

A belvízveszély megítélésének változása és hatása a védelmi igazgatási rendszer módosítására

A belvíz fogalomköre és helye a védelmi igazgatásban

A belvíz meghatározása és kialakulásának elmélete

A belvíz a síkvidéki adottságokkal rendelkező vízgyűjtők jellemzője. Fogalmi meghatározását a sokféleség jellemzi. Szakirodalmilag több mint 50 definíció írja le, hiszen a vízgyűjtő teljes egészét érinti a jelenség. A vízgazdálkodás, az élet- és vagyonsbiztonság, a mezőgazdaság, a közgazdaságtan, sőt még a biztosítási piac is megalkotta a szakterületére jellemző definíciót.¹ Jelen tanulmányban a belvíz leírására az alábbi definíciót alkalmaztam: a belvíz a talaj olyan víztöbblete, amely egyrészt a talaj felső rétegeit – a levegő kiszorításával – kétfázisúvá teszi, másrészt a terep lokális mélyedéseiben nagy tömegben, összefüggő, lefolyás nélküli szabad vízfelszínű elöntéseket eredményez.²

A belvíz a vízgyűjtő helyi adottságaitól függő belső (domborzati, talajtani, növényzeti) és külső (meteorológiai) tényezőinek együttes hatására alakul ki. A belvízi elöntések kialakulása elsősorban a vízkészletek dinamikus változásának eredményeként alakul ki.

A belvizek kialakulását tekintve 3 jellegzetes időszak különíthető el:

- A télvégi–tavaszi (december–április) belvizek kialakulását megelőző felhalmozódási időszakban a vízgyűjtőn nagy tömegű hó halmozódik fel. A gyors felmelegedés hatására meginduló hóolvadás következtében nagy mennyiségű folyékony víztömeg jelenik meg, amelynek elszivárgását akadályozza a fagyott altalaj. Általában nagy tartósságú elöntéseket okoznak, az általuk okozott gazdasági kár egyrészt a belterületek veszélyeztetéséből, másrészt a tavaszi mezőgazdasági munkák akadályozásából adódik. Megjelenésüket rendszerint követi a tavaszi árvizes időszak.
- A nyári (június–augusztus) belvizek a késő tavaszi, kora nyári csapadékok hatására keletkeznek. Ekkor az elöntések kialakulásában két peremfeltétel játszhat meghatározó szerepet. Egyrészt vagy a nagy intenzitású csapadéktevékenység következtében nem tud a talajba szivárogni a víz, és így jelennek meg az elöntések, másrészt a hosszú idejű, kis intenzitású csapadéktevékenység következtében telítődik a talaj felső rétege, és ennek hatására keletkeznek az elöntések. Az ekkor keletkező belvizek általában kisebb tartósságúak, azonban a mezőgazdasági kultúrákban jelentős károkat okoznak az előrehaladott vegetációs állapot miatt.

¹ Pálfi Imre: A belvíz definíciói. *Vízügyi Közlemények*, 83. (2001), 3. 376–392.

² Kozák Péter: *A belvízjárás összefüggéseinek vizsgálata az Alföld délkeleti részén, a vízgazdálkodás európai elvárásainak tükrében*. PhD-értekezés. Szeged, 2006.

- Az őszi (szeptember–november) belvizek ritkán jelentkeznek, leginkább nagy intenzitású csapadéktevékenység hatására jönnek létre, s így okoznak elöntéseket.

A belvizek kialakulásának két „útvonala” lehet: a *vertikális* és a *horizontális*.

A *vertikális* út két „megközelítési irányt” reprezentál.³ Az összegyülekezési típusú belvizek kialakulása a felszíntől indul meg. Ebben az esetben a felszínre került vizek lefolyását, elszivárgását klimatikus, szemcseméreti vagy domborzati okok átmenetileg akadályozzák. A vertikális megközelítés másik alternatívája, amikor a *feltörő, felszivárgó* (réteg- vagy talajvíz-eredetű) belvizek – a Darcy-törvény által meghatározottan – a felszín alól, a felszín alatti vizek nyomásviszonyai miatt jutnak a talajra, és közvetlenül nem a felszíni csapadékból táplálkoznak (közvetetten azonban csapadéki eredetük nem vitatható).

A *horizontális* irányban meg kell különböztetni a természetes lefolyás hatására létrejövő belvízi elöntéseket, illetve a belvízelvezető rendszereken gyakorolt vízkormányzási technikák következtében létrejött belvízi elöntéseket.

A természetes lefolyás során a lokálisan lefolyástalan területeken keletkezett elöntésekben tározott víztömegek – további vízmennyiség hozzáfolyásának hatására – megindulnak az alacsonyabban elhelyezkedő területek felé, és ott képeznek elöntéseket.

A belvízi elöntések létrejöttének másik horizontális útja, amikor a belvízelvezető csatorna valamely kritikus helyét tehermentesítjük oly módon, hogy egy kevésbé érzékeny – esetlegesen előre meghatározott – területre kormányozzuk az elöntéseket okozó víztömegeket, és azokat elöntés formájában tározzuk (belvízi szükség- és vésztározás folyamata).

A belvizek megszűnését és keletkezését ugyanazon természeti és antropogén hatások összessége határozza meg. A belvízi jelenség kialakulását befolyásoló természeti tényezők az alábbiak.⁴

Meteorológiai tényezők: hőmérséklet, csapadék, párolgás.

- Domborzat: tengerszint feletti magasság, a terület tagoltsága, konvexitás.
- Talaj: vízáteresztő képesség, szerkezet, tározóképesség, fizikai féleség.
- Hidrogeológia: a talajvíz mélysége, vertikális és horizontális irányú mozgása.
- Földtani adottságok: talajképző kőzet, vízzáró réteg előfordulása.

A jelenség kialakulását befolyásoló antropogén tényezők az alábbiak:

- Vízrendezés: belvíz-csatornázottság, melioráltság, a vízelvezető hálózat pillanatnyi elvezetési potenciálja.

³ Rakonczai János et alii: *A belvizes területek lehatárolásának módszertani lehetőségei*. Magyar Földrajzi Konferencia, 2001.

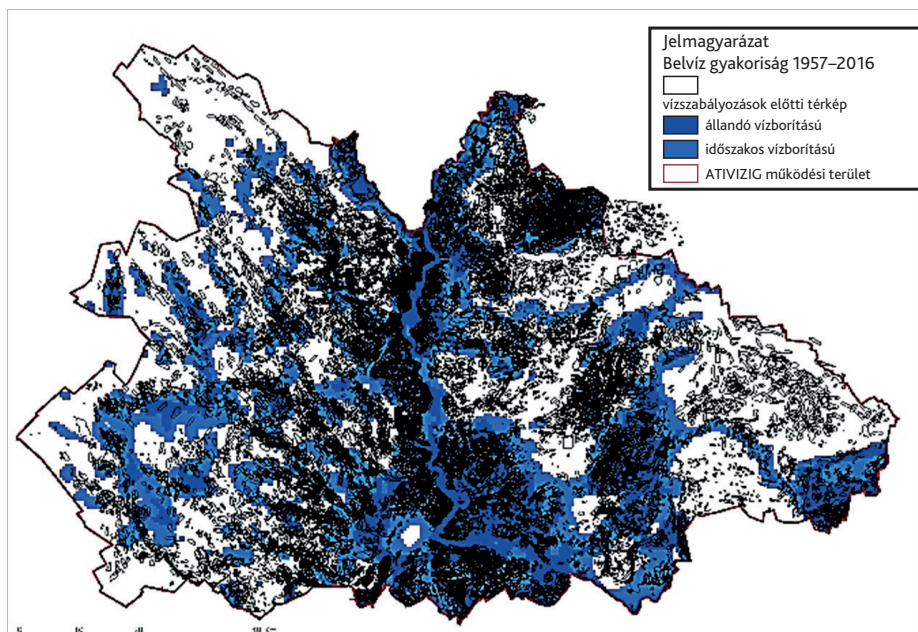
⁴ Kozák Péter: *Gondolatok a síkvidéki vízgyűjtők összegyülekezési folyamatairól I. Belvízelvezetési elméletek fejlődése a gyakorlati tapasztalatok tükrében*. (Kézirat); Bíró Tibor et alii: *Térinformatikai módszerek alkalmazása a belvíz-veszélyeztetettség térképezésében*. Veszprém, Magyar Hidrológiai Társaság XVIII. Országos Vándorgyűlése, 2000. 754–760.

- Földművelés: öntözés, termesztett növény típusa, talajművelés.
- Belterületek növekedése, beépítettség változása, talajfelszín fedettségének növekedése.

Az előzőek alapján megállapítható, hogy a belvíz alapvetően természeti jelenség, amelyet antropogén kedvezőtlen hatású beavatkozások képesek indukálni.

Az alföldi területeken az 1840-es évektől kezdődően végrehajtott folyószabályozási munkák következtében kapott kiemelt figyelmet, hiszen a folyók mentén emelt védművek által mentesített területeken továbbra is megjelentek elöntések. A belvíz fogalmának kifejtése során sok esetben hangsúlyozzák a megépített árvízvédelmi védműrendszer hatását. Ezen megközelítés feltételezi, hogy a belvízi elöntés a folyómenti védműrendszer lefolyásra gyakorolt hatása következtében jött létre.

Nem egyszerű feladat a szabályozási munkák előtti és a szabályozási munkák utáni belvízhelyzet összevetése, hiszen kevés hiteles elöntési térkép áll rendelkezésünkre. A szabályozások előtti és az azt követően belvízjárta területek összevetését mutatja az 1. ábra. A vízszabályozási munkák megkezdése előtti úgynevezett „Vízjárta területek térképe” lehetőséget biztosít a közelmúlt belvízi elöntéseinek és a szabályozások előtti vízjárta területek elhelyezkedésének összevetésére.



1. ábra: A vízszabályozási munkák megkezdése előtt időszakos vízborítás alatt lévő területek és a belvízgyakoriság térképe 1956–2015 között az ATIVIZIG működési területén
Forrás: Benyhe 2019

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy a nagy gyakoriságú elöntési helyszínek a víz-szabályozások előtt is vízjárta területek voltak. Tekintettel arra, hogy a belvizeket meghatározó antropogén tényezők a vízszabályozási munkák előtt nem voltak relevánsak a síkvidéki vízgyűjtők esetében, továbbá a természeti adottságokban jelentős változások nem következtek be, megállapítható, hogy belvízjárta területek kialakulását jellemzően a jelenség természeti hatóerői befolyásolták.

A belvíz szerepe a védelmi igazgatásban

A víztöbbletek hatására bekövetkező káresemények/helyzetek felismerése, megelőzése, mérséklése a síkvidéki vízgyűjtőkön kiemelt feladat.

A megfelelő területhasználat a kedvezőtlen adottságú területek kizárásával tervezendő. A fejlesztési tervek előzetes véleményezése, szükség szerinti felülvizsgálata jelentős módon képes csökkenteni az elöntések kialakulásának valószínűségét. A belvízveszélyes területek beépítését lehetőleg kerülni kell, illetve a tervezett beépítéssel párhuzamosan, lehetőleg azon beruházás részeként, megfelelő vízelvezető hálózat kiépítése szükséges.

A belvízi időszakok beazonosítása (megfelelő időelőjnyel), felismerése csak az előzetesen beazonosított területek folyamatos meteorológiai és hidrológiai állapotértékelésével valósítható meg. Ebben a szakaszban jellemzően operatív intézkedések szükségesek a vízelvezető hálózat kapacitásainak biztosítására (például medrek előürítése, szivattyútelepek üzembe helyezése, vízkormányzási utasítások kiadása), valamint az igénybe vehető tározási kapacitások biztosítására. Biztosítani kell továbbá az esetlegesen felmerülő védelmi beavatkozások végrehajtásához szükséges anyag- és eszközszükséglet igénybevételi forrásait és természetesen a megfelelő operatív szakmai irányítást végző személyi állományt.

A belvízelöntések bekövetkezte során az előzetesen meghatározott védelmi dokumentációkban rögzített vízkormányzási gyakorlatokat kell végrehajtani, illetve biztosítani kell azok végrehajtásához szükséges feltételeket. Amennyiben felmerül a szükségessége, a lakóingatlanok védelme kiemelt feladat. A feltételek között elsődleges a fölös vizek levezetéséhez a lefolyási akadályok eltávolítása, a lehetőségek szerint a vizek megosztása, esetleg – tározás igénybevételével – azok időbeli ütemezése. Ezen feladatokat jellemzően földmunkagépekkel végzett beavatkozásokkal valósítják meg. További fontos feladat a helyileg nem kiépített elvezetési kapacitás biztosítása, amelyet mobil szivattyúegységek telepítésével lehetséges megoldani.

A belvízvédelmi feladatok felelősségi szintjét egyértelműen elkülönítették a hazai jogszabályokban.⁵ Az 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról⁶ részletesen szabályozza a vízgazdálkodással kapcsolatos állami és helyi önkormányzati feladatokat, valamint

⁵ Priváczi-Juhász Hajdu Zsuzsanna – Muhoray Árpád: Állami szerepvállalás a belvízvédekezés tevékenységben. *Hadmérnök*, 13. (2018), 4. 221–240.

⁶ 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

a magántulajdonos feladatait, így a vízkárelhárítással és belvízvédekezéssel kapcsolatos feladatokat is. Alapvetően a tulajdonos köteles a védekezésre: állami műveken az állam, önkormányzati műveken az önkormányzat, míg a magántulajdonú területeken a magántulajdonos. A vízkárok elleni védekezés végrehajtását a 232/1996. kormányrendelet⁷ és a 10/1997. KHVM rendelet⁸ szabályozzák, meghatározva az egyes belvízvédelmi készülségek elrendelésének kritériumait, az egyes fokozatokban szükséges teendőket, a védekezésre kötelezettek (állam, önkormányzat, társulat) feladatait és hatásköreit, a védelmi tervek tartalmát.

A belvízvédekezés kapcsán fontos kiemelni, egy esetleges veszélyhelyzetre tekintettel, a 2011. évi katasztrófavédelmi törvényt,⁹ amely kimondja, hogy a katasztrófavédelem nemzeti ügy. A védekezés egységes irányítása állami feladat. A védekezést és a következmények felszámolását az erre a célra létrehozott szervek és a különböző védekezési rendszerek működésének összehangolásával, az állampolgárok, a védekező szervezetek, így a vízügyi igazgatási szervek, az önkéntes civil szervezetek, az állami szervek és az önkormányzatok (a katasztrófavédelemben részt vevők) bevonásával, illetve közreműködésével kell biztosítani, beleértve a Magyar Honvédség kijelölt erőinek igénybe vételét is.¹⁰

A vizsgálati terület bemutatása

A területi vizsgálatok az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság működési területén kerültek végrehajtásra (2. ábra).

Az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság területe az Alföld nagytájon helyezkedik el. Működési területe érinti a Körös–Maros köze középtáját, a Duna–Tisza közí síkvidéket, az Alsó-Tisza-vidék középtáját. A középtájakat az alábbi kistájak építik fel: Körösszög, Csongrádi-sík, Békési-hát, Marosszög és Dél-Tisza-völgy, a Bugaci-homokhát keleti fele, a Dorozsma–Majsai-homokhát, a Kiskunsági-lőszőshát, a Bácskai lőszősíkság, valamint a Dél-Tisza-völgy.¹¹

A terület éghajlata mérsékelt meleg, illetve meleg-száraz. Az évi napsütéses órák száma kiemelkedően magas, 2000–2100 óra körüli, ettől csak kis 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. Vízhányos időszakban akár egyhavi csapadékmennyiséggel is kevesebb hullhat

⁷ 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól.

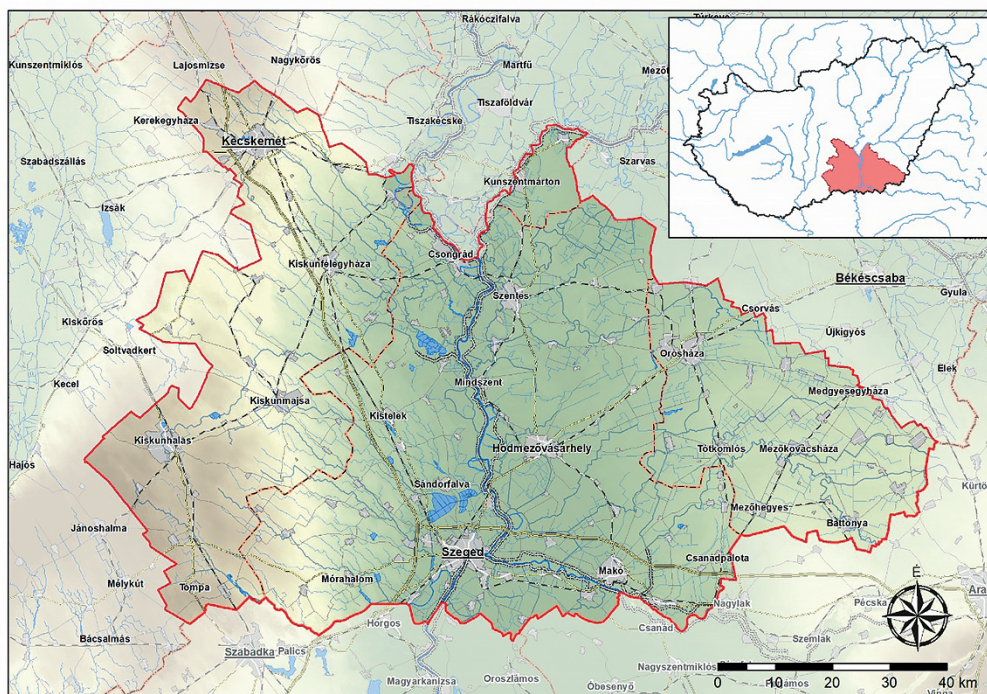
⁸ 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet az árvíz- és belvízvédekezésről.

⁹ 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.

¹⁰ Padányi József – Földi László: Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. *Bilten Slovenske Vojske*, 17. (2015), 1. 29–46.

¹¹ Dövényi Zoltán (szerk.): *Magyarország kistájainak katasztere*. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010.

a területre. A belvíz-veszélyeztetettség térkép szerint az alegység mélyfekvésű ártéri területei közepesen, a legmélyebb térszínek pedig az erősen belvízveszélyes kategóriába tartoznak. A Csongrádi-sík magasabb területei mérsékelten kockázatosak, s csak a Békési-hát „magaslatai” mentesülnek a belvízi elöntés alól. A legmélyebb térszínek, amelyek csak a Torontáli öblözetet, illetve Battonya déli részét érintik, az erősen belvízveszélyes kategóriába tartoznak.



2. ábra: Az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság működési területe

Forrás: Benyhe 2020

A téli félévben kialakuló hótakaró vastagsága átlagosan 18–35 cm, a hótakarós napok száma 28–35 között változik.

Az alegység fő vízfolyása a Máramarosi-havasokban – 1000 m körüli magasságban – eredő Tisza. Jelenlegi teljes hossza 962,2 km, amelyhez 157 200 km²-nyi vízgyűjtőterület tartozik, ebből magyarországi szakaszára 596 km és 47 000 km² jut. Vízjárása a kontinentális hatás miatt ingadozó, árvizekkel kísért.

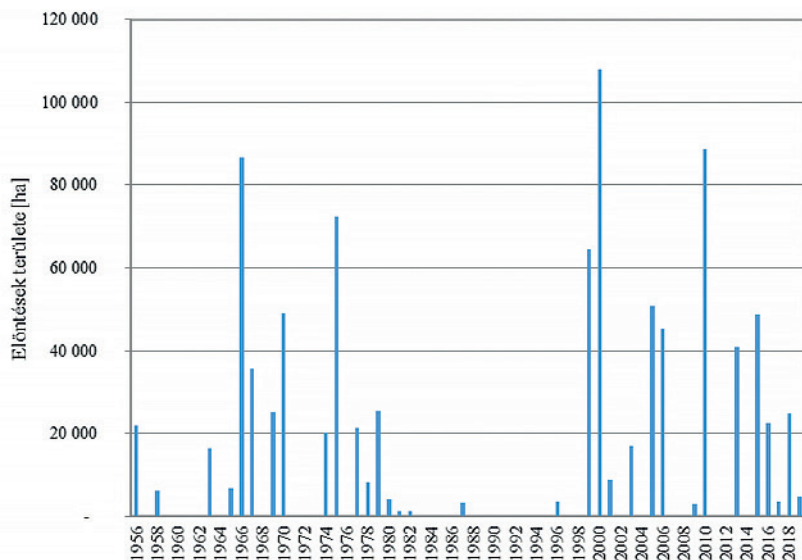
A vizsgálati területen 114 település található, amelyből 4 megyei jogú város.

A vizsgálati területen tapasztalt belvízi elöntések jellemzői – az elmúlt több mint 60 évre visszamenőleg

Az igazgatóság működési területére vonatkozó belvízi elöntési adatok feldolgozása 1956-tól történt meg, ezen időponttól álltak ugyanis rendelkezésre azonos elvek szerint feldolgozott elöntési térképek.

A belvíz megjelenése a terület természeti adottságaival kapcsolatos. A kis 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 befogadókhhoz, így felszíni/belvízi elöntések alakulnak ki.

A térségben a felszín alatti áramlási sajátosságok eredményeként a terepen elöntések keletkeznek. A kialakuló elöntések jellemzően hosszú időre beborítják a területet. Az igazgatóság területén tapasztalt belvízi elöntések éves maximális nagyságát a 3. ábra szemlélteti.

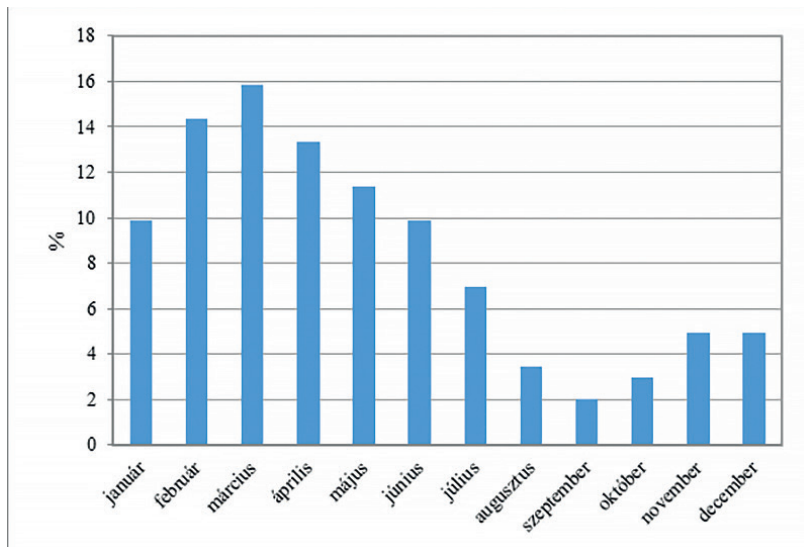


3. ábra: A belvízi elöntések maximális nagysága 1956–2019 között

Forrás: a szerző szerkesztése

A területi belvizek éves kialakulása alapvetően két időszakhoz köthető. A telet megelőző hosszabb felhalmozódási időszakokat követő tavaszi csapadékos időjárás következtében a tavaszi hónapok tekinthetők belvizesnek, illetve a nyári nagycsapadékok következtében a kora nyári időszakban jellemzőek még a belvízi elöntések. A belvíz időbeni megjelenését – hasonlóan az árvizekhez – gyakran jellemzik a több hullámban jelentkező belvízhullámok. Ezek következtében sokszor akár 6–8 hónapos időtartamban is belvízi

készültség fenntartása indokolt. A 4. ábra a belvízvédelmi fokozatok éven belüli megoszlását mutatja be.



4. ábra: A belvízi fokozatok havi megoszlása az ATIVIZIG működési területén

Forrás: a szerző szerkesztése

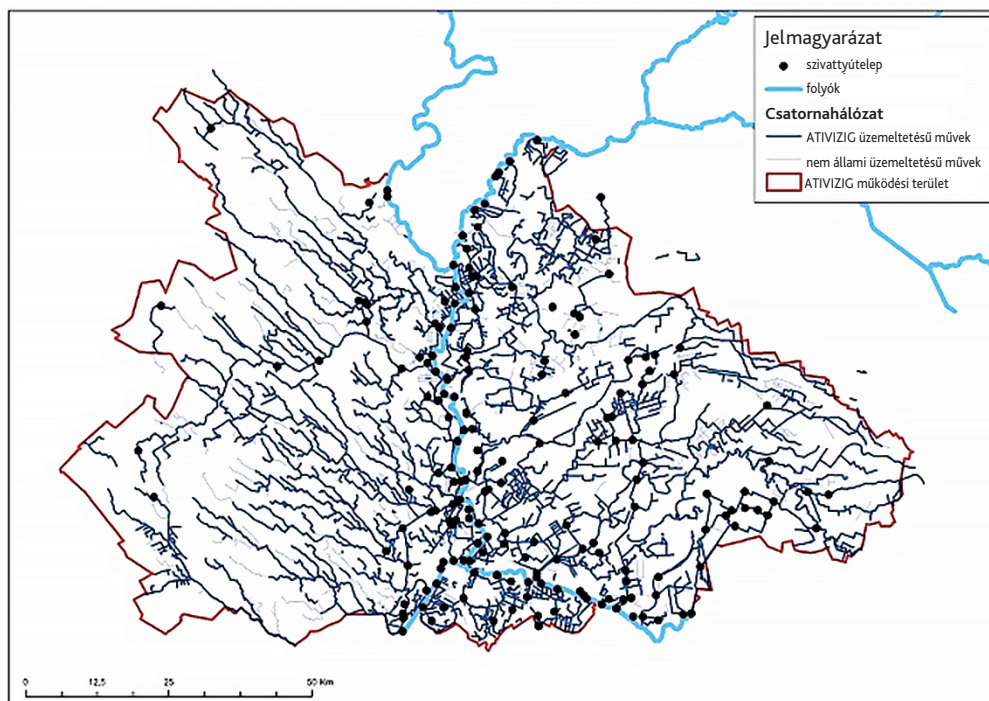
Habár a belvíz előfordulása a 4. ábra alapján a télvégi, kora tavaszi időszakhoz köthető, gyakorlatilag egyik hónap sem tekinthető belvízmentesnek. A belvízi veszélyeztetettség leginkább a mezőgazdasági művelésű területek hasznosítását akadályozza. A mezőgazdaságra gyakorolt hatása jelentős mértékben a területhasználat módjától, illetve a termesztett növénytípus fejlettségi fokától függ. A télvégi, hosszú idejű belvízi elöntések jelentős károkat okoznak a mezőgazdaság számára, ám a mezőgazdasági munkák késedelme miatti károkat sokszor kompenzálja – a közvetlen elöntéssel nem érintett területeken – a jelentős víztöbblet következtében keletkező terméstöbblet. A mezőgazdaság szempontjából legkritikusabb a betakarítást megelőző időszak, hiszen ilyenkor a növényzet sokkal kevesebb ideig tartó elöntést képes elviselni. Ezek alapján megállapítható, hogy legkritikusabb belvízi időszak a május–június.

A belvíz a terület domborzati adottságai következtében a településeket is komoly kihívások elé állítja. Egyrészt a külterületekről érkező belvízi terhelésektől mentesíteni szükséges azokat. Másrészt a belterületeken keletkező belvizek, csapadékvizek elvezetését biztosítani kell. A belterületekről történő vízelvezetés hatékonyságát jelentősen befolyásolta a település csapadékcsatorna-hálózatának kiépítése, illetve annak aktuális állapota. A belvízi időszakok során több településen bizonyosodott be, hogy a domborzati adottságokhoz nem kellő körültekintéssel megtervezett és kiépített belterületi csatornahálózat következtében keletkeztek belterületi elöntések. A települések esetében

további, akár belvízi elöntésekkel járó problémákat okoztak a nem kellően átgondolt lakóövezeti fejlesztések, amelyek során a korábban lefolyástalan belterületi ingatlanokat lakóingatlanná nyilvánították. Ezenél, sajnos, időszakonként visszatérő probléma, hogy a lakóingatlanok gyakorlatilag használhatatlannokká válnak.

Az alföldi térségek külterületi jellemzője a tanyás szerkezet, amely hosszú évszázadok óta a táj sajátossága. A domborzati adottság következtében az ilyen lakóingatlanok is ki vannak téve a belvíznek. Ezek mentesítése sokszor csak az ingatlan értékét többszörösen meghaladó költségbe kerülő 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. A belterületek beépítettségének növekedésével a csapadékvizek a korábbinál nagyobb víztömegekkel érkeznek a belterületekről. A térség geotermikus adottságainak kiaknázásával jelentősen növekednek a termálcsgurgalékvízbevezetések és az általuk szállított hozamok – mind a belterületek, mind a külterületek vonatkozásában.



5. ábra: A belvízelvezető rendszer és elemei

Forrás: Vigh 2019

A térség belvizeinek elvezetését – a 6734 km hosszú csatornahálózatból – 4662 km-en (70%) végzi a Vízügyi Igazgatóság (5. ábra), míg 2072 km-nyi (30%) csatorna önkormányzati, társulati vagy magánkezelésben van. Az elvezető hálózat fajlagos kiépítettsége 16–26 l/s/km² kapacitású, de a nagy nemzetgazdasági jelentőséggel vagy belterületi érintettséggel rendelkező öblözeteknél ez nagyobb is lehet (például a 38. számú Tápé–Veszősi öblözet 60,88 l/s/km² fajlagos elvezető képességgel rendelkezik). Összesen 124 db szivattyútelepet üzemeltet az igazgatóság, 145,67 m³/s kapacitással. A belvizek kezelésében nagy jelentőséggel bírnak a tározók. A területen 25 db állandó tározó 4548,56 ha kiterjedéssel, illetve 38 db vízvisszatartásra alkalmas terület – 3052 ha kiterjedéssel – áll rendelkezésre.

Habár a vízelvezető művek fejlesztése töretlenül folytatódott az 1980-as évek második feléig, az 5. ábra alapján megállapítható, hogy belvízi elöntések kialakulásában nem mutatható ki csökkenés a fejlesztések eredményeként.

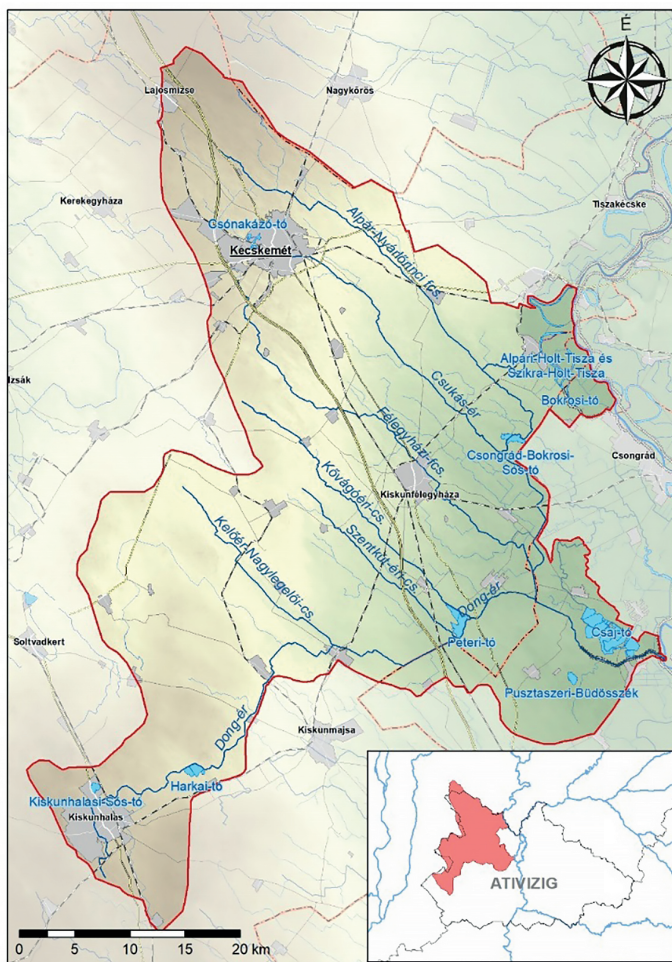
A belvízkezelés hatékonyságának bemutatása

A belvízi kitérttség alapvetően a természeti földrajzi adottságokkal van kapcsolatban, hiszen a vízelvezető rendszerek teljesítőképessége jelentősen korlátozva van a térség meglévő terepfelszínesései miatt. A vízelvezető rendszerek terhelései a megváltozott területhasználati módok következtében növekednek. A rendszerek működési hatékonyságát jelentős mértékben lerontják azon dinamikus jelentkező üzemelési szituációk (például csekély vízszínesés miatti visszaduzzasztások), amelyek rendszerszintű elemzésére, a rendszerek tervezése során nem volt lehetőség, nagytérségi vízrendszerekben alkalmazható számítási eljárások hiányában. A jelenlegi rendszerek működési hatékonyságának növelése – a vízjogi engedélyekben rögzített kapacitásokig – csak a vízelvezető rendszerek folyamatos fenntartásával lehetséges, amelynek költségigénye jelentősen meghaladja a jelenlegi forrásokat.

Amennyiben a belvízi veszélyeztetettség csökkentését kell megvalósítani, úgy nem nélkülözhető a vízgyűjtő szintű megközelítés. A jelenlegi vízrendszer kiépítésének alapja a vízgyűjtőre meghatározott területhasználati módok voltak. Ezeket jellemzően a szocialista nagyüzemi termelés érdekei szerint kialakított földtulajdon-szerkezetre, illetve a nagyüzemi mezőgazdasági termelési eljárásokra alapozva határozták meg. Mivel a vízgyűjtő földtulajdon-szerkezete és területhasználati módjai megváltoztak, így a vízelvezető rendszer felülvizsgálatára és szükség szerint átalakítására van szükség, amely vizsgálatban a térségre kidolgozott klímaváltozási forgatókönyvekben rögzített meteorológiai változásokat is be kell építeni.

A vízgyűjtőkön prognosztizált természeti és antropogén változások meghatározása

Az igazgatóság teljes területének nagysága és a vízgyűjtő természeti és antropogén adottságainak heterogenitása rendkívül bonyolulttá teszi az egyidejű vizsgálatot. A vizsgálatok során a természeti és az antropogén környezet megváltozásának hatását kell elemezni a jövőben kialakuló belvízi eseményekre. Mivel a belvízi jelenségre nagyszámú természeti és antropogén tényező gyakorol hatást, így olyan területet kell választani, ahol szükséges szimulációs vizsgálatok reális idő alatt elvégezhetők. Erre a célra a Dongéri főcsatorna vízgyűjtőjét (6. ábra) választottuk ki.



6. ábra: A Dong-éri főcsatorna vízgyűjtője

Forrás: Benyhe 2020

A vízgyűjtő részvízgyűjtői az alábbiak:

33. Dong-ér-Kecskeméti belvízrendszer

A belvízrendszer felszínét az északnyugat–délkeleti gyakori széljárás által kialakított dombhát-völgyelet formaelemek uralják. Területének tengerszint feletti magassága 85,0–140,0 m B.f. közötti. A lejtésének iránya délkeletre a tiszai mélyártér felé mutat. A lépcsőzetesen csökkenő magasságú fennsík döntő része a belvízrendszer vízgyűjtőterületének. A rendszer területe 849,7 km², amely 5 belvízöblözetre tagozódik (1. táblázat).

1. táblázat: A Dong-ér-Kecskeméti-belvízrendszer öblözetek

Öblözet azonosító	Öblözet megnevezése	Öblözet területe km ²
33/1	Csukáséri	306,0
33/2	Félegyházi	243,1
33/3	Gátéri	59,8
33/4	Alpár–Nyárlőrinci	190,3
33/5	Alpár-mélyártéri	50,5

Forrás: a szerző szerkesztése

A belvízöblözetek, illetve a belvízrendszer vizei gravitációsan levezethetők a főbefogadóba a kiépített 141,13 km főművi csatornahálózattal, valamint a korábbi társulati kezelésű, átvett csatornákkal. A csatornahálózat az északnyugati–délkeleti irányban kialakult fő völgyekben épült ki.

34. Dong-ér-Halasi-belvízrendszer

A belvízrendszer felszínét, domborzati viszonyait alapvetően a Duna–Tisza közti homokhátságon elfoglalt helyzete szabja meg. Az uralkodó északnyugat–délkeleti széljárás a dombhát-völgyek formaelemek sorozatát alakította ki. A rendszer 80,0–135,0 m B.f. magasságú, amely a Tisza-völgy irányába lejt. A terület többsége fennsíki. A rendszer területe 986,4 km², amely 8 belvízöblözetre tagozódik (2. táblázat).

2. táblázat: A Dong-ér-Halasi-belvízrendszer öblözetek

Öblözet azonosító	Öblözet megnevezése	Öblözet területe km ²
34/1	Dong-éri	986,4
34/2	Büdöszéki	116,5
34/3	Kővágó-éri	103,7
34/4	Szentkút-éri	47,3
34/5	Galambos-éri	37,2
34/6	Bócsa-Bugaci	145,8
34/7	Tázlári	20,6
34/8	Alsózállási	27,7

Forrás: a szerző szerkesztése

A belvízrendszer főbefogadója a Dong-éri-főcsatorna, amely gravitációsan csatlakozik a Tisza folyóba. E gravitációs kivezetés csak az igen szélsőséges-mértékadó tiszai árhullám kialakulása esetén szűnik meg. Ebben az esetben az érkező vizek provizórikus szivattyúállás telepítésével és üzemeltetésével vezethetők tovább a Dong-éri-főcsatorna 1+004 km szelvényében lévő Benedek-zsilipnél. Az öblözetek vizei – a 34/2. Büdöszéki-belvízöblözet kivételével – gravitációsan bevezethetők a Dong-éri-főcsatornába. A káros vizek elvezetését 70,53 km állami főmű és a társulattól átvett csatornák biztosítják.

A vízgyűjtőn prognosztizált változások vizsgálatának eszközrendszere

A vízgyűjtőn végbemenő hidrológiai folyamatok vizsgálatára az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság a magyar–szerb határmenti térség fejlesztését szolgáló Interreg-IPA CBC pénzügyi forrásaira benyújtott Water at Risk HUSRB/1602/11/0057 WATERatRISK pályázata keretében numerikus modellt fejlesztett ki. A modell kifejlesztését és kalibrálását a DHI Hungary Kft. végezte. Jelen vizsgálatokhoz szükséges modellezési feladatokat e modellel dolgoztuk ki.

A vizsgálatokat osztott paraméterű, integrált hidrológiai modellel, a MIKE SHE programmal hajtottuk végre. A MIKE SHE integrált, felszíni és felszín alatti vizek komplex vizsgálatát megvalósító modell, amely a hidrológiai ciklus főbb folyamatait szimulálja. A szakirodalomban számos, a MIKE SHE alkalmazásával kapcsolatos tudományos munka lelhető fel. A teljesség igénye nélkül a modell az alábbi szakterületi vizsgálatokra rendelkezik hivatkozásokkal:

- csapadéklefolyás;¹²
- öntözéstervezés;
- árvízi előrejelzés;
- evapotranspiráció;
- talajvízmozgás;
- talaj hidraulikus tulajdonsága;
- ökohidrológiai folyamatok;
- vízmérleg;
- vízgyűjtő teljes hidrológiai rendszerének szimulációja.¹³

¹² Právetz Tamás et alii: Modelling Runoff on a Small Lowland Catchment, Hungarian Great Plains. *Journal of Environmental Geography*, 8. (2015), 1–2. 49–58.

¹³ Joanna Doummar – Martin Sauter – Tobias Geyer: Simulation of flow processes in a large scale karst system with an integrated catchment model (Mike She) – Identification of relevant parameters influencing spring discharge. *Journal of Hydrology*, 426–427. (2012). 112–123.

A belvízi elöntésekkel kapcsolatos modellvizsgálatok komplexek. A hidrológiai folyamatok elégséges ábrázolásához alkalmazott modellnek az alábbi kérdések vizsgálatra kell kiterjedni:

- csapadék;
- felszíni lefolyás;
- párolgás (evaporáció, evapotranspiráció);
- felszín alatti vízmozgás (telítetlen és telített közegben);
- felszíni vízmozgás a vízelvezető hálózatban;
- felszíni elöntések.

Az alkalmazott modell fizikai alapú megközelítése kapcsán képes figyelembe venni valamennyi olyan folyamatot, amely a belvízi elöntés megjelenésével kapcsolatos (például talajvízszint megemelkedése). A kifejlesztett modell tartalmazta a modellterület áramlási viszonyait és a belvízre hatással lévő antropogén hatásokat is.

A modell kalibrálása

A modell kalibrálása során az ismert hidrológiai jellemzőkkel rendelkező hidrológiai szituációkat futtatták le, amelynek eredményeit összevetették a valós eredményekkel az alábbi képlet szerint:

$$E_{i,t} = Obs_{i,t} - Calc_{i,t}$$

ahol $E_{i,t}$ a mért értékek ($Obs_{i,t}$) és a számított értékek ($Calc_{i,t}$) közötti különbség az i helyen és t időben.

A modellterületen a felszíni vizek mennyiségének mérését nem építették ki, így a felszín alatti talajvízszintek idősoraira történt a kalibráció. Ehhez 43 talajvízszint-észlelő kút adatait használták fel. A talajvízszintek esetében deciméteres pontossággal sikerült a kalibrálást végrehajtani, ami – a több mint 1600 km²-es kiterjedésű mintaterületre tekintettel – valósághoz közelinek tekinthető.

Az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó paraméterek

A térség klimatikus adottságai miatt a terület belvízi kitétsége jelentős. A várható éghajlati változások következtében a területen eddig tapasztalt szélsőségek további növekedése várható a csapadék és a léghőmérséklet vonatkozásában. A regionális klímaváltozási forgatókönyvek által megfogalmazott változások területi leképezéséhez azok hazánk területére történő adaptálása szükséges. A rendelkezésre álló széles körű

szakirodalmi kutatásból Blanka Viktória kutatási eredményei¹⁴ kerültek feldolgozásra. A területi adaptáció során az ALADIN és a REMO modellek végeztek vizsgálatokat a hazai tájegységek vonatkozásában. A vizsgálati időszakot két periódusra osztották: 2021–2050 és 2071–2100. Az egyes időjárási paraméterek vonatkozásában a tanulmány az alábbi változásokat prognosztizálta (3. táblázat):

3. táblázat: Időjárási paraméterek prognosztizált változása

Paraméter	2021–2050	2071–2100
Éves átlaghőmérséklet	1,2–3	3,4–3,7
Téli félév átlaghőmérséklete	1,2–1,4	2,9–3,1
Nyári félév átlaghőmérséklete	1,6–2,1	3,8–4,2
Nyári félév csapadékösszeg	csökken	–20–59 mm (–)
Téli félév csapadékösszeg	elhanyagolható	25–46 mm (+)
Extrém csapadékos napok számának változása (20 mm)	0,2–1,4	0,7–2,7
Extrém csapadékos napok számának változása (30 mm)	0,6–1,1	0,9–1,5

Forrás: Blanka 2012

A modellterületen lefolytatott vizsgálatok alapján átlagnak (kiindulási alapként) a 2014. év hidrológiai adatait használták fel. Ezt követően két szélsőséges vizsgálati időszakot határoztak meg. A klímaváltozási forgatókönyvek figyelembevételével az időjárási paraméterek a 2012. évi paraméterekkel mutattak egyezést, így ezen időszakot vizsgálták mint „aszályos-jövőképet”. A térséget sújtó, jelentős víztöbblettel rendelkező időszakként pedig a 2010. év meteorológiai adatait választották ki.

Tekintettel arra, hogy a vízhiányos időszakok kapcsán viszonylag nagyszámú víz-visszatartó műtárgy, csatornaelzárás valósult meg, kiemelt figyelmet kapott ezek hatásának vizsgálata is.

A területhasználat megváltozásához kapcsolódó paraméterek

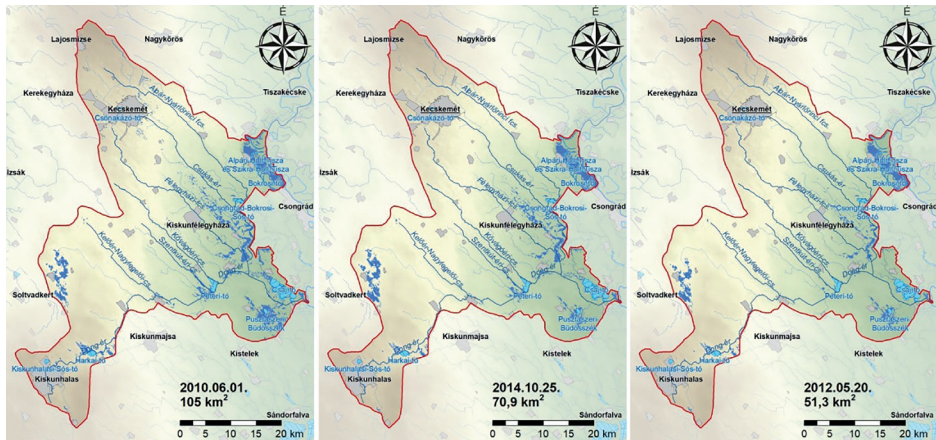
Az éghajlatváltozási folyamatok mellett a területhasználatok változásának vizsgálata is az elemzések tárgyát képezte. A síkvidéki vízgyűjtők vonatkozásában főként a belterületi beépített területek nagyságának növekedése releváns. A belterületi beépítések növekedésével a belterületeken összegyülekezett vízmennyiség gyorsan „rohanja meg” a levezetőcsatorna-hálózatot. Ilyenkor a csatorna nem képes az összegyülekezés ütemében elvezetni a vizeket, így a belterületeken elöntések keletkeznek.

¹⁴ Blanka Viktória et alii: Meso-region scale change of climate in the 21st century and its potential impacts on the environment in the Carpathian Basin. In Rakonczai János – Ladányi Zsuzsanna (szerk.): *Review of climate change research program at the University of Szeged (2010–2012)*. Szeged, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, 2012. 25–40.

Modellfuttatási eredmények

Az alkalmazott numerikus modell számos vízháztartási paraméter meghatározását tette lehetővé. A kitűzött vizsgálati célhoz igazodóan a belvízi elöntések nagysága változását dolgozták fel.

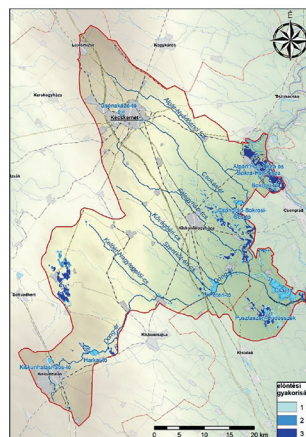
A futtatási eredményeket a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra: Modellfuttatási eredmények

Forrás: Benyhe 2020

Az eredmények összegzését a 8. ábra szemlélteti:



8. ábra: A futtatási eredmények összesítő ábrája

Forrás: Benyhe 2020

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az átlagos időszakokban jelentkező elöntések nagysága meghaladja a 10 000 ha-t, míg vízhiányos időszakokban is eléri az 5 000 ha-t. Ennek oka a terület speciális felszín alatti vízjárásában keresendő. Az elöntésekkel leginkább érintett területek olyan talajvízáramlási zónákban helyezkednek el, ahol akkor is felszíni elöntések tapasztalhatók, ha közvetlen vízgyűjtőjükön nem hullik jelentős mennyiségű csapadék. Ezen területek csatornák melletti elhelyezkedését a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: Belvízi elöntésekkel leginkább érintett csatornaszakaszok elhelyezkedése a Dong-éri-főcsatorna vízgyűjtőjén

Csatorna megnevezése	Kezdő szelvényszám	Záró szelvényszám
Bócsa-Bugaci-csatorna	22 400	30 100
Bócsa-Bugaci-csatornába csatlakozó		1 900
Csukás-éri-főcsatorna	2 700	16 000
Csukásér-Nyárlőrinci-összekötőcsatorna	1 300	3 700
Dong-éri-főcsatorna	52 000	63 000
Galamboséri-csatorna	1 000	2 100
Gátér-Fehértói-összekötőcsatorna	400	900
Gátéri-csatorna	3 900	12 900
Kelőér-Nagylegelői-csatorna	0	600
Pálmonostori-csatorna	0	600
Szentkút-éri-csatorna	2 400	4 900

Forrás: a szerző szerkesztése

A modellezett terület nagysága miatt a belterületi területhasználatok változása nem volt releváns a vízgyűjtő területére vonatkoztatva, azonban ezen hatások lokálisan rendkívül fontosak.

Javaslatok a belvízi veszély kezelésének eszközrendszerére

A vizsgálatokkal beazonosították a belvízi elöntésekkel leggyakrabban érintett területeket. A klímaváltozási hatások mérséklésére előtérbe kerültek a felszíni vizek megtartását célzó törekvések, mind lokális, mind regionális szinten. A víz megtartásának elsődleges helyszíne a vízfolyás hálózat, hiszen legegyszerűbben itt valósíthatók meg olyan műszaki beavatkozások (zsilipek, tiltók), amelyekkel a vízfolyásban megjelenő felszíni vízkészletek helyben tarthatók. Azonban a vizsgálatok ráirányították a figyelmet arra, hogy a vízelvezető csatornahálózat elemeinek egy része – a felszín alatti talajvízjárási adottságok miatt – már eleve elöntésekkel terhelt területeken helyezkedik el (4. táblázat). Ezen csatornaszakaszok esetében akár belvízi időszakban, akár aszályos időszakokban jelentkező helyi, nagy intenzitású csapadékok esetén további elöntések fognak kialakulni, akadályozva ezáltal a vízfolyás felső részén elhelyezkedő területek, települések belvizeinek elvezetését.

A vízrendszer adottságai miatt – mivel a nagyobb települések a vízfolyások felső szakaszain helyezkednek el – a belvízi időszakokban törekedni kell a települések területéről történő vízelvezetés prioritásának biztosítására. Ebből a célból egyrészt a belvízzel gyakorta érintett csatornaszakaszokon kerülni kell a vizek visszatartását. A vizek visszatartását a vízrendszer felső szakaszain javasolt megvalósítani, elsődlegesen tározók létesítésével. Amennyiben a területen feltétlenül igénylik – a 4. táblázatban felsorolt helyeken – a vizek visszatartását, úgy növelni kell a műtárgyak kezelésének hatékonyságát. Ebben az esetben biztosítani kell a vízvisszatartó létesítmények távműködtetésének feltételeit, összekötve a csapadék helyi észlelését végző csapadékradarok működését megvalósító üzemirányító rendszer kiépítésével.

Javaslatok a védelmi igazgatási rendszer szereplőinek feladatmódosítására

A jelenlegi védelmi irányítási rendszer a magán-, az önkormányzati és az állami tulajdonú területek rendszerváltozás előtti területhasználatára épül. A területhasználatok a rendszerváltást követően jelentősen módosultak a külterületek és belterületek vonatkozásában egyaránt. A belvizek elvezetését célzó csatornahálózat ennek következtében már nem a méretezése során figyelembe vett terheléseket kapja. Továbbá a belvízi előntésekkel szembeni érzékenység is megnövekedett a külterületi mezőgazdasági hasznosítású területek esetében. Az ilyen területek használói részére juttatott földalapú támogatás folyósításának feltétele az előntések azonnali elvezetése. Ezek következtében az eredeti elveknek megfelelő hatékonysággal már nem képes az érkező vizek elvezetésére.

A vízelvezető rendszer működési feltételei a klímaváltozási forgatókönyvek szerint a jövőben tovább fognak romlani, hiszen a nagy intenzitású csapadékok elvezetésének igénye is tovább fogja növelni a terheléseket.

A jelenleginél sokkal érzékenyebben működő vízlevezető rendszerre lesz szükség, amely sokkal hatékonyabban valósítja meg a vízmegőrzési feladatokat is. Növelni kell a víztározók számát, és azokat a csatornarendszer elemeivel – a csapadékesemények függvényében – dinamikusan kell üzemeltetni.

Ezen feladatok a védelmi igazgatás valamennyi szereplőjétől új típusú feladatellátást igényel. A területek tulajdonosainak meg kell határozni, hogy közép- és hosszú távon milyen jellegű területhasználati módot fognak gyakorolni.

- A települések esetében a hagyományos belterületi vízkárelhárítási tevékenységet fel kell váltania a vízgazdálkodás egészét komplexen feltáró és keretben integráló vízgazdálkodási tervezésnek és gyakorlatnak. Nem lesz elégséges a nagy csapadékok kezelésére szolgáló védelmi terv elkészítése, hanem a településen meglévő vízterhelések (tisztított szennyvíz, használt termál csurgalékvizek, utak vízelvezetésével kapcsolatban megjelenő víztömegek) komplex kezelését megvalósító, valós adatokra épülő tervdokumentációk kidolgozására lesz szükség.
- A vízelvezető rendszerek – a tulajdonosok/üzemeltetők személyétől függetlenül – felülvizsgálatára van szükség, és a vízrendszerrel kapcsolatosan meghatározott

és a központilag definiált állami szerepvállalás (például elvezethető vízhozam) függvényében kell kidolgozni a rendszer üzemeltetési feltételeit. Nem elégséges ezen elvárások és üzemeltetési feltételek biztosítása, hanem ezek folyamatos finanszírozására is szükség van.

Felhasznált irodalom

- 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet az árvíz- és a belvízvédkezéstről
1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól
Bíró Tibor et alii: *Térinformatikai módszerek alkalmazása a belvíz-veszélyeztetettség térképezésében*. Veszprém, Magyar Hidrológiai Társaság XVIII. Országos Vándorgyűlése, 2000. 754–760.
Blanka Viktória et alii: Meso-region scale change of climate in the 21st century and its potential impacts on the environment in the Carpathian Basin. In Rakonczai János – Ladányi Zsuzsanna (szerk.): *Review of climate change research program at the University of Szeged (2010–2012)*. Szeged, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, 2012. 25–40.
Doummar, Joanna – Sauter, Martin – Geyer, Tobias: Simulation of flow processes in a large scale karst system with an integrated catchment model (Mike She) – Identification of relevant parameters influencing spring discharge. *Journal of Hydrology*, 426–427. (2012). 112–123. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.01.021>
Dövényi Zoltán (szerk.): *Magyarország kistájainak katasztere*. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010.
Kozák Péter: *A belvízjárás összefüggéseinek vizsgálata az Alföld délkeleti részén, a vízgazdálkodás európai elvárásainak tükrében*. PhD-értekezés. Szeged, 2006.
Kozák Péter: *Gondolatok a síkvidéki vízgyűjtők összegyűlekezési folyamatairól I. Belvízelvezetési elméletek fejlődése a gyakorlati tapasztalatok tükrében*. Kézirat.
Padányi József – Földi László: Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. *Bíten Slovenske Vojske*, 17. (2015), 1. 29–46.
Pálfi Imre: A belvíz definíciói. *Vízügyi Közlemények*, 83. (2001), 3. 376–392.
Právetz, Tamás et alii: Modelling Runoff on a Small Lowland Catchment, Hungarian Great Plains. *Journal of Environmental Geography*, 8. (2015), 1–2. 49–58. Online: <https://doi.org/10.1515/jengeo-2015-0006>
Priváczi-Juhász Hajdu Zsuzsanna – Muhoray Árpád: Állami szerepvállalás a belvízvédkezési tevékenységben. *Hadmérnök*, 13. (2018), 4. 221–240.
Rakonczai János et alii: *A belvizes területek lehatárolásának módszertani lehetőségei*. Magyar Földrajzi Konferencia, 2001.