

Koch Dániel¹ – Schneck Tamás² – Zsuffa István³

Árhullámmérések a Kelet-Mecsekben

Flood Measurements in the East-Mecsek Mountains

A globális klímaváltozás hatására a hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkön bekövetkező árvízi katasztrófák számának növekedését valószínűsítjük. Ezért felmerül az igény ezen események és folyamatok pontosabb megismerésére, a várható veszélyhelyzet előrejelzésére. Mivel a csapadék és lefolyás kapcsolata egy igen bonyolult hidrológiai folyamat, megértése a befolyásoló tényezők folyamatos megfigyelését, monitoringját igényli. Ennek érdekében a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kara hallgatóival és oktatóival egy jól szervezett, gyakorlott csapatot állított fel a Völgységi-patak felső, hegyvidéki szakaszán található Várvölgyi-patak vízgyűjtőterületének vizsgálatára. A kutatócsoport munkálatait adaptív módon néhány heves csapadékeseményhez igazítottuk, így lehetőségünk nyílt a gyors lefolyású árhullámok vizsgálatára. A mérési eredményekből kiderült, hogy egy-egy csapadéktevékenység hatására, mekkora és milyen gyors lefolyású árhullámok keletkeztek. Írásunkban a vizsgálatainkból levont következtetéseinket mutatjuk be, amelyek elősegítik a térség lefolyási viszonyainak megismerését.

Kulcsszavak: klímaváltozás, villámárvíz, árhullám, vízgyűjtőfeltárás, monitoring

As a result of global climate change, an increase in the number of flood disasters is predicted on hilly and mountainous catchments. Accordingly, a need has emerged for a more accurate understanding and prediction of these phenomena. Since the link between precipitation and runoff is a very complicated hydrological process, its understanding requires continuous monitoring of the influencing factors. To facilitate this, the National University of Public Service, Faculty of Water Sciences set up a well-trained team of teachers and students for exploring the catchment of the Várvölgyi creek, which can be found on the upper, mountainous part of the Völgységi creek. The activities of the research team were adaptively adjusted to some violent rainfall events, which enabled the investigation of flash floods. Based on the monitoring results, the volume, shape and

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi tanársegéd, koch.daniel@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-0944-1828

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, tudományos segédmunkatárs, schneck.tamas@vituki.eu, ORCID: 0000-0001-8782-5539

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, má. főiskolai docens, zsuffa.istvan@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-1129-8397

runoff time of rainfall generated flood waves have been determined. Conclusions drawn from our investigations have taken us closer to fully understanding runoff conditions on the selected catchment.

Keywords: *climate change, flash flood, flood, catchment exploration, monitoring*

Bevezetés

Az utóbbi évek tapasztalatai alapján kijelenthetjük, hogy a szélsőséges időjárási jelenségek száma megnőtt, amelyet a globális klímaváltozásnak tulajdonítunk.⁴ Sajnos ezek az időjárási extrémítások egyre gyakrabban érintik Magyarországot, így káros hatásaik által okozott problémákra megoldásokat kell találnunk.⁵ Nagy folyóinkon már működnek az előrejelző rendszerek, gyors modellekkel le tudjuk képezni a várható vízállásokat több nappal az esemény bekövetkezése előtt. A kisebb hegy- és dombvidéki vízgyűjtők úgynevezett villámárvizeinek előrejelzése még meghaladja a képességeinket.⁶ A hegy- és dombvidéki vízgyűjtők, illetve részvízgyűjtők nagy eséssel szabályozatlan, sok esetben ősmederrel rendelkező vízfolyásai, monitoring rendszer hiányában méretlen vízgyűjtők kategóriájába tartoznak.⁷ A patakok árhullámainak időbeli alakulása, reakcióideje a csapadékeseményekre sok esetben ismeretlen. A monitoring rendszer hiánya mellett a komplex hidrológiai, hidraulikai, talajtani és egyéb folyamatok pontos ismeretének hiányát érdemes kiemelni. Ezek nélkül a modellezés, így az előrejelzés sem valósítható meg a kívánt biztonsággal. A vízgyűjtőn keletkező árhullámokat a méretlen vízgyűjtőkön csak expedíciós mérésekből ismerhetjük meg.

A kutatási területünk a Völgységi-pataknak jelentős vízhozamú és nagy esésű mellékága a Várvölgyi-patak. A patak vízgyűjtőjén található a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Karának Lászlóffy Woldemár Hidrometriai mérőtelepe és egyben kutatási területe is. A felállított mérőcsapat 2018. július 19–26. közötti időszakban hajtott végre vízgyűjtőfeltárási munkálatokat a Völgységi-patak felső hegyvidéki vízgyűjtőjén. A kiegészítő programot néhány heves zivatar módosította, így lehetőségünk volt a csapadékeseményekből keletkező árhullámok megfigyelésére és folyamatos mérésére. Méréseink célja a Várvölgyi-patakon kialakuló árhullámok időbeli alakulásának és a vízállás-vízhozam összefüggés felállításának. A mért és feldolgozott adatokból következtetéseket vontunk le a vízgyűjtő tározási és lefolyási viszonyairól.

A kutatási terület bemutatása

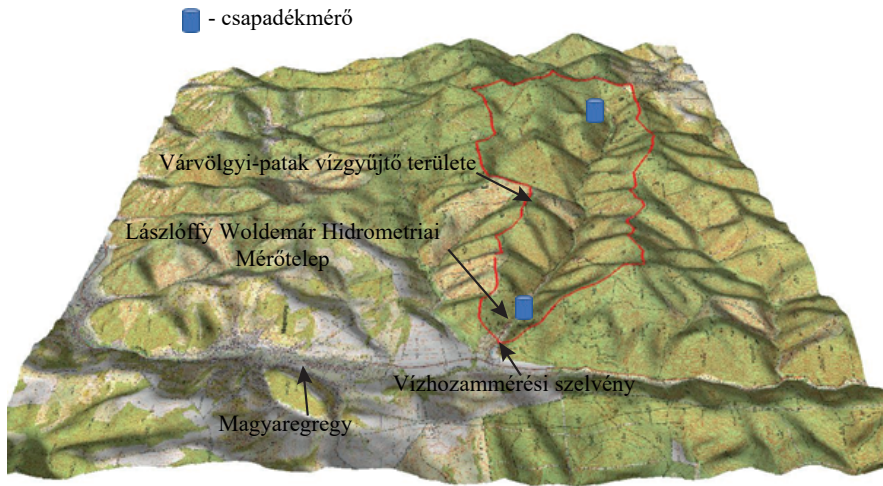
A Völgységi-patak a Kelet-Mecsekből Szászvár, Bonyhád érintésével a Sióba szállítja vizeit. A vízgyűjtő jelentős áradásokat képes produkálni, amelyek helyi vízkárokat okoznak a völgyben fekvő településeken és külterületi értékekben. A Magyaregregy felett található forrásvidéken a Völgységi-patak mellékágai közül a Várvölgyi-patak mondható a legjelentősebbnek.

⁴ KUTI-FÖLDI 2012.

⁵ KUTI-NAGY 2015.

⁶ BALATONYI 2015.

⁷ ZSUFFA 1997.



1. ábra. Várölgyi-patak vízgyűjtőterülete

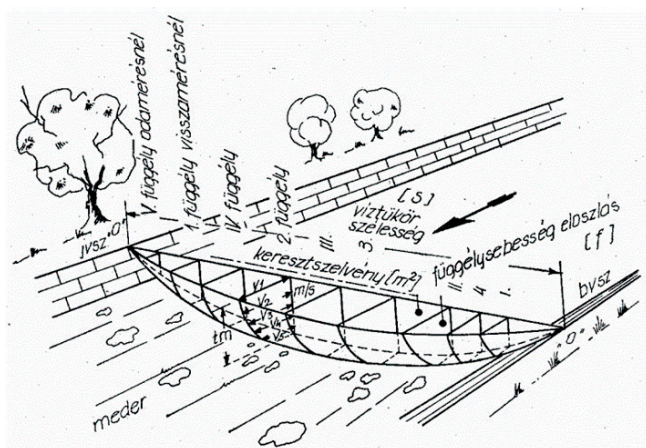
Forrás: a szerző szerkesztése

A Várölgyi-patak 4,76 km hosszú és 5,8 km²-es vízgyűjtő területéről gyűjti össze a vizet. A patak forrásától a torkolatig 195,1 m szintkülönbséggel rendelkezik, így a vízfolyás esése közel 40,1%. Száraz időszakban sem szárad ki, tartós kisvize igen kicsi. Gravélius mutatója 1,518, a Horton mutató pedig 3,29. Jelentős mellékága a Somos-patak, amely 1,2 km²-es vízgyűjtőjéről gyűjti a vizeket. A vízgyűjtő geológiai értelemben igen gazdag, sokféle kőzetből felépülő hegyláncok legérdekesebb része a mészkőrétegekben létrejött karszt képződmények. A felszínen az alapkőzetre rakodva a löszön közép kötött agyag és agyagos vályog talajok találhatóak.⁸

Anyag és módszer

Az árhullámok vízállás-vízhozam méréséhez a torkolat feletti 0+400 szelvényben választott burkolt mederszakaszt választottuk. A meder gondos kitakarítása után vízmércét telepítettünk és kialakítottuk a mérőszelvényt. A vízhozamot terület-sebesség elvén alapuló módszerrel határoztuk meg. A mérés alapelve, hogy a vízfolyás egy meghatározott szelvényében a vízhozamot annak a vízhozamtestnek a térfogata adja meg, amely a kereszt-szelvény síkja, és az egyes sebességmérési pontokban felrakott mérőleges sebességkomponensek végpontjain átmenő felület határol.

⁸ BEZDÁN 1995.



2. ábra. A vízhozammérés elvi vázlata

Forrás: SZIEBERT-TAMÁS 2015

A szelvényterületet azonos távolságokban végzett mélységmérésekkel határoztuk meg, a sebességet pedig forgóműves eszközzel mértük. A mérési pontok meghatározásához megfelelő számú és sorrendű függőlyt jelöltünk ki. A függőlyekben a vitorlaátmérő és a vízmélység függvényében határozzuk meg a mérés pontjait.

$$Q = \int_0^B f dS = \int_0^B \int_0^M v dM dS,$$

ahol:

Q – a vízfolyás vízhozama (m^3/s)

f – a függőlysebesség-ábrák területe (m^2)

S – a víztükör szélesség (m)

v – a sebesség (m/s)

M – a vízmélység (m)

B – a szélesség (m)

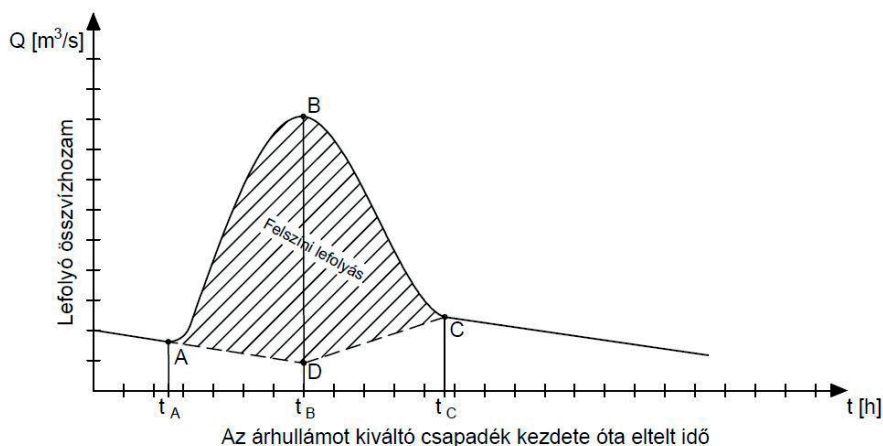
A sebességmérő műszer lényege, hogy az áramlását egy forgó résszel forgó mozgássá alakítjuk át, amelynek fordulatszama arányos a vízsebességgel. A fordulatszám és a vízsebesség kapcsolatát a hitelesítési görbe fejezi ki.⁹

⁹ STAROSOLSZKY–MUSZKALAY–BÖRZSÖNYI 1971; SZIEBERT–TAMÁS 2015.

Csapadékmérésre Helmann-rendszerű csapadékmérőket alkalmaztunk, amellyel az egymást követő csapadékesemények összegét mérik. A felfogó edény nyílása 200 cm^2 a tároló palack 70 mm magasságú csapadék fogadására képes.¹⁰ A csapadékesemény kezdetét és végét rögzítettük. A helyszínen két darab csapadékmérőt helyeztünk ki nyílt terepen, egyet a forrás és egyet a torkolat közelében.

Árhullámok szeparálása

A csapadék egy része a felszínen lefolyik, másik része beszivárog a talajba. A talaj idővel telítetté válik és megindulnak a felszín közeli áramlási folyamatok, amelyek szintén táplálják a befogadó medret. Így egy vízfolyás vízhozamát, az alapvízhozamon kívül (amelyet a mélységi tároló rétegekből kifolyó víz biztosít), csapadékos időszakok alkalmával levonuló árhullámok esetén, a felszíni lefolyást kiegészíti egy felszín alatti hozzáfolyás is. Az árhullámok felszíni és felszín alatti vízhozamának szétválasztása az úgynevezett árhullám-szeparálási módszerekkel lehetséges. Az általunk alkalmazott módszer a vékony fedőréteggel és felszín közeli vízzáró réteggel rendelkező vízgyűjtőkre vonatkozik. Meghatározható a felszín alatti hozzáfolyás és a csapadékból közvetlenül lefolyt árhullám térfogata az ADC pontok összekötésével.¹¹



3. ábra. Árhullámszeparáció elvi vázlata

Forrás: a szerző szerkesztése KONTUR–KORIS–WINTER 1985 alapján

¹⁰ SZLÁVIK–SZIEBERT 2010.

¹¹ KONTUR–KORIS–WINTER 1985.

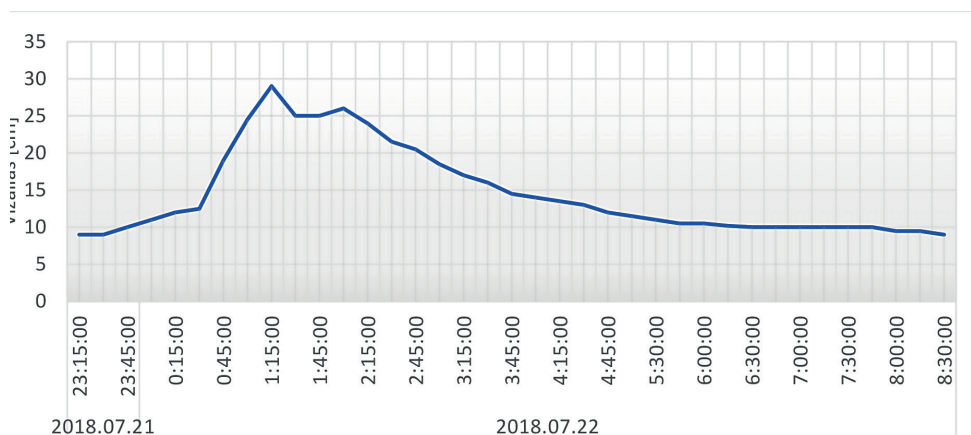
Mérési eredmények

A 2018. július 21–23-ig tartó időszakban három méréssorozatra került sor. A csapadékeseményeket két helyszínen rögzítettük. A vízhozamméréseket a (torkolat közelében lévő) kijelölt szelvényben végeztük. Az első csapadékesemény 21-én 22 óra 25 perckor kezdődött, időtartama 5 óra 50 perc volt. Az első csapadékeseményt az 1. táblázat és ennek hatására kialakult vízállási idősort a 4. ábra mutatja.

1. táblázat. Az első csapadékesemény adatai

Csapadékesemény adatai	Torkolat közelében	Pásztor-forrásnál
Csapadékösszeg [mm]:	35,7	45
Átlagos intenzitás [mm/h]:	9,2	33,9
Maximális intenzitás [mm/h]:	19,5 (időtartam: 1 óra 12 perc)	142,5 (időtartam: 8 perc, jégeső)

Forrás: a szerző szerkesztése



4. ábra. Az első csapadékesemény hatására kialakult vízállási idősor

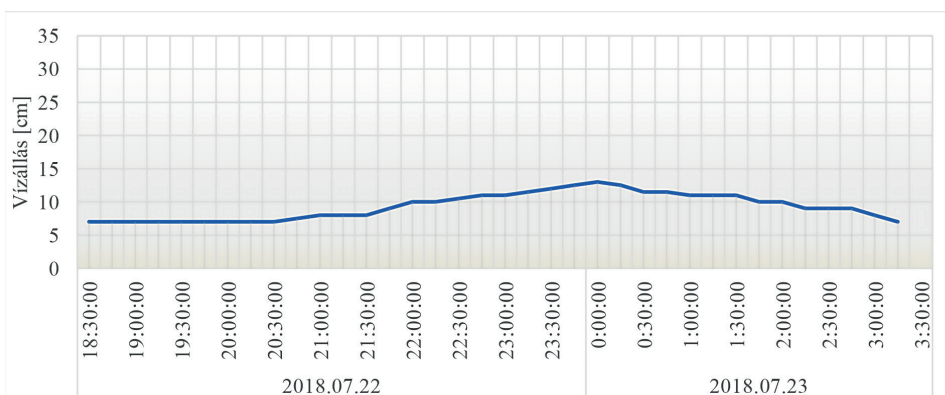
Forrás: a szerző szerkesztése

A második csapadékesemény 22-én 21 óraker kezdődött, időtartama 2 óra 47 perc volt. A második csapadékeseményt a 2. táblázat és ennek hatására kialakult vízállás idősort az 5. ábra mutatja.

2. táblázat. A második csapadékesemény adatai

Csapadékesemény adatai:	Torkolat közelében	Pásztor-forrásnál
Csapadékösszeg [mm]:	19	9,5
Átlagos intenzitás [mm/h]:	7,6	2,7
Maximális intenzitás [mm/h]:	15 (időtartam: 30 perc)	-

Forrás: a szerző szerkesztése



5. ábra. A második csapadékesemény hatására kialakult vízállás idősor

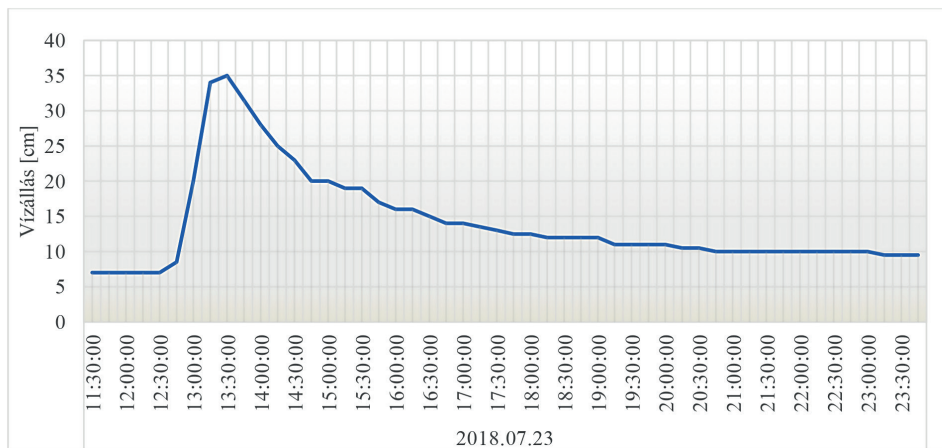
Forrás: a szerző szerkesztése

A harmadik csapadékesemény 23-án 12 óra 30 perckor kezdődött és 1 óra 29 percen keresztül tartott. A harmadik csapadékeseményt a 3. táblázat és annak hatására kialakult vízállás idősort a 6. ábra mutatja.

3. táblázat. A harmadik csapadékesemény adatai

Csapadékesemény adatai:	Torkolat közelében	Pásztor-forrásnál
Csapadékösszeg [mm]:	43,1	11
Átlagos intenzitás [mm/h]:	32,6	7,9
Maximális intenzitás [mm/h]:	58,1 (időtartam: 29 perc)	-

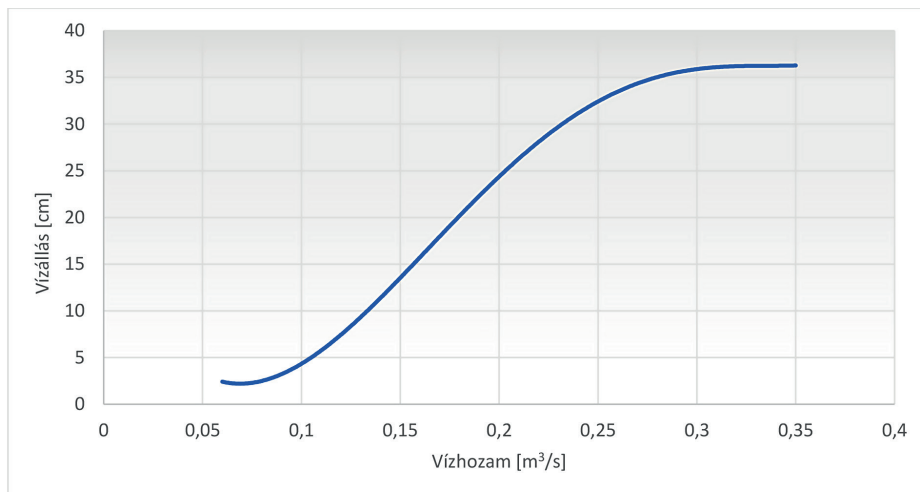
Forrás: a szerző szerkesztése



6. ábra. A harmadik csapadékesemény hatására kialakult vízállás idősor

Forrás: a szerző szerkesztése

A folyamatos vízhozam- és vízállásmérések az alábbi összefüggést adták a mérési szelvényben. Ennek segítségével a lefolyásra kerülő csapadéktömeget már jó közelítéssel megadhatjuk.

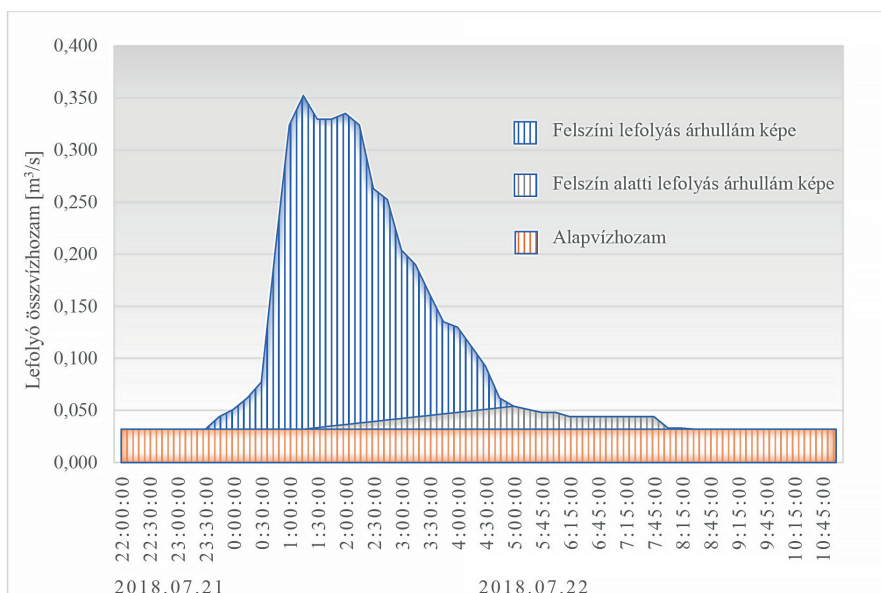


7. ábra. A felállított vízállás-vízhozam összefüggés a mérési szelvényben

Forrás: a szerző szerkesztése

Az árhullámszeeparálás eredményei

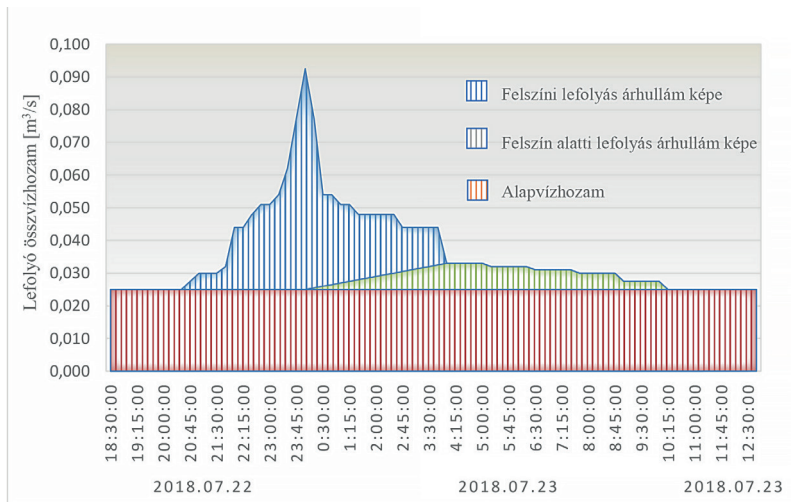
A felszíni lefolyásból 2888,4 m³, a felszín alatti hozzáfolyásból 1291,6 m³ víztömeg vonult le 9 óra 45 perc alatt. Ez összesen 4180 m³ árhullámtérfogatot jelent. A 0,032 m³/s alapvízhozammal összesen 5159 m³ víz folyt le a vizsgált szelvényben közel 10 óra alatt. A vízgyűjtőre hulló csapadék térfogata az egyes csapadékmérőkhöz tartozó terület súlyozásával 240 220 m³ volt. Ez az jelenti, hogy a növényzet felületén történő tározásra/intercepcióra, mélységi tározásra, felszíni tározásra közel 236 040 m³ használódott el, amely a lehullott csapadék közel 98%-át jelenti.



8. ábra. Az első árhullám szeparálása

Forrás: a szerző szerkesztése

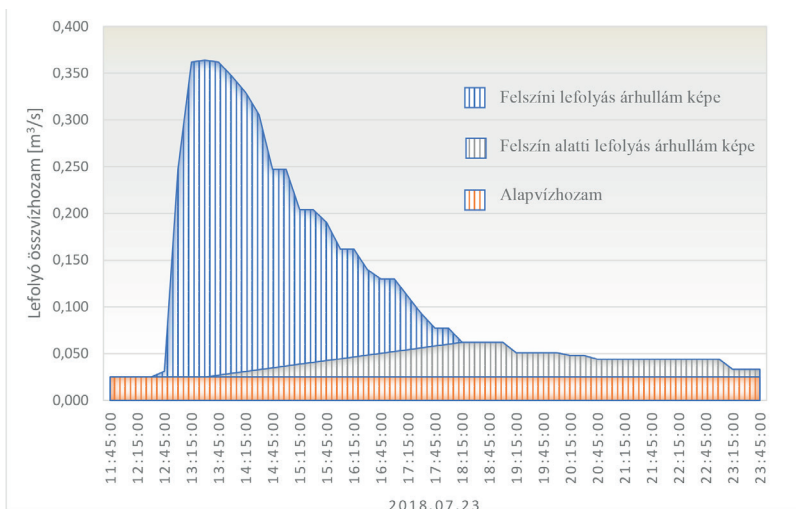
A második árhullámot kiváltó csapadék területi átlagolással 76 766 m³-re tehető. A teljes lefolyás a vizsgált szelvényben 2103 m³ volt 13 óra 45 perc alatt. Az árhullám tömege 754 m³, amelyből a felszín alatti 182 m³, a felszíni folyamatok 572 m³-t tettek ki. Tározódásra 76 012 m³ került, amely a lehullott csapadéktömeg 99%-át jelenti.



9. ábra. A második árhullám szeparálása

Forrás: a szerző szerkesztése

A harmadik árhullám 136 016 m³ vízgyűjtőre hullott csapadékból keletkezett. A lefolyt teljes víztömeg 6216 m³ volt, 25 óra alatt. A levonult árhullám teljes tömege 4237 m³, az árhullám szeparálása alapján közvetlen felszíni lefolyásból 3275 m³, még felszín alól 961 m³ származott. Tározásra 131 779 m³ jutott, ami a csapadéktömeg közel 97%-át jelenti.



10. ábra. A harmadik árhullám szeparálása

Forrás: a szerző szerkesztése

Összefoglalás

A területen végzett expedíciós méréseinkkel sikerül néhány nyári csapadékjelenség hatását megvizsgálni a Várölgyi-patak vízgyűjtőjén. Általánosságban megállapítható, hogy a patak esőzésre gyorsan reagál és elég nagy árhullámokat képes produkálni. A vízgyűjtő viszonylag hosszan ürül ki. Megállapítottuk, hogy a lehullott csapadékból nagyságrenddel kisebb árhullámtömeg vonul le. Minél nagyobb és tartósabb a csapadék intenzitása, annál nagyobb az abból keletkező árhullámtömeg. Méréseinkből látszik, hogy a hosszan elnyúló, összességében nagy csapadékmennyiséget adó csapadékesemény kevésbé veszélyes az árhullámok kialakulása szempontjából.

4. táblázat. Árhullámok időparaméterei

Esemény	Csapadék-hullás időtartama	Csapadékmennyiség súlyozott átlaga (mm)	T késleltési idő	Összegyűlekezési idő	Áradás időtartama	Apadás időtartama	Levonulási idő
1.	5 óra 50 perc	41,9	1 óra 20 perc	2 óra 50 perc	1 óra 30 perc	8 óra 15 perc	9 óra 45 perc
2.	2 óra 47 perc	14,8	45 perc	2 óra 50 perc	2 óra 15 perc	11 óra 30 perc	13 óra 45 perc
3.	1 óra 29 perc	33,8	< 30 perc	1 óra 30 perc	1 óra	24 óra	25 óra

Forrás: a szerző szerkesztése

Az árhullám-szeparálás segítségével a felszín alatti lefolyási folyamatokat sikerült számszerűsíteni. Megvizsgálva a területre hulló csapadékmennyiséget és az abból keletkező lefolyást, kiderült, hogy a tározódási folyamatoknak fontos szerepe van vízgyűjtőn.

A felállított vízhozam-vízállás összefüggés a mérési szelvényben és a megszerzett tapasztalat segíti a későbbi vízgyűjtőfeltárási munkákat. Így a jövőben kialakuló árhullámok vizsgálatához közelebb kerültünk.

Felhasznált irodalom

- BALATONYI László (2015): Árvízhozam előrejelzés optimalizálása középhegységi és dombvidéki kis-vízgyűjtőkre. Doktori értekezés. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola. Elérhető: http://old.foldrajz.ttk.pte.hu/phd/phdkoord/nv/disszert/disszertacio_balatonyi.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 10. 23.)
- BEZDÁN Mária (1995): *Vízgyűjtő terület föltáráására alapozott terepgyakorlat lebonyolítási rendjének kidolgozása*. Diplomaterv. Budapest, Budapesti Műszaki Egyetem.
- KONTUR István – KORIS Kálmán – WINTER János (1985): *Hidrológiai számítások. I. kötet*. Budapest, Tankönyvkiadó.

- KUTI Rajmund – FÖLDI László (2012): Extreme weather phenomena, improvement of preparedness. *Hadmérnök*, 7. évf. 3. sz. 60–65. Elérhető: http://hadmernok.hu/2012_3_kuti_foldi.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 10. 23.)
- KUTI Rajmund – NAGY Ágnes (2015): Weather Extremities, Challenges and Risks in Hungary. *AARMS*, 14. évf. 4. sz. 299–305.
- STAROSOLSZKY Ödön – MUSZKALAY László – BÖRZSÖNYI András (1971): *Vízhozammérés*. Budapest, VÍZDOK.
- SZIEBERT János – TAMÁS Enikő Anna (2015): *Hidrometriai mérőgyakorlat*. E-learning tananyag.
- SZLÁVIK Lajos – SZIEBERT János (2010): *Hidrológia és Meteorológia*. Főiskolai jegyzet. Baja.
- ZSUFFA István (1997): *Műszaki hidrológia II*. Budapest, Műegyetemi Kiadó.