

Dobai, András<sup>1</sup> – Dobos, Endre<sup>2</sup>

# Szélsőséges csapadékterhelésre érzékeny vízgyűjtők meghatározásának módszertani fejlesztése

The methodological development of the definition of watersheds sensitive  
to extreme precipitation

## ABSZTRAKT

A villámárvizek jelenségének évenkénti rendszerességgel való visszatérése komoly terhet ró mind a település vezetői, mind az árvízi védekezésben résztvevők számára. A hegy- és dombvidéki térségekben kifejlődő viharok csapadékeseményei nemcsak a helyi, hanem a vízfolyás menti településekre is kihatnak. A jelenség előrejelzése és a levonulásának meghatározása rendkívül bonyolult feladat, így nagyban megnehezíti a felkészülést és az árvíz elleni védekezést. Jelen tanulmány egy korábban megkezdett módszertan továbbfejlesztését mutatja be, amely térképezési módszertan a villámárvízi jelenség tulajdonságait figyelembe véve hoz létre új állományokat, a térinformatika eszköztárainak segítségével. A módszertanhoz egy 5 m-es felbontású domborzatmodell és az abból származtatott lejtőmeredekség-állomány, valamint Sentinel műholdkép került felhasználásra, ArcMap 10. 4.1 környezetben, amely végül a gyakorlati tapasztalatok alapján összevetésre került a már meglévő kisvízgyűjtők állományával. A végeredményként kapott raszteres és vektoros állományok elemzésével meghatározhatók a villámárvíz levonulásakor legérzékenyebb területek az egyes részvízgyűjtőkön belül, ezzel is segítve a védekezést irányító védelmi szervek munkáját.

*Kulcsszavak: villámárvíz, kisvízgyűjtők, elméleti lefolyásmodellelés*

## ABSTRACT

The return of the phenomenon of flash floods on an annual basis is a serious burden for both the leaders of the settlement and the participants in flood defense. These precipitation events of the storms that develop in mountain and hill regions affect not only local settlements but also those along the rivers concerned. Forecasting the phenomenon and determining its deduction is an extremely complicated task, making it very difficult to prepare for and defend oneself against it. The present study provides a further development of a previously started methodology, which creates new GIS files, taking into account the major features of flash floods. As a result of the process, new raster and vector type GIS layers have been created, which may help to identify the most sensitive areas within basins in a case of flash flooding, thus supporting civil and water directories managing the protection.

*Keywords: flash flood, sub-basins, theoretical flow accumulation*

<sup>1</sup> PhD student, University of Miskolc, Mikoviny Sámuel Doctoral School of Earth Sciences, Miskolc, 06 46/565-111, ecodobai@uni-miskolc.hu

<sup>2</sup> Associate professor, University of Miskolc, Institute of Geography and Geoinformatics, Miskolc, 06 46/565-111, ecodobos@uni-miskolc.hu

## BEVEZETÉS

Hazánkban a villámárvizek kialakulása a hegy és dombvidéki területekhez köthető. Ritkábban kialakulhat a tavaszi hirtelen hóolvadásból, ám gyakrabban a konvektív zivatarláncok feláramlási zónáihoz kapcsolható (Horváth, 2007). Számuk az utóbbi évtizedekben egyre gyakoribb, hatásuk pedig komoly kárt okoz mind a természeti, mind az épített infrastruktúrában. A viharok kialakulása és a vihart okozó jelenségek rendkívül összetett meteorológiai folyamatok. Előrejelzésük a hiányos megfigyelő rendszerek okán nagy bizonytalansággal bír (Balatonyi, 2015). Az érintett településeken a vihar okozta villámárvizek ún. helyi vízkárt okoznak, jelentős anyagi és pszichológiai terhet róva az árvízi jelenség ellen védekező önkormányzatokra, valamint a lakosságra. Az árvízi jelenségre való felkészülési időelőny a nagyvízi mederben lejátszódó árvízi védekezéshez képest elenyésző. A műszaki paraméterekkel jól leírható nagyvízi árhullámok ellenében a villámárvíz esetén ezekről a jellemzőkről nincs megfelelő szintű tudás, így a felkészülés és megelőzés érdekében új, modern szempontok bevezetésével kell vizsgálni a jelenséget. Habár a hegy és dombvidéki vízgyűjtőkben lejátszódó villámárvíz (hivatalos vízügyi megnevezése szerint helyi vízkár) események leírásai komoly hazai szakmai múlttal rendelkeznek (Kaliczka, 1998; Szlávik et al., 2007; Pirkhoffer et al., 2013), az Észak-Magyarországi régióban található kisvízgyűjtőkre alkalmazott ilyen jellegű kutatások csekély számban készültek. A kisvízgyűjtők területeit nehéz nagy méretarányban térképezni, így egyes területekről nem állnak rendelkezésre digitális térképi állományok sem, így a védekezést irányítók számára fontos a jelenséggel kapcsolatos kutatások ismerete. Jelen tanulmány a felszínborítás térképezésének módszertanát ötvözi távérzékelési módszertannal, a kapott eredményeket pedig a gyakorlati árvízi védekezési tapasztalatok és a részvízgyűjtők állományának segítségével validálja. A kapott állomány segítségével szűkíthetők és skálázhatók a villámárvízre érzékeny részvízgyűjtők. A módszertan célja, hogy bővítse a jelenséggel kapcsolatos műszaki tudást és hozzájáruljon a felkészülési idő növeléséhez, a védekezés kiépítéséhez. A mintaterület a Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található Nyögő-Harica patakok vízgyűjtői, ahol az elmúlt 10 évben, a 2017-es évtől eltekintve, minden évben történt villámárvizet okozó csapadékesemény.

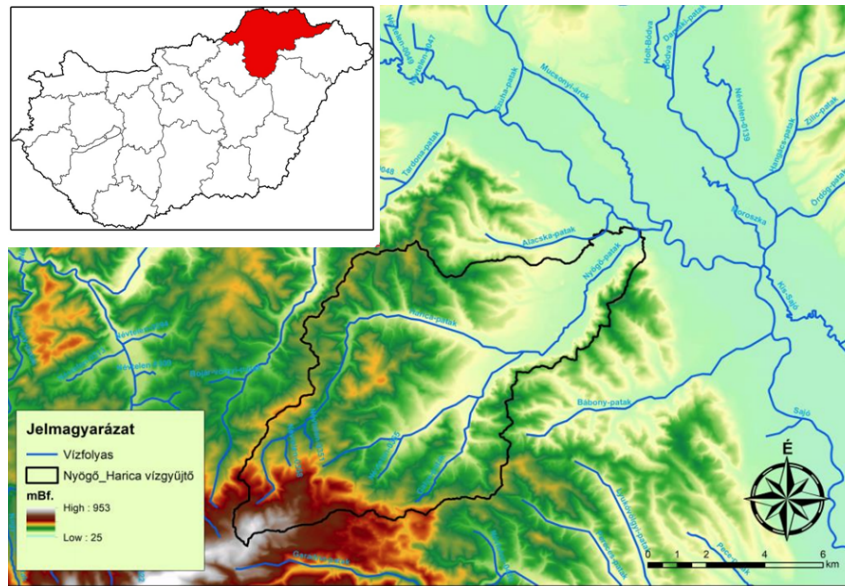
## MÓDSZEREK

### A mintaterület természetföldrajzi leírása

A mintaterület jelentős hányada az akadémiai tájbeosztás szerint a Bükk északi heglábfelszínén a Bükkkláb egyik kistáján, a Tardonai-dombságon helyezkedik el (1. ábra). Ny-i része átnyúlik az Északi-Bükkbe, míg északkeleten a Sajó-völgye határolja (Dövényi, 2010).

A táj jelenkori felszínének arculatát nagyban meghatározták a negyedidőszak eseményei. Nyugaton áttelepített vörösagyag foltokban borítja a felszínt, majd kelet felé haladva az agyagtartalom csökkenésével homokos, kavicsos üledékek a számottevők (Kozák & Püspöki, 1995), illetve a tufák eltérő mállásának és aprózódásának köszönhetően kialakult homokos, kavicsos lejtőüledék (francia megnevezése: grézes litées) (Kozák & Püspöki, 1995; Pinczés et al., 1993).

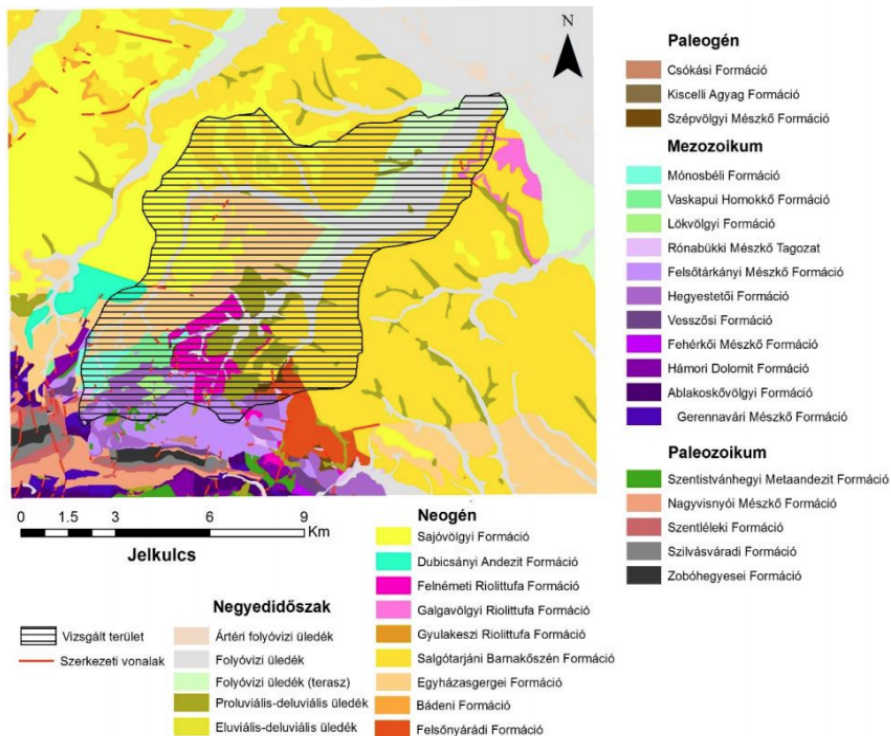
1. ábra: A terület elhelyezkedése  
Figure 1: Location of sample area



Forrás: A Hydrodem állománya alapján, készítette Dobai András, 2021/  
Made by András Dobai Based on Hydrodem, 2021

A pleisztocén jégkörnyéki (periglaciális) éghajlatán a heglábfelszín átalakult. A jégkorszakokban (glaciálisokban) a fagyaprózódás útján történő lepusztulás, míg a jégkorszakközökben (interglaciálisokban) a megnövekedett csapadék okozta lineáris erózió és a mállás volt meghatározó (Dobos, 2002).

2. ábra: A mintaterület földtani felépítése  
Figure 2: Geological structure of the sample area



Forrás: Magyarország földtani térképe 1:100000 /  
Source: Geological map of Hungary 1:100000

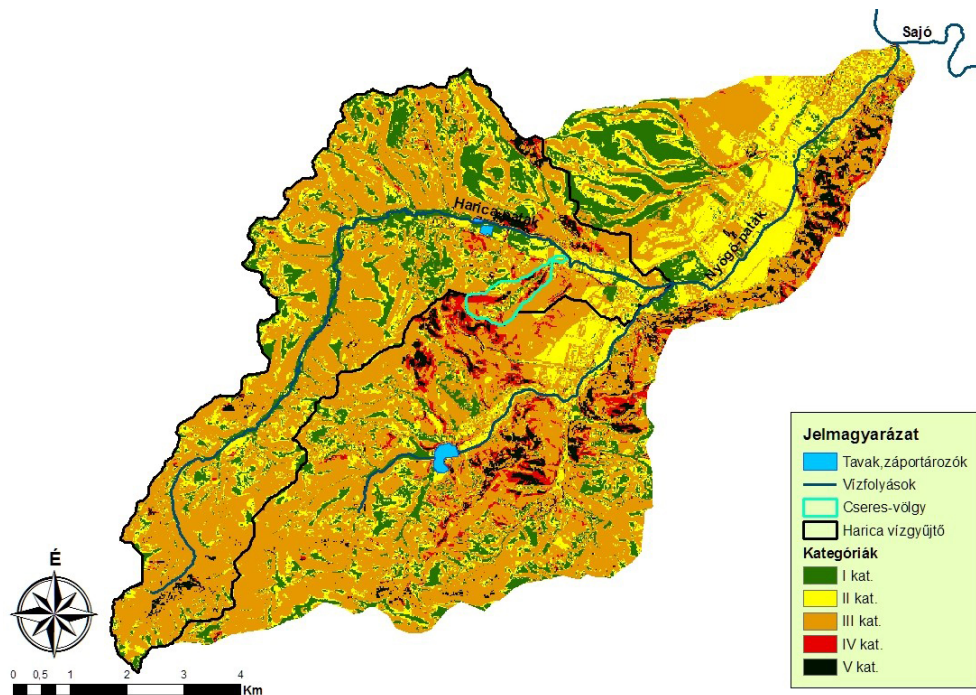
A természetes erózió mértéke jelenleg is jelentős. A Tardona-patak vízgyűjtőjének völgy­sűrűsége 3,1 km/km<sup>2</sup>, a dombság átlagos vízfolyás sűrűsége 2,7 km/km<sup>2</sup> (Baros et al., 2001). A völgyhálózat a fő szerkezeti DNy-ÉK-i irányokat jelölik ki. Az átlagos relatív relief mértéke 105 m/km<sup>2</sup>, a Sajó-völgyével határos területeken 80 m/km<sup>2</sup>, míg a nyugati peremi részeken akár a 120 m/km<sup>2</sup>-t is eléri (Hajdú-Moharos & Hevesi, 1997). A vizsgált terület mérsékelt hűvös – mérsékelt száraz éghajlatú. A lehulló évi csapadék mennyisége 550–600 mm között változik, a hótakarós napok átlaga 45 nap körül alakul, a hótakaró átlagos vastagsága 18–22 cm, a délies kitettségű domboldalakon előbb megindul az olvadás, míg az északias lejtőkön tovább megmarad a hó. A terület uralkodó széliránya nyugati és a keleti, amely a domborzathoz igazodik, az átlagos szélesség 2,5 m/s (Pécze­ly, 2006). A lehullott éves csapadék mennyisége széles sávban változhat. A legszárazabb év (1917) csapadéka mindössze 329 mm volt, a legcsapadékosabb év a 2010-es, amikor 1166 mm csapadék hullott, azonban a terület egészére az elmúlt 30 évben a trendszerű csapadéknövekedés jellemző. A csapadékos napok száma 1985 és 2016 között 97 és 185 nap között változott. Részletesebb, havi felbontású adatok a 2010–2020 közötti időszakra állnak rendelkezésre. Az éven belüli legcsapadékosabb időszak a nyár elejére június-júliusra esik, a villámárvizeket okozó viharok kialakulása azonban április és májustól előfordulhat. A rendelkezésre álló adatok alapján a közelmúlt legnagyobb villámárvízzel járó csapadékeseményei 2019. évben történtek, amely során a napi csapadékmennyiségek 32mm (május 25.), 91,3mm (június 23.) és 76,8mm (augusztus 13.) voltak (Országos Meteorológiai Szolgálat, 2021). A vizsgált területen 10 vízfolyás vízrendszere található, melyek a Sajó vízgyűjtő területéhez tartoznak. Északról haladva a Bán-patak közvetlenül, a Bojár-völgyi-patak a Tardona közvetítésével, a Galya- és a Harica- a Nyögő-patakba torkolva éri el a Sajót. A vízjárást és vízhozamot befolyásoló faktorok esetében mérsékelt karsztos kiegyenlítő hatással, fokozott szélsőségekkel kell számolni (Pécze­ly, 2006). A Tardonai-dombság több mint felét gyepvegetáció, közel negyedét erdő borítja. A gyepeket főként a csenkeszes (*Festuca*), nádtippanos (*Calamagrostis*) és perjés (*Brachypodium*) foltok adják. Közel 10 erdőtípust lehet megkülönböztetni, két jelentősebb társulás cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cer-ris*) (erdők 43%) és az öt magasabb régióban felváltó gyertyános-tölgyes (*Carici pilosae-Carpinetum*) (erdők 33%). A vegetációt az ember a középkorra teljesen átalakította, a társulások széttöredeztek (fragmentálódtak) (Szirmai & Czóbel, 2008).

## Felhasznált anyagok

A tájhasználatot és lejtőtulajdonságokat magában foglaló állomány létrehozásához először a Harica- és Nyögő-patakok vízgyűjtőjének 5m-es felbontású domborzatmodelljét (HydroDem) felhasználva lejtőmeredekség állományt hoztam létre. Ezt követően a térképet tovább osztályoztam a mezőgazdasági művelhetőség (<5%, 5–12% stb.) szerinti kategóriákra, amelyre azért volt szükség, hogy következtetni tudjunk a felszín bolygatottságára mértékére az egyes kategóriákon belül (Horoszné Gulyás, 2012). Ezek után az Európai Űrügynökség (ESA) Copernicus elnevezésű programjához tartozó, Sentinel (Sentinel 2B, felvétel dátuma: 2019. 09. 22.) műholdak által készített multispektrális felvételeket töltöttem le, majd az ArcMap 10.7 Classification eszköztár segítségével jellemző

tréning területeket határoltam le a felvételeken és ún. irányított osztályozást (supervised classification) hajtottam végre. Ennek lényege, hogy a felhasználó végzi el a jellemző képpontok csoportokba való kijelölését (klaszterezés) és szervezését. A kijelölés történhet korábbi felmérések vagy terepi munka tapasztalatai alapján is. Ezeket a klasztereket használják fel később a szoftverbe implementált matematikai-statisztikai módszerek (Seres et al., 2011). Jelen kutatás során a kijelölést a jellemző felszínborítási egységek (erdő, szántó, rét, víz és beton felületek stb.) alapján végeztem el. Ezután a két térinformatikai réteg attribútumtábláit olyan nagyságrendű értékekkel láttam el (1, 10, 100 stb.), amelyből láthatóvá válik az egyes kategóriák közötti nagyságrendi különbség a csapadékvisszatartási képesség tekintetében. Például azonos kiterjedés esetén egy síkvidéken lévő erdő alacsonyabb értéket kap, mint egy lejtővállon vagy dombtetőn elhelyezkedő. Az eredményül kapott 5m-es felbontású állományok adattábláit az ArcMap raster calculator funkciójában összeszoroztam, valamint a legfontosabb illeszkedés érdekében, a preferences alponthban a HydroDem került megadásra. Az eredményül kapott állományt pedig öt kategóriára osztottam (3. ábra) aszerint, hogy milyen mértékben járulhatnak hozzá a felszíni lefolyáshoz villámárvízi eseménykor (Dobai, 2021). Mivel a multispektrális állomány a tájhasználati, a lejtőmeredekség-állomány pedig a domborzat modellel együtt a lejtő tulajdonságokat is magukban foglalják, így az eredményül kapott kategóriákhoz tartozó területek a sokrétű felszíni tulajdonságokon keresztül meghatározhatják a veszélyeztetettség mértékét. Az egyes kategóriához tartozó területek méreteit, illetve a jellemző lejtő- és tájhasználati típusokat pedig az 1. táblázatban foglaltuk össze.

3. ábra: A mintaterület felszín- és lejtőtulajdonságait magában foglaló térképe  
Figure 3: Map of the plot area, including landscape and slope features



Forrás: Dobai András, 2021  
Source: András Dobai, 2021

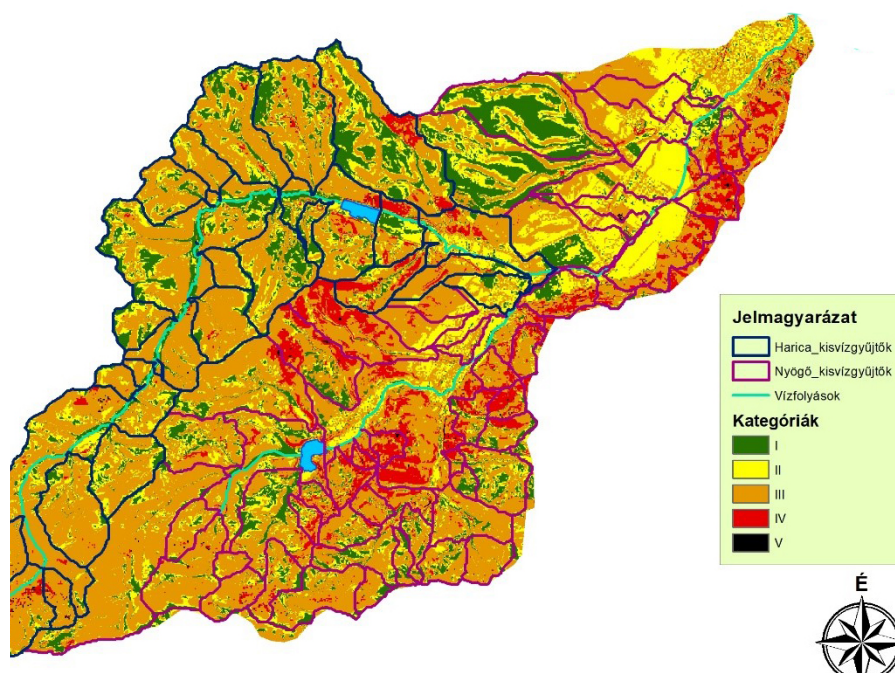
1. táblázat: A 3. ábra tájhasználati egységeinek méretei a Harica-Nyögő patakok vízgyűjtőjén belül  
 Table 1: Size of landuse units (based on Figure 3) within the catchment of Harica-Nyögő's streams

Veszélyeztetettségi kategóriák	A felszíni lefolyáshoz való hozzájárulás mértéke	A terület nagysága (km <sup>2</sup> )	Jellemző lejtő és tájhasználat típusa
I.	csekély	22,1	erdő, patak menti ligeterdők
II.	általános	14,6	lejtővállak, szántók
III.	közepes	32,05	erdős lejtőoldalak, irtások, rétek, legelők
IV.	jelentős	6,4	meredek falú, kopár felszínek
V.	extrém	4,2	betonfelszínek, meredek kopár területek
	összesen	<b>79,35</b>	

Forrás: Saját táblázat  
 Source: original table

Végül a könnyebb értékelhetőség végett az Arcmap Hydrology eszköztárán belül található modulok segítségével elméleti lefolyáshálózat-állományt hoztam létre. Ennek során először a domborzatmodellben található esetleges felszíni hibákat, lokális mélyedéseket kitöltő parancsot (fill) alkalmaztam, majd meghatározásra kerültek a lefolyásirány (flow direction) és lefolyásösszegyülekezés (flow accumulation)- állományok is. A lefolyási hálózat kialakításakor (stream order) a Stahler-féle rendűségi térképet hoztam létre abból a célból, hogy elemezni tudjuk a vízgyűjtőn belül található víz- és völgyhálózatot (Horton, 1945). Ezt követően a lefolyáshálózat által meghatározott kifolyási pontok alapján a mintaterület részvízgyűjtőit (watershed) is meghatároztam (Yanli et al., 2011). Végül a raszteres és vektoros állományokat egy felületen egyesítettem (4. ábra).

4. ábra: A mintaterület táj- és lejtőtulajdonságait magába foglaló térképe  
 Figure 4: Map of the plot area, including surface properties and small catchments



Forrás: Saját szerkesztés  
 Source: original map

## EREDMÉNYEK

Az eredményül kapott állományok elemzése alapján meghatározhatók az egyes vízgyűjtőkön belül (Harica,- Nyögő-patak) a legrosszabb tájhasználati és lejtőtulajdonságokkal rendelkező részvízgyűjtők. A kategóriákhoz tartozó területek adottságai alapján következtetni lehet az egyes vízgyűjtők főbb lefolyási tulajdonságaira és arra, hogy milyen súllyal lehet részt venni a vízháztartási körfogásban a térségre jellemző átlagos és extrém (napi 25–30 mm vagy afeletti) csapadékterhelés esetén. Az I. és II. kategóriákhoz jellemzően a jó felszínborítási adottságokkal (vízfolyások menti ligeterdők, platók erdői, tisztások stb.) és kedvező lejtőtulajdonságokkal jellemezhető területek (csekély lejtésű szántók, legelők stb.) tartoznak (Dobai, 2021). Ezen területek erdői a vegetáció évszakos váltakozásának megfelelően, még a szélsőséges csapadék események ellenére is tompíthatják a villámárvíz hatásait, illetve az általános evapotranspirációs szabályok szerint vehetnek részt a hidrológiai ciklusban (Balatonyi, 2015). A III. kategóriába nagyrészt lombkoronával rendelkező erdős területek tartoznak, azonban a meredekség tekintetében a lejtővállak, lejtőoldalak szerepe egyre meghatározóbb, így ezen területek szerepe kettős lehet egy villámárvíz esetén a talajnedvesség-telítettségének és a vegetációs időszak függvényében. A IV és V. kategóriák területeinél egy átlagosnál nagyobb csapadék esetén (pl. nagyobb záporok vagy konvektív rendszerek viharainak csapadékai) már számolni kell a felszíni beszívárgás jelentős csökkenésével, illetve annak elhanyagolható mértékével (Dobai, 2021). E területekre a villámárvízi védekezés során kiemelt figyelmet kell fordítani; különösen, ha az egy adott település felett helyezkedik el, emellett lehetőség szerint javítani szükséges a kisvízgyűjtő tájhasználati típusán az árvízi időszakon kívül. Ezek alapján a vízgyűjtőben található szélsőséges csapadékterhelésre érzékeny részvízgyűjtők lokalizálhatók a 4. ábra segítségével.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Általánosságban elmondható, hogy a Nyögő- és a Harica-patak vízgyűjtő területeinek mezőgazdasági művelése, valamint a környező települések szerkezetében történt változások okozta fragmentálódás kedvezőtlenül hathat a felszíni lefolyási viszonyokra (Kiss & Bugya, 2014). Továbbá jellemző, hogy a szántóföldi művelésre alkalmatlan területeken, ahol gyümölcsösök és felhagyott szőlők vagy egyéb nyílt fedetlen területek találhatóak, tovább bonthatják a tájszerkezeti elemek egységét és hozzájárulhatnak a vonalas erózió erősödéséhez, kedvezve ezzel az időszakos vízfolyások kialakulásának (Kaliczka, 1998). Ezen hatásokat csak részben képesek ellensúlyozni a módszertanban bemutatott I-II. kategóriába tartozó erdős területek, továbbá kedvezőtlen csapadékterhelés esetén a III-V. kategóriák a lejtő tulajdonságaikból fakadóan kedvezőtlen irányba befolyásolják a felszíni lefolyás erejét. Ebből következően a fent említett területekhez tartozó részvízgyűjtők vizsgálata elengedhetetlen a környező településeket érintő árvízvédelmi módszertan kialakításához. Ilyen részvízgyűjtő a fentebb leírt, szélsőséges felszíni tulajdonságokkal rendelkező, a Harica jobb parti völgyében elhelyezkedő Cseres-völgy kékkel jelölt területe (3. ábra), amely a további kutatások tárgyát fogja képezni. A völgy szerepe a villámárvizek levezetésében jelentős, az árhullámok döntő része a Cseres-völgyből érkezik.

Ezt a tényt a Kondó településhez kapcsolódó gyakorlati árvízvédelmi tapasztalatok és kárfelvételi jegyzőkönyvek is megerősítik. A jelen kutatás eredményként létrehozott állomány értékei a további kutatások eredményei, illetve a Manning-féle érdességi együtthatókkal helyettesíthetők (erdő-rét: 0,3–0,4, köburkolat: 0,1–0,15, stb.) pontosíthatók. A felszíni lefolyási tulajdonságok pedig az NDVI (normalizált vegetációs index) és a topológiai nedvesség index (TWI) segítségével tovább finomíthatók (Saleh et al., 2019).

Jelen tanulmány újdonságát az adja, hogy a mintaterületen először került összevetésre és ellenőrzésre a tájhasználat és a lejtőtulajdonságok villámárvízi jelenségre gyakorolt hatása. A távérzékelési és térinformatikai eszközök ötvözésének eredményeként kapott állományok felhasználhatók azoknak a kritikus tulajdonságú részvízgyűjtők meghatározásához, amelyek döntő szerepet játszanak egy konvektív zónában kialakuló viharok nyomán kialakult villámárvizek levezetéséhez. Az árvízi védekezés során készített jegyzőkönyvek és a domborzatmodell alapján készített vízgyűjtőállomány segítségével pedig a kapott eredmények ellenőrizhetők. A módszertan felhasználásával szűkítésre került az esetleges veszélyes kisvízgyűjtők száma és helye, azonban a kisvízgyűjtők lefolyási tulajdonságainak pontosításához további adatbázisok (korábbi felmérések anyagai) feldolgozására, valamint terepi mintavételezésre van szükség. A módszertan alkalmazása során megjegyzendő, hogy a domborzatmodellben fellelhető esetleges interpolációs hibák egyes esetekben félrevezető adatot adhatnak, így a terepi bejárás és ellenőrzés ajánlott (Józsa et al., 2014). Összességében elmondható, hogy a vizsgált kisvízgyűjtő tájhasználati és felszíni tulajdonságai jól leírhatók, azonban az árvízi védekezés kiépítéséhez szükséges időelőny eléréséhez fontos lenne egyes területek esetében (IV–V. veszélyeztetettségi kategóriájú területek) a mielőbbi tájhasználat javítása (fásítás, mezőgazdasági tevékenységek korlátozása, jogi korlátozások alkalmazása stb.). Ezek az intézkedések nagyban hozzájárulnának a települések infrastruktúrájában keletkező károk csökkentéséhez. A további kutatások a Harica völgyén belül a Kondó település környezetében feltárt kisvízgyűjtők völgy karakterisztikai és talajtani leírására korlátozódik.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Saleh, A., Yuzir, A., & Abustan, I. (2019). Flash Flood Susceptibility Modelling: a Review. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 712. 3rd National Conference on Wind & Earthquake Engineering and International Seminar On Sustainable Construction Engineering, 12–13 July 2019, Kuala Lumpur, Malaysia*. IOP Publishing Ltd.
- Balatonyi, L. (2015). *Árvízhozam előrejelzés optimalizálása középhegységi és dombvidéki kisvízgyűjtőkre* [PhD-értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Földtudományok Doktori Iskola].
- Baros, Z., Homoki, E., & Juhász, Cs. (2001). *Bányászati hatások vizsgálata a Tardona-patak vízgyűjtőjén* [OTDK-dolgozat, Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék].
- Dobai, A., & Dobos, E. (2021). Kisvízgyűjtők tájhasználati térképezésének módszertani fejlesztése, a villámárvizek elleni védekezés céljából. In Molnár, D., & Molnár, D. (szerk.), *Absztraktkötet. XXIV. Tavaszi Szél Konferencia* (pp. 195–196). Doktoranduszok Országos Szövetsége.



- Dobos, A. (2002). A Bükkalja II. Felszínalaktani leírás. In Baráz, Cs. (szerk.), *A Bükki Nemzeti Park* (pp. 217–227). Bükki Nemzeti Park Igazgatóság.
- Dövényi, Z. (szerk.) (2010). *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet.
- Hajdú-Moharos, J., & Hevesi, A. (1997). A kárpát-pannon térség tájtagolódása. In Karátson D. (szerk.), *Pannon Enciklopédia. Magyarország földje* (pp. 274–284). Kertek 2000 Könyvkiadó.
- Horoszné Gulyás, M. (2012). *Térinformatikai módszerek alkalmazása a vízgazdálkodás területén* [PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem].
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, *GSA Bulletin* 56(3), 275–370. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2)
- Horváth, Á. (2007). A mezoskálájú folyamatok szerepe a konvektív felhőképződésben. In Weidinger, T., & Geresdi, I. (szerk.), *32. Meteorológia Tudományos Napok* (pp 83–94). Országos Meteorológiai Szolgálat.
- Józsa, E., Fábrián, Sz. Á., Varga, G., & Varga, T. (2014). Meredek lejtőkkel elválasztott sík felszínnek domborzatmodellezésének sajátosságai dunai magaspartok példáján. *Modern Geográfia*, 9(2) 1–20.
- Kaliczka, L. (1998). *Hegy és dombvidéki vízrendezés*. Eötvös József Főiskola.
- Kiss, K., & Bugya, T. (2014). Nyílt forrású térinformatikai rendszerek használata az ökológiai térképezésben és elemzésben. *Modern Geográfia*, 9(4), 51–62.
- Kozák, M., & Püspöki, Z. (1995). Correlative relationship between denudational periods and sedimentation in the forelands of the Bükk Mts. (NE Hungary). In *Proceedings of CBGA XV. Congress* (pp. 340–345). Carpathian-Balkan Geological Association.
- Országos Meteorológia Szolgálat. (2021). Exceles adatbázis a hivatalos adatszolgáltatótól.
- Péczy, Gy. (2006). Magyarország éghajlata. In Péczy, Gy. *Éghajlattan* (pp. 258–284). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Pinczés, Z., Martonné, E. K., & Dobos, A. (1993). Eltérések és hasonlóságok a hegyláb felszínének pleisztocén felszínfejlődésében. *Földrajzi Közlemények*, 16(3), 149–162.
- Pirkhoffer, E., Czigány, Sz., Balatonyi, L., Lóczy D., & Hegedűs, P. (2013). A talajnedvesség és a talajvastagság hatása a lefolyási viszonyokra a mecseki Sás-patak vízgyűjtőjének példáján. *Tájökológiai Lapok*, 11(1), 105–123.
- Seres, A., Vágó, J., & Hegedűs, A. (2011). Alkalmazott térinformatika [online tananyag]. <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/8569>.
- Szirmai, O., & Czóbel, Sz. (2008). Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII. konferencia. (Gödöllő, 2008. február 29. – március 2.) előadásainak összefoglalói. *Kitaibelia*, 13(1), 94–198.
- Szlávik, L., & Kling, Z. (2007). *Nagycsapadékok és helyi vízkár-elhárítási események előfordulása hazánkban*. MHT Országos Vándorgyűlés kiadványa.
- Yanli, Z., Matthew, W., McBroom, J. G., & Kuai Hung, I. (2011). Snapping a Pour Point for Watershed Delineation in ArcGIS Snapping a Pour Point for Watershed Delineation in ArcGIS Hydrologic Analysis. <http://www.faculty.sfasu.edu/zhangy2/download/Snapping%20a%20Pour%20Point%20forWatershed%20Delineation.pdf>

## Egyéb források

<https://www.copernicus.eu/hu/kopernikusz-program/kopernikusz-rovid-ismertetese>

*Ez a mű a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Ne változtasd! 4.0 nemzetközi licen-  
ce-feltételeinek megfelelően felhasználható. (CC BY-NC-ND 4.0)*

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

*This open access article may be used under the international license terms of Creative Commons  
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0)*

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

