

III. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia 2021

Tanulmányok

Szerkesztette
Bíró Tibor



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Tartalom

<i>A tanulmánykötet szerzői</i>	7
<i>A szerkesztő előszava</i>	9
I. rész – Az integrált települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	11
Balatonyi László – Hegyi Zoltán: A közút forgalma által okozott szennyeződések terjedésének vizsgálata a közúti csapadékvíz-elvezetésben	13
II. rész – A kutatás, innováció és legjobb gyakorlat témakörében elhangzott előadások publikációi	23
Bana Zsolt – Balogh Balázs – Rác Tibor: Neurálishálózat-alapú vízállás-előrejelző modellek a budapesti kisvízfolyásokon	25
Kozák Péter: Csapadékvíz-gazdálkodási kérdések az Alsó-Tisza vízgyűjtőjén	45
III. rész – A stratégia, gazdaságpolitika és oktatás témakörében elhangzott előadások publikációi	63
Máthé Katalin: A kulcsvonalmódszer alkalmazása vonal menti struktúrák létesítésére	65
IV. rész – A település- és lakosságvédelem témakörében elhangzott előadások publikációi	83
Hábermayer Tamás: Az éghajlatváltozás jövőbeli hatásai a települési csapadékvízre – tudatos tervezés a rendkívüli események elhárítása kapcsán	85
Márton Attila: A Szuha-pataki árvízcsúcscsökkentő tározó hatásának elemzése Ecseg település villámárvizekkel szemben való védettségére	93
Bene Viktória – Cimer Zsolt: Csapadékvíz-gazdálkodás kontra veszélyhelyzet kialakulása a veszélyes ipari üzemekben	105
V. rész – Az infrastruktúra-gazdálkodás, -üzemeltetés témakörében elhangzott előadások publikációi	113
Nagy Zoltán András: Kibertámadások víziközművek ellen	115
Hetsi Zsolt – Mrekva László: Szélsőséges csapadék kezelése a mezőgazdasági gyakorlatban	127
VI. rész – Az előrejelzés, méretezés és tervezés témakörében elhangzott előadások publikációi	137
Rác Tibor: Hellmann–Fuess-csapadékirók szisztematikus hibájának korrekciója a feldolgozott záporadatokban	139

A tanulmánykötet szerzői

Balatonyi László: osztályvezető, Települési Vízgazdálkodási Osztály, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

Balogh Balázs: okleveles építőmérnök, FCSM

Bana Zsolt: okleveles térképész

Bene Viktória: PhD-hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola; Honvédelmi Minisztérium Hatósági Főosztály

Cimer Zsolt: egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, tanszékvezető, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

Hábermayer Tamás: tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság

Hegyi Zoltán: környezetvédelmi albizottság-vezető, MAÚT; ügyvezető igazgató, VIKÖTI Kft; vezető tervező

Hetesi Zsolt: egyetemi docens, NKE Víztudományi Kar, Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

Kozák Péter: okleveles építőmérnök, igazgató, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság

Márton Attila: okleveles építőmérnök, csoportvezető, Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság Vízyűjtő-gazdálkodási Csoport

Máthé Katalin: tudományos munkatárs, NKE Víztudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

Mrekva László: mesteroktató, NKE Víztudományi Kar, Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

Nagy Zoltán András: egyetemi docens, NKE Rendészettudományi Kar Bűnügyi, Gazdaságvédelmi és Kiberbűnözés Elleni Tanszék

Rácz Tibor: okleveles építőmérnök, PhD-hallgató

Kozák Péter

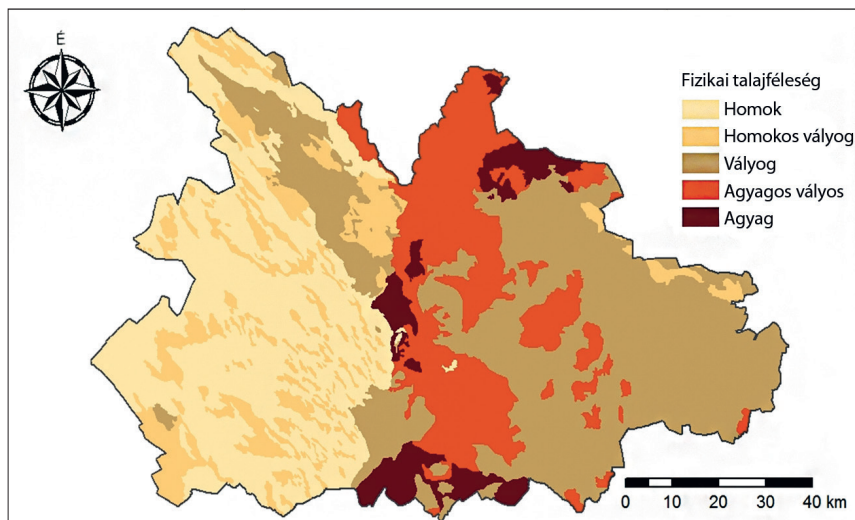
Csapadékvíz-gazdálkodási kérdések az Alsó-Tisza vízgyűjtőjén

Bevezetés

Az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság területe az Alföld nagytájon helyezkedik el. Működési területe érinti a Körös–Maros köze középtáját, a Duna–Tisza közti sík vidéket, az Alsó-Tisza-vidék középtáját. A középtájakat az alábbi kistájak építik fel: Körösszög, Csongrádi-sík, Békési-hát, Marosszög és Dél-Tisza völgye, Bugaci-homokhát keleti fele, a Dorozsma-Majsai-homokhát, a Kiskunsági löszös hát, a Bácskai löszös síkság, valamint a Dél-Tisza-völgy [1].

A terület felszínének mai képét leginkább a negyedidőszakban bekövetkezett változások határozzák meg. A táj kialakításában fluvialis felszínformáló folyamatok domináltak, a szél felszínformáló hatása csak korlátozott volt. Az eolikus felszínformálás csak kevés morfológiai formát hozott létre, azonban ezen a területen számottevő szerepe volt. A löszös felszínborítás eredményeként néhol még kivehetők az egykori vízhálózat nyomai, ám ezek az intenzív mezőgazdasági művelés miatt nagyrészt eltűntek. A szabályozási munkák megkezdése előtti időszakban az alegység területén kiterjedt mocsárvilág virágzott, amelynek táplálói a Maros és egykori vízrendszerének maradványai voltak.

A terület talajadottságai jellemzően heterogénnek minősíthetők. Nagyobb részén az öntéstalajok dominálnak, azonban a Duna–Tisza közti Homokhát-ság területén a homoktalajok a jellemzőek. Általánosságban kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságú talajok határozzák meg a felszínközeli rétegek vízgazdálkodási viszonyait (1. ábra).



1. ábra: Az Alsó-Tisza vízgyűjtőjének jellemző talajtípusa (készítette: Benyhe B.)

A terület éghajlata mérsékeltlen meleg, illetve meleg-száraz. Az évi napsütéses órák száma kiemelkedően magas, 2000-2100 óra körüli, ettől csak kismértékű eltérés tapasztalható. Az évi középhőmérséklet 10,2–10,7 °C. Az évi csapadékösszeg 500–620 mm között változik, de az utóbbi évtizedekben csökkenés, illetve a szélsőségek erősödése tapasztalható. Víziányos időszakban akár egyhavi csapadékmennyiséggel is kevesebb hullhat a területre. A Pálfai-féle besorolás szerint eddig előfordult aszályok alapján az erősen aszályos, nagyon erősen aszályos zónába tartozik ez az alegység. A belvív-veszélyeztetettségi térkép szerint az alegység mély fekvésű ártéri területei a közepesen, a legmélyebb térszínek pedig az erősen belvívveszélyes kategóriába tartoznak. A Csongrádi-sík magasabb területei mérsékeltlen kockázatosak, s csak a Békési-hát „magaslatai” mentesülnek a belvízi elöntés alól. A legmélyebb, csak a Torontáli-öblötzet, illetve Battonya déli részét érintő térszínek az erősen belvívveszélyes kategóriába tartoznak.

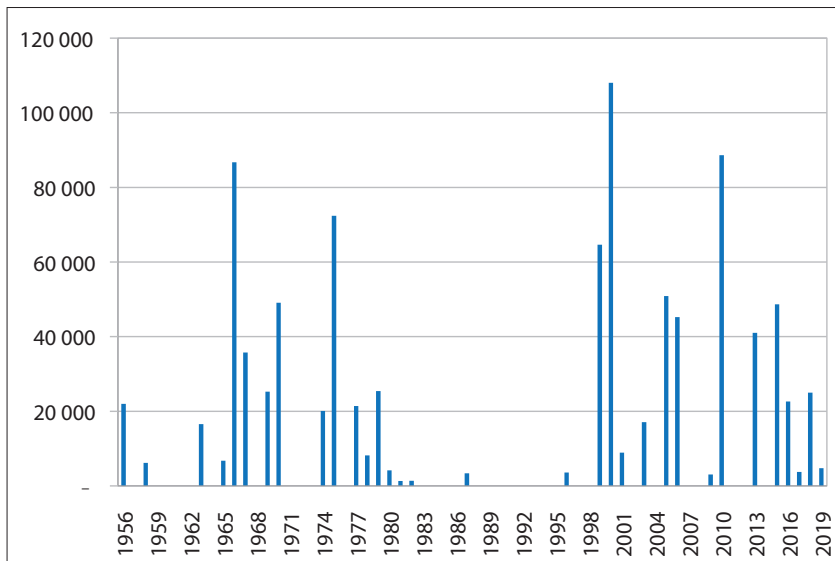
A téli félévben kialakuló hótakaró vastagsága átlagosan 18–35 cm, a hótakarós napok száma 28–35 között változik. Az uralkodó szélirány északi, illetve déli, a szélesség átlagos értékei nem haladják meg a 3 m/s-ot.

A térség fő vízfolyása a Máramarosi-havasokban 1000 m körüli magasságban eredő Tisza, amely a Rahó mellett egyesülő két ágból áll össze. Jelenlegi teljes hossza 962,2 km, amelyhez 157 200 km² vízgyűjtő terület tartozik, ebből a magyarországi szakaszára 596 km és 47 000 km² jut. Vízjárása a kontinentális hatás miatt erősen ingadozó. Az ingadozó vízhozamot (ebben akár 120-szoros különbség is előfordulhat) a vízgyűjtő terület középhegység jellegű domborzata, valamint a csapadékviszonyok is befolyásolják. A tengerszint feletti magasság hatással van a vízgyűjtő terület csapadékmennyiségére (a nagyobb magasság fokozza az esőgyakoriságot), amely a maximumát a hegyek lejtőin, a légtömegek élénk felemelkedésének zónájában éri el. A Tiszát kora tavaszi nagyvizek (a bekövetkező hóolvadások miatt), másodmaximumok (ritkábban) jellemzik, azonban nyár elején és ősszel is kialakulhatnak árhullámok (októberben és novemberben) a Földközi-tenger felől érkező csapadék hatására.

A terület vízföldtani adottságairól elmondható, hogy a talajvizek nyugalmi szintje több métert süllyedt az elmúlt harminc évben. A rétegvizek szintjében tapasztalt süllyedés az 1990-es évektől kezdődően megállt, és csekély mértékű nyomásemelkedés tapasztalható. A térség jelentős vízföldtani potenciálja a terület alatt elhelyezkedő termálvízkincs, amelyet jellemzően energetikai céllal termelnek ki, az 1960-as évektől kezdődően intenzíven. A kitermelés fenntartható folytatását a változó jogszabályi környezet nem segíti elő. Az energetikai céllal kitermelt vízkészletek visszasajtolásának elmaradása következtében a termálvíz-adó rétegekben folyamatos nyomáscsökkenés figyelhető meg.

A vizsgálati területen 114 település található, ebből négy megyei jogú város. A belvíz megjelenése a terület természeti adottságaival kapcsolatos. A kicsiny terepesések következtében a felszíni összegyülekezési folyamatok a talaj felszíne helyett a talajba történő beszivárgás által mennek végbe. Ezáltal a felszínen összegyülekezett vízmennyiség rendkívül lassan jut el a befogadókhöz, így felszíni/belvízi elöntések alakulnak ki.

A térség további sajátosságai azok a felszín alatti áramlási sajátosságok, amelyek eredményeként a terepen kialakuló elöntések keletkeznek. A kialakuló elöntések jellemzően hosszú időre kiterjedően borítják be a területet. A belvízi elöntéseket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A belvízi elöntések maximális nagysága (hektár) (készítette: Kozák P.)

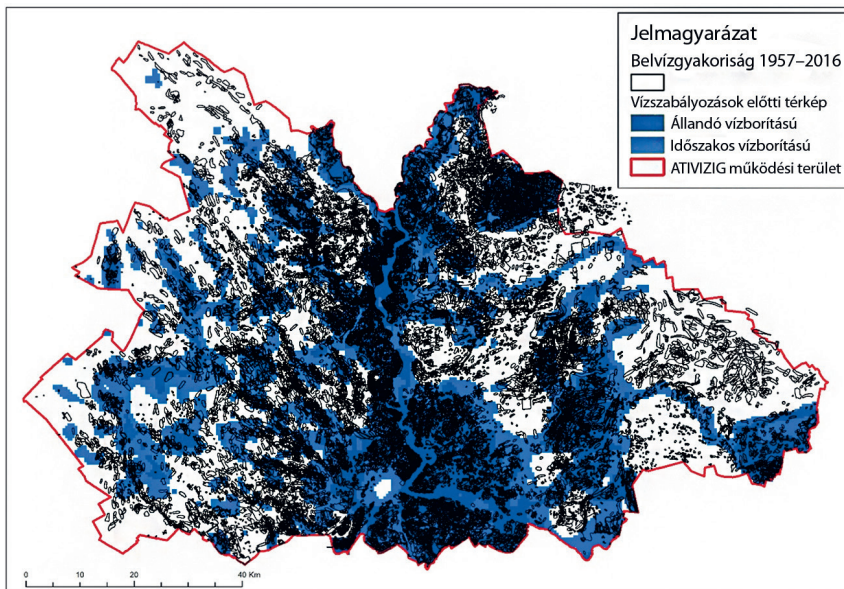
A területi belvizek kialakulása alapvetően két időszakhoz köthető [2]. A telet megelőző hosszabb felhalmozódási időszakokat követő tavaszi csapadékos időjárás miatt a tavaszi hónapok tekinthetők belvizesnek, illetve a nyári nagycsapadékok következtében a kora nyári időszakban jellemzők a belvízi elöntések. A belvíz időbeni megjelenésére – hasonlóan az árvizekéhez – az jellemző, hogy több hullámban jelentkezik. Ezért a belvízi készütség fenntartása sokszor akár 6-8 hónapig is indokolt. A belvíz a terület domborzati adottságai következtében a településeket is komoly kihívások elé állítja. Egyrészt azokat szükséges a külterületekről érkező belvízi terhelésektől mentesíteni. Másrészt a belterületeken keletkező belvizek, csapadékvizek elvezetését biztosítani kell. A belterületekről történő vízvezetés hatékonyságát jelentősen befolyásolja a település csapadécsatorna-hálózatának kiépítése, illetve annak aktuális állapota. A belvízi időszakok során több településnél bizonyosodott be, hogy a domborzati

adottságokhoz nem kellő körültekintéssel megtervezett és kiépített belterületi csatornahálózat miatt keletkeztek belterületi elöntések. A települések esetében további, akár belvízi elöntésekkel járó problémákat okoztak azok a nem kellően átgondolt lakóövezeti fejlesztések, amelyek során a korábban lefolyástalan belterületi ingatlanokat lakóingatlanná nyilvánították. Ezeknél időszakonként visszatérő probléma, hogy a kialakuló belvíz miatt a lakóingatlanok átmenetileg használhatatlanná válnak.

Az alföldi térségek külterületi jellemzője a tanyás szerkezet, amely hosszú évszázadok óta a táj sajátossága. A domborzati adottság következtében ezek a lakóingatlanok is ki vannak téve a belvíznek, mentesítésük sokszor csak az ingatlan értékét többszörösen meghaladó költséget igénylő műszaki beavatkozással valósítható meg.

A belterületek felértékelődésével, illetve gazdasági potenciáljuk fejlődésével a belvizeket elvezető rendszer egyre több terhelést kap, olyan vízbevezetések formájában, amelyek korábban nem voltak jelen. Egyrészt a belterületek kiépítésével a csapadékvizek összegyülekezése és elvezetése révén a korábbinál nagyobb víztömegek érkeznek a belterületekről. A térség geotermikus adottságainak kiaknázásával jelentősen növekednek a termálcsurgalékvíz-bevezetések és az általuk szállított hozamok mind a belterületek, mind a külterületek esetében. A térség öntözővíz-szállításában is jelentős szerepet töltenek be a belvívcsatornák, hiszen ezeken keresztül – folyásirányukkal ellentétesen –, a műtárgyakkal létrehozott duzzasztások által történik az öntözővíz-szolgáltatás. A rendszerek ilyen mértékű igénybevétele sokszor azt eredményezi, hogy a vízjogi engedélyekben nyilvántartott elvezetési kapacitás nem áll rendelkezésre, ami zavarokat okozhat a fölös vizek elvezetésében.

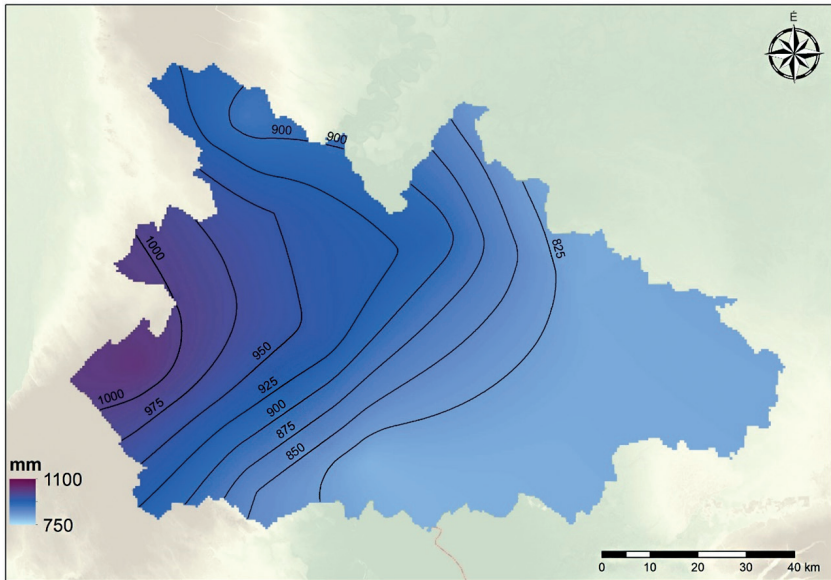
Habár a vízvezető művek fejlesztése töretlenül folytatódott az 1980-as évek második feléig, a 2. ábra alapján megállapítható, hogy a fejlesztések eredményeként a belvízi elöntések kialakulásában nem mutatható ki csökkenés. Amennyiben összevetjük a vízszabályozások előtti elöntött területeket (3. ábra) a belvízgyakoriság térképével, megállapítható, hogy az elöntések súlypontja jellemzően nem változott.



3. ábra: A vízszabályozási munkák megkezdése előtti időszakos vízborítás alatt lévő területek és a belvízgyakorítás térképe 1956–2015 között (készítette: Benyhe B.)

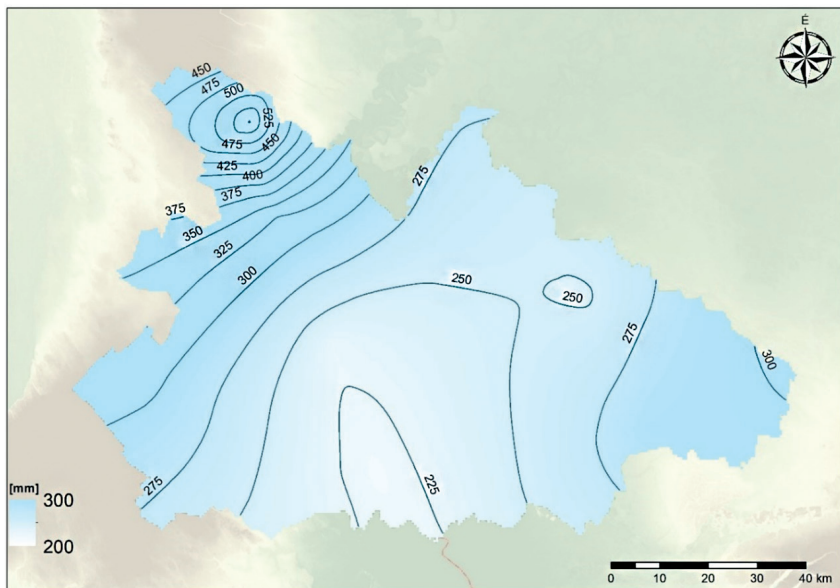
A csapadék területi előfordulásának jellemzői

A vizsgálati területre az Alföld csapadékviszonyai jellemzőek. A terület éves csapadékösszege 560 mm, azonban az egyes évek csapadékösszege egymástól jelentősen eltérő lehet. A közelmúltban rendkívül csapadékos és csapadékszegény időszakok is jelentkeztek. Az egyik legcsapadékosabb esztendő 2010-ben volt, amikor az éves csapadékösszeg elérte a 940 mm-t (4. ábra). Ebben az évben rendkívüli belvízi események voltak a vízgyűjtőn, még a legmagasabb készületési fokozatok elrendelése is szükségessé vált.



4. ábra: Az éves csapadékösszeg területi eloszlása 2010-ben (készítette: Fehérváry I.)

A csapadék területi előfordulásának másik szélsőségét a csapadékszegény időszakok jelentik, amelyek nagy gyakorisággal tapasztalhatók ezen a területen. A közelmúltban a 2000. év emelhető ki, ekkor az éves csapadékösszeg területi átlaga 330 mm volt. Látható, hogy a csapadék és a felszíni lefolyások következtében a térségnek hektikusan változó vízmennyiségek kezelésével kell megbirkóznia. A helyzetet árnyalják a felszín alatti vizek, amelyek áramlási irányai több térségben nem esnek egybe a felszíni vizek áramlási irányjaival, így vannak olyan térségek, amelyeket nem a felszíni vizek előntése fenyeget belvizek esetén, hanem a felszín alatti vízáramlások következtében kap jelentős terhelést.



5. ábra: Az éves csapadékösszeg területi eloszlása 2010-ben (készítette: Fehérváry I.)

A csapadék éven belüli eloszlására általában két maximumérték jellemző, a kora tavaszi és a nyári időszakban, a legnagyobb belvízi események is ezekhez az időszakokhoz köthetők.

Külterületi vízvezető hálózat

A térség fölös vizeinek levezetésére jelentős hosszúságú felszíni vízvezető hálózatot építettek ki, amelynek elemei a vízvezető csatornák, a közbenső és torkolati szivattyútelepek, a vízkormányzó műtárgyak és a különböző belvízi és szükségtározók. A vízvezető csatornarendszer tulajdonos szerinti megoszlását az 1. táblázat, az üzemeltető szerinti megoszlását a 2. táblázat mutatja be.

1. táblázat: *Vízvezető csatornarendszer tulajdonos szerinti megoszlása (a szerző szerkesztése)*

Tulajdonos	Hossz (km)
Állami	4168
Önkormányzati	561
Magán	743
<i>Összesen</i>	<i>5472</i>

2. táblázat: *Vízvezető csatornarendszer üzemeltető szerinti megoszlása (a szerző szerkesztése)*

Üzemeltető	Hossz (km)
Állami	4507
Önkormányzati	222
Magán	743
<i>Összesen</i>	<i>5472</i>

A fenti adatok alapján megállapítható, hogy a rendszerek több mint 76%-a állami tulajdonban, 82%-a pedig állami kezelésben van [3].

Az összegyülekezés folyamatát alapvetően meghatározza a területen kiépült felszíni vízvezető hálózat. Ennek lényeges elemei a vízfolyások, azonban ezek közös jellemzője, hogy rendkívül csekély a vízszínésük. Ennek következtében szinte folyamatos a rendszerben a visszaduzzasztás, emiatt a csatornahálózat nagyon csekély hatékonysággal képes feladatát ellátni. A csekély vízszínésések következtében a vízvezető hálózat fenntartási igénye jelentős, de erre források a védekezési időszakokon kívül csak csekély mértékben állnak rendelkezésre.

A vízrendszerek működésének hatékonysága vizsgálatához fontos azt megjegyezni, hogy a vízvezető rendszerek túlnyomó részben az ötvenes és a nyolcvanas évek között épültek, tervezésük során az elsődleges szempont a mezőgazdasági termőterületek növelése volt. Ebből a célból olyan területeket is csatornáztak, amelyek a korábbi vízrendszerben elsődlegesen tározási feladatokat láttak el, például semlyékek. Ezek a funkcióváltások azonban nem voltak teljes mértékben sikeresek, és az így kieső tározási kapacitások hiányoznak a rendszerekből. E területek használatában a rendszerváltás után következő időszakok sem hoztak megoldást, mert magántulajdonba kerültek, és elsődlegesen a mezőgazdasági termelés révén realizálható haszonszerzés eszközei maradtak.

Tulajdonosaik – habár rét-, legelőhasznosítással rendelkeznek – törekednek a leg-rövidebb elöntési időszakok eltűrésére, ezáltal tovább csökkentve azok tározás által kifejtett pozitív hatását.

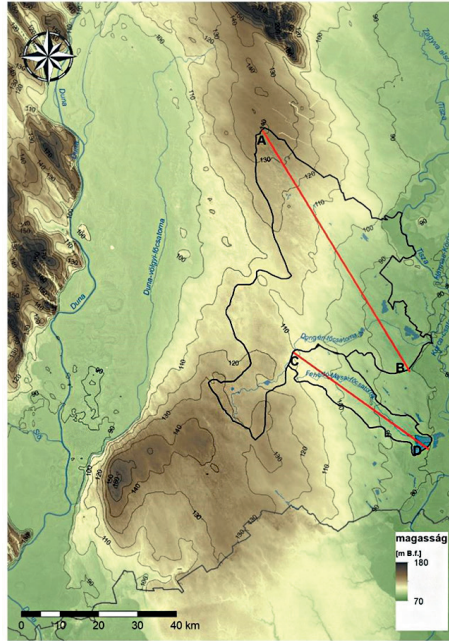
A fenntartási hiányok megoldására egyrészt fontos a szükséges pénzügyi források biztosítása, azonban nagyon időszerű lenne a térségi vízelvezetési gyakorlat napjaink igényei szerinti felülvizsgálata is. Ennek során meg kellene határozni a vízelvezető hálózattal kapcsolatos mennyiségi elvárásokat (például elvezetendő vízhozamok, elvezetési irányok stb.), amelyek alapján majd szükség szerint a rendszerek átalakítását, megújítását végre kellene hajtani. Sajnos a rendszerváltás óta eltelt több mint negyven évben sem volt arra lehetőség, hogy az ilyen jellegű létesítményekkel kapcsolatos társadalmi, gazdasági elvárásokat meghatározzák. Ma is a hatvanas években meghatározott társadalmi, gazdasági igények szerint kiépített vízelvezető rendszerekkel kísérjük meg a jelenkori társadalmi, gazdasági – meg nem fogalmazott – igényeket kielégíteni, természetesen csekély hatékonysággal. Mind a kül-, mind pedig a belterületek tekintetében alapvetően eltérnek az igények a szocializmus időszakában megfogalmazott elvárásoktól!

Ami jelenleg is megoldatlan

A fölös vizek kezelésének mindennapi gyakorlata világosan rámutatott arra, hogy a terület felszíni morfológiai adottságai következtében rendkívül csekély vízszínesésű rendszerekkel kell a vizek kezelését megoldani. A térség főcsatornáiban a 10 cm-es kilométerenkénti vízszínesés sem ritka. Ilyen áramlási adottságok mellett rendkívül érzékenyek a rendszerek a meder érdességére, amelyet csak folyamatos karbantartással lehet az optimális értéken tartani. A vízelvezetés biztosítása érdekében a rendszerekben több száz szivattyútelep létesült, közülük 130-at a Vízügyi Igazgatóság üzemeltet. Csak ezekkel az objektumokkal lehetséges a megfelelő hatékonyságú üzem biztosítása, azonban ezek is nagy fenntartási igényű létesítmények, és fenntartási forrásaik jelenleg sem folyamatosan biztosítottak [4].

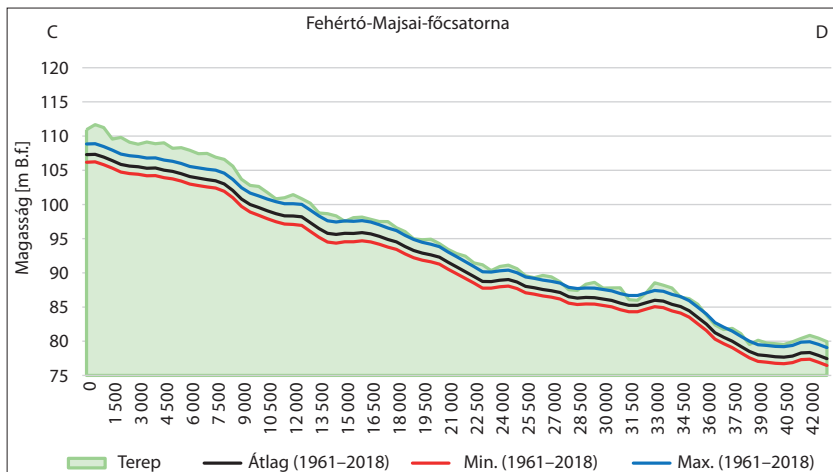
A rendszerek üzemeltetésének gyakorlata rávilágított arra, hogy azok sokkal nagyobb mértékben kitéttek a felszín alatti áramlási viszonyok hatásainak. A felszíni vízelvezető rendszerek méretezési gyakorlatában a felszín alatti

áramlásoknak sokkal kisebb szerepet tulajdonítottak, mint az a terepi körülmények között adódik. Ennek feloldására javasolható a méretezési gyakorlat ez irányú felülvizsgálata. Ez a jelenség mutatható ki a Duna–Tisza közti Homokhátság keleti lejtőjén elhelyezkedő területeknél (6. ábra), amelyeknél a jelentős felszín alatti áramlások következtében felszíni elöntések is megjelenhetnek (9., 10. ábra), akár területi csapadék nélkül is.

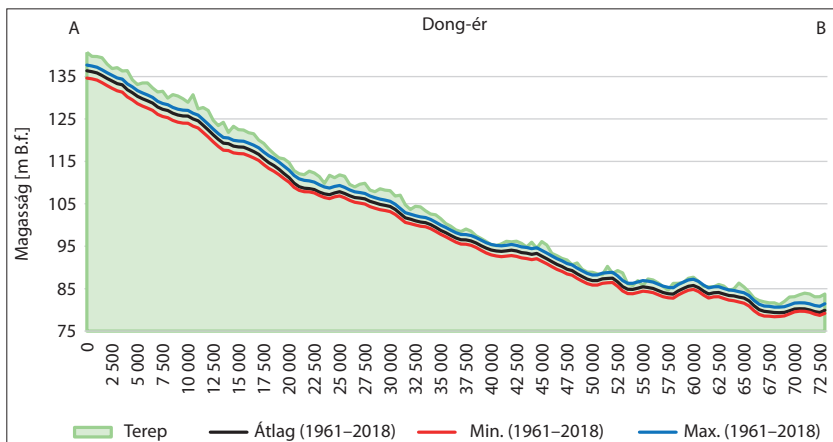


6. ábra: Felszín alatti áramlások vizsgálatába vont szelvények (készítette: Benyhe B.)

A 7. és 8. ábrákon kivetített talajvízfelszínek szélső állapotokhoz tartozó vízszinteket mutatnak a térképen feltüntetett szelvények mentén.



7. ábra: C–D szelvény (készítette: Benyhe B.)



8. ábra: A–B szelvény (készítette: Benyhe B.)

Ezekből látható, hogy a Homokhátság területén a talajvízszintek maximális értékei a terepfelszín is eléri, a felszínközeli zónát telítik, akár elöntéseket is eredményeznek. Ezek alapvetően nem helyi csapadékok következtében keletkeznek,

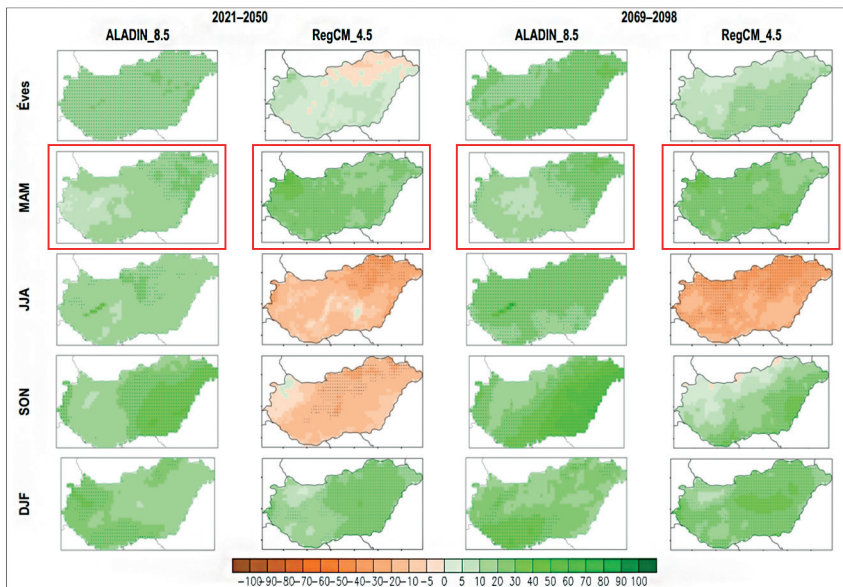
hanem a telített talajvízes rétegben kimutatható nyomáshullámok eredményeként állnak elő. Ezek felszíni hatásai csak rendkívüli költségek révén ellensúlyozhatók, hiszen a felszín alól a felszínre érkező terheléseket, áramlásokat csak vízelvezető rendszerek folyamatos üzemeltetésével lehet vízteleníteni. Ennek kiépítési és üzemeltetési költségének viselője nem meghatározott.

Mivel a külterületi elvezetőrendszerek a fentiekben részletezett hatások alatt állnak, így azok kapcsolata a belterületi elvezetőrendszerekhez sok konfliktust hordoz. A belterületekről történő dinamikus vízelvezetési igény a külterületi vízelvezető rendszerekkel csak külön beavatkozásokkal biztosítható. A belterületről érkező vízelvezetési igényt, amelynek csak egyik összetevője a csapadékvíz (a tisztított szennyvíz, használt termálcsurgalékvíz is jelentős mennyiségű), csak abban az esetben képes a rendszer kielégíteni, ha annak fenntartottsága magasabb műszaki színvonalon valósul meg. Ehhez azonban az érintett üzemeltőknek a közcél mértékét meghaladó igényük kiszolgálására többlet-fenntartáshozzájárulást kell fizetniük [1]. Sajnálatosan napjainkban a közműszolgáltatók a korábban általuk is elfogadott gyakorlatról nem vesznek tudomást, és az általuk megjelenített többletigény kielégítéséhez szükséges anyagi forrásokat az államtól várják, holott az egyértelműen önkormányzati feladatokhoz kapcsolódik [3].

Klímaváltozás

A klímaváltozásra vonatkozó prognózisok a területtel kapcsolatban jelentős változásokat vetítenek előre. Az éves csapadékok összegében nem jeleznek változást, de a csapadék éven belüli előfordulásában a jelenleginél nagyobb szélsőségek kialakulását valószínűsítik. Amennyiben azt vesszük alapul, hogy a bel- és külterületi rendszerek összhangjában jelenleg is jelentős zavarok vannak, úgy a nagyobb intenzitású belterületi csapadékok várhatóan tovább fokozzák ezeket a konfliktusokat.

Az éven belüli csapadékok változásának tendenciáit Csorvási et al. alapján [5] mutatjuk be. E szerint mind 2012–2050, mind 2050–2098 között a tavaszi időszakban (9. ábra) várható a csapadékmennyiség növekedése. Ezáltal várhatóan a jelenleg is csapadékos időszak további terhelésekkel fog jelentkezni, ami az amúgy is belvízes időszakok bel- és külterületi problémáinak fokozódását eredményezheti.

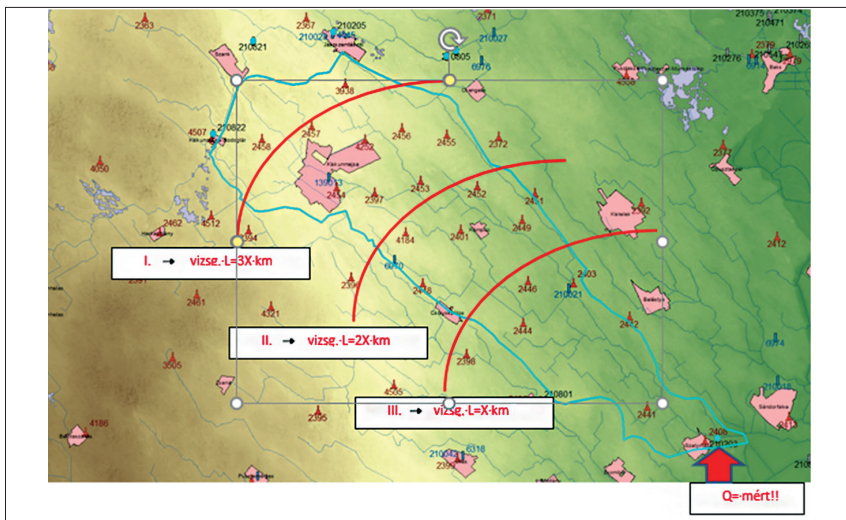


9. ábra: Az éves és évszakos csapadékösszeg átlagos változása (%) Magyarországon 2021–2050-re és 2069–2098-ra az ALADIN és a RegCM modellszimulációk eredményei alapján az 1971–2000 referencia-időszakhoz viszonyítva. A szignifikáns változást pontozás jelöli [5]

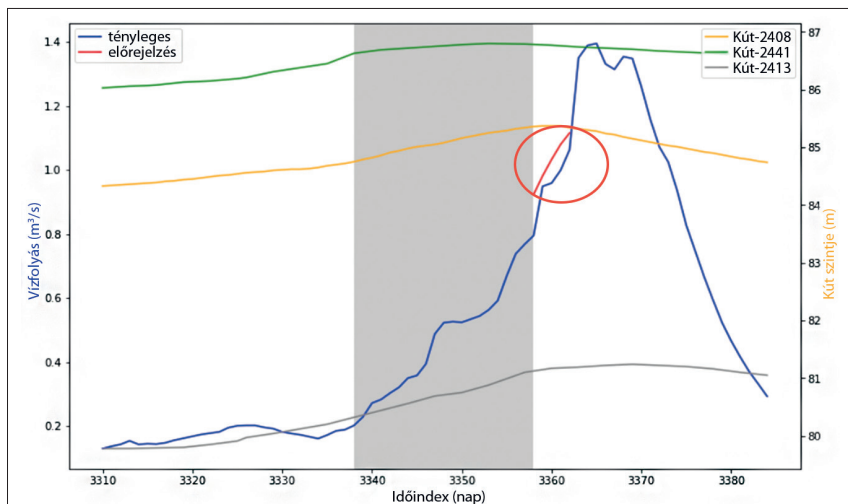
Új igények

A jelenlegi problémák és a klímaváltozás okozta prognosztizált hatások kezelésére olyan komplex megoldást kell kidolgozni, amely egyrészt a jelenlegi konfliktusok kezelését is biztosítja, másrészt a klímaváltozás miatti többletterheléseknek, új igényeknek és elvárásoknak is eleget tesz. Első lépésként meg kell határozni legalább ötvenéves távlatban a települések víztelenítése, csapadékvíz-kezelése szempontjából releváns kvantitatív terheléseket, amelyeket a vízvezető rendszereknek kezelni szükséges. Meg kell határozni a külterületi elvezetési igényeket.

E két mennyiség ismeretében kell(ene) rögzíteni azt az elvezetési potenciált, amelyet a rendszer működtetésével biztosítani szükséges és lehetséges. Ezt követően a működtetési és fenntartási tevékenység anyagi feltételeinek meglétét kell szavatolni az üzemeltetők számára. A felülvizsgált újraméretezés során nem elég egy átlagos elvezetési érték meghatározása, hanem annak részértékeit is ki kell számítani a vízgyűjtő egyes területein. A felülvizsgálat során nem elegendő csak a felszíni csapadékterhelés feltárása, hanem kiemelt figyelmet kell fordítani valamennyi vízterhelést okozó tényező számszerű meghatározására, mind a felszíni, mind pedig a felszín alatti vizek tekintetében. A jelenlegi tapasztalok bebizonyították, hogy akár a felszíni, akár a felszín alatti terheléseknél komplex módon kell kezelni a terhelések mennyiségi számítását. A felszíni lefolyás esetében az eddigiekben alkalmazott méretezési elvek nem tulajdonítottak jelentős hatást a felszín alatti vizeknek, azonban számos területi tapasztalat ezt cáfolta. Ennek megfelelően bővíteni kell a felszín alatti vizek vizsgálatát is. Azonban ennek módszerét nem szerencsés kizárólag az eddigiekben alkalmazott hagyományos regressziós alapokon fejleszteni, hiszen a rendelkezésre álló nagy mennyiségű lefolyási és talajvízadat együttes vizsgálata a neurális hálózatok alkalmazásával [6] új lehetőségeket biztosít. A kérdéskörrel kapcsolatosan megalapozó vizsgálatokat végeztek el az ATIVIZIG és a Szegedi Tudományegyetem Bolyai Intézete munkatársainak közreműködésével, amelyek során öntanuló algoritmusok segítségével elemezték a lefolyás és a talajvíz kapcsolatát. A neurális hálók alkalmazásával a csapadék/talajvíz- és lefolyásértékekre kiterjedő sikeres vizsgálatokat hajtottak végre [1]. A vizsgálatok alapján kifejlesztett rekurzív neurális hálók alkalmazásával a lefolyásértékek nagy pontossággal jelezhetők előre. A neurális hálók képesek integrálni az előrejelzésbe a kiindulási adatokban tapasztalható változatosságot. Az előrejelzések a folyamatos „tanulási” folyamat révén mindig igazodnak a hatótényezőkben bekövetkezett változásokhoz. A 10. ábrán a vizsgálati területet, a fehérítő-majsai belvízrendszert ábrázoljuk. Itt a csapadék- és a talajvízállás-adatok hatását vizsgálták a felszíni lefolyásértékekre. A vizsgálatok kimutatták, hogy az LSTM-modellek nagy pontossággal tudják meghatározni a felszíni lefolyásértékeket a talajvízállás-adatokból. A vizsgálati eredményeket a 11. ábra mutatja be, a piros ellipszis emeli ki a kékkel jelzett mért és a vékony piros vonallal jelölt előre jelzett lefolyásértéket.



10. ábra: Rekurzív neurális hálózatok vizsgálati területe (készítette: Kozák P.)



11. ábra: Rekurzív neurális hálózatok alkalmazásával meghatározott lefolyási adatok pontossági vizsgálata (készítette: Vízy Zs.)

Természetesen a vízterhelések tekintetében valamennyi lehetőséget fel kell tárni azok kezelésével kapcsolatban. Kiemelt figyelmet kell fordítani a tározási lehetőségek feltárására és lehetőség szerinti alkalmazására, azonban az eddigi tapasztalatok ráirányították a figyelmet arra, hogy a jelenlegi jogi és társadalmi környezetben az egyéni „érdek” és „jog” a közösségi elvárások és igények fölé helyeződik, így számos esetben hiúsult meg valamely közösségi tározó az érintett terület tulajdonosa együttműködésének hiányában. Valószínűsíthető, hogy a műszaki, méretezési eljárások fejlesztése mellett hangsúlyt kell fektetni e megoldások „társadalmasításának” megvalósítására is.

Összegzés

A dolgozatban összefoglaltuk az alsó-tiszai vízgyűjtők csapadékvíz-gazdálkodásával kapcsolatos legfontosabb kérdéseket. Az elemzésből megállapítható, hogy a természeti adottságok kapcsán a csapadékvíz-gazdálkodás csak rendkívül körültekintő, komplex megközelítéssel lehet eredményes az érintett vízgyűjtőn. A meglévő vízvezető rendszerekkel kapcsolatos tapasztalatok alapján javasolt a rendszerek felülvizsgálata. A felülvizsgálatnak azonban ki kell terjednie a vízterhelések teljes körére, mind a felszíni, mind a felszín alatti vizekre. Tekintettel a vizsgálatba bevonandó adatok nagy számára, illetve azok rendkívül bonyolult kapcsolatrendszerére, javasolt az öntanuló algoritmusok alkalmazása, amelyek eredményeire a dolgozatban utalunk is. A műszaki jellegű feladatokon túlmutatóan azonban nagy hangsúlyt kell(ene) fektetni a jogi-társadalmi környezet formálására is, mivel a műszaki jellegű beavatkozások nem lehetnek hatékonyak széles körű társadalmi elfogadottság és támogatás hiányában.

Felhasznált irodalom

1. Kozák P. Felszíni lefolyások változása a Duna-Tisza közi Homokhátság dél-keleti lejtőjén a klímaváltozás tükrében. In: Farsang A, Ladányi Zs, Mucsi L, szerkesztők. Klímaváltozás okozta kihívások – globálistól lokálisig. Szeged: SZTE TTIK Földrajzi és Földtudományi Intézet; 2020. p. 109–117.
2. Kozák P. Az Alsó-Tisza vízkárelhárításának 100 esztendeje. In: Hábermayer T, szerkesztő. Katasztrófák, kockázatok, önkéntesek. Szekszárd: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság; 2020. p. 95–106.

3. Priváczkíné Hajdu Zs. A települések vízgazdálkodási helyzetének hatása a belvíz-kárral szembeni érzékenységre. *Hadmérnök*. 2018. szeptember;13(3):274–289.
4. Priváczkíné Hajdu Zs, Muhoray Á. Improving resilience of settlements situated in plain areas in relation to inland excess water flood and drought risk. *Polgári Védelmi Szemle*. 2020;13(Különszám):238–266.
5. Csorvási A, Illy T, Sábitz J, Szabó P, Szépszó G, Zsebeházi G. A jövőre vonatkozó projekciók eredményeinek együttes kiértékelése, bizonytalanságok számszerűsítése [Internet]. Budapest: Országos Meteorológiai Szolgálat; 2016 [letöltve 2021. november 30.]. 51 p. Elérhető: www.met.hu/downloads.php?fn=/RCMTeR/doc/reports/D4.2_C13-10_kozos-kiertekeles_projekcio.pdf
6. Fehérváry I, Kiss T. Riparian vegetation density mapping of an extremely densely vegetated confined floodplain. *Hydrology* [Internet]. 2021 Nov [cited 2021 Nov 30];8(4):176. DOI: <https://doi.org/10.3390/hydrology8040176>