényzetének az áramlásra gyakorolt módosító hatását. Ezeket a különböző tulajdonságokat összességében a felszín érdességeként szokás definiálni. A felszín és a meder érdességének megadására használt értéket Manning-féle érdességi együtthatónak nevezzük (Chow V.T. 1959). Az érdesség meghatározása érdekében tipizáltam a mintaterület különböző felszíneit. Erre a célra két módszert alkalmaztam. A város környezetének felmérése egy LANDSAT-8 OLI műholdfelvétel interpretálásával történt, míg a településen belül a műholdfelvétel

nem megfelelően részletes felbontása miatt egy World Imagery felvétel alapján manuálisan végeztem el a besorolást. PHILLIPS J.V. és TADAYON S. (2007) szerint a lehető legpontosabb együttható megadása érdekében ajánlatos a legnagyobb tapasztalattal rendelkező személyek eredményeire támaszkodni. Ennek okán az általam meghatározott 20 felszíntípust a CHOW V.T. (1959) Open-channel hidraulics című könyvében találhatókkal és a hozzájuk rendelt együtthatókkal azonosítottam.

A geometriai keret felsorolásban említett összetevőit a HEC-GeoRAS képes a HEC-RAS számára értelmezhető csomaggá egyesíteni. A DDM és a Mannig-féle érdességi értékek is ebben a programban konvertálódnak (MERWADE V. 2012). Definiálásuk után topográfiai térképekkel, terepi felméréseimmel és Google Earth felvételekkel ellenőriztem, hogy a középvonalak, a partok, illetve az árterek határai a megfelelő helyen vannak-e. MERWADE V. (2012) szerint egy geometriai keret legfontosabb építőelemei a keresztmetszetek. A keret összes adatát nagyrészt ezeken keresztül kezeli a szoftver az áramlási számítások során. A lehető legnagyobb lefedettség érdekében manuálisan vettem fel őket. A korábban már említett World Imagery felvételt alkalmazva 8 híd, valamint a medrét elhagyó víz mozgására módosító hatást gyakorló épületek, mint blokkolt objektumok helyét digitalizáltam.

A HEC-RAS-ban a geometriai keret további pontosításokat igényelt. A hidak esetében pontos helyzetükön kívűl további adatokra is szükség volt. Határszelvényeikkel és további híd adatok (pl. hídpálya szélessége, magassága és a pillérek száma,) megadásával modellezhetjük őket (BONNER V. – BRUNNER G. 1996).

A 2010-es árvíz utáni felújításokról Sátoraljaújhely önkormányzata biztosított adatokat. A töltésmagasításokkal és parapetfalakkal megemelt töltések esetén a folyamkilométerekre megadott új magasságértékekkel egészítettem ki a geometriát. A létrejött, kibővített keretet használtam az átépítések sikerességének vizsgálatára.

A modellezéshez további nélkülözhetetlen adatok az árvíz idején a Ronyva Sátoraljaújhely-vízműtelep szelvényében mért vízhozamértékek. Ezeket az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság szolgáltatta 15 perces időléptékben. Futtatásaim során a Ronyva első és utolsó keresztmetszetét használtam határfeltételekként. Az előbbi esetén a Flow Hydrograph típusban a vízhozamadatokat, míg az utóbbiban Normal Depth típusban 0.001-t rögzítettem. A vízhozamértékeknél a korábban említett, két meder közötti megoszlási arányokat is figyelembe vettem.

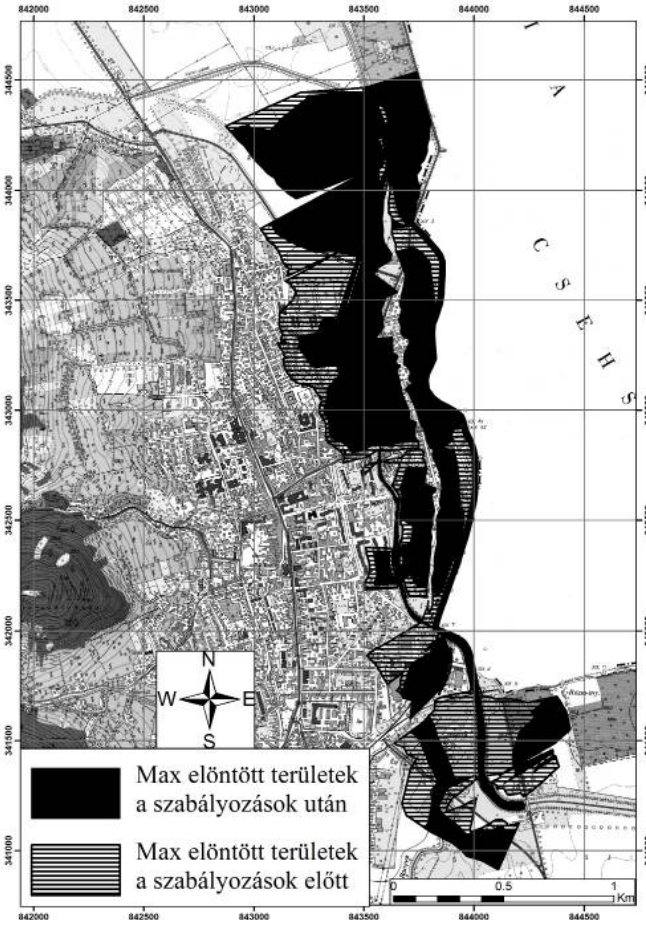
Változó áramlású futtatásaim során a 2010-es árvíz első, legnagyobb árhullámának vízhozamait emeltem ki a május 16. 00:00 és május 18. 24:00 közötti időpontban. A patak vízhozama ekkor érte el a maximum értékét (183 m^3/s), ezért esett a választásam rá. A fenti árhullámmal teszteltem a felújított töltéseket és parapetfalakat. Az összehasonlításhoz futtatott két modellnek így a geometriai keretében volt eltérés a felvett töltésmagasítások miatt.

A kapott eredményeket a HEC-GeoRAS segítségével dolgoztam fel az ArcGIS-ben térképi ábrázolásra. Az átépítések nélküli modell legnagyobb kiterjedését az önkormányzattól kapott 2010-es elöntési adatok alapján validáltam.

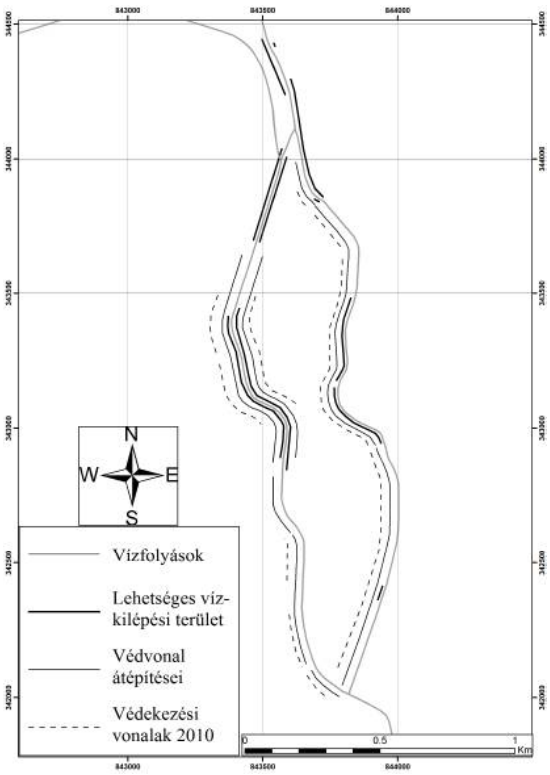
Eredmények

A fent említett két hidrológiai modell legnagyobb kiterjedését a futtatások után összehasonlítottam (*2. ábra*). Ezzel az átépítések eredményeit prezentálnám. A térképen a jobb összehasonlítás érdekében jelöltem a felújított töltések és parapetfalak vonalát. A munkálatoknak köszönhetően főleg az árapasztó jobb partjának északi részén csökkent a veszélyeztetett területek nagysága. Számszerűsítve 55,5 hektárral kevesebb terület kerülne víz alá manapság. Ennek ellenére a magasítások a modellek alapján nem jelentenének mindenhol biztonságot egy következő rekordárhullám esetén.

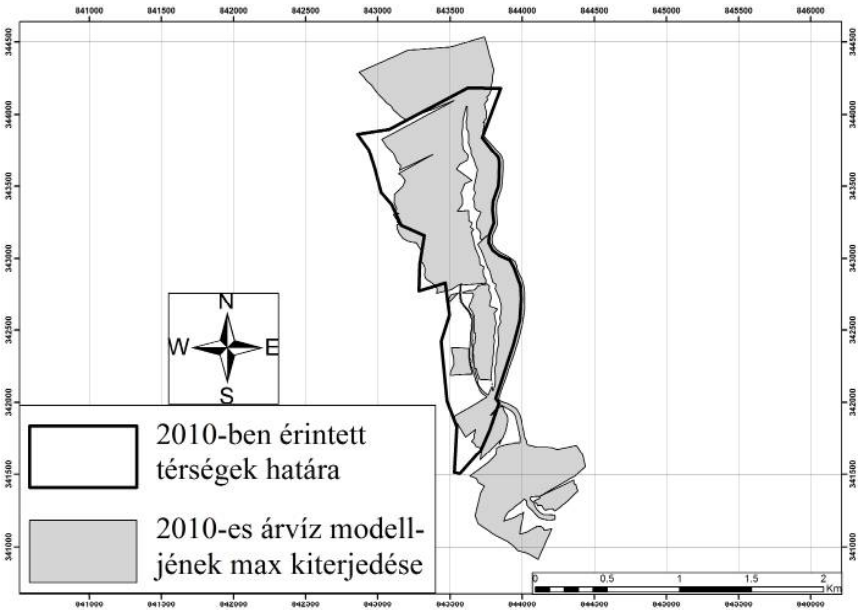
A munkám címében is megfogalmazott cél érdekében az ArcGIS-ben kijelöltem a lehetséges vízkilépés helyeit (*3. ábra*). Ezáltal a későbbiekben a vízszint emelkedésének kezdetén megjelölhetők az árvízi védekezés csomópontjai. Ennek az eredményein is érzékelhetjük, hogy a hirtelen érkező nagy vízhozamok miatt kialakuló, hatalmas vízállásokkal a megemelt töltések nehezen tudnak megbírkózni.



2. ábra Az átépítésekkel és nélkülük futtatott modellek maximális kiterjedése



3. ábra Az átépített töltések esetén a lehetséges vízkilépési területek, a védvonal átépítések és a védekezési vonalak 2010-ben



4. ábra A Ronyva hidrológiai modelljének validálása

A modell megbizhatósága miatt elsődleges volt annak validálása. Az önkormányzattól kapott adatok alapján lehatároltam a 2010-ben elöntött utcákat. A valós adatokkal történt ellenőrzés alapján a generált hidrológiai modellek biztosnak tekinthetők (*4. ábra*).

Összegzés

Vizsgálataim alapján a HEC-RAS szoftver kisvízfolyások hidrológiai modellezésére is alkalmas. A modellek elemzésével elősegíthetjük a minél hatékonyabb árvízi védekezést. Többek között meghatározhatjuk a lehetséges vízkilépési területeket és az elöntés nagyságát.

A fent említett lehetőségeken túl az árhullám levonulásának, a bizonyos nagyságú vízállások fennállásának időtartamát is kutathatjuk (Kovács S. 2013). Az árhullám gyors levonulása miatt a kutatás során ettől eltekintettem.

A jövőben a vízfolyásaink árvizei elleni védekezésben és a vízi építészetben a hidrológiai modellek egyre szélesebb alkalmazása várható.

A kutatást a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-16-0027) pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

Bonner, V. – Brunner, G. (1996): Bridge Hidraulic Analysis with HEC-RAS, Hydrologic

http://www.hec.usace.army.mil/publications/TechnicalPapers/TP-151.pdf

Chow, V. T. (1959): Open-channel hidraulics, McGraw-Hill, New York

Koncsos L. – Jolánkai Zs.– Kozma Zs. (2011): A WateRisk integrált vízkészlet-gazdálkodási modellrendszer egydimenziós hidrodinamikai almodelljének összehasonlító tesztelése a HEC-RAS modellel, Hidrológiai Közlöny, Budapest, 91(4)

Kovács S. (2013): Tisza-völgy hidrológiai sajátosságai, a folyó hidrodinamikai modellezése, Economica: A Szolnoki Főiskola Tudományos Közleményei, Szolnok, 6(2)

Merwade, V. (2012): Tutorial on using HEC-GeoRAS with ArcGIS 10 and HEC-RAS

https://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/georastutorial.pdf

Molnár GY. (2010): Ronyva-árapasztó 2010. évben árvízvédekezéssel érintett szakasza és műtárgyai rekonstrukciója, Engedélyezési terv, Műszaki leírás, ÉMOP–2010–3.2.1.F https://www.satoraljaujhely.hu/ronyvaarapaszto/files/muszaki_leiras.doc

Nagy Z. (2009): A Szamos folyó árvizeinek hatása a Tisza vásárosnaményi szelvényére, HEC-RAS 1D modell alkalmazásával, A Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Országos Vándorgyűlése, Baja.

Phillips, J. V. – Tadayon, S. (2007): Selection of Manning's Roughness Coefficient for Natural and Constructed Vegetated and Non-Vegetated Channels, and Vegetation Maintenance Plan Guidelanes for Vegetated Channels in Central Arizona, US Geological Survey, Reston, Virginia.

Pregun Cs. – Tamás J. – Bíró T. (1999): A HEC-RAS vízfolyásmodell agrárkörnyezetvédelmi szempontjainak vizsgálata a Berettyó folyón, Informatika a Felsőoktatásban, Debrecen.

Réti G. (2012): A Magyarországi Duna-szakasz szélsőséges árhullámainak vizsgálata 1D-s numerikus modell alkalmazásával, A Magyar Hidrológiai Társaság XXX. Országos Vándorgyűlése, Kaposvár.

Serf E. (1941): A Hernádvölgy és a Ronyva-patak 1940. évi árvize, Vízügyi közlemények, 23(1–2)

Szatmári J. (2013).: Hidrológia modellek I. Hidrológiai modellezés alapjai, Modellek a geoinformatikában.

Internet-1: US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-GeoRAS http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/