

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 csapadékintenzitás, 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
Rác 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

## **Egy mérnök számára szükséges adatok és módszerek a települési csapadékvíz-elvezetés és csapadékvíz-gazdálkodás tervezése során**

### **Bevezetés**

A települési vízgazdálkodás csapadékvizekkel foglalkozó ágazata a csapadékvíz elvezetését, tárolását és hasznosítását, illetve kezelését foglalja magában. Bármelyik területén dolgozik a mérnök, előbb-utóbb csapadékadatokra lesz szüksége.

Ma már nemcsak az Országos Meteorológiai Szolgálat mér csapadékadatokat – az interneten idehaza legalább két számjegyű amatőr és kevésbé amatőr meteorológus honlapja érhető el –, jó esetben feldolgozott formában hosszabb-rövidebb időt átfogóan, a „rosszabbik” esetben „csak” napi adatokhoz juthatunk, amelyek a közönségigények kielégítésére kiválóan alkalmasak lehetnek, de a mérnök számára nem kielégítők.

A mérnök alkalmazhatja a szakmai standardoknak megfelelő, a rutin mérnöki igényeket kielégítő adatokat és a mellé rendelt módszereket, amelyek ma már csak a régi hazai műszaki irányelvekben, vízügyi műszaki segédletekben, valamint szakkönyvekben lelhetők fel. Ezek 30 évnél régebbi adatok feldolgozásával keletkeztek, és az újabb szakkönyvek is leginkább ezekből a „másodlagos frissességű” adatokból táplálkoznak. A különböző segédleteket, azon túl, hogy hatálytalanították, nem frissítették, nem fogalmazták újra.

Ha elszánt mérnökünk korszerűbb adatokra szeretne támaszkodni az adott létesítmény helyén, vagy annak közelében, be kellene szereznie adott hosszúságú és adott időbeli felbontású mért adatokat, és magának előállítania a számára szükséges jellemző adatokat. Ez hosszadalmas, meglehetősen nagy felkészültséget és gyakorlatot igénylő munka. Ezzel valószínűleg nem fog élni, mert az adatsorok nagy valószínűséggel csak jelentős anyagi befektetéssel szerezhetők meg. Ha mindenképpen az adott igényeknek megfelelő adatokra van szükség, például a meteorológiai szolgálattól megrendelheti, ahol a kívánalmaknak megfelelő feldolgozottsággal elkészítik a megadott időszakra vonatkozó adatsorokból.

A helyzet tehát a mérnökök által alkalmazható adatok szempontjából nem túl megnyugtató, különösen a vízvezetés biztonságával összefüggő, „mértékadó” csapadékokból számított vízhozamok, és az erre tervezett és megépített vízvezető és tározó művek tekintetében.

## A csapadékok intenzitás-időtartam-visszatérési idő kapcsolata

Egy adott vízgyűjtő területről vagy a csapadékvíz-elvezető hálózat egyes pontjain levezetendő csapadékhozam nagyságának kiszámítására törekedve fogalmazódott meg a mértékadó vízhozam, illetve az ezzel kapcsolatba hozható mértékadó csapadék fogalma. Mértékadó csapadék alatt általánosságban olyan állandó vagy változó intenzitású csapadékot értünk, amelyből adott valószínűséggel, illetve átlagos visszatérési idővel bekövetkező lefolyás keletkezik. Ennél konkrétan legfeljebb a vízhozamszámításhoz alkalmazott módszerrel együtt értelmezhetően adható meg a mértékadó csapadék fogalma. Például a racionális számításnál mértékadónak azt az adott visszatérési idejű csapadékot nevezzük, amelynek időtartama a vizsgált csatornaszelvényhez tartozó összegyülekezési idővel egyezik meg.

A közterületi csapadékelvezető létesítmények legrövidebb reakcióideje az egyes csapadékeseményekre a mérnöki gyakorlat alapján többnyire 10-15 percre tehető. A gyakorlatban többnyire a 10 percnél hosszabb idejű, de 180 percnél rövidebb csapadékesemények érdekesekek, az úgynevezett rövid idejű nagycsapadékok.

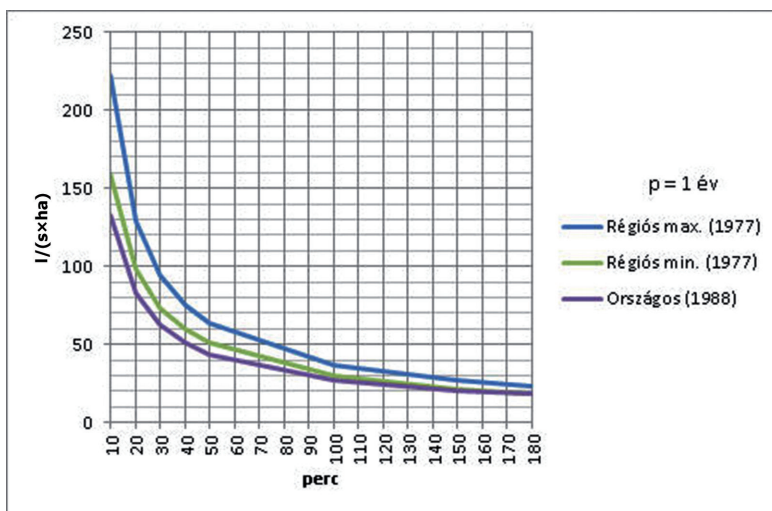
A manuálisan végzett lefolyásszámításokkal kapcsolatban fontos követelmény volt az alkalmazott módszer egyszerűsége. Ennek érdekében a csapadékeseményeket állandó intenzitásúnak tekintették. Ehhez kapcsolatot kerestek a csapadékok intenzitása(i) és időtartama között.

A hazai adatokon (MI-10-455-2:1988) alapuló

$$i = a_p t^{-m}$$

összefüggést standard módon alkalmazzuk, amelybe az időt 10 perces egységben kell behelyettesíteni. Az idők folyamán a hazai csapadékfüggvények, és ebből kifolyólag az intenzitások is módosultak. A *Vízügyi létesítmények kézikönyvében* (1974) még az ország területét lefedő 12, csapadékmérő állomásokkal reprezentált régióra szerepelnek a Montanari-képletre meghatározott paraméterek és a csapadékgörbék.

1977-ben a régiós csapadékfüggvényeket felváltó, az egész országra érvényesnek tekintett összefüggés jelent meg a VMS 201 műszaki segédletben, majd az MI104552:1988 műszaki irányelvben is, immár a gyakorló mérnökök számára „kanonizálva”. A változások érzékeltetéséhez összevetettük a korábbi régiós adatok szélsőértékeit (a legnagyobb értékeket a kompolti régió, a legkisebbeket a soproni régió adta) és az országra egységesített 1 éves visszatérési idejű csapadékadatokat. Az 1. ábrán az 1 éves visszatérési idejű csapadékokra vonatkozó adatokat mutatjuk be. Látható, hogy az országra egységesített intenzitások kisebbek a régiós értékek minimumértékeihez képest is, a maximumértékhez viszonyítva az eltérések pedig kifejezett rendkívül nagyok, legalábbis a rövid idejű csapadékok esetében.

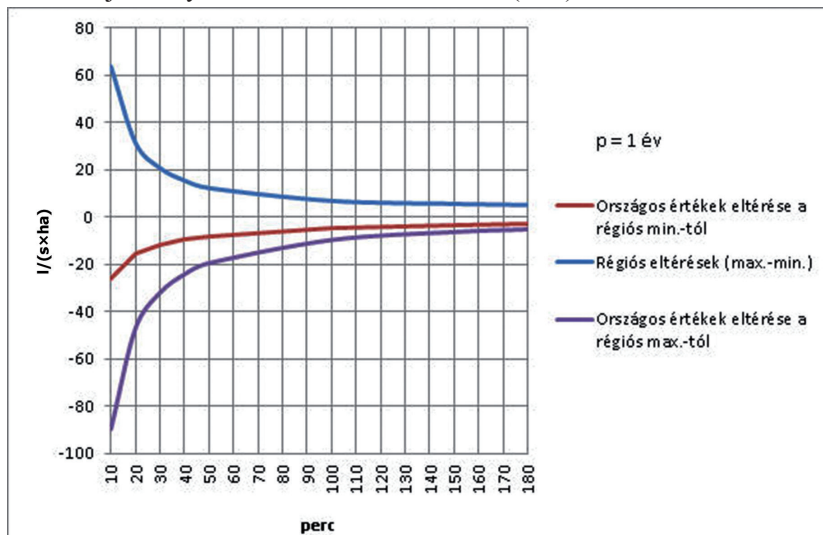


1. ábra

Régiós és országos csapadék-intenzitások (p=1 év)

Forrás: a szerzők szerkesztése

A régiós értékek is meglehetősen széles sávban szóródtak, amit a 2. ábrán mutatunk ismét csak az egyéves visszatérési idejű intenzitásadatokkal. Az országos intenzitásértékek eltérései szintén ezen az ábrán láthatók mind a régiós minimumokhoz, mind a maximumokhoz viszonyítva. Az új szabályozás szerinti adatok több 10 I/(s×ha) intenzitáscsökkenést mutatnak.



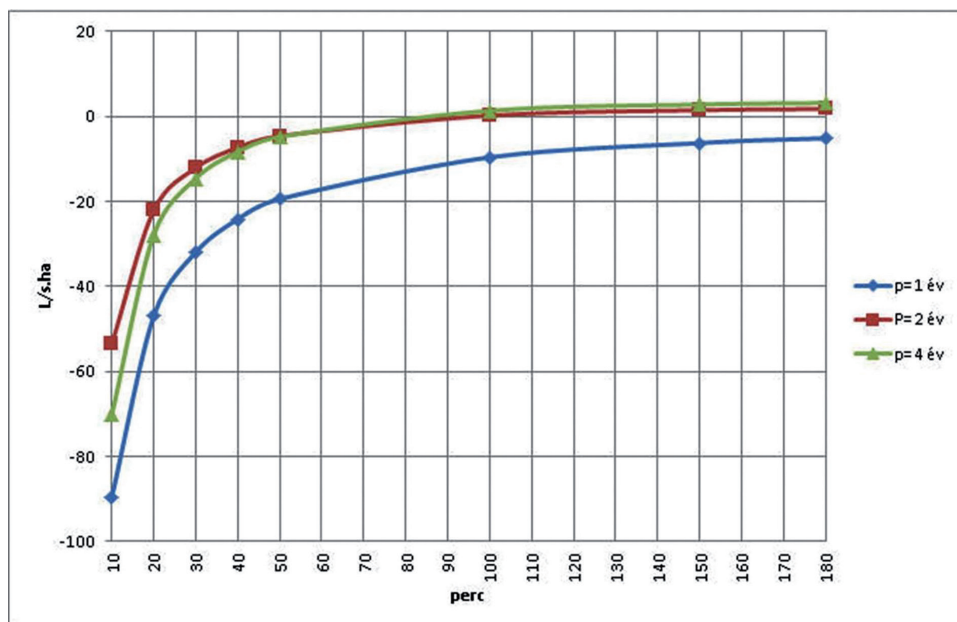
2. ábra

Csapadékinintenzitások eltérései (p=1 év)

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az eltérések a nagyobb csapadék-időtartamok esetében persze egyre kisebbek, a 180 perces értékeknél már csak 5 l/(s×ha). A mérnök számára irányadó tervezési adatok változásai a rövidebb záporintenzitások esetében, egyúttal a kis összegyűlekezési idejű vízgyűjtő területeknél jelentettek markáns változást. Ám e viszonylag kis vízgyűjtők közterületi csapadékelvezető létesítményei esetében még lehet, hogy a sűrűbben előforduló záporok idején problémák nem adódtak/adódnak, aminek oka egyrészt éppen a vízgyűjtő terület kis mérete, másrészt az alkalmazott minimálszelvények vízelvezetőképesége és víztározási tartalékai. Mindenesetre az országos érvényességű csapadékinintenzitás-függvények paramétereinek felülvizsgálata az általános használatú segédletbe kerülése óta eltelt 40 év után, csapadékadatsorainknak a mérőhálózat növekedése, a csapadékelvezetések szofisztikáltsága miatti bővülése okán – legalábbis a számunkra érdekes, rövid idejű (<3h) csapadékok vonatkozásában – megfontolandó.

Összevetve a tervezés során leggyakrabban előforduló 1–4 év gyakoriságú csapadékokra a régi és az újabb szabályozás szerinti legnagyobb intenzitáseltéréseket, a legnagyobb csökkenések az 1 éves csapadékok esetében vannak. Ugyanakkor a 2 és 4 éves, 90 percnél nagyobb időtartamú csapadékok esetében az eltérések – ugyan csak kis mértékben – ellenkező előjelűek, tehát az újabb műszaki irányelv alapján némileg nagyobb csapadékintenzitások adódnak (3. ábra).



3. ábra

*Az 1–4 év visszatérési idejű csapadékok 1977-es és az 1988-as segédlet alapján számított intenzitás-különbségei*

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

## Időben nem állandó csapadékok

Az intenzitás-időtartam-visszatérési idő összefüggések, annak ellenére, hogy valós mért adatokon alapulnak, csak – indokolt elvi megfontolásokon nyugvó – egy adatsorból kiragadott adatok feldolgozásán nyugszanak, és nem a csapadékontinuumot veszik figyelembe. Alkalmazásukkor tulajdonképpen időben konstans intenzitású csapadékkal számolunk. A számítás „egyszerűsége” miatt mind a mai napig a rutinmunkák alapmódszere. Adekvát alkalmazhatóságát a kb. 100 éves mérnöki tapasztalat igazolta, amennyiben az oki korlátokat – például vízgyűjtő terület nagysága, alakja, összegyülekezési idő nagysága – betartjuk, és az adott létesítmény mértékadó vízszállításainak számításakor az egyéb jellemzőket (például lefolyási tényező, összegyülekezési idő) is jól becsüljük meg.

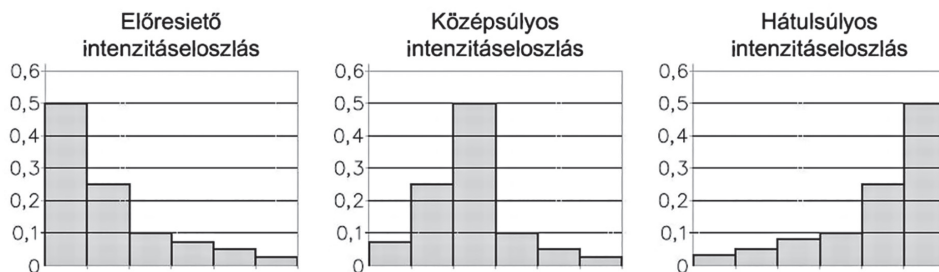
Az időben állandó intenzitású csapadék feltételezése a bonyolultabb esetekben már elfogadhatatlan lehet, különösen akkor, ha az előbb felemlített oki korlátok sem teljesülnek. Napi tapasztalat, hogy a csapadék jelentős része a záporsemény első részében (felében-harmadában) esik le. Ennek ellenkezője is létezik, amikor a csapadék nagyobb része a csapadékesemény második felében hullik le, például erre a Fővárosi Csatornázási Művek mérőhálózatán mért adatokból készített idősorokon (RÁCZ et al. 2015) láthatunk.

Mért adatokkal alátámasztva különböző egyszerűsített csapadékmodellek születtek (BUTLER–DAVIES 2011).

Idehaza Gayer (2004) többféle változó intenzitású csapadékmodellt mutatott be.

A modellek jellemzően betartják azt a „szabályt”, hogy az adott csapadéktartamra a modell szerinti összes csapadékmennyiség ugyanakkora legyen, mint a „valóságos” csapadéké. Az egyik ilyen az MI10455 irányelvbe is bekerült szimpla háromszög alakú intenzitásmo­dell.

Háromféle, háromnál több lépcsőt tartalmazó, egyszerű intenzitásmo­delleket alkalmazunk: az előresietőt, amilyen tulajdonképpen a fentebb említett háromszögmodell, a hátul súlyost, amikor a csapadék nagyobb részét az utolsó harmadban feltételezzük, és a centrálisabb, a nagyobb intenzitásokat középre helyező modellt.



4. ábra

Többlépcsős intenzitásmo­dellek

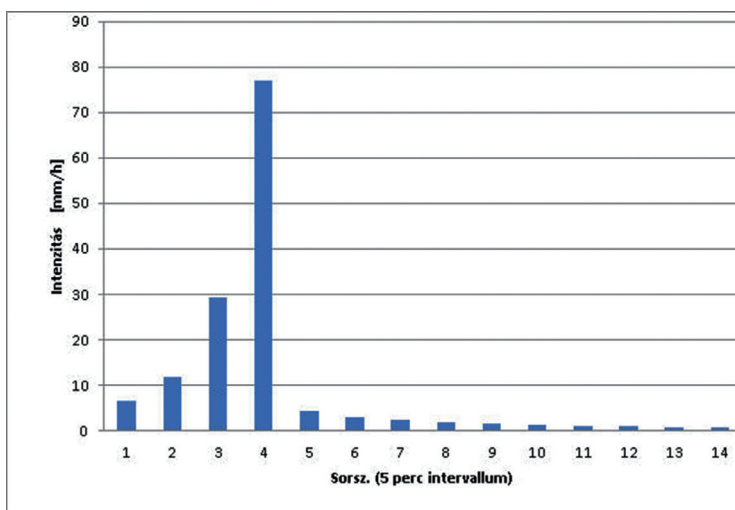
Forrás: a szerzők szerkesztése



Ezeket a modelleket már számítógépes implementációkban lehet lekezelni. Ilyen modell például a JAMSSCS program (Jena Adaptable Modelling System és az SCS rövidítések összevonásából), amit egységárhullám-módszeren alapuló, homogén, kis vízgyűjtő területek lefolyáásszámítására készítettek.

Adott esetben valamelyik lépcsős csapadékin tenzítás-idősor akár adott visszatérési idejű és időtartamú blokkcsapadékok adatai alapján is előállítható (Thiele+Büttner GbR 2012).

Az alábbiakban példát mutatunk a hazai intenzitás-időtartam-visszatérési idő kapcsolat alapján egy közép súlyos intenzitáseloszlás elkészítésére. Első lépésként az adott feladathoz megfelelő csapadékesemény időtartamát kell meghatározni, például az adott csapadékvíz-elvezető rendszerre mértékadó összegyülekezési idő alapján – a példában 70 perc – becsüljük meg. A kiválasztott visszatérési időre – a példában 1 évre – vonatkozó paraméterek alapján kiszámítjuk – elvileg tetszőleges, a példában 5 perces időlépcsők végére – a csapadékin tenzításokat. Ezekből az adatokból kiszámítjuk az egyes időintervallumokra érvényes intenzitásokat. Az így diszkrétizált adatsorból kiválasztjuk a legnagyobb értéket, amit a teljes időtartamon belül a kívánt maximumhoz tartozó intervallumba helyezzük át. A példában a csapadék-időtartam harmadába, a 4., vagyis a 15–20 perc közötti intervallumba. Az ennél kisebb időkre, tehát a maximum előtti intervallumokba a következő legnagyobb intenzitásokat tesszük, fordított sorrendben. A maximum utáni intervallumokba pedig a többi diszkrétizált intenzitásértékek kerülnek, változatlan sorrendben. A kapott eredményt az 5. ábra mutatja.



5. ábra

*Lépcsős csapadékin tenzítás-idősor generálása 1 éves visszatérési idejű csapadékin tenzítás-függvényből 70 perc időtartamra*

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

Megjegyezzük, hogy az 5 percnél kisebb intervallumokkal óvatosan kell eljárni, mert a kapott maximum irreálisan nagy intenzitásértéket eredményezhet, legalábbis a hazai csapadékfüggvény esetén.

A csapadék időtartamának meghatározásánál pedig nem feltétlenül az összegyülekezési időből kell kiindulni, mert adott esetben például a záportározók maximális leürülési idejét célszerű figyelembe venni (DWA-A 118 függeléke).

## A csapadék és a vízgyűjtő terület nagysága közti kapcsolat

A csapadékintenzítások nemcsak időben változók, de térbeli kiterjedésük is rendkívül változékony. A csapadékok kiterjedését jelentős mértékben a front vonulási iránya, sebessége befolyásolja. A probléma jelentős egyszerűsítése érdekében a terület és az intenzitáscsökkenés között lehet felállítani kapcsolatot, erre példát a szakirodalomban elvétve ugyan, de találunk (BUTLER–DAVIES 2011), viszont csak adott régióra érvényesen.

Ausztriára,  $6 \times 6$  km-es rácestartományú pontcsapadékokra állítottak fel a csökkenésre vonatkozó összefüggést (WEILGUNI 2013).

## Szintetikus csapadékidősorok

A bonyolult, a terepi és a csatornabeli lefolyás folyamatát is figyelembe vevő számítógépes modelleknél a csapadékesemények hosszabb idejű spektrumát célszerű alkalmazni szintetikus csapadékidősorok generálásával.

A szintetikus csapadékidősoroknak hosszúaknak, időben nagy felbontásúaknak és hézagmenteseknek, valamint a valóságos adatsorokra jellemző valószínűségi eloszlásúaknak kell lenniük.

## Nagycsapadékok

A belterületen különösen a kis részvízgyűjtők (például lakóingatlan, lakópark, ipari üzem) csapadékcsatornázásánál fontos a nagycsapadékra való felkészülés. Hasonló a helyzet, ha zöldtetőről van szó, vagy ha egy rövid csatornarendszerben átemelő, tároló van.

A nagycsapadék, illetve extrém csapadékesemény definiálása meglehetősen problematikus, mert mind a rövid idejű, de rendkívül nagy intenzitású csapadékesemény, mind a hosszú idejű, akár többnapos, de kiugróan nagy mennyiséget adó csapadék is ekként nevezhető.

A német meteorológiai szolgálat a nagycsapadékokra katasztrófavédelmi szemléleten alapuló értékeket ad meg több fokozatban ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)).

A csapadékösszeg mellett a rövid idejű nagy intenzitású csapadékesemények is érdekesek. A német meteorológiai szolgálat (DWD) például a heves zivatarok közül a  $>2$  mm/10 perces eseményt tekinti nagycsapadéknak.

Az MSZ-04-134:1991 az épületekre vonatkozó fajlagos csapadékhozamokat adja meg, amely jól alkalmazható értékeket tartalmaz.

A rövid időtartamú csapadékok évi maximumainak empirikus eloszlására is rendelkezésre állnak adatok (VÁRADI–NEMES 1992), bár ezek az adatok bő 25 évvel ezelőtti észleléseken alapulnak.

## Trendek és hosszú távú előrejelzések

Hosszú idejű csapadékadatok alapján vizsgálhatók a csapadékösszegek alakulása és trendjeik, a nagycsapadékok gyakorisága, a csapadékok intenzitása, a csapadékok eloszlása, a csapadékos és száraz időszakok alakulása.

A jövőre vonatkozólag az OMSZ publikál a honlapján extrém csapadékok alakulásával kapcsolatban becslést.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) Országos Vízjelző Szolgálatára számára lefolyás-előrejelző rendszer működik. A részfolyamatokat modellező modulokból álló rendszer 0,1°-os felbontású rácshálóra transzformált meteorológiai változókból generál ezzel azonos vagy ennél kisebb felbontású (például 0,125°) adatokat 6, illetve a jövőben várhatóan 1 órás időlépcsőkben (Csík 2014). Az 1 órás felbontás már közelít ahhoz az adatigényhez, amire a vízvezetést tervező mérnöknek szüksége van.

## Összefoglalás

Egyszerűbb esetekben jól használhatók a kisebb-nagyobb régiókra generalizáltan érvényesnek feltételezett, időben és térben konstansnak tekintett vagy éppen időben változó csapadékmagasság-, -intenzitási adatok. Bonyolultabb esetekben az adott vízgyűjtőhöz közeli meteorológiai állomások „valós mért” adataira vagy adott időtartamú és időbeli eloszlású – egyszerűbb vagy bonyolultabb – szintetikus csapadékidősorokra is szükség lehet. A tömegesen előforduló, de igényes csapadéklefolyás-számításokhoz megalapozott, a jelen időszakunkhoz közeli, de kellően hosszú időintervallumot (legalább 3-4 évtizedet) felölelő csapadékadatokon alapuló, statisztikailag feldolgozott, a mérnöki munkához alkalmas formában történő kidolgozására van szükség. Ezeket pedig rendszeresen, legalább 20-25, de inkább 10-15 évente karban kellene tartani, és a bevált műszaki irányelvek, segédletek formájában, de nem feltétlenül papíron kellene elérhetővé tenni.

A speciálisabb feladatokhoz, a blokkmodell meghaladó modelleket és azok adott esetben számszerű adatokat eredményező alkalmazásukat foglaltuk össze.

Kívánatos lenne térben és időben nagy felbontású adatokat tartalmazó adatbázist előállítani. Vannak külföldi minták olyan szolgáltatásokra, ahonnan rutinszerűen rendelhetők meg adott helyre, adott hosszúságú szintetikus idősorok még hazai viszonylatban is elfogadhatónak tekinthető árszínvonalon. Továbbá a különböző költségvetési forrásokból működtetett szervezetek csapadékmérő hálózatainak összegyűjtött primer, de hibás adatoktól megtisztított adatokat kellene közkinccsé tenni, hogy ezekből a tudományos műhelyekben a mérnökök számára használható feldolgozott adatok készülhessenek.

## Irodalomjegyzék

- BABBITT, H. E. (1952): *Sewerage and Sewage Treatment*. New York, J. Wiley & Sons.  
BUTLER, D. – DAVIES, J. W. (2011): *Urban Drainage*. London – New York, Spon Press.  
CSÍK A. (2014): Meteorológiai adatasszimiláció az országos vízjelző szolgálat előrejelző rendszerében.  
In PONGRÁCZ R. – MÉSZÁROS R. – KIS A. – LEELŐSSY Á. – SÁBITZ J. szerk.: *Egyetemi Meteorológiai*

- Füzetek, Léggöri folyamatok előrejelzésének módszerei és alkalmazásai.* Az ELTE Meteorológus TDK Nyári Iskolája. 2014. augusztus 26–28. Szigliget. Az előadások összefoglalói.
- FABIG, I. (2007): *Die Niederschlags- und Starkregenentwicklung der letzten 100 Jahre im Mitteldeutschen Trockengebiet als Indikatoren möglicher Klimaänderungen.* Dissertation. Halle-Wittenberg, Martin Luther Universität. Elérhető: <https://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/07/07H044/prom.pdf> (A letöltés időpontja: 2018. 03. 17.)
- GAYER J. (2004): *A települési csapadékvíz-elhelyezés az integrált vízgazdálkodás tükrében.* PhD-értekezés. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem.
- GYÖRGY I. szerk. (1974): *Vízügyi létesítmények kézikönyve.* Budapest, Műszaki.
- PONGRÁCZ R. et al. (2014): Nagycsapadékok és aszályok: Mire számíthatunk? *Egyetemi Meteorológiai Füzetek, Léggöri folyamatok előrejelzésének módszerei és alkalmazásai.* Az ELTE Meteorológus TDK Nyári Iskolája. 2014. augusztus 26–28. Szigliget. Az előadások összefoglalói.
- LUBW (2008): *Niederschlagsreihen für die Langzeitsimulation.* Karlsruhe, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- RÁCZ T. et al. (2015): *A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. csapadékmérő rendszere, a 2014. év május-szeptember időszak csapadékviszonyai a főváros területén.* MHT XXXIII. Országos Vándorgyűlés. Elérhető: [www.hidrologia.hu/vandorgyules/33/dolgozatok/word/0508\\_racz\\_tibor.pdf](http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/33/dolgozatok/word/0508_racz_tibor.pdf) (A letöltés időpontja: 2018. 03. 17.)
- Thiele+Büttner GbR (2012): *Die Verwendung der Euler-2-Verteilung als Niederschlagsinput in NA-Modelle.* Elérhető: [www.tubig.de/Download/Euler2\\_NAM.pdf](http://www.tubig.de/Download/Euler2_NAM.pdf) (A letöltés időpontja: 2017. 09. 01.)
- VÁRADI F. – NEMES C. (1992): Rövid időtartamú csapadékmáximumok gyakorisága Magyarországon. *Léggör, 37. évf. 3. sz. 8–13.*
- WEILGUNI, V. ed. (2013): *Fachkarte Bemessungsniederschlag.* Wien, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. Elérhető: <http://ehyd.gv.at/assets/ehyd/pdf/bemessungsniederschlag.pdf> (A letöltés időpontja: 2017. 09. 01.)
- BERKE B. szerk. (1976): *Hidrologiai eljárások útmutatója II.* Budapest, Országos Vízügyi Hivatal.

## Irányelvek

- MSZ-04-134:1991 Épületek csatornázása
- MI-10-455-1:1988 Belterületi vízrendezés. Általános követelmények
- MI-10-455-2:1988 Belterületi vízrendezés. Csapadékvíz elvezető hálózat hidraulikai méretezése
- MI-10-455-4:1988 Belterületi vízrendezés. Zápportározók
- VMS 201-1:1977 Rövid idejű csapadékok meghatározása
- DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., März 2006

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.