

A TISZA-VÖLGY TIZENKÉT HAVI VÍZKÉSZLET-GAZDÁLKODÁSI MÉRLEGÉNEK MODELLE

Szalay Miklós, Rátky Éva, Laurinyecz Pál és dr. Iritz László

VIZITERV Environ Kft.

KIVONAT

A vízkészletek hatékony hasznosítását elősegítő vízmérleg-számításához alkalmas eszköz létrehozása szükségessé vált. Az elkészített és a dokumentumban tömören ismertetett modell jelen formájában egy évre havi bontásban számítja a vízmérleget. A bemeneti oldalon a vízhozamok lehetnek szerint sokévi havi átlagok; meghatározott tartósságú; avagy tényleges értékek; határvízi egyezményekből fakadó vízhozam mennyiségek. A kiadási oldalt alkotják a vízjogilag engedélyezett vízhasználatok; tervezett beruházások előirányzott vízkivételei; előirányzott rekonstrukciók; valamint vízhasználati statisztikák nyilvántartásokban szereplő értékek. A tizenkéthavi vízmérleg térbeli alapegysége a meder vagy mederszakasz (folyó-, kisvízfolyás- vagy csatornaszakasz, illetve állóvíz), valamint az ehhez tartozó vízgyűjtő (1. ábra). A magyarországi Tisza-vízgyűjtőt a mérleg jelenleg 57 vízmérleg egységre (vízgyűjtőre, illetve folyó vagy főcsatorna szakaszra) bontja fel (2. ábra). A vízmérleg 12 hónapra történő kiterjesztésével felmerülő kérdés volt, hogy az egyes hónapok vízkészlete miképpen választandó meg. A Vízkészlet-gazdálkodási Munkacsoport – a fentiekben ismertetett megfontolások alapján – 2020. február 13-i ülésén úgy foglalt állást, hogy kísérleti jelleggel minden hónapra annak 80%-os átlagos tartósságú napi középvízhozama képezze a vízkészlet mértékadó értékét. A vízmérlegmodell vízhasználatokra vonatkozó adatai elsősorban a Vízgazdálkodási törvényben előírt Vízgazdálkodási Adatgyűjtés FEV jelű (korábban OSAP 1694), a felszíni vízkivételekre, vízbevezetésekre, tározásra és vízátvezetésre vonatkozó adatszolgáltatásán alapulnak. Különböző scenáriók kerültek modellezésre, feltételezve a vízkészletek esetleges változásait, valamint figyelembe véve a vízhasználat fejlesztési változatait.

KULCSSZAVAK: vízgyűjtő, vízkészletek, vízhasználat, vízmérleg, mértékadó értékek, térbeli és időbeli részletezés, fejlesztések és scenáriók.

Bevezetés

A tizenkét havi *vízkészlet-gazdálkodási mérleg modell* kidolgozásának célja az volt, hogy a vízkészlet és a vízigények egyensúlyának megbízható számításán alapuló operatív eszközt biztosítson a Tisza-völgy vízkészlet-gazdálkodásának stratégiai és operatív döntéseihez. A modell segítségével becsülhetők többek között a vízkészletekben várható éghajlati tényezők következtében beálló változások, a vízkészlettel kapcsolatos határvízi egyezmények következményei, illetve a határon túli, de a mi vízgazdálkodásunkat befolyásoló beavatkozások hatása.

A rendelkezésre álló vízkészletek értelmezése, számítása, hasznosításának lehetőségei és korlátai folyamatosan napirenden vannak. Az elmúlt években felmerült javaslatok között találjuk a különböző típusú vízhasználatok számára eltérő mértékadó időszakok kijelölését; többek között az aktuális vízkészlet-helyzethez alkalmazkodó vízkivételi engedélyezést.

A vízkészletek mind hatékonyabb hasznosítását elősegítő vízmérleg-számításához alkalmas eszköz létrehozása szükségessé vált. Az elkészített és ebben a dokumentumban tömören ismertetett modell jelen formájában egy évre havi bontásban számítja a vízmérleget. A bemeneti oldalon a vízhozamok lehetnek szerint sokévi havi átlagok; meghatározott tartósságú; avagy tényleges értékek; határvízi egyezményekből fakadó vízhozam mennyiségek. A kiadási oldalt alkotják a vízjogilag engedélyezett vízhasználatok; tervezett beruházások előirányzott vízkivételei; előirányzott rekonstrukciók; valamint vízhasználati statisztikák nyilvántartások stb.

Vízkészlet-gazdálkodási és vízháztartási mérleg készítése

A hazai vízkészlet-gazdálkodás hagyományosan nem a lefolyás teljes spektrumával, hanem a kisvízi vízhozamok tartományával méri össze a vízigényeket. Ennek oka az, hogy az ország általában, és ezen belül a Tisza magyarországi vízgyűjtője is –híján van az olyan tározási lehetőségeknek, amelyek térfogata a sokéves vízkészlet-kiegyenlítésre lenne alkalmas. Emiatt a víz-készlet-gazdálkodás a sokéves középvízhozamnak mindössze felét-ötödét kitevő kisvízhozamok tartományát tekinti elegendő biztonsággal rendelkezésre álló vízkészletnek. A jelenlegi víz-készlet-gazdálkodási gyakorlatban ez a tartomány tekinthető a vízhasználatok engedélyezési alapjának. Mindemellett azonban a sokéves évi vagy havi középvízhozamokkal végzett vízháztartási mérlegszámítások is hasznos információval szolgálhatnak a térségi hidrológiai folyamatok jellegéről, pl. az éghajlati változások hatására bekövetkező lefolyási tendenciákról.

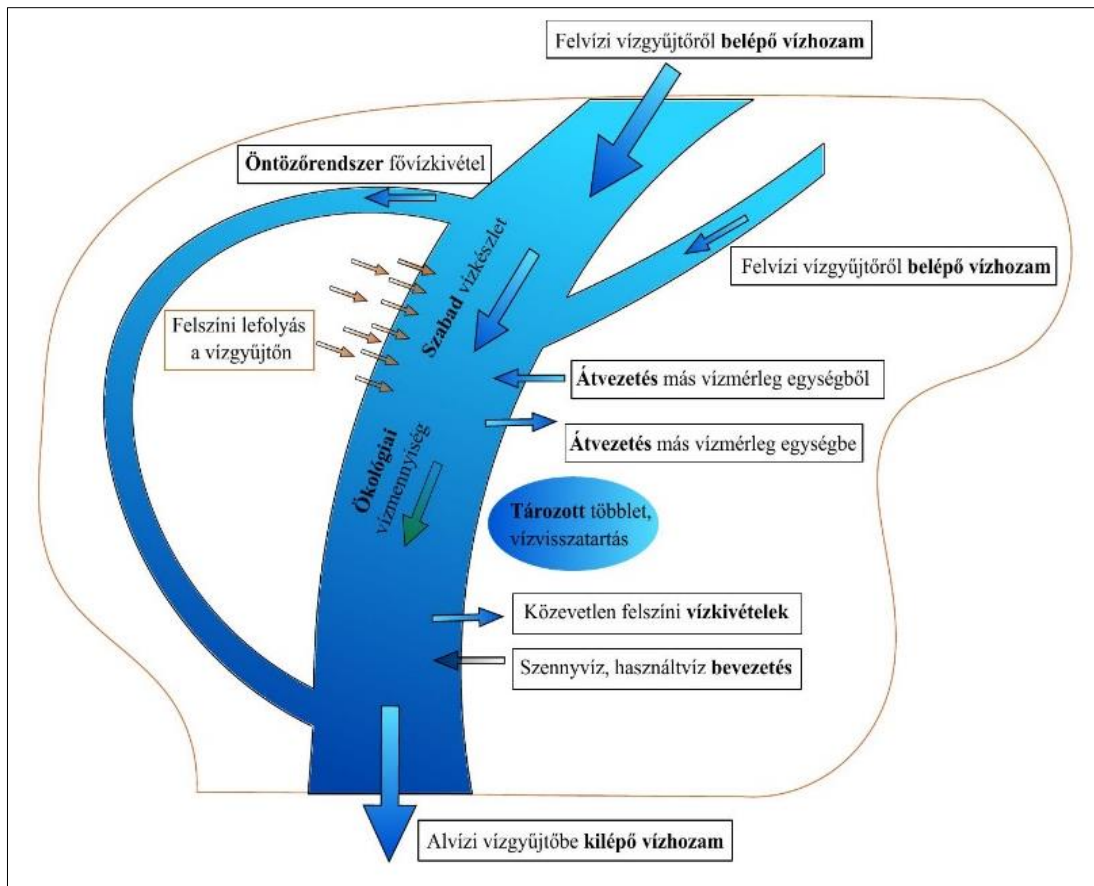
Tizenkéthavi vízmérleg térbeli felbontása

A tizenkéthavi vízmérleg térbeli alapegysége a *meder vagy mederszakasz* (folyó-, kisvízfolyás- vagy csatornaszakasz, illetve állóvíz), valamint az ehhez tartozó *vízgyűjtő* (1. ábra).

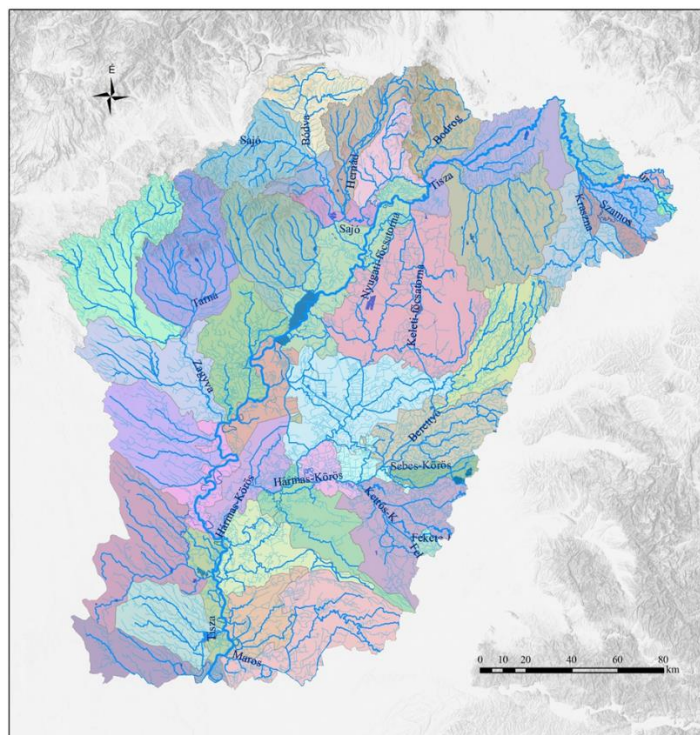
A *vízgyűjtő* lehet a folyószakasz zárószelvényéhez tartozó *teljes vízgyűjtő* (amennyiben a folyószakaszhoz nem kapcsolódik felvízi szakasz vagy vízgyűjtő), vagy a folyószakasz felső és alsó végpontja közötti *részvízgyűjtő*. Adott esetben több, ugyanazon befogadóba torkolló vízfolyás vízgyűjtője összevonható egyetlen vízmérleg egységgé, ilyenkor értelemszerűen ezek a vízfolyások sem különülnek el a mérlegben. (Ezt a megoldást az indokolja például, ha egy folyószakasz részvízgyűjtőjén belül meg akarjuk különböztetni a folyó víz-készletéből közvetlenül ellátható területet attól a hegy- vagy dombvidéki területtől, amely csak a folyóba torkolló patakok, csatornák víz-készletéből részesülhet.)

Az alapegységek fa-gráf jelleggel kapcsolódnak egymáshoz, azt a topológiai szabályt követve, hogy bármely vízgyűjtőhöz csatlakozhat egy vagy több felvízi vízgyűjtő, azonban egyik vízgyűjtő sem kapcsolódhat egynél több alvízi vízgyűjtőhöz.

A magyarországi Tisza-vízgyűjtőt a mérleg jelenleg 57 vízmérleg egységre (vízgyűjtőre, illetve folyó vagy főcsatorna szakaszra) bontja fel (2. ábra). Ezek kijelölése több szempont együttes mérlegelésével történt. Cél volt, hogy a Tisza mellékfolyóinak belépése, tehát a jelentős készletváltozás pontjai egyúttal egység határok legyenek. Cél volt az is, hogy az egyes folyószakaszokhoz tartozó közvetlen vízgyűjtőkön belül elkülönüljenek egymástól azok a területek, amelyek a folyó víz-készletéből reálisan elláthatók, illetve azok a hegy- és dombvidéki területek, amelyek csak a saját víz-készletükkel gazdálkodhatnak. A vízmérleg egységek lehatárolása – ahol ez racionálisan megoldható volt – igazodott továbbá a hosszú észlelési idejű vízhozam mérő állomások helyéhez, ami által lehetségessé vált a számított mérlegeredmények ellenőrzése. Ez úgy történhet, hogy a vízfolyás (szakasz) zárószelvényére a mérlegegyenletből számított lefolyás (továbbadott víz-készlet az alsó vízgyűjtőre) értéke havonként összehasonlítható a zárószelvényben vagy legalább is annak közelében található vízhozam mérő állomás észlelt idősorából számított mértékadó értékekkel.



1. ábra. Tizenkéthavi vízmérleg térbeli alapegysége



2. ábra. Vízmérleg egységek (vízfolyás szakaszok és vízgyűjtők) a Tisza-völgyben

Igény esetén a vízmérleg egységek száma tetszés szerint növelhető az meglévő egységeknek a fenti topológiai szabályokat követő alábontásával.

A Tisza-vízgyűjtő további 30, határainkon túli részvízgyűjtőre tagolódik; ezek közül 13 a határt metsző folyók vízgyűjtője (Tisza, Túr, Szamos, Kraszna, Bodrog, Sajó, Hernád, Bódva, Berettyó, Sebes-Körös, Fekete-Körös, Fehér-Körös és a Maros), további 17 pedig a határt alkotó folyószakaszokba külföldről betorkolló folyók és kisvízfolyások, illetve határt metsző jelentősebb csatornák vízgyűjtője (pl. Borzsa, Batár, Ér-főcsatorna, Fülöpi-ér, Korhány stb.). A határokon túli vízkivételeket és egyéb lefolyást befolyásoló hatásokat nem vizsgáltuk.

Tizenkéthavi vízmérleg bevételi oldala

A vízkészlet-gazdálkodási mérlegben alkalmazott a készlet mértékegység vízhozam $m^3 s^{-1}$, mert így általánosan összehasonlíthatóvá teszi a különböző időalapú (nap, dekad, hónap, napon belüli csúcsidőszak, stb.) mérlegeket, továbbá összevethetővé az általában szintén vízhozamként megadott jellemző kapacitásértékekkel (vízkivételi szivattyúk, vízkormányzó A műtárgyak vízszállító képességével), illetve a vízhozam mérésekkel.

A hazai vízkészlet-gazdálkodási gyakorlat az augusztusi napok 80%-os átlagos tartósságú vízhozamból vezette le a rendelkezésre álló vízkészletek értékeit. Ezen mértékadó érték megválasztásának háttérében az a megfontolás rejlik, hogy az állam – a vízkészlet tulajdonosa – a lefolyásnak ezt a kontingensét tekinti a társadalom igényei kielégítésére méltányos és szabályozott módon elosztható erőforrásnak. A több mint fél évszázados tapasztalat szerint, a 80%-os biztonságú vízkészlet a gyakorlatban nem okozott feloldhatatlan társadalmi feszültséget, illetve nem mutattak ki makrogazdasági szempontból kedvezőbb vízkészlet allokációs módszert.

A vízmérleg 12 hónapra történő kiterjesztésével felmerülő kérdés volt, hogy az egyes hónapok vízkészlete miképpen választandó meg. A Vízkészlet-gazdálkodási Munkacsoport – a fentiekben ismertetett megfontolások alapján – 2020. február 13-i ülésén úgy foglalt állást, hogy kísérleti jelleggel minden hónapra annak 80%-os átlagos tartósságú napi középvízhozama képezze a vízkészlet mértékadó értékét.

A vízkészlet statisztikai jellemzőinek számításához a WMO ajánlása szerinti 30 éve hosszúságú vízhozamidősorokat kellett alkalmazni. A hazai hidrológiai gyakorlattal összhangban kerek évtizedben végződő 30 éves, egymáshoz képest 10 éves eltolással, 20 év átfedéssel követő idősorokat használtunk, mely megoldás lehetővé tette a folyók vízjárásában bekövetkező változások visszatükrözését is. Ennek megfelelően a vízmérleg adatbázisa az 1981-2010 és az 1991-2020 időszakokra számított jellemző adatokat tartalmazza. Jelen formájában a vízmérleg a vízkészlet jellemzésére több, tetszés szerint választható értékkészletet tartalmaz. Ezek a következők lehetnek:

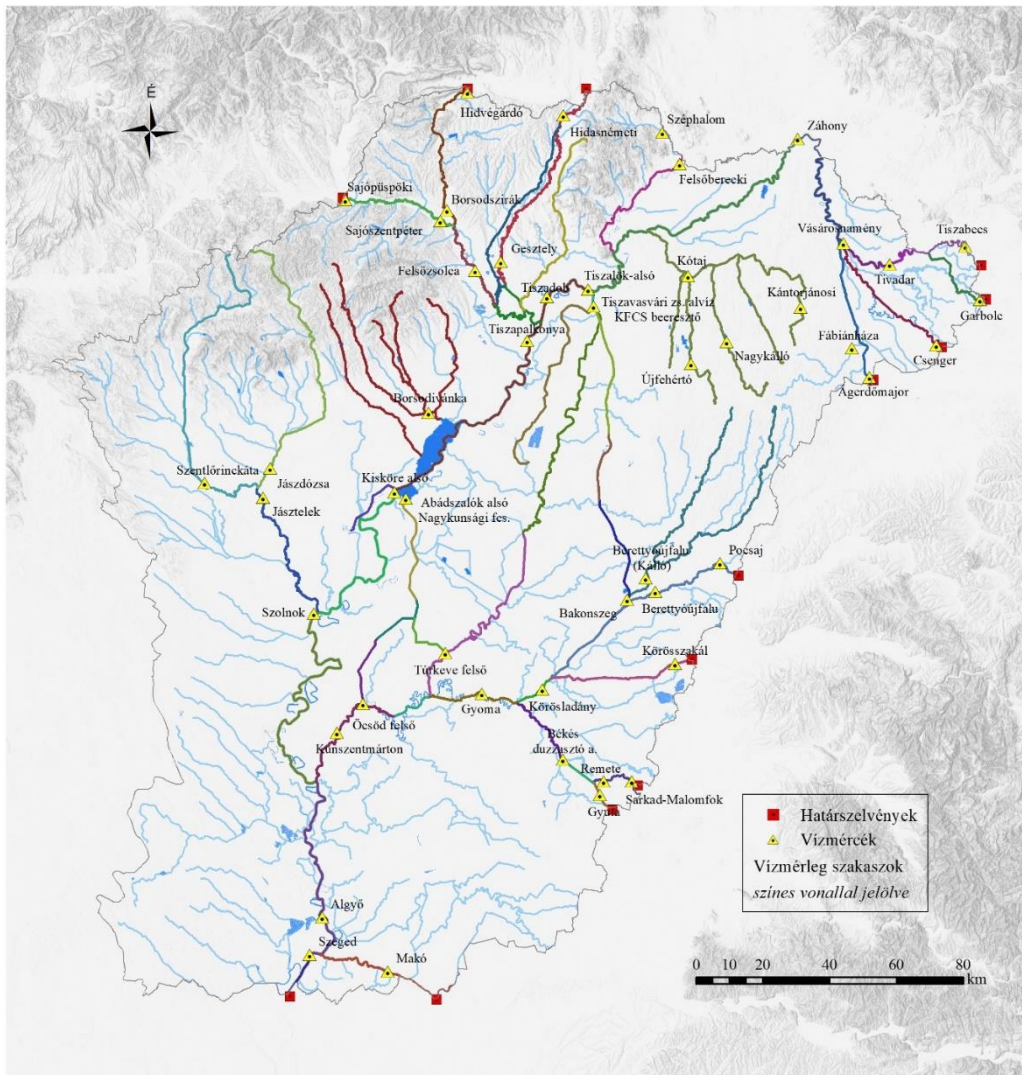
- havi középvízhozamok; továbbá
- havonkénti 80%-os tartósságú vízhozam értékek

Mindkét statisztika megtalálható az adatbázisban a fentemlített két 30 éves időszakra.

Meg kell jegyezni, hogy nagyon különböző mérlegeredmények keletkeznek, attól függően, hogy a Tisza-völgy hasznosítható készletének a határon túli vízgyűjtőkről hazánk területére a határszelvényekben belépő tényleges lefolyást, vagy a Tisza-völgy vízkészlet megosztásáról szóló, jelenleg is érvényben lévő 2007. évi VKKI intézkedésben rögzített vízkészlet értékeket tekintjük. Az első esetben határszelvényekben belépő vízhozamokat természetes lefolyásnak feltételeztük és az idősorokat korrekciók nélkül dolgoztuk fel. Ami a második esetet illeti, a mostani Vándorgyűlésen is bemutatott „*Magyarország Vízkészletváltozásának Vizsgálata*” c.

dolgozatunkban elemeztük. A különböző időszakok (1981-2010 és az 1991-2020 valamint a 2011-2020) vízhozamidősorainak hidrológiai jellemzőit összehasonlítva, a határszelvények egy jelentős hányadában csökkent vízkészletek érkeztek hazánk területére.

Annak érdekében, hogy a készletek területi mérlegegységekre rendelkezésre álljanak, minden folyó és további 6 kisvízfolyás vagy főcsatorna határszelvényeiben a mért vízhozam adatsorokon túl, 25 belföldi szelvény adatait fellehetett használni, részben a folyókon, részben hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokon. A felhasznált mérőpontokat a 3. ábra mutatja.



3. ábra. Vízmerleg szakaszok és vízhozam mérő állomások

A Duna-Tisza-közi és a Nyírségi homokhátságon csak négy olyan állomás volt található, amely statisztikai feldolgozáshoz elegendő hosszúságú adatsorral rendelkezett. Síkvidéki területeken, ahol vízrajzi állomás egyáltalán nem volt, egyrészt a lefolyás kvantitatív elemzéséhez a belvízi szivattyútelepek által áttemelt vízmennyiség dekádonkénti idősora szolgált.

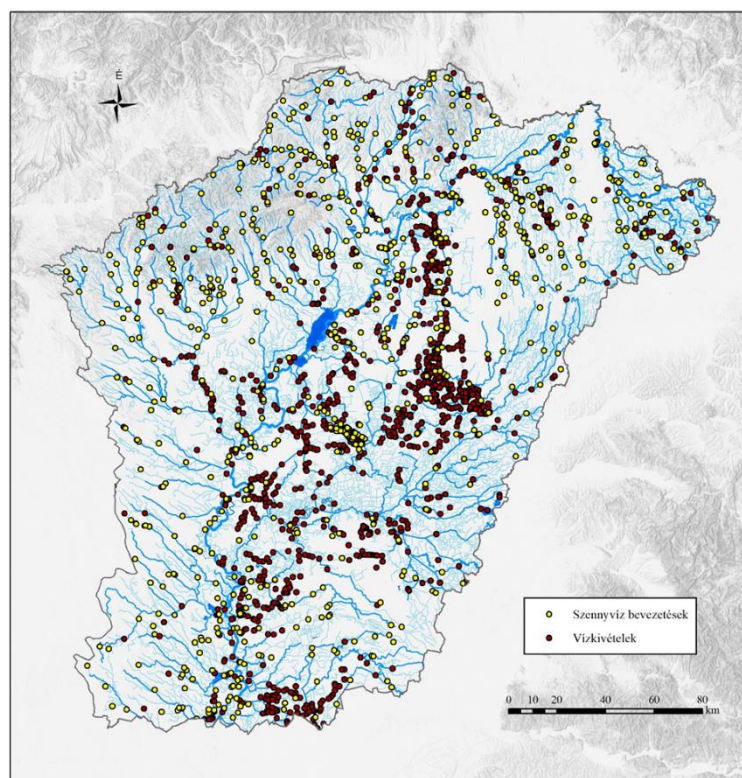
Az adathiányos helyeken a hidrológiában jól bevált analógiai eljárást alkalmaztuk. A mért vízgyűjtőkre jellemzőit (havi és évi középvízhozamok, havonkénti 80%-os átlagos tartóssági értékek) hidrológiailag kevésbé feltárt vízmerleg egységekre területére transzformáltuk.

Megjegyzendő, hogy a Tisza vízgyűjtőjében a hazai lefolyás éves részaránya a külföldről érkező mennyiséghez képest 4-10% között változik, és ennek a helyszíni lefolyásnak a nagyobb része a hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkön keletkezik. A hazai területen keletkező lefolyás mennyisége a tiszai vízrajzi állomásokon adódó hibaszázalékoknál kisebb.

Vízhasználatok

A vízmérlegmodell vízhasználatokra vonatkozó adatai elsősorban a Vízgazdálkodási törvényben előírt Vízgazdálkodási Adatgyűjtés FEV jelű (korábban OSAP 1694), a felszíni vízkivételekre, vízbevezetésekre, tározásra és vízátvételre vonatkozó adatszolgáltatásán alapultak.

Valamennyi vízhasználat rendelkezett EOV koordinátákkal, amely alapján a vízkivételek, bevezetések térinformatikai úton a megfelelő vízmérleg egységekhez, vízgyűjtőkhöz, illetve öntözőfűrtökhöz hozzárendelhetők voltak (4. ábra).



4. ábra. Vízkivételek és szennyvíz bevezetések a Tisza-völgyben

A vízkészlet-gazdálkodási gyakorlat a vízmérleg számításhoz két adattípust használ:

- Vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés céljára a havi vízkivétel folyamatos vízszugárban vett értékét (m^3/s vagy l/s), amely arra alkalmas, hogy meg lehessen állapítani, hogy adott hónapban a vízelvonás nem jár-e az ökológiai vízmennyiség megsértésével;
- Vízszolgáltató rendszerek teljesítőképességének vizsgálatához a vízkivételnek maximális engedélyezett vízszugár (l/s) formájában adott értékét, amely általában megegyezik a vízkivétel engedélyezett szivattyúkapacitásával vagy gravitációs vízkivétel esetén a vízkivételi zsilib kapacitásával. A maximális vízszugár a feszített vízkészlet helyzetben, aszályos, esetleg vízkorlátozást követelő körülmények esetén a fellépő vízigényeket jeleníti meg.

A vízmérleg adatbázisában jelenleg a FEV adatgyűjtésből származó 2018. évi megvalósult tárgyévi vízkivételek adatai találhatóak a következő kategóriákban: A vízkivételeket a mérleg adatbázisa a következő fő típusokba sorolva tartja nyilván: közmű; ipar; energetika; öntözés; halgazdálkodás; állattartás és egyéb mezőgazdasági tevékenység; rekreáció; természetvédelem.

A FEV adatgyűjtés vízhasználatonként tartalmazza az évi összes vízkivételek mennyiségét, de az adatszolgáltatóknak csak mintegy 5-10 %-a tünteti fel a havonkénti vízkivételeket. Ahol az adatszolgáltató nem adott meg havi vízmennyiségeket, ott egy vízhasználat típus szerint differenciált átszámítási táblázat segítségével állítottuk elő a 12 havi mérleghez szükséges értékeket az évi összes vízkivétel alapján kerülnek a vízmérlegbe.

Havonkénti vízmennyiség és engedélyezett maximális vízhozam.

A hazai vízmérlegszámítási gyakorlat a vízkivételeket két jellemző mennyiséggel veszi számításba:

- havi átlagos vízszugár;
- engedélyezett maximális vízszugár.

A havi átlagos vízszugár a m^3 -ben adott havi vízmennyiségből volt számítható a hónap másperceinek számával történő osztás révén, az engedélyezett maximális vízszugár általában a vízjogi engedélyben megtalálható és az évenkénti statisztikai adatszolgáltatásokból is kivehető, ennek hiányában az ugyancsak az engedély adatai között szereplő vízkivételi szivattyú kapacitásával helyettesíthető. Egyes vízügyi igazgatóságok gyakorlatában alkalmazzák a napi maximális kivehető mennyiséget is, amely a vízkivételi kapacitástól függetlenül is limitálja az egy napon kivehető vízmennyiséget.

A havi átlagos vízszugár a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés részét képező vízmérleg számításban kap helyett, ahol ezen adat alapján kerül megállapításra, hogy sérül-e az ökológiai vízmennyiség. Az engedélyezett maximális vízszugár a havonkénti átlagosnál nagyobb érték és elsősorban a kritikus vízkészlet-gazdálkodási helyzetekben, adott esetben vízkorlátozások alkalmával használatos (pl. szélsőségesen kisvízi időszak, jelentős öntözővíz igények egyidejű előfordulása, a vízkivételek folyamatos maximális kapacitással való üzemeltetése, esetleg a vízhasználatok közötti prioritások figyelembevételével bevezetett vízkorlátozások idején) a vízkészlet, illetve a vízszolgáltatási kapacitások kihasználtságának mérlegelésére.

Vízátvezetés

A vízmérleg modellben háromféle vízátvezetés jeleníthető meg:

a) Regionális szintű vízátvezetések

A Tisza-vízgyűjtőn regionális vízátvezetésnek elsősorban a Tiszából a Körös-völgy felé irányuló transzfer tekinthető, amely a Keleti-, Nyugati-, Nagykunsági-főcsatornán és a Tiszafüredi öntöző főcsatornán keresztül valósul meg, de volumene miatt a Jászsági-főcsatornába irányuló vízbevezetést is ide sorolhatjuk. Ide tartoznak továbbá azok a vízügyi igazgatóságok működési területe közötti kisebb átvezetések is, amelyek eredete szintén a Tisza vízkészlete, azonban többszörös átvezetés során jutnak el céljukhoz. (Erre lehet példa a Nagykunsági-főcsatorna keleti ágán keresztül a Hortobágy-Berettyóba, a Hármas-Körösbe, majd onnan a Szarvasi-holtágba, végül a Kákafoki-szivattyútelepen át az ATIVIZIG működési területére irányuló láncolat.) A regionális átvezetések az OVF által kiadott vízkészlet-megosztási intézkedések szabályozzák.

b) Öntözőrendszerekbe, öntözőfürtökbe irányuló vízátvezetések

Az ebbe a kategóriába tartozó vízátvezetések az öntözőrendszerek, öntözőfürtök vízellátását szolgáló fővízkivételeken – szivattyútelepeken, zsilipeken, szivornyákon – keresztül valósulnak meg. Céljuk általában (de nem minden esetben) a rendszeren, fürtön belül jelentkező igények kielégítése; ilyenkor az átvezetés mértékét behatárolja az igények volumene. Ez utóbbiakat igényvezérelt átvezetésnek nevezhetjük. Néhány esetben előfordul, hogy a fővízkivétel regionális típusú, gyakorlatilag vízügyi igazgatóságok közötti átvezetést is szolgál.

A regionális átvezetések havonkénti értékeit az Vízátvezetés munkalap tartalmazza (lásd 5.4.7 pont), a megfelelő vízhozam mérő állomások sokéves havonkénti középvízhozam adataiból származtatva. Az igényvezérelt átvezetések mértéke egyszerűen az öntözőfürt területére eső vízkivételek összesített volumenéből számítható, megnövelve az öntözőfürtre jellemző veszteségtényezővel.

c) Öntözőrendszerekbe, öntözőfürtökbe irányuló tervezett vízátvezetések

Az öntözőfürtökbe irányuló tervezett átvezetések új fővízkivételek, amelyeket az különböztet meg a b) pontban ismertetett, működő átvezetésektől, hogy ezek mögött nincs ismert (létező) vízkivétel, tehát az igényvezérelt átvezetés helyett egyelőre ismeretlen volumenű és összetételű vízhasználatokkal kell számolni. Minthogy az átvezetés tervezett vízszállítása (a jelenlegi tervezett létesítmények mindegyikében a szivattyúkapacitás) ismert, a vízátvezetés mértékének meghatározása a maximális vízszállítóképességhez köthető.

Tározás

A Tisza-völgyben a tározás három formája található meg:

- holtágakban történő tározás,
- hegy- és dombvidéki völgyzárógátas tározás, valamint
- medertározás.

Tározás holtágakban

A vízmérleg modell a holtágaknak a folyóból történő vízpótlásával számol, feltételezve, hogy mértékadó évben a holtágnak saját vízgyűjtőjéről nincs vízpótlása, vagyis belvízből való víz-visszatartásra nem nyílik lehetőség. A folyóból történő vízpótlás megvalósulhat gravitációsan vagy szivattyúsan – általában mindkettő célszerűen nagyvíz idején.

Völgyzárógátas tározás

A völgyzárógátas tározás esetén feltételezzük, hogy a tározó és kiegészítő létesítményei jól vannak méretezve, műtárgyai rendelkeznek a szükséges vízszállítási kapacitással, mind a fővízfolyás elzárásával létesített tározók esetében, mind pedig az oldaltározók esetében, ahol annak közvetlen vízgyűjtőjéhez képest külső vízgyűjtő vízkészlete kerül a tározóba bevezetésre.

Medertározás

A modell által figyelembe vett medertározók minden esetben folyókon (a Tiszán, a Fehér-, Fekete-, Kettős-, Sebes- és Hármaskörösön) lévő duzzasztókhoz csatlakoznak. A mérleg modell jelen fejlesztési állapotában 7 medertározót tartalmaz.

Öntözőfürtök

A mérleg a Tisza-völgy 103 működő öntözőfürtjét tartalmazza, mint másodlagos vízmérleg számítási egységet (5. ábra). Az öntözőfürtök közös tulajdonsága, hogy egyetlen fővízkivételen keresztül kapcsolódnak az őket ellátó vízmérleg szakaszhoz. Az öntözőfürt fogja össze a hatásterületére eső vízkivételeket, amelyek a fürt fővízkivételen keresztül részesülnek a vízmérleg

egységben hozzáférhető vízkészlethez. A fűrtnek – minthogy nem vízgyűjtő, csak egy vízszétosztási funkcióval bíró létesítmény-együttes, saját vízkészlete nincs.

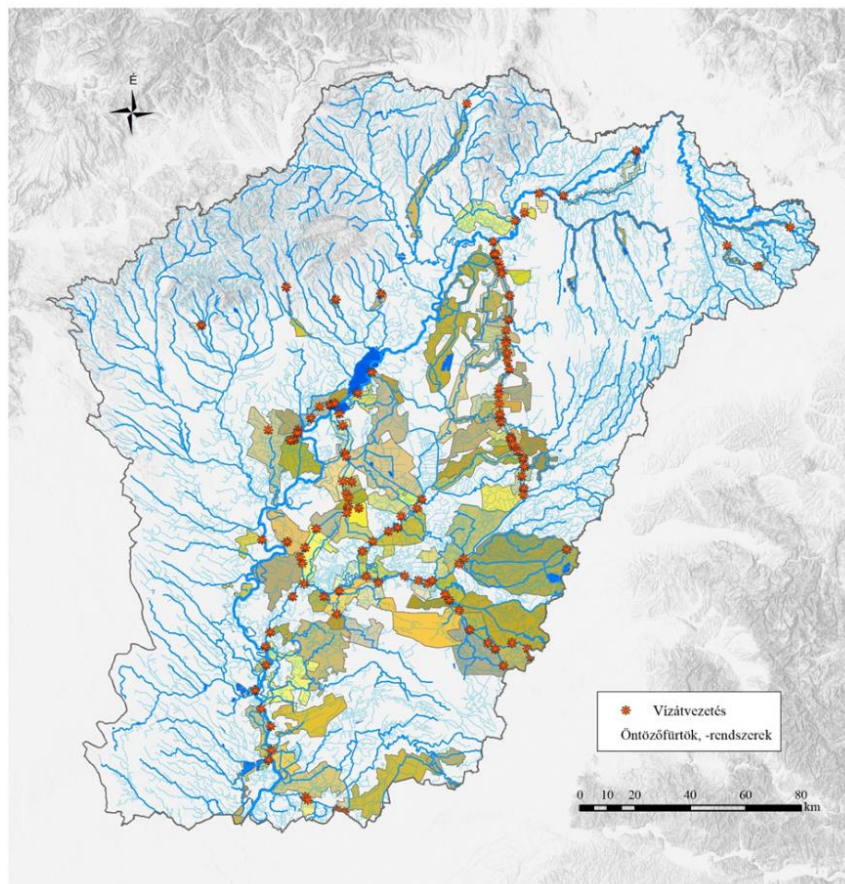
Az öntözőfűrtök a hatásterületükre eső vízkivételek mennyiségén felül saját belső veszteséggel növelik meg a bevezetett vízmennyiséget. A veszteségtényezők öntözőfűrtönként és havonként is különbözhetnek; a modell jelenlegi állapotában havonként különböző, de minden öntözőfűrtre nézve azonos veszteség tényező készlettel rendelkeznek, ezek az adatok az öntözőfűrtön végzett konkrét mérési eredmények alapján pontosíthatók.

A mérleg modell segítségével vízgyűjtőnként nyomon követhetők a lefolyási változások hatása a vízkészletgazdasági helyzetünkre, és ezen belül a vízigények kielégítésének mértékére.

Ökológiai vízmennyiség

Az év valamennyi hónapjára kiterjedő ökológiai vízmennyiség meghatározásának módját az OVF által felállított Vízkészlet-gazdálkodási Munkacsoport átgondolta és 2020. február 13-i ülésén úgy foglalt állást, hogy kísérleti jelleggel a havonkénti 80%-os átlagos tartósságú lefolyás 50%-a (0,5-szöröse) legyen az ökológiai vízmennyiség.

Az ökológiai vízmennyiség értékének a vízmérleg eredményére gyakorolt hatása vizsgálható azáltal, hogy egy 0,0 és 1,0 között felvehető szorzótényező segítségével be a figyelembe vendő ökológiai vízmennyiség nagysága változtatható. A változtatás elvégezhető egységesen valamennyi vízmérleg szakaszra, de lehetőség van az egyes vízmérleg szakaszokra eltérő szorzótényezőt is beállítani abban az esetben, ha az ökológiai szempontok egyes helyeken az általánostól eltérő mértékű alsó vízhozamokat igényelnek.



5. ábra. Öntözőfűrtök és kapcsolódásuk a vízmérleg egységekhez

Alapadatok, alapváltozatok

Fontos tulajdonsága az alapadatoknak, hogy az egyes scenáriókban különböző kapcsolódó információk segítségével különbözőképp kezelhető térben, havi időbeli bontás szerint, a vízhasználatok esetében különböző kategóriák szerint (vízhasználat típusa, főműves vagy szórvány jellege, engedélyezett vagy tényleges évi mennyisége, maximális vízkivételi kapacitása, stb.) leválogatható.

Jelenleg a tizenkét havi vízmérleg a következő alapváltozatokhoz tartalmaz adatokat.

Vízkészlet adatok

- Havi 80%-os átlagos tartósságú, tizenkét havi vízkészlet értékek a Tisza-völgy 57 hazai vízmérleg egységére, illetve 20 további külföldi vízgyűjtőjére, az 1981 - 2010. időszakra;
- Havi és éves 30 éves középvízhozamok a Tisza-völgy 57 hazai vízmérleg egységére, illetve 20 további külföldi vízgyűjtőjére, az 1981 - 2010. időszakra;
- Havi 80% os átlagos tartósságú, tizenkét havi vízkészlet értékek a Tisza-völgy 57 hazai vízmérleg egységére, illetve 20 további külföldi vízgyűjtőjére, az 1991 - 2020.időszakra;
- Havi és éves 30 éves középvízhozamok a Tisza-völgy 57 hazai vízmérleg egységére, illetve 20 további külföldi vízgyűjtőjére, az 1991 - 2020.időszakra;

Vízhasználati adatok

- Engedélyezett éves és havi vízkivételi és vízbevezetési adatok a Tisza-völgy vízhasználatairól a 2018-as évről;
- Havi bontású tározási adatok a Tisza-völgy 40 jelentősebb holtágas, meder- és völgyzárógátas tározójáról, az általuk kiszolgált 2018 évi vízhasználatoknak megfelelően;
- Havi bontású vízátervezési adatok a Tisza-völgy 7 jelentősebb vízátervezéséről, továbbá 103 öntözőfürt fővízkivételéről, az általuk ellátott 2018 évi vízhasználatoknak megfelelően.

Az ellenőrizhetőség érdekében az egyes vízmérleg szakaszok, vízkészletgazdálkodási egységek vízgyűjtő határai – a lehetőségek szerint – hosszú észlelési idejű vízhozammérő állomások szelvényéhez igazodnak, ily módon közvetlen összehasonlítási lehetőséget nyújtva a mérlegekből számított lefolyás értékekhez.

A modellben a természetes vízkészlet becslésénél a számított lefolyás valamint a tározás kalibrálható egy-egy szorzótényező változtatásával, így lehetőség van a vízmérleg eredmények további pontosítására a Tiszán és mellékfolyóin található vízhozammérő állomások lefolyás adataihoz igazodóan. Az alábbi táblázatban összegeztük a tiszai vízmércéken (Tivadar, Vásárosnamény, Záhony, Tiszalök, Kisköre, Szolnok és Szeged) mért adatokkal való egyezést a 4 alapváltozat esetében. Látható, hogy a vízkészlet mért és számított értékeinek különbsége átlag 5 – 10 % között volt, ami jó egyezésnek számít.

Alapváltozatok

A modellezés során vizsgált 4 alapváltozat a mérlegegyenletben figyelembe vett természetes vízkészletében tér el egymástól a többi változót tekintve azonosak. A mérlegszámításhoz tehát a határon ténylegesen belépő vízhozamot, a vízhasználatok tekintetében a 2018 évi engedélyezett mennyiségeket vettük alapul, valamint

1. *alapváltozatnál* a sokéves havi középvízhozamokat az 1981 - 2010. időszakra (KÖQ 1981 – 2010)

2. *alapváltozatnál* a havonkénti 80%-os tartósságú vízhozam értékeket 1981 – 2010. időszakra (Q80% 1981 – 2010)

3. *alapváltozatnál* a sokéves havi közép vízhozamokat az 1991 - 2020. időszakra (KÖQ 1991 – 2020)

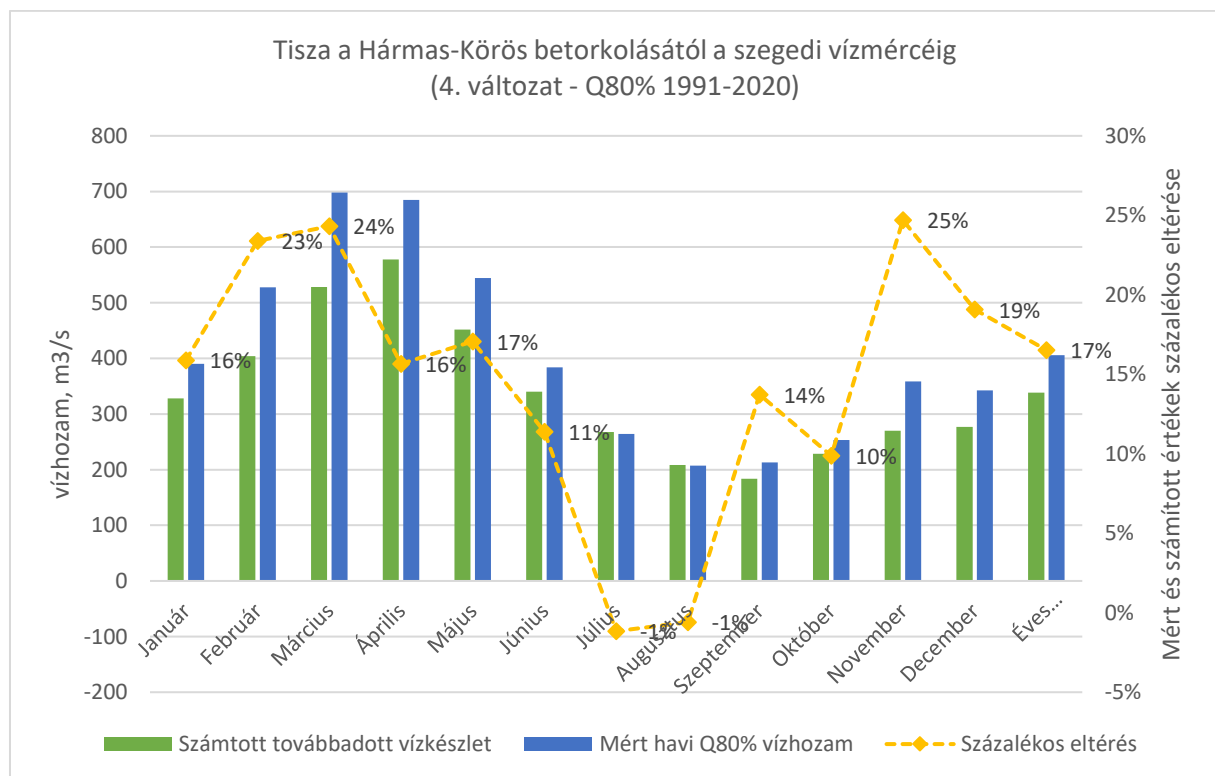
4. *alapváltozatnál* a havonkénti 80%-os tartósságú vízhozam értékeket 1991 – 2020. időszakra (Q80% 1991 – 2020).

Eredmények értékelése

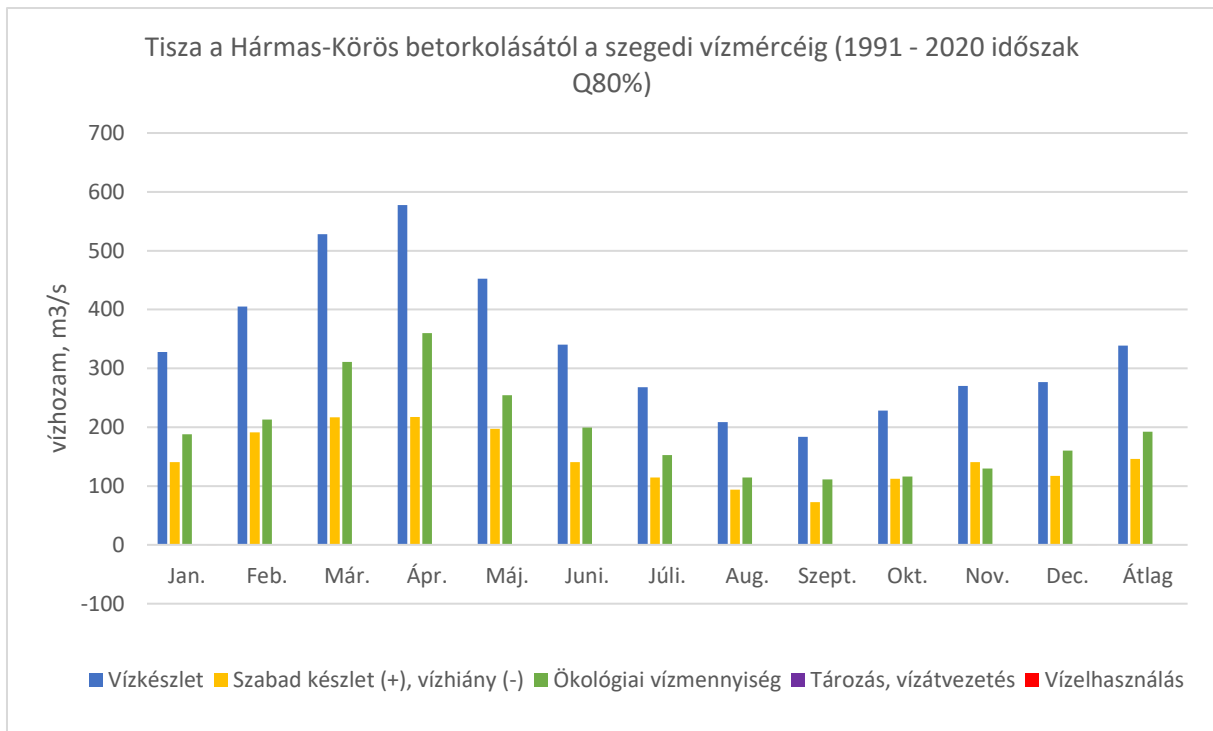
Az egyes változatok eredményeit részletesen kiértékeljük figyelembe véve:

- a vízmérce szelvényeknél mért és a kapcsolódó vízmérlegegységben számított vízhozamokat, ezt az alábbi ábrán (6. ábra) mutatjuk be példaképp a szegedi vízmércére
- az adott vízmérlegegység főbb készletjellemezőit, mint pl. a vízkészlet, a szabad készlet ill. vízhiány, az ökológiai vízmennyiség, a tározás és vízátvétel, és vízfelhasználás, melyet az alábbi ábrán (7. ábra) az 55. vízmérlegegységen mutatunk be – a Tiszán a Hármas-Körös betorkollásától a szegedi vízmércéig.

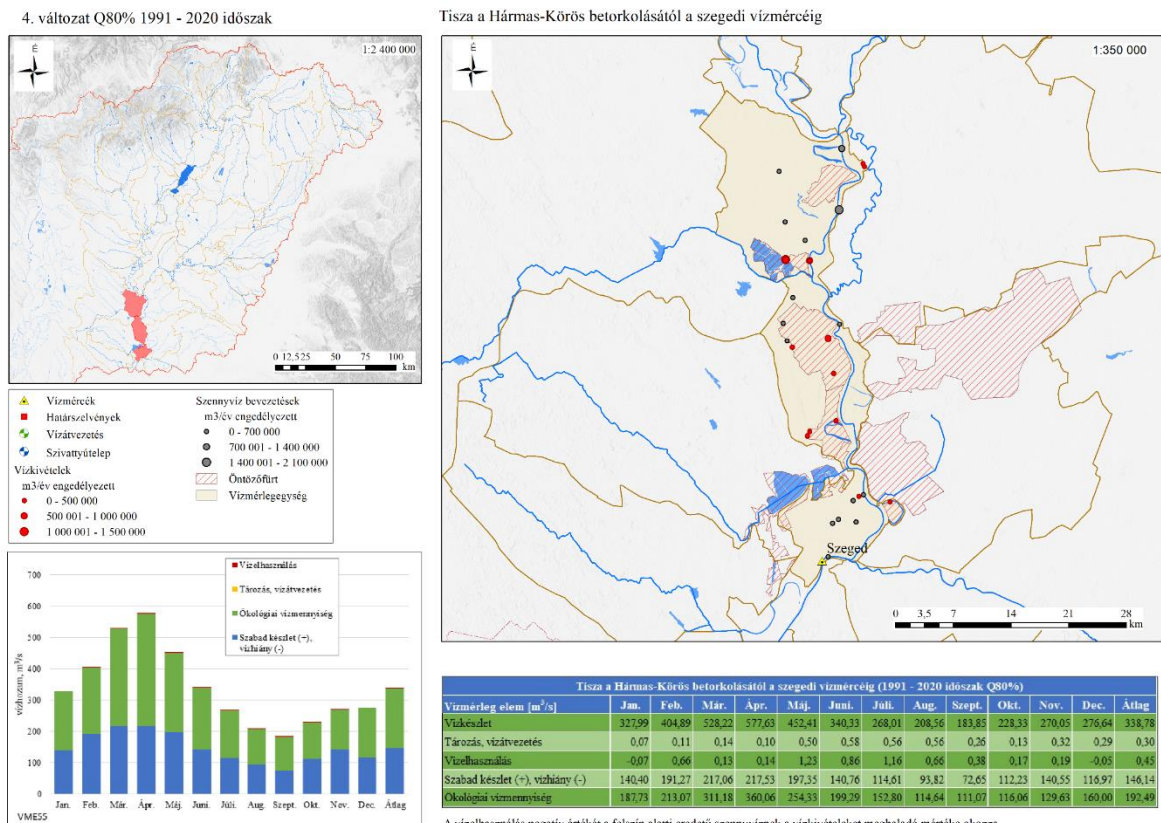
A vizsgált változatok esetében az összes vízmérlegegységre térképes összefoglaló is készült, melyet példaként szintén az 55. vízmérleg egységre – Tisza Hármas-Körös betorkollástól a szegedi vízmércéig – mutatjuk be, a 4. alapváltozat számítási eredményeit (8. ábra).



6. ábra. Mért és a 4. változatban számított vízkészlet és azok százalékos eltérése Tisza, Szeged vízmércénél



7. ábra. Az 55. vízmérlegegység főbb készlet jellemzői a 4. alapváltozat esetében



8. ábra. Az 55. vízmérlegegység térképes összefoglalója a 4. alapváltozatra

További változatok, scenáriók

A tizenkét havi vízmérleg modell ezeket az adatállományokat felhasználva, a *vízkiéslet, illetve a vízhasználatok jövőbeni változásaira, azok térbeli megoszlására tett előrejelzések figyelembevételével képes, alternatíváit képes* többféle hipotetikus vízkiéslet-gazdálkodási változatot – scenárió – generálni és ezek alapján a megváltozott vízmérleget kiszámítani.

Vízkiéslet scenáriók

- Külföldi, felvízi vízgyűjtőkről nemzetközi vízkiéslet-megosztási egyezmények alapján Magyarország számára továbbadandó vízkiéslet mennyisége;
- Határvízi megállapodás szerint az alap scenárió, illetve a tervezési scenárió szerinti vízkiéslet x%-át kitevő ökológiai vízmennyiség megválasztása.

Vízhasználati scenáriók

- Ismert fejlesztési alternatívákhoz tartozó vízátvezetések vagy föművi vízkivételek, az átvezetett vízhozam formájában [m^3/s];
- Szélsőséges, vízhiányos, vagy vízkorlátozást igénylő vízkiéslet-gazdálkodási helyzetek esetére a vízhasználatok maximális engedélyezett vízkivétele (június-július-augusztus hónapokra) [m^3/s].

Az 5-10. scenáriók rövid leírását az alábbi felsorolás tartalmazza:

5. scenárió: Átlagos év havi középvízhozamaival jellemzett vízkiéslete (2018), 2018. évi engedélyezett vízkivételek, átlagos napi vízszugár formájában.

6. scenárió: Szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, 2018. évi engedélyezett vízkivételek, átlagos napi vízszugár formájában.

7. scenárió: Szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, 2018. évi engedélyezett vízkivételek, továbbá a tervezett 7 fővízkiétel, átlagos napi vízszugár formájában.

8. scenárió: Szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, 2018. évi engedélyezett vízkivételek, továbbá a tervezett 7 fővízkiétel és a 2027-ig előrejelzett öntözési vízigény növekedés, átlagos napi vízszugár formájában.

9. scenárió: Szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, maximális engedélyezett vízkivételek.

10. scenárió: A hazai vízgyűjtőn szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, a határon túli vízgyűjtőkről a határvízi egyezmények szerint garantált minimálisan tovább adandó lefolyás, maximális engedélyezett vízkivételek, valamint a tervezett fővízkiétel fejlesztések és a 2027-ig előrejelzett vízigénynövekedés.

A részletes kiértékelés meghaladná jelen dolgozat terjedelmét így példaként a 9. scenárió értékelését mutatjuk be az alábbiakban.

Scenárió 9: Szélsőségesen száraz év (2012) vízkiéslete, maximális engedélyezett vízkivételek.

Vízkiéslet szempontjából 2012. a Tisza-völgyben 1961. óta a legszárazabb év volt gyakorlatilag minden hónapban és több hidrológiai statisztikai mutató tekintetében is, ezért a scenárióban ezen év lefolyásadata képviselik a szélsőségesen száraz évet. A scenárióban hidrológiai szempontból a legkedvezőtlenebb hónap a február, amelyben a Tisza vízkiéslete kevesebb, mint az elvárt ökológiai vízmennyiség; vízkiéslet-gazdálkodási szempontból pedig a legkedvezőtlenebb hónap az augusztus és a szeptember. Július-augusztus hónapokban, 80%-os mértékadó helyzetben mindössze 60, illetve 10 m^3/s (szeptemberben 2,5 m^3/s) hasznosítható természetes kiéslet a teljes Tisza-völgyben. Ezt egészíti ki a nyári hónapokban a tározott többlet, amely

július-augusztus hónapokban mintegy 23 m³/s és a felszín alatti eredetű szenny- és használtvíz bevezetés, további 4 m³/s-mal.

A scenárióban a **víz kivételek** feltételezett értéke június, július és augusztus hónapokban megegyezik az engedélyezett maximális vízszugárral, amely a mértékadó terhelés időszakában, vagyis az adott hónap 6 legkisebb lefolyású napján 24 órán keresztül folyamatosan jelentkezik. A Tisza magyarországi vízgyűjtőjén az összes vízkivétel július-augusztus hónapokban mintegy 65 m³/s, ebből a „vissza nem térülő” vízelhasználás 62 m³/s.

Záhonynál júliusban 25 m³/s, augusztusban 3÷8 m³/s nagyságú hasznosítható készlet áll rendelkezésre, vízhiány egyik hónapban sem mutatható ki.

Tiszalök-alsó szelvényben júliusban 25 m³/s, augusztusban -2 és +15 m³/s közötti hasznosítható vízkészlet becsülhető (szeptember hónapban 0÷3 m³/s). Az ökológiai vízmennyiség elvonása 3,5-4,0 m³/s.

A Keleti-főcsatorna rendszerébe a vízkészlet megosztás által előirányzott vízkivezetés a nyári hónapokban teljesíthető, azonban június-augusztus között a KÖVIZIG felé történő 2,5 m³/s vízleadás csak a rendszeren belüli vízkivételek ugyanekkora mértékű korlátozásával érhető el.

Kisköre-alsó szelvényben júliusban 11÷13 m³/s, hasznosítható készlet, augusztusban 6÷11 m³/s közötti vízkészlet hiány áll elő a rendszerekbe történő vízátervezéseket követően, a Tiszatóban rendelkezésre álló tározott többlet felhasználása mellett is. Ugyanebben az időszakban a Tiszán lebecsült vízmennyiség 61 és 91 m³/s között változik, ami az elvárt ökológiai vízmennyiségnél 7-12 m³/s-mal kevesebb. (9. ábra)

A Nagykunsági-főcsatorna rendszerbe a vízkészlet megosztás által előirányzott vízkivezetés a Tisza-tó tározott vízmennyiségének felhasználásával a nyári hónapokban teljesíthető, azonban a június-szeptember között a Hármaskörös (KÖVIZIG, ATIVIZIG) felé történő 16,0 m³/s vízleadás csak a rendszeren belüli vízkivételek összességében 2 m³/s mértékű korlátozásával érhető el.

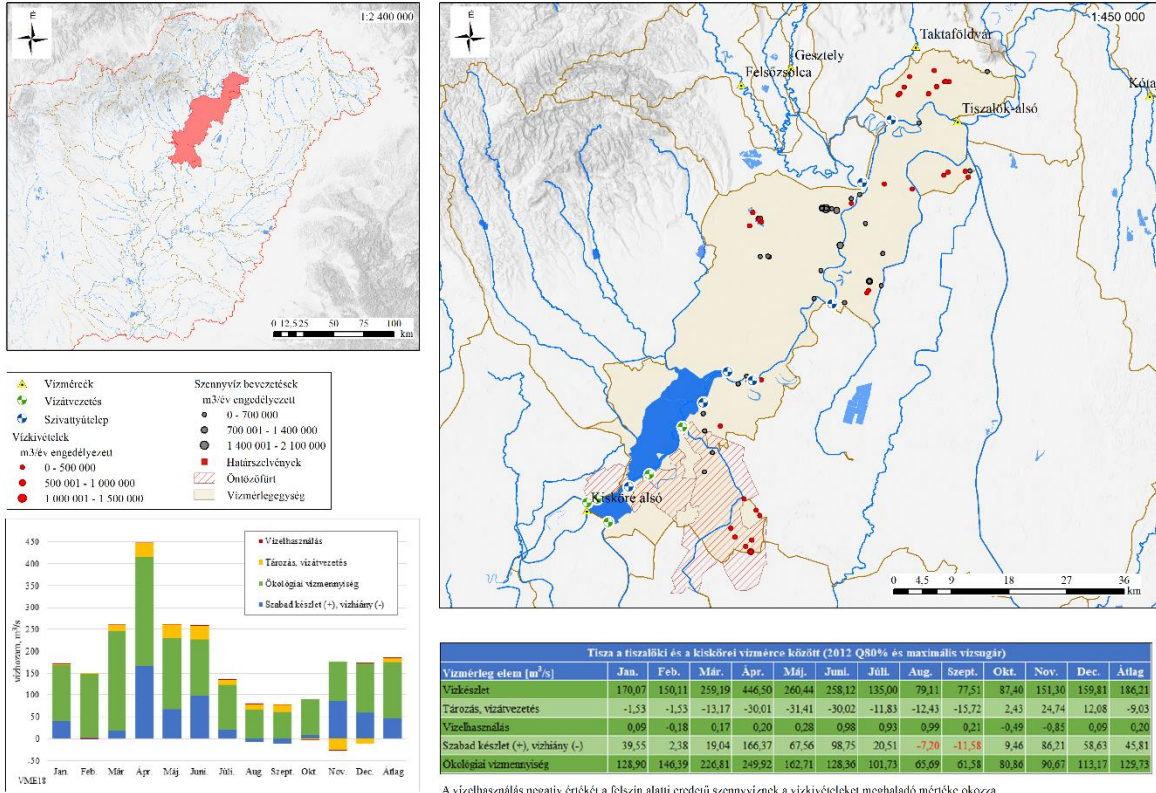
A Tisza Szolnok szelvényben a hasznosítható készlet júliusban 22 m³/s, augusztus-szeptember hónapokban 2-10 m³/s. A teljes lefolyás (a hasznosítható készlet és az ökológiai vízmennyiség együtt) minden hónapban eléri a szolnoki vízmű felszíni ivóvízkivétele által igényelt 65 m³/s vízhozamot.

A Kettős-Körösre a határon túlról beérkező vízkészlet augusztus-szeptember hónapokban 0,5-1,0 m³/s-mal kevesebb, mint az elvárt ökológiai vízmennyiség. A **Sebes-Körösön** ez a hiány már július és november között is megjelenik, mértéke a nyári hónapokban 1,7 m³. A Kettős-Körösre a határon túlról beérkező vízkészlet augusztus-szeptember hónapokban 0,5-1,0 m³/s-mal kevesebb, mint az elvárt ökológiai vízmennyiség. A Sebes-Körösön ez a hiány már július és november között is megjelenik, mértéke a nyári hónapokban 1,7 m³/s. A vízkivételek következtében az ökológiai vízmennyiség elvonás a Kettős-Körösnek a Békési-duzzasztó feletti vízgyűjtőjén július-augusztusban mutatható ki 0,5-2,9 m³/s nagyságban. A **Hármaskörösön**, illetve a Sebes-Körös alsó szakaszán vízhiány nem jelentkezik. A vízkivételek következtében az ökológiai vízmennyiség elvonás a Kettős-Körösnek a Békési-duzzasztó feletti vízgyűjtőjén július-augusztusban mutatható ki 0,5-2,9 m³/s nagyságban. A Hármaskörösön, illetve a Sebes-Körös alsó szakaszán vízhiány nem jelentkezik.

Szegednél a Tiszán a legalacsonyabb lefolyású augusztus-szeptember hónapokban sem mutatható ki ökológiai vízmennyiség elvonás, a számított szabad készlet a nyári hónapokban 4-32 m³/s között változik. (10. ábra).

9. változat Q80% 2012, maximális engedélyezett vízkivétel figyelembevételével

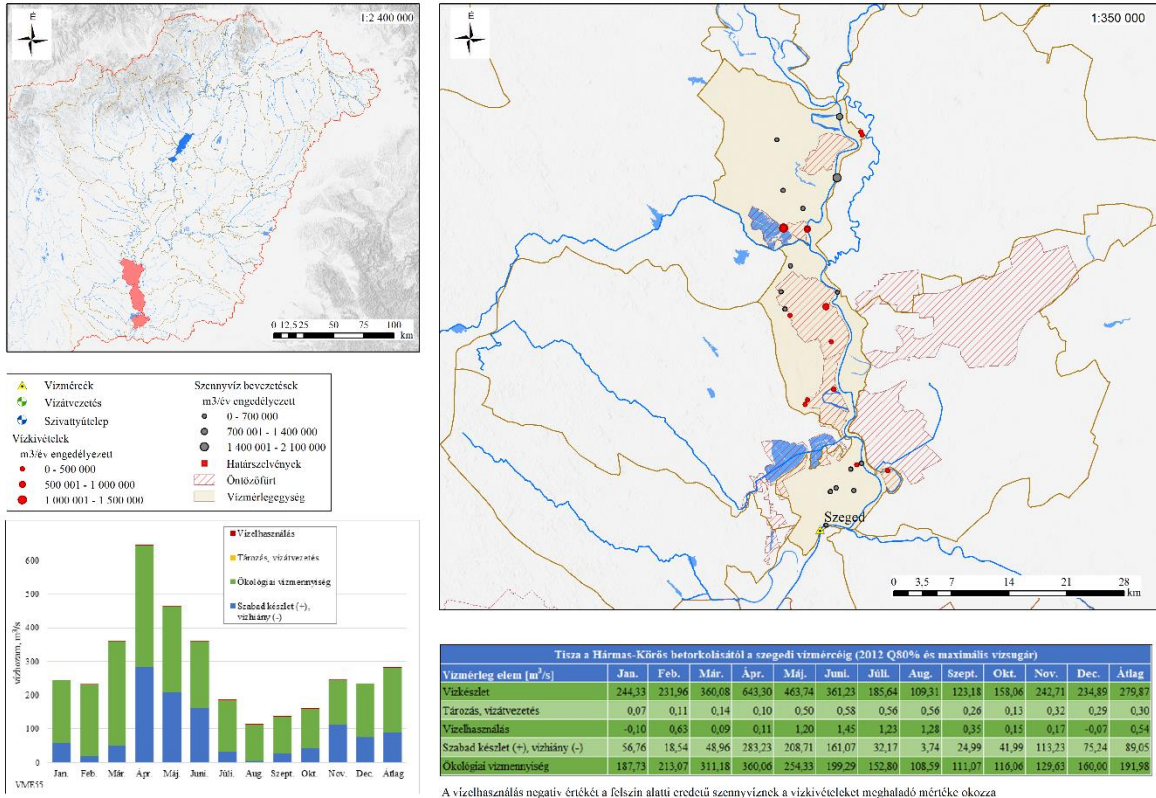
Tisza a tiszaloki és a kiskörei vízmércék között



9. ábra. Az 18. vízmérlegegység térképes összefoglalója a 9. scenárióra

9. változat Q80% 2012, maximális engedélyezett vízkivétel figyelembevételével

Tisza a Hármas-Körös betorkolásától a szegedi vízmércéig



10. ábra. Az 55. vízmérlegegység térképes összefoglalója a 9. scenárióra