

CUM SCIENTIA PRO AQUIS HUNGARIAE

Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia

Tanulmányok



Szerkesztette:
BÍRÓ TIBOR

Dialóg Campus

Tartalom

A szerkesztő előszava	7
I. rész: A települési vízgazdálkodás hidrológiai folyamatai témakörében elhangzott előadások publikációi	9
Hoffmann Lilla – Lakatos Mónika: Növekvő csapadékinzentitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában	11
Ilyés Csaba – Szűcs Péter – Turai Endre: Csapadékösszegek és talajvízszint-idősorok spektrális elemzése	21
Czigány Szabolcs – Domján Anita – Nagy Gábor – Ronczyk Levente: Reakcióidő-számítás hidrológiai mérőhálózat alapján Pécssett	29
Horányiné Csiszár Gabriella – Ilyés Csaba – Lénárt László – Szűcs Péter – Üszögh Lajos: Miskolci villámárvizek elemzése a bükkí források és a városi szennyvízelvezető rendszer hozamadatai alapján	39
Bardóczyné Székely Emőke: A biológiai aktivitásérték (BAÉ) fogalma és kapcsolata a települési hidrológiával	45
Orgoványi Péter – Salamon Endre – Török László: Egy mérnök számára szükséges adatok és módszerek a települési csapadékvíz-elvezetés és csapadékvíz-gazdálkodás tervezése során	55
II. rész: A települési infrastruktúra és települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	65
Fehér János – Nagy Attila – Riczu Péter – Tamás János: A nagy felbontású 3D városmodell felépítése és szerepe a települési vízgazdálkodásban	67
Komárominé Kucsák Mónika: A villámárvízi elöntések enyhítése érdekében magnövelt városi zöldfelületek hatásvizsgálata egy konkrét példán keresztül	77
Karches Tamás – Mátrai Ildikó – Orgoványi Péter – Vadkerti Edit: Csapadékesemény hatása a mozgóágvas biofilmreaktorokat alkalmazó szennyvízkezelési technológiára	91
Puskás Tibor: Szélsőséges időjárási események hatása a pécsi víz- és szennyvízszolgáltatásra konkrét esetek alapján	99
Ámon Gergely: A települési vízrendszerek modellezéssel történő tervezése	109
Kozák Péter: A települési csapadékvíz-kezelés és a külterületi vízvezető rendszerek diszharmonijának bemutatása dél-alföldi esettanulmányokon keresztül	117
Mrekva László: A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában	127
Goda Zoltán: A villámárvizek meteorológiai háttere	149

III. rész: A csatornahálózatokra gyakorolt hatások és a fenntartható csapadécsatornázás témakörében elhangzott előadások publikációi	159
Dulovics Dezsőné: A települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásai	161
Istók Balázs – Lengyel Róbert: A lézerszkennelt 3D felszínmodell alkalmazása a csatornakiöntések pontosítására	173
Salamon Endre: Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban	183
Rácz Tibor: A 2017. május 23-i és az azt megelőző 2015. évi három budapesti felhőszakadás jellemzői	193
Gerőfi-Gerhardt András: Egyesített rendszerű csapadékvíz-elvezető művek bővítésének lehetőségei nagyvárosi környezetben	215
Hajtó Ödön: A vízügyi szabályozás és a csőstatika példája	227
Hancz Gabriella: A fenntartható csapadécsatornázás várható eredményei Debrecen példáján	235
IV. rész: A csapadékvíz-gazdálkodás katasztrófavédelmi aspektusai témakörében elhangzott előadások publikációi	243
Békési István – Sólyom Péter: Közép-Tisza-vidéki települések belvíz-veszélyeztetettségének értékelése	245
Jackovics Péter: Kárelhárítási, veszélyhelyzet-kezelési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem polgári védelmi szakterülete elmúlt öt éves tevékenységének tükrében	251
Hábermayer Tamás: Katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése a települések ár- és belvíz elleni védekezéséhez	261
Takács Krisztina – Kuti Rajmund: Extrém esőzések következtében kialakult csapadéktöbblet kezelésének tapasztalatai Győrben	273
Balatonyi László – Makay Gábor – Tóth László: A közelmúlt globális klímaváltozásainak, helyi vízkáreseményeinek hatása és költségvetési következményei a dél-dunántúli kis vízfolyások esetében	279
Hoffmann Imre – Cimer Zsolt – Király Lajos: A csapadékvíz-gazdálkodás iparbiztonsági aspektusai	293
A tanulmánykötet szerzői	305

RÁCZ TIBOR

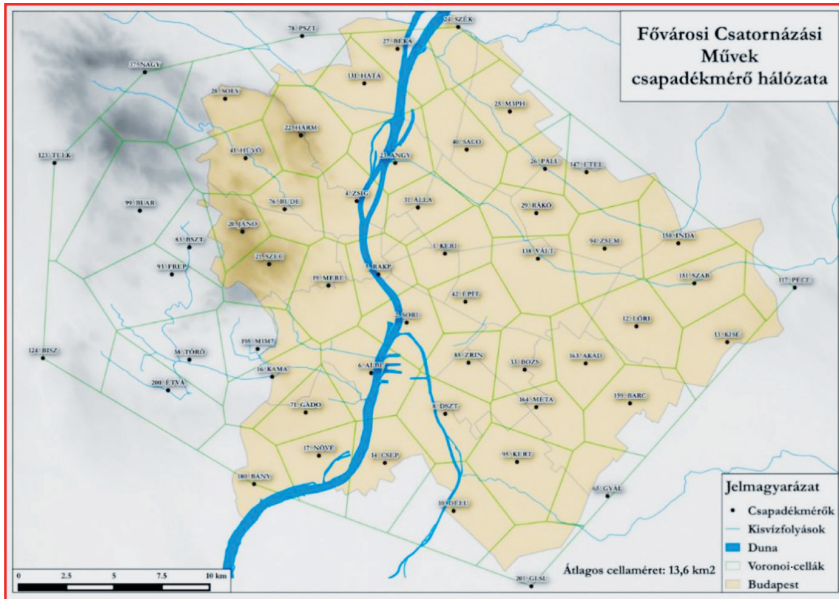
A 2017. május 23-i és az azt megelőző 2015. évi három budapesti felhőszakadás jellemzői

A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. csapadékmérő rendszere

A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. (FCSM) 2007 óta fejleszti csapadékmérő rendszerét. A rendszer kifejezetten a nagycsapadékok adatainak gyűjtésére készült, mivel az utóbbi években számos, jelentős nagycsapadék okozott gondot a főváros egyes területein.

A rendszer billenőkanalas műszereken alapszik, amelyek a csapadékatokat egyperces időlépcsővel rögzítik. Az adatok felbontása a csapadékmagasság tekintetében 0,2 mm. A műszer tölsére 171,5 mm. A műszerek autonóm energiaellátással, napelemekkel működnek, napi háromszori mobiltelefonos adattovábbítással. Szélsőséges esetben van lehetőség a csapadékatok valós idejű továbbítására is a tízperces csapadékatok alapján. A csapadékmérő rendszer a korábbiakban – egyebek mellett – a Magyar Hidrológiai Társaság 2015. évi XXXIII. Vándorgyűlésén lett bemutatva (RÁCZ et al. 2015). A mérőhálózat 50-54 mérővel működik jelenleg, az aktuálisan karbantartás vagy egyéb műszaki okok miatt szünetelő mérések függvényében. A hálózat 2007 óta jellemzően stabil helyszínekkel működik, mérés megszüntetésére néhány esetben volt szükség a helyszín alkalmatlanná válása miatt.

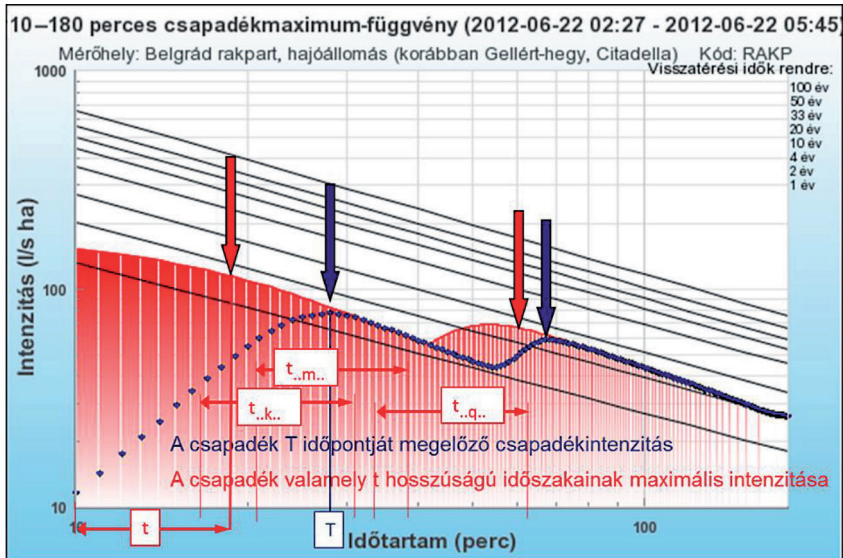
A csapadékmérő rendszerben alkalmazott mérőeszközök időbeli felbontása lehetővé teszi a csapadékeseményeken belüli időintervallumokban kihulló csapadékok intenzitásának vizsgálatát. Ennek jelentősége abban áll, hogy egy viszonylag alacsony intenzitású csapadékesemény során az intenzívebb időintervallumok, részintervallumok kimutathatók. Amennyiben a csapadékat csak a csapadékhullás hosszára vonatkoztatott egyetlen intenzitásértékkel jellemeznénk, úgy az ilyen extrém eseményekre nem derülhetne fény. A vízelvezetés szempontjából különösen fontos az, hogy a csúcsvízhozamok mekkora csapadékokból alakulnak ki. Ha csak egy értékkel lehet jellemezni valamely záport, akkor az esetleges közbenső intenzívebb részintervallumok által keltett lefolyás – bár a felszínen kárt okozhat – végül magyarázat nélkül maradna, esetleg hibaként vagy bizonytalanságként kerülne értelmezésre. Amennyiben viszont a részintervallumok csapadékintenzitása is tanulmányozható, akkor lényegesen pontosabb képet nyerhetünk a csapadékesemény extremitásának jellegéről.



1. ábra

A Fővárosi Csatornázási Művek csapadékmérő rendszere

Forrás: a szerző szerkesztése



2. ábra

A csapadék-részintervallumok intenzitásának értelmezése

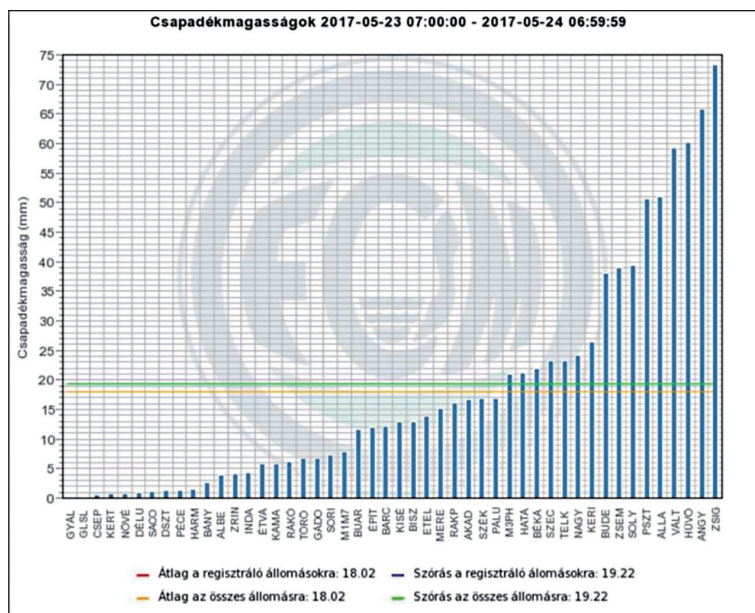
Forrás: a szerző szerkesztése

A 2017. május 23-i felhőszakadás

A felhőszakadás kialakulásakor a nagyterségi szinoptikus meteorológiai helyzetben Európa időjárását az Izland, Finnország, valamint a Kaszpi-tenger térségében örvénylő ciklonok, valamint a többi területen jelentkező anticiklonális hatások alakították. A Kárpát-medence időjárását az itt lévő váltakozó nedvességtartalmú, labilis állapotú levegő alakította. A magas nedvességtartalmú, labilis légtömegekből több helyütt is zivatarok keletkeztek már a délután folyamán. Az égképet egész nap gomolyfelhők jelenléte határozta meg, már kora reggel is gomolyfelhőket lehetett látni.

A gomolyfelhők a délutáni órákban záródtak, és 16.30 helyi idő körül a városban csapadékhullás kezdődött. A csapadékhullás felhőszakadásba csapott át a város egyes területein. A csapadék térbeli eloszlását a 4. ábra mutatja be. A csapadékesemény a Rákoskeresztúr–Hűvösvölgy vonalban volt a legjelentősebb. Ebben a zónában a mért csapadékösszegek 39–74 mm között alakultak. A legnagyobb csapadékösszeg a III. kerületben a Zsigmond téren került rögzítésre, ott 73,3 mm csapadék hullott. Hasonló nagyságrendű csapadékot rögzített az angyalföldi áttemelőn telepített műszer, amely 65,6 mm-t rögzített. A Hűvösvölgyben 60,2 mm hullott.

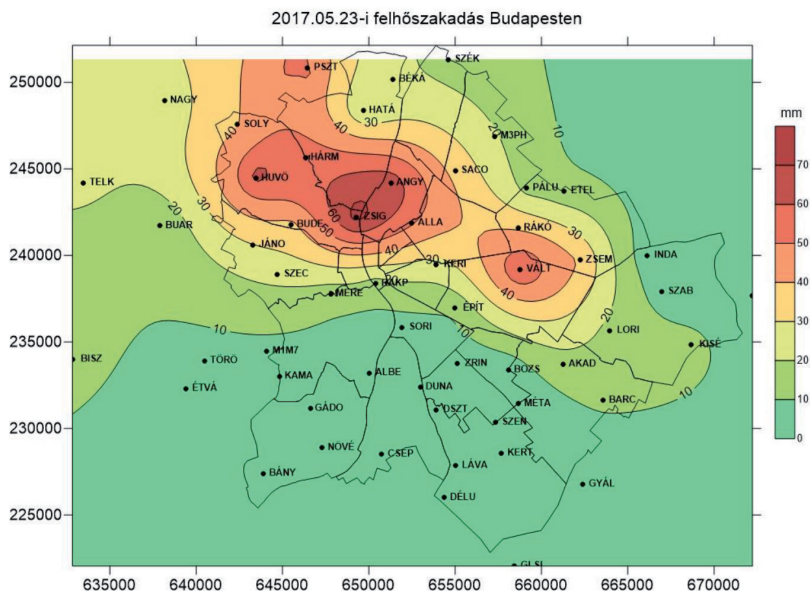
Valamivel kisebb csapadék hullott a Rákos-patak völgyében, ahol a Zsemlyékes úti áttemelőnél 39,1, a Váltó utcánál 59,3 mm csapadékot mértek műszereink. A város déli területein az észlelt csapadékok mértéke 1–8 mm volt, míg a csapadék fő kihullási vonalától északra 14–20 mm-t volt észlelhető.



3. ábra

A 2017. május 23-i felhőszakadás során mért csapadékmagasságok

Forrás: a szerző szerkesztése



4. ábra

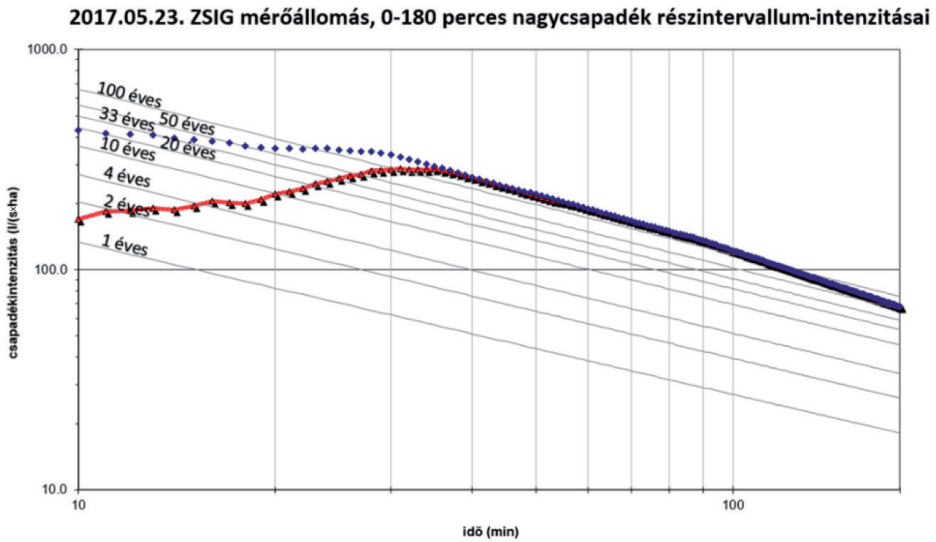
A 2017. május 23-i felhőszakadás térbeli csapadékeloszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

A csapadékesemény kapcsán az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) rövid tanulmányt közölt a honlapján. Az OMSZ hét állomás adatait tette közzé a tanulmányban (forrás). A közölt csapadékösszegek adatai egybevágnak az FCSM rendszerén mért adatok alapján szerkesztett térképekkel.

A csapadékintenzitások tekintetében számos helyen igen ritkán előforduló értékek adódtak az FCSM mérési eredményeiből. Az egyes mérőn észlelt adatok alapján számított összes részintervallum átlag intenzitásainak maximuma a Zsigmond téren volt, ahol a 100 éves visszatérési időt meghaladó értékek fordultak elő. A Váltó utcánál és Angyalföldön 50 éves, a Hűvösvölgyben 33 éves visszatérési időhöz tartozó intenzitásokat számoltunk. További két 20 éves és egy 10 éves meghaladásra is sor került.

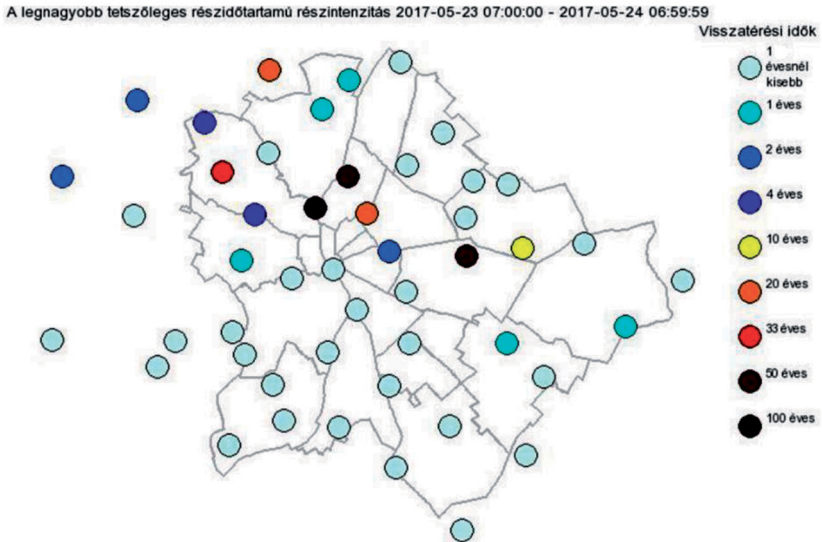
Az esemény kapcsán tehát egyes helyszíneken extrém csapadékhullásra került sor az intenzitás tekintetében. Az elmúlt időszakban, és különösen 2015-ben több jelentős felhőszakadás is sújtotta a fővárost. Kézenfekvő a 2017-es és a 2015-ös zivatarok jellemző adatainak összehasonlítása.



5. ábra

A Zsigmond téren mért adatokból számolt intenzitások

Forrás: a szerző szerkesztése



6. ábra

A 2017. május 23-i csapadék extrém részintervallum-intenzitásai visszatérési idő szerint (a jelenleg használatos IDF-görbék figyelembevételével)

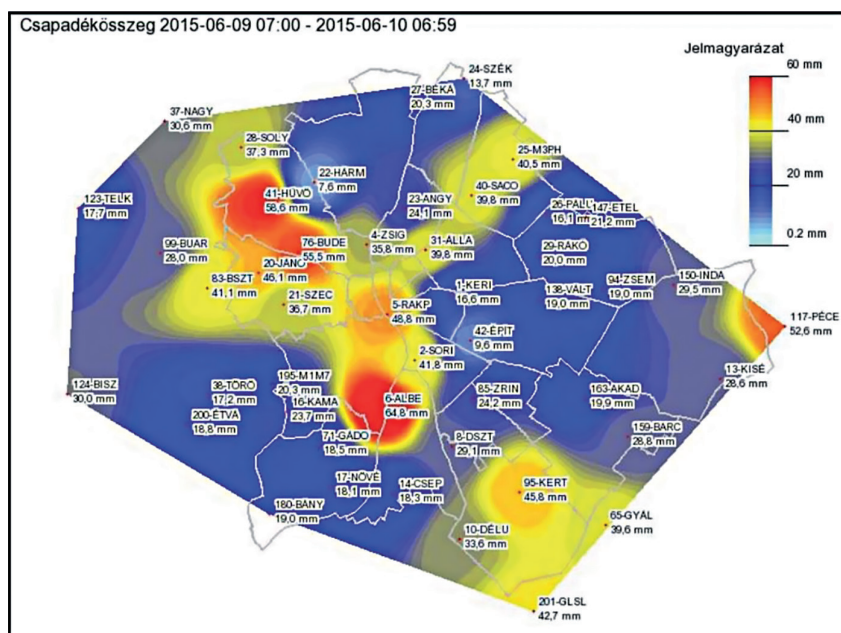
Forrás: a szerző szerkesztése

A 2015. évi három felhőszakadás

2015. június 9-én, július 8-án és augusztus 17-én hullott jelentős mennyiségű csapadék Budapestre.

A 2015. június 9-i felhőszakadást egy Magyarországtól északra hullámzó frontálzóna okozta, amelynek előterében nedves, labilisabb állapotú légtömegek áramlottak a Kárpát-medencébe. A jelentős felmelegedést követően erőteljes gomolyfelhő-képződés indult meg, és előbb a Dunántúlon, majd a fővárostól keletre alakult ki rendkívül intenzív zivatarok sora. Ezek nyugat, északnyugat felé mozogva érték el Budapestet (Jégeső és özönvíz tarolta le a fővárost [2015]). A június 9-i jelentős napi csapadék számos, a főváros térségében kialakuló, időben egymást követő zivatar révén hullott. A 16.40-kor (helyi idő) zivartevékenység kezdődött a város északkeleti részén. A zivatar délnyugati irányban mozogva a belváros fölé jutott 16.00 UTC körül, majd 16.20 UTC-t követően az Albertfalva–Csepel területen okozott heves csapadékhullást. A csapadékhullás a XXIII. kerület felett ért véget 16.50 körül. Ezzel egyidejűleg újabb zivatar jelent meg a főváros felett, északnyugaton, a II. és XII. kerület térségében, és mintegy fél órán át hullatta csapadékát. A meteorológiai észlelések és a sajtó a város több pontján jégverésről is beszámoltak.

A város közel teljes területén legalább 16–20 mm csapadék hullott. Az FCSM műszerei kiemelkedő csapadékmagasságot mértek Dél-Pesten (33–46 mm), Albertfalván (67 mm), a város belső területein (35–49 mm), valamint a budai oldalon, Hűvösvölgy területén (55–59 mm).

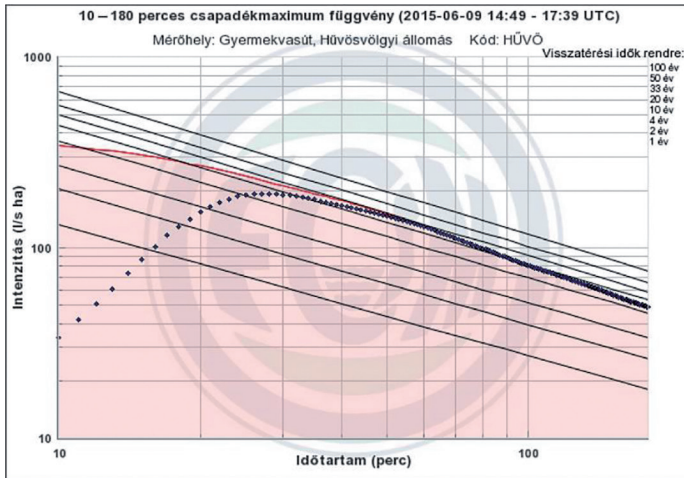


7. ábra

Csapadékmagasságok Budapest területén a 2015. június 9-én hullott nagycsapadékból

Forrás: a szerző szerkesztése

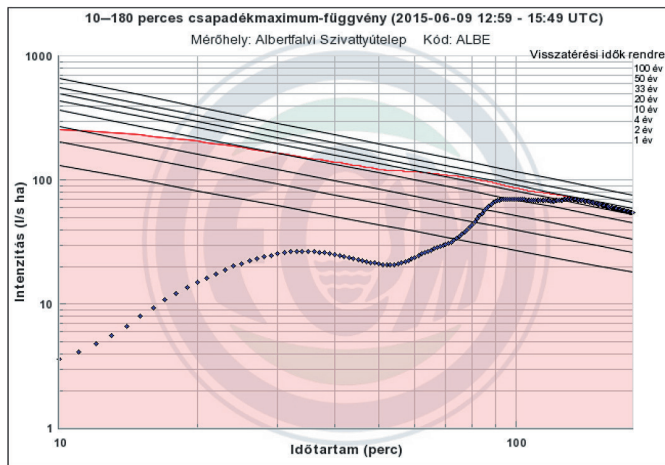
A jelenleg használatos csapadékmaximum-függvény görbéit figyelembe véve a visszatérési időkhöz tartozó intenzitásértékek közül a legmagasabb a Hűvösvölgyben és Albertfalván közelítette meg a 33 éves visszatérési időhöz tartozó csapadékintenzitást. Négy mérőállomás értékei haladták meg a 20 éves, 6 helyen a 10 éves visszatérési időhöz tartozó intenzitásértéket a csapadék hullás valamely részintervallumában.



8. ábra

Csapadékintenzitások alakulása a csapadékesemény részintervallumaiban Budapesten, Hűvösvölgyben, 2015. június 9-én

Forrás: a szerző szerkesztése

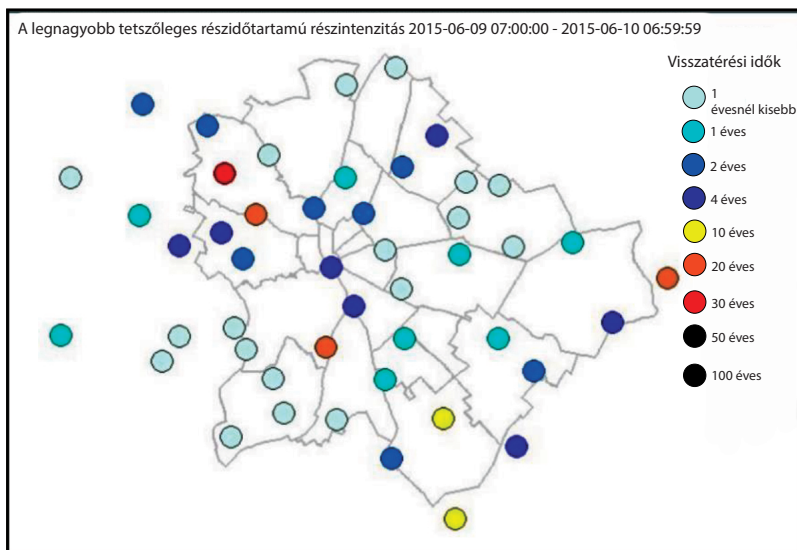


9. ábra

Csapadékintenzitások alakulása a csapadékesemény részintervallumaiban Budapesten, Albertfalván, 2015. június 9-én

Forrás: a szerző szerkesztése

Az egyes mérőkön mért adatok alapján összehasonlíthatóvá vált az adott helyen mért átlagos csapadékintenzitáshoz tartozó visszatérési idő, ami a csapadék időtartama alatt hullott csapadékmagasság és a csapadék időtartamra lett meghatározva. A részintervallumok legnagyobb intenzitásaihoz tartozó legnagyobb visszatérési idő értékeit is meghatároztuk a használatos csapadékmaximum-függvény alapján. Ezeket az alábbi térkép ábrázolja.



10. ábra

A 2015. június 9-ei felhőszakadás legnagyobb intenzitásaihoz tartozó visszatérési idő a részintervallum-eljárás alapján

Forrás: a szerző szerkesztése

A felhőszakadás a közlekedési fennakadásokon, kisebb elöntéseken túlmenő kárt nem okozott.

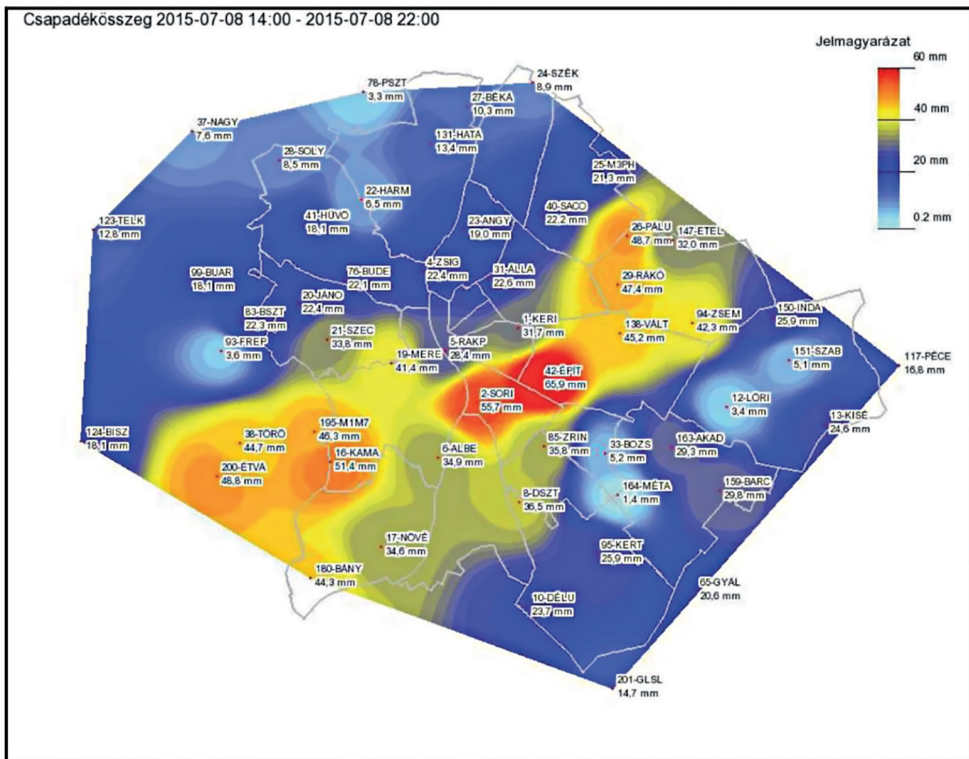
2015. július 8-ig Magyarország időjárását teljes területén hetekig egy nagyon erős anticiklon működése határozta meg, amely révén szaharai eredetű levegő áramlott a térségbe. Az anticiklon gyengülésével az óceán felől hűvösebb légháramlatok indultak meg, a nagyon meleg légtömegek pedig Közép-Európa fölé sodródtak. A front több hullámban haladt Európa belső régiói felé, hullámaint rendkívül heves zivatarok, jégesők, szélviharok kísérték. Július 8-án délelőtt érte el Magyarországot a hidegfront. A később Budapestet is elérő zivatarok a front előterében, a Bakony vonalában álltak össze, és kelet felé sodródva a Balaton térségéből is párás levegőt szívtak magukba. A cella a horizontális áramlási rendszer sajátosságai (horizontális szélnyírás) miatt forogni kezdett. A zivatar 16.40 perc körül lépett a főváros térségébe (HORVÁTH 2015a).

A front a főváros területén rövid idő alatt jelentős, helyenként 50 mm-t is meghaladó csapadékot hozott. A legtöbb csapadék Dél-Buda és Pest középső kerületeiben esett (30–60

mm), ettől a tengelytől távolodva mindkét irányban fokozatosan csökkent a csapadék mennyisége és az intenzitása. A legtöbb csapadékot Pest közepén, Kőbányán mértük, 65,9 mm-t.

A csapadékhullást a fronttal érkező viharos erejű szél kísérte, amely a 100 km/h sebességet meghaladta, és fákat, villanyoszlopokat tört ketté, leszakította a fák nagyobb ágait. A letépett falevelek miatt eltömődtek a víznyelők, így a hirtelen lezúduló csapadék nem tudott a csatornába jutni. A szélviharral együtt jégverés is érte a várost. A jég tovább növelte a leszakadó falevelek, ágak mennyiségét. A jelenség következménye a felszínen kialakuló elöntések sora lett, amely pincéket, mélyebben fekvő lakásokat árasztott el. A Rákospatak XIV. kerületi szakaszán két helyen az útszegélyen átcsapó víz elmosta a patak partját. A szélvihárban kidőlt vagy veszélyessé vált fák miatt a parkok, temetők napokon át nem voltak megközelíthetők.

A zivatar a legjelentősebb csapadékot a Kamaraerdő–Népliget–Árpádföld vonal mentén eredményezte. A csapadékmagasság ebben a vonalban 45–66 mm között alakult. E vonaltól távolodva a csapadékmagasság csökkent, a város északi szélén például csak 3–8 mm eső hullott.

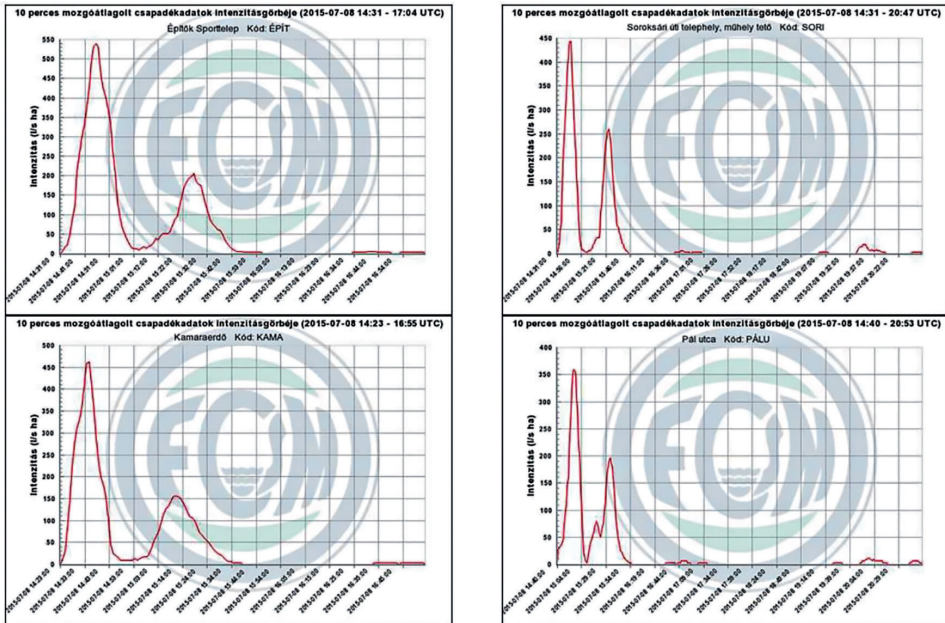


11. ábra

Csapadékmagasságok a Budapest területén 2015. július 8-án átvonuló zivatar nyomán

Forrás: a szerző szerkesztése

A vihar a csapadékkintenzitások tekintetében is jelentős volt. A csapadékkintenzitás tízperces értékei tekintetében a csúcshintenzitások a X. Építők Sporttelepen meghaladták az $500 \text{ l}/(\text{s}\times\text{ha})$ értékeket, Kamaraerdőn és a Soroksári úti átemelőnél pedig a $400 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$ -t.

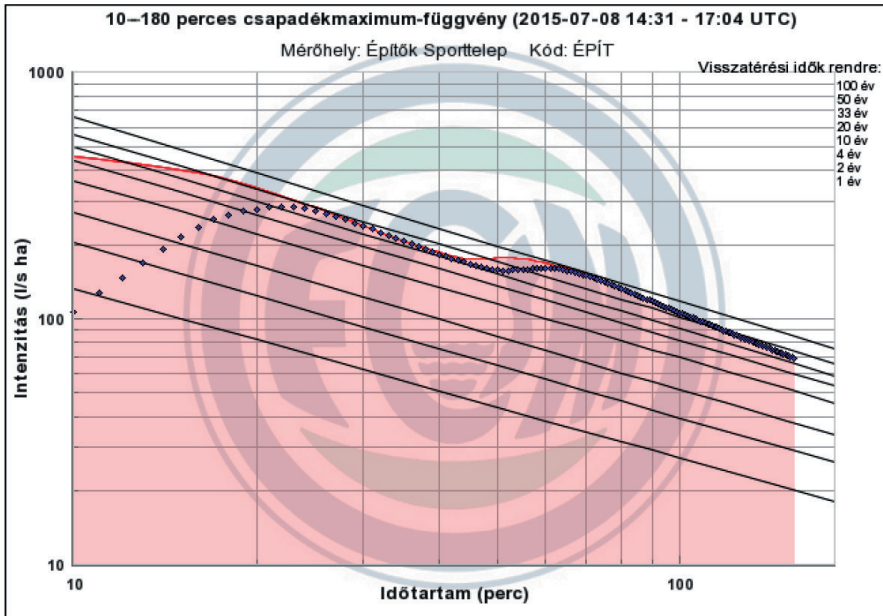


12. ábra

10 perces mozgóátlagolt csapadékkadatok a főváros egyes csapadékmérőin (Népliget, Ferencváros–Soroksári út, Budafok–Kamaraerdő, Árpádföld–Pál utca)

Forrás: a szerző szerkesztése

Az észlelt csapadékkadatok alapján meghatározott részintervallumokhoz tartozó legnagyobb intenzitásadatok alapján megállapítható volt Kőbányán, az Építők-Sporttelepen a közel 100 éves visszatérési időhöz tartozó intenzitásérték.

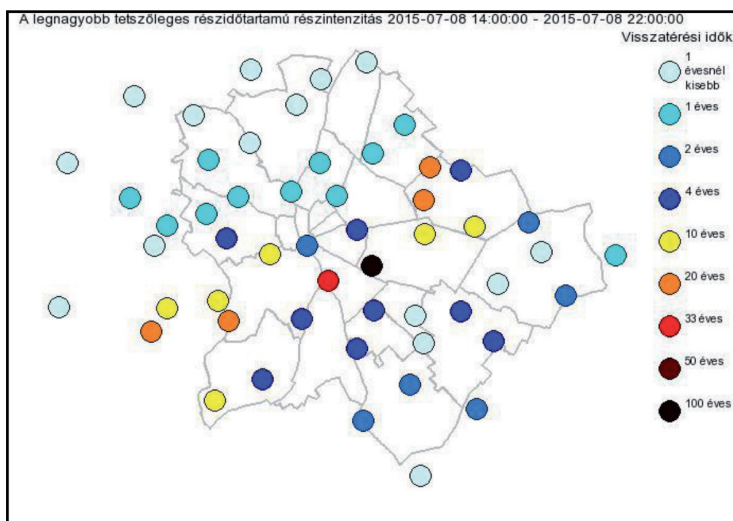


13. ábra

Csapadék-intenzitások a részintervallum-módszer alapján, 2015. július 8., Építők Sporttelep, Budapest

Forrás: a szerző szerkesztése

A térkép alapján is láthatóan a legnagyobb részintervallum-intenzitású mérőhely az Építők Sporttelep volt, ahol a csapadékintenzitás-adatok a 10. ábra szerint alakultak. Ezen a helyen 100 éves, a Soroksári út mellett, a vasúti hídnál 33 éves visszatérésű csapadékot detektáltak a műszerek, ezenkívül 4 helyen a 20 éves, 6 helyen a 10 éves visszatérési időt haladta meg a csapadék intenzitása.



14. ábra

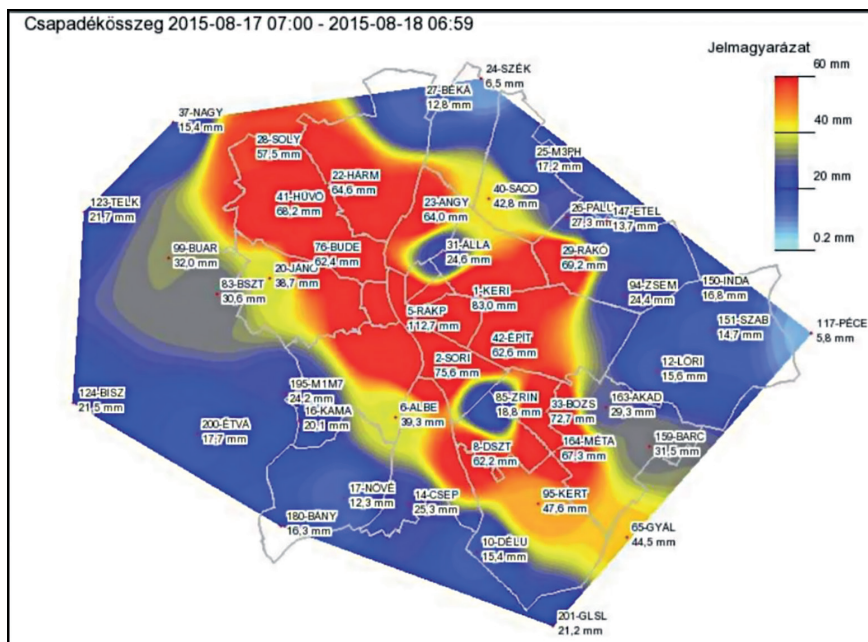
Csapadék-részintervallumok intenzitásának szélsőértékei a használatos csapadékmaximum-függvény szerint 2015. július 8-án

Forrás: a szerző szerkesztése

A 2015. augusztus 17-i felhőszakadás az augusztus 5-től Magyarország teljes területén rendkívül forró időjárási periódust zárta le, amelyet az Afrika felől kialakult tartós légáramlás okozott. Annak ellenére, hogy a tartós, erős napsugárzással járó forróságban már a talaj sem tudott nedvességet párologtatni, igen jelentős volt a levegő páratartalma, mivel a meleg levegő kilogrammonként 7-8 g vizet is képes magában tartani. Ahhoz, hogy ez a pára kicsapódjon, 8-10 fokos hőmérsékletcsökkenésnek kellett bekövetkeznie. Augusztus 17-én hűvösebb levegő érkezett a Kárpát-medencébe, sajátos módon a Földközi-tenger medencéje felől, ahová nyugati áramlási rendszerrel áramlott a megelőző napokban, és így a hűvösebb levegő délről közelítette meg térségünket. A kialakuló ciklon nedves szállítószalagként viselkedett, a Balkán-félsziget felett megállva több hullámban juttatott hűvösebb levegőt Magyarország fölé.

A zivatarok 17-én a kora délutáni órákban kezdtek kialakulni. A számos zivatarlánc közül kettő volt különösen jelentős, egyikük a Balaton nyugati végénél alakult ki, a másik Budapest térségében. Budapesten szórványos záporok után 17 óra körül átmenetileg megszűnt a csapadéktevékenység. A csapadékoktól telítetté vált levegőben, a felszakadozó felhők közül előtűnő nap miatt a légkörben újra magas instabilitás alakult ki, így sajátos módon az uralkodó áramlással szemben fejlődött ki egy újabb felhőzet, amely keskeny sávban érte el a főváros belső területeit. A legintenzívebb csapadékhullásra Budán 18.30 körül került sor. Egy óra alatt kb. 80 mm csapadék hullott. A továbbfejlődő zivatarcella délkeleti irányba húzódott a város délkeleti területein is 50-60 mm csapadékot okozva (HORVÁTH 2015b). A zivatar kialakulásához szükséges feláramlást a felforrósodott városi környezet is biztosíthatta.

A 17-i felhőszakadás alkalmával mért csapadékmagasságok az FCSM saját mérőhálózatában jól mutatják az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) honlapján közzétett tanulmányaiban leírt folyamatot, a csapadék fővárosi eloszlása mutatja az északnyugat–délkelet irányban kialakuló csapadékmaximumokat. A legmagasabb mért csapadékmagasságok a Solymár–Pestszentimre vonalban alakultak ki, mértékük jellemzően 60–70 mm volt. Csapadékmérőinkről a Belvárosban a Belgrád rakparttól érkezett a legnagyobb csapadékmagasságról adat, itt 109,5 mm hullott. Az OMSZ a Belvárosban 115,4 mm-t jelzett (KOVÁCS 2015).

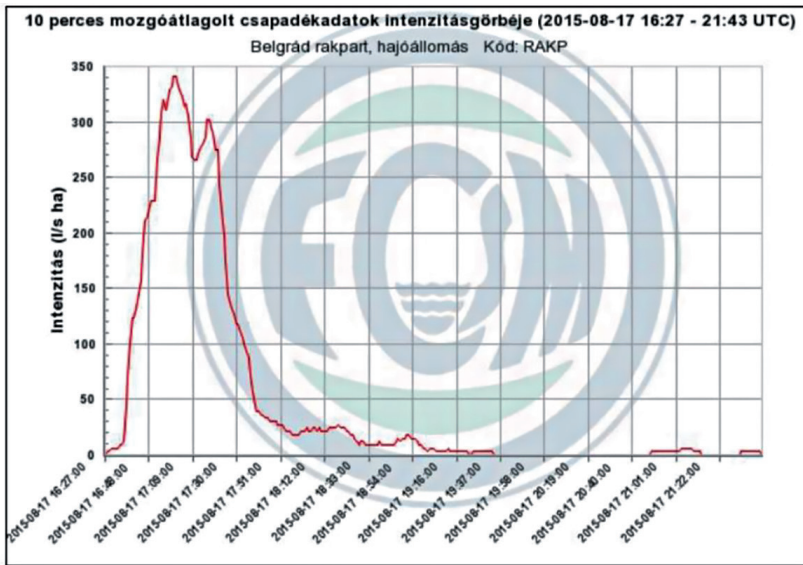


15. ábra

Csapadékmagasságok Budapest területén a 2015. augusztus 17-én hullott csapadékból

Forrás: a szerző szerkesztése

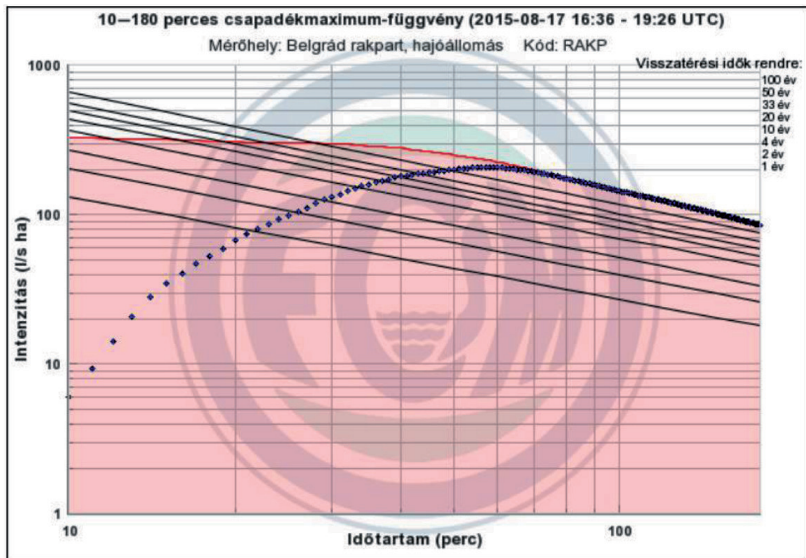
A Belgrád rakparton telepített csapadékmérőnkön a 10 perces intenzitások csúcserőértéke $340 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ volt. A mérőn a három órát meghaladó első 180 percében 100 éves visszatérési időt meghaladó intenzitású csapadék-részintervallum alakult ki, és a csapadék intenzitása a teljes időtartamára vetítve is a 100 éves visszatérési időhöz meghatározott érték felett alakult.



16. ábra

A Belgrád rakparti csapadékmérő 10 perces intenzitásai

Forrás: a szerző szerkesztése



17. ábra

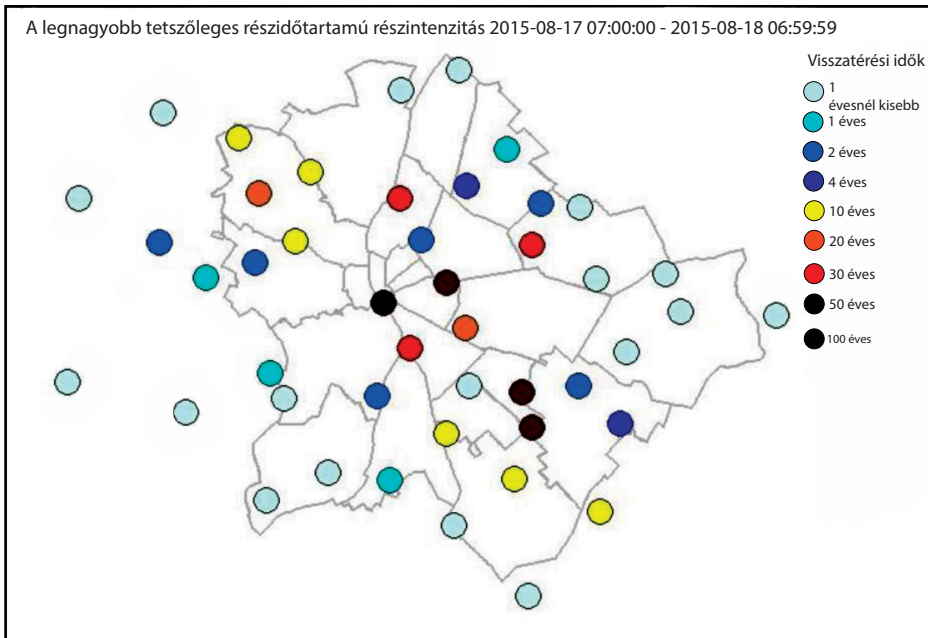
A Belgrád rakparti csapadékmérő részintervallumainak intenzitásai, 100 éves visszatéréshez tartozó egyenest meghaladó értékekkel

Forrás: a szerző szerkesztése

A rendkívüli csapadék jelentős közlekedési fennakadásokat okozott, a víz több helyen aluljárókat öntött el, a város egyes részein az elektromos energiaellátás hosszabb időre szünetelt.

A Duna vízállása a zivatar idején igen alacsony volt, így a záporvíz a folyamba a Duna visszaduzzasztása nélkül be tudott jutni. A kiömlők szempontjából ugyanakkor az alacsony dunai vízszint azt eredményezte, hogy a jelentős vízhozammal működő záporkiömlők környezetében a partvédmű megsérült, a kőszórást több helyen elmosta a víz. Legsúlyosabban az Ördög-árok kiömlője sérült, ahol a partburkolat és a kiömlő egy része a Duna medrébe szakadt. A kiömlő helyreállítása nagy körültekintéssel készült el 2015 végére.

A részintervallumok alapján az egyes mérőhelyeken kimutatott intenzitásmaximumokhoz tartozó visszatérési idők az alábbiak szerint alakultak.



18. ábra

Csapadék-részintervallumok intenzitásának szélsőértékei a használatos csapadékmaximum-függvény szerint 2015. augusztus 17-én

Forrás: a szerző saját szerkesztése

Az augusztus 17-i felhőszakadás során a Belvárosban, a Belgrád rakparton 100 éves visszatérési időt meghaladó nagycsapadékot észlelt a kihelyezett műszerünk. Az 50 éves visszatérési időhöz tartozó intenzitást három, a 33 éveshez tartozót ugyancsak három, a 20 éves értéket két, a 10 éveset pedig hat helyen haladta meg a zivatar valamely fázisában.

A 2015. és 2017. évi kiválasztott nagycsapadékok statisztikai adatai

Az előzőek alapján is látható, hogy a négy bemutatott felhőszakadás eltérő karakterű volt. A legnagyobb csapadékmagasság, valamint a legmagasabb csapadékintenzitás értékei a város eltérő területeit érintették. A csapadék területi eloszlása még a főváros 525 km²-es területén is változatos, különösen a felhőszakadások viszonylatában, amelyek a bemutatott csapadékeloszlás-térképek tanúsága szerint igen változatos jelleget mutatnak. A térbeli eloszlás kérdését kétféle szempontból mutatjuk be, a csapadékmagasságok és a csapadékintenzitások értékei alapján. A mérések összesen 54 mérőn folytak. Mivel előfordult, hogy egyes csapadékmérők a négy zivatar valamelyikét műszaki hiba miatt nem rögzítették, ezeket kivéve 36 csapadékmérő állomás adatainak vizsgálatára volt lehetőség.

A csapadékmagasság tekintetében azt vizsgáltuk, hogy az egyes csapadékmérőkön a négy csapadékesemény során hányszor fordult elő egy bizonyos értéket meghaladó csapadékmagasság.

A csapadékmagasságok tekintetében továbbá azt vizsgáltuk, hogy hány olyan csapadékmérő van, amelyen egynél több nagycsapadék eredményezett valamely meghatározott értéket meghaladó csapadékmagasságot. Az eredményeket a 36 vizsgálatba bevonható mérő esetére az alábbi táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgált négy felhőszakadás csapadékmagassága. Extrém csapadékmagasságok ismétlődése az egyes mérőkön

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	mm-nél több csapadék előfordulása egyazon mérőn											
1 előfordulás db	1	4	15	15	8	7	2	1	1	1	1	0
2 előfordulás db	1	14	10	6	4	3	0	0	0	0	0	0
3 előfordulás db	19	15	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0
4 előfordulás db	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Forrás: a szerző szerkesztése

Az 1. táblázatból látható, hogy a 10 mm-es küszöbértéket felvéve 3 előfordulás 19 helyszínen, 4 előfordulás 15 helyszínen volt észlelhető, azaz kisebb csapadékok a zivatarok kíséretében „mindenhol” előfordultak a városban. A 20 mm-t meghaladó csapadékmagasság esetében 2 előfordulást 14, 3 előfordulást 15 helyen lehetett találni. A 60 mm feletti csapadékmagasság 2 alkalommal 3 mérőn fordult elő, ennél nagyobb csapadékok esetében ismétlődés nem található.

Jelentős csapadékeseményről 40 mm feletti csapadékmagasság esetén beszélhetünk, amennyiben ez a csapadékmagasság kb. fél órán belül hullik. Ebben az esetben az átlagos csapadékintenzitás értéke min. 111,2 l/(s×ha), ami kb. négyéves visszatérésnél ritkább előfordulással jellemezhető. Az extrém csapadékok kiszűrésére a csapadékmagasság önmagában, a csapadék időtartamának ismerete nélkül nem megfelelő mennyiség. E megfontolás figyelembevételével látható, hogy nem volt olyan csapadékmérő, amelynél mind a négy csapadékesemény során észlelhető lett volna 40 mm-t meghaladó csapadékmagasság. Mindössze 2 helyszínen volt 3 ismétlődés, és 6 helyen kétszeres előfordulás. 50 mm-t meghaladó csapadékot 1 mérő esetében észleltek 3 alkalommal, és 4 mérőn 2 alkalommal, a 60 mm küszöbérték esetében csupán 3 olyan mérő volt, amelyen kétszeres ismétlődés volt.

A csapadékintenzitások tekintetében a vizsgálat során a viszonyítási alap alapvetően a jelenleg használatos csapadékmaximum-függvény lehetett, amely a csapadékvíz-elvezető rendszerek méretezésének műszaki-jogi alapját képezi¹³ (a továbbiakban IDF-görbéként hivatkozva).

A csapadékintenzitások tekintetében a csapadékatatok részintervallumainak eredményei alapján kapott eredmények kerülnek közlésre. A részintervallum-vizsgálatról az 1. pontban írtunk.

A csapadékesemények csapadékának, csapadékintenzitásának térbeli eloszlását jelentős egyenetlenség jellemzi. A gyakoribb előfordulású események között az IDF-görbe alapján figyelembe vett 20-33-50 éves visszatérési időhöz tartozó csapadékintenzitás-értékeket meghaladó esetszámok a következőképp alakultak.

2. táblázat

Szélsőséges intenzitásértékek megoszlása a vizsgált felhőszakadás adatai alapján

	20 éves	33 éves	50 éves	100 éves
	visszatérést meghaladó mérések db			
2015. 06. 09.	3	1	0	0
2015. 07. 08.	4	1	2	1
2015. 08. 17.	2	3	3	1
2017. 05. 23.	2	1	2	1

Forrás: a szerző szerkesztése

Az adatok szerint a vizsgált csapadékok alkalmával a csapadékhullás területén 20-33-50-100 éves visszatérésű csapadékintenzitások fordultak elő. A 2015. 06. 09-i felhőszakadás során a legmagasabb észlelt intenzitás a 33 éves visszatérési időt elérte, illetve meghaladta. Habár ez a csapadékesemény a másik három, százéves visszatérési időt elérő csapadékeseménytől elmarad, tekintélyes méretűnek számít, és a vízelvezető rendszert extrém módon megterhelte. A másik három esemény összevethetősége egyértelmű. Sokat mond a fővárosra

¹³ MI-10-455/2-1988 Belterületi vízrendezés. Csapadékvíz-elvezető hálózat hidraulikai méretezése.

hulló csapadékokról az, hogy a város területén hogyan alakultak az egyes csapadékmérőkön a szélsőséges csapadékesemények ismétlődései.

A következő táblázat azt mutatja be, hogy hány olyan helyszín volt, ahol az extrém intenzitásértékek valamelyike ismétlődött.

3. táblázat

Extrém csapadékintenzitások előfordulása, illetve ismétlődése a vizsgált felhőszakadások során

	20 éves	33 éves	50 éves	100 éves
	visszatérést meghaladó mérések db			
1 ismétlődés db	16	10	10	3
2 ismétlődés db	4	3	0	0
3 ismétlődés db	1	0	0	0
4 ismétlődés db	0	0	0	0

Forrás: a szerző szerkesztése

A táblázat első sora azt mutatja be, hogy valamely szélsőséges intenzitás vagy annál nagyobb érték hányszor fordult elő a mérőkön. A második sor azt mutatja, hogy hány olyan mérő volt, amelynek esetében azonos visszatérési időhöz tartozó extrém intenzitásérték vagy nagyobb fordult elő. Eszerint 4 olyan mérő volt, amelyen az extrém értékek valamelyike legalább kétszer előfordult, 3 mérőn történt meg, hogy a 33 éves visszatérés vagy annál nagyobb intenzitás kétszer volt tapasztalható. Olyan mérő, amelyen háromszor esett meg valamely extrém intenzitás, 1 darab volt. További ismétlődésre nem került sor.

Az adatok jól illusztrálják azt a közismert tényt, hogy a zivatarok, felhőszakadások csapadék hullása térben igen jelentős eltéréseket mutat.

Rámutat ez a néhány táblázat arra is, hogy a csapadékmérők kellő sűrűségű telepítése nélkül az extrém csapadékintenzitások adatai elvesznek. Ha ezek nem kerülhetnek be a statisztikai vizsgálatokba, akkor az IDF-görbék megújítása sem lehet teljes körű. Miután az IDF-görbék – legalábbis a magyar gyakorlatban – elsősorban a városi vízelvezető rendszerek méretezését segítik, nem lesznek továbbra sem teljeskörűen alkalmasak arra, hogy kellő alappal biztosítsák a tervezés kiindulási adatait.

Néhány gondolat a nagycsapadékok statisztikájáról és a kutatás irányairól

A 2015. július 8-i, 2015. augusztus 17-i és 2017. május 23-i csapadékesemények kapcsán az Országos Meteorológiai Szolgálat négy tanulmányt is közrebocsátott. A csapadékintenzitás szempontjából a következő megállapítások idézése szükséges.

A 2015. augusztus 17-i nagycsapadékról az OMSZ honlapján megjelent tanulmány (KOVÁCS 2015) bemutatja, hogy Budapest belterületén (Budapest belterület állomás, OMSZ Székház, Kitaibel Pál utca) augusztus 17-én egy óra alatt kb. 80 mm csapadék hullott, a napi csapadékösszeg 115,4 mm volt. A tanulmány szerint a Belváros felett akár a 115,4 mm-t meghaladó napi csapadék is hullhatott, ez az FCSM hálózata alapján is megerősíthető. A tanulmány megállapítása szerint az 1%-os előfordulású csapadékmagasság az adatokra illesztett gamma-eloszlás alapján az esős napok figyelembevételével 43 mm, és ennek figyelembevételével a 2015. augusztus 17-én regisztrált 115,4 mm előfordulási gyakorisága mindössze 0,001%.

Ezzel kapcsolatban szükséges újra felhívni a figyelmet a felhőszakadásokkal kapcsolatos statisztikák felülvizsgálatára. Ilyen csapadékesemény Pest-Budán jól dokumentálhatóan megtörtént, az 1875. június 26-i Ördögárok-katasztrófa idején, amikor 103,3 mm csapadékot észleltek (Meteorológiai és földdelejeségi följegyzések a M. K. Központi Intézetben, Budapest, 1875 június hóban [1875]) a Várhegy oldalában (OMSZ története [s. a.]), az OMSZ jogelődjének észlelőkartjében. A tanulmányban is említik az 1937. május 23-i 93,9 mm-es nagycsapadékot, valamint a főváros közelében, Gyömrőn 1963. szeptember 2-án hullott 202,7 mm csapadékot. Ide sorolható még a 2010. május 31-i felhőszakadás, amely Törökbalint és Budaörs területén hullott, de Budapest területén vízkárt okozott a Hosszúréti-patak hirtelen kialakuló árvize révén.

A 2017. május 23-i nagycsapadékról kiadott OMSZ-tanulmány (LAKATOS–HOFFMANN 2017) bevezető megállapítása az, hogy gyakoribbá, hevesebbé váltak a nagycsapadékok az éghajlatváltozás miatt, és ez szükségessé teszi a mérnöki gyakorlatban használt mértékadó csapadékok felülvizsgálatát. A tanulmány bemutatja a csapadékstatisztika változását is, amelyet a 2015. augusztus 17-i felhőszakadás adatának megjelenése okozott. Ennek eredménye az, hogy a korábban 50 évente átlagosan egyszer előforduló 46 mm körüli érték alig több mint 10 éves átlagos előfordulású lesz, a 100 évente előforduló 52,5 mm helyett 103,9 mm-rel kell számolni a továbbiakban.

Ezen a ponton két kérdés is felvethető. Egyrészt mi lenne a helyzet, ha az 1875-ös csapadék is „bekerült volna” a vizsgálatba, és nem csak 1901-től induló adatsor állna rendelkezésre, másrészt mi lenne akkor, „ha lenne egy másik csapadékmérő állomás 2-3 km távolságban”, hasonló hosszúságú adatsorral. Milyen mértékben befolyásolná ez a statisztikát? Amennyiben a vizsgálat tárgya valamekkora területre kihulló extrém csapadékok vagy éppen méretezési csapadékok megállapítása, egy adott csapadékmérő állomás adatainak alkalmazása területi értelemben rendkívül behatárolt. Szükséges lenne a városi területre vagy a városi vízgyűjtőkre hulló szélsőséges csapadékok előfordulásának statisztikai vizsgálata. Javasolható az IDF-függvények vízgyűjtő területet is figyelembe vevő kiegészítése, vagy a zivatarok legintenzívebb csapadékot hozó zónáinak méretére, mozgására és megjelenési valószínűségeire irányuló kutatások folytatása. Ennek eredménye lehet a tapasztalatok alapján visszaigazolható területen megoszló csapadék szimulációja, kifejezetten az extrém nagycsapadékok előfordulására vonatkoztatva.

Jelenleg a hetvenes években meghatározott IDF-görbék kerülnek alkalmazásra, és ismert, hogy a témakörben folynak kutatások a függvények megújítása érdekében (VARGA–BUZÁS–HONTI 2016). Ismert az is, hogy a csapadékmérési adatok jelenleg eleve nehezen hozzáférhetők, a 10-15 perces csapadékösszegek pedig nem adnak részletes adatokat a csapadék időbeli eloszlásának vizsgálatára.

Általánosan elterjedt az a vélekedés, hogy a csapadékok radarészlelés útján beszerzett adatai alkalmasak a felszíni csapadékmérések kiváltására. Erre vonatkozóan az alábbi megjegyzéseket kell megtenni. Egyrészt a radarmérések nem a földfelszínre kihulló csapadékot mérik, hanem a csapadékcseppekről (meg egyebekről) visszaverődő rádióhullámokat, és a visszaverődés erősségéből és egyéb paramétereiből lehet következtetni a csapadék mennyiségére, jellegére (DONG-JUN – SEED – DELRIEU 2010). Az ezzel kapcsolatos hibaforrásokról a szakirodalomban összefoglalókat lehet találni. A radarészlelések elvetése ugyanakkor hiba lenne, mivel a felszíni észlelés egyik legnagyobb nehézségének leküzdéséhez ad segítséget, hiszen a csapadékmérők közötti térben ad információt a csapadékeloszlás jellegére. A radar és a felszíni csapadékmérés egymást pontosítja, együttes alkalmazásuk a továbbiakban jelentős előnyöket biztosíthat. Itt meg kell említeni ugyanakkor azt is, hogy olyan radarok alkalmazását kell felvetni, amelyek a kellően részletes 50–250 m rászterben is képesek becslést adni, mivel a felhőszakadások karaktere ezt a térbeli felbontást igényli, és perc nagyságrendű időbeni mintázást kell a radarberendezéseknek biztosítania, tekintettel a jelenség időben igen gyorsan változó jellegére.

A tanulmányban bemutatott csapadékok újra felhívják a figyelmet az észlelés, az adatok értelmezésének és feldolgozásának feladataira.

Köszönetnyilvánítás

A Fővárosi Csatornázási Művel Zrt. Ár- és Belvízvédelmi Osztálya által gyűjtött és feldolgozott csapadékatatok kezeléséhez felállított rendszer működtetése, az adatok feldolgozását biztosító rendszerek kialakítása több munkatárs tevékenysége mellett alapvetően Bana Zsolt okl. térképész, Székely Árpád okl. geográfus, utóbb Sütő Tamás okl. geográfus és Sütő Gergely okl. geográfus munkáján nyugszik.

Irodalomjegyzék

- DONG-JUN, S. – SEED, A. – DELRIEU, G. (2010): Radar and Multisensor Rainfall Estimation for Hydrologic Applications. In TESTIK, F. Y. – GEBREMICHAEL, M. eds.: *Rainfall: State of Science*. Washington, D. C, American Geophysical Union. 79–104. DOI: <https://doi.org/10.1029/2010GM000952>
- HORVÁTH Á. (2015a): Forró periódust záró zivataros hidegfront, szupercellákkal július 8-án. *MET.hu*, 2015. 07. 10. Elérhető: www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1350&hir=Forro_periodust_zaro_zivataros_hidegfront_szupercellakkal_julius_8-an (A letöltés időpontja: 2017. 09. 29.)
- HORVÁTH Á. (2015b): A 2015. augusztus 17-i villámárvizeket okozó időjárás elemzése. *MET.hu*, 2015. 08. 25. Elérhető: www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1382&hir=2015_augusztus_17-i_villamarvizeket_okoza_idojaras_elemzese (A letöltés időpontja: 2017. 09. 29.)
- Jégeső és özönvíz tarolta le a fővárost (2015). *Idojaras.hu*, 2015. 06. 09. Elérhető: www.idojaras.hu/jeges-es-ozonviz-tarolta-le-a-fovarost (A letöltés időpontja: 2017. 09. 29.)

- KOVÁCS T. (2015): Felhőszakadás 2015. augusztus 17-én. *MET.hu*, 2015. 08. 19. Elérhető: http://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1380&hir=Felhoszakadas_2015_augusztus_17-en (A letöltés időpontja: 2017. 09. 29.)
- LAKATOS M. – HOFFMANN L. (2017): Rendkívüli csapadék hullás Budapest belvárosában. *MET.hu*, 2017. 05. 30. Elérhető: www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1885&hir=Rendkivuli_csapadekhullas_Budapest_belvarosaban (A letöltés időpontja: 2017. 09. 28.)
- Meteorológiai és földdelejtességi följegyzések a M. K. Központi Intézetben, Budapesten, 1875 június hóban (1875). *Természettudományi Közlöny*, 7. évf. 71. sz. 295–296.
- MI-10-455/2-1988 Belterületi vízrendezés. Csapadékvíz elvezető hálózat hidraulikai méretezése. *OMSZ története* (s. a.). Elérhető: www.met.hu/omsz/OMSZ_tortenete (A letöltés időpontja: 2017. 09. 30.)
- RÁCZ T. et al. (2015): *A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. csapadékmérő rendszere, a 2014. év május-szeptember időszak csapadékviszonyai a főváros területén*. Elérhető: www.researchgate.net/publication/310209555_A_Fovarosi_Csatornazasi_Muvek_Zrt_csapadekmero_rendszere_a_2014_ev_majus-szeptember_idoszak_csapadekviszonyai_a_fovaros_teruleten (A letöltés időpontja: 2017. 09. 29.)
- VARGA L. – BUZÁS K. – HONTI M. (2016): Új csapadékmaximum-függvények. *Hidrológiai Közlöny*, 96. évf. 2. sz. 64–69.

Vákát oldal

A tanulmánykötet szerzői

- Ámon Gergely:** okleveles építőmérnök, hidroinformatikai és vízgazdálkodási szakmérnök, vízépítési tervező, vízrendezési, hidraulikai és víziközmű-szakértő, TURA-Terv Mérnökiroda Kft.
- Balatonyi László:** árvízvédelmi osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet.
- Bardóczyné Székely Emőke:** egyetemi docens, SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Természetvédelmi és Tájgazdálkodási intézet Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék.
- Békési István:** a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.
- Cimer Zsolt:** egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, NKE Víztudományi Kar.
- Czigány Szabolcs:** habilitált egyetemi docens, tanszékvezető, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék.
- Domján Anita:** intézeti technikus, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.
- Dulovics Dezsőné:** professor emerita, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar.
- Fehér János:** a DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet munkatársa.
- Gerőfi-Gerhardt András:** a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársa.
- Goda Zoltán:** kutatási főreferens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Hábermayer Tamás:** tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság.
- Hajtó Ödön:** okleveles mérnök.
- Hancz Gabriella:** egyetemi docens, DE Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék.
- Hoffmann Imre:** közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkár.
- Hoffmann Lilla:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Horányiné Csiszár Gabriella:** ivóvíz-gazdálkodási részlegvezető, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.
- Ilyés Csaba:** tudományos segédmunkatárs, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.
- Istók Balázs:** adjunktus, BME Áramlástan Tanszék.
- Jackovics Péter:** tűzoltó ezredes, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Országos Polgári Védelmi Főfelügyelőség Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály főosztályvezetője, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka.
- Karches Tamás:** főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Király Lajos:** a ZOLTEK Zrt. munkatársa.
- Komárominé Kucsák Mónika:** egyetemi adjunktus, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet.
- Kozák Péter:** okleveles mérnök, vízgyűjtőfejlesztési osztályvezető, Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság.
- Kuti Rajmund:** egyetemi docens, SZIE Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar.
- Lakatos Mónika:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Lénárt László:** c. egyetemi tanár, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet.
- Lengyel Róbert:** oktató, BME.

Makay Gábor: osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság.

Mátrai Ildikó: főiskolai tanár, intézetvezető, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Mrekva László: mérnök tanár, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet; ügyvezető igazgató, Bajavíz Kft.

Nagy Attila: adjunktus, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Nagy Gábor: tudományos segédmunkatárs, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.

Orgoványi Péter: mérnök, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Puskás Tibor: hidrogeológus, TETTYE Forrásház Zrt.

Rác Tibor: osztályvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Riczu Péter: tudományos segédmunkatárs, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Ronczyk Levente: adjunktus, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék.

Salamon Endre: egyetemi tanársegéd, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Sólyom Péter: a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.

Szűcs Péter: dékán, egyetemi tanár, az MTA doktora, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.

Takács Krisztina: PhD-hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola.

Tamás János: egyetemi tanár, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

Tóth László: gazdasági főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Török László: főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Turai Endre: intézetigazgató, habilitált egyetemi docens, ME Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet.

Üszögh Lajos: külkapcsolati tanácsadó, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Vadkerti Edit: egyetemi docens, intézetvezető-helyettes, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.