

Kisvízi készletek becslése - módszertani áttekintés

Iritz László¹, Laurinyecz Pál², Mészáros Nóra¹, Szalay Miklós^{3†}

¹ VIZITERV Environ Nonprofit Kft., 1012 Budapest, Kuny Domokos utca 13-15. (e-mail: <iritz.laszlo@environ.hu>)

² Magyar Hidrológiai Társaság, 1092 Budapest, Üllői út 25.

³ Országos Vízügyi Főigazgatóság, 1012 Budapest, Márvány utca 1/D. † Elhunyt 2024. december 24-én.

DOI: 10.59258/hk.22302



Kivonat

A témaválasztást a Vízyűjtő-gazdálkodási Terv második felülvizsgálatának (VGT3) részét képező Integrált Vízkészlet-gazdálkodási Országos Terv (IVOT) készítése során feltárt, vizeink hidrológiájában mutatkozó változások indokolták. Jelen tanulmány kitér a vízkészleteink legutóbbi évtized(ek)ben tapasztalt változásaira, és utal a határszelvényeinken keresztül hozzánk belépő vízkészletek alakulására, valamint a csökkenő tendencia mögött rejlő hidrometeorológiai okozati összefüggésekre. Azt is tudomásul kell venni, hogy a hazánk területére belépő, és számunkra létfontosságú határainkon túl keletkező vízkészleteket a szomszédos országok is hasznosítják, és ez a jövőben csak fokozódik. A vízigények ismét növekednek hazánkban is az ipari és a mezőgazdasági fejlesztések intenzívebb válása következtében. A tények ismeretében mind nagyobb figyelmet kell szentelnünk a rendelkezésre álló kisvízi készleteink becslésére a jelen időszakban, és előre kell tekintenünk a várható változásokra. Ezért a vízjogi engedélyeztetés területén előtérbe kerül a szabályozási szintek meghatározása, illetve felülvizsgálata. A bekövetkezett aszályos ciklusok és vízkorlátozást igénylő időszakok is arra késztették az illetékeseket, hogy újítsák meg az operatív irányítást szabályozó dokumentumokat és a vele együtt járó intézkedési terveket. Jelen közlemény a mértékadó vízkészletek hazai és nemzetközi gyakorlatban alkalmazott megközelítéseit tekinti át. Összefoglalásra kerülnek azok az indokok is, amelyek a jelenleg mértékadó kisvízi készlet meghatározásának megújítását igénylik. Röviden megemlítsük a vízkészlet-gazdálkodási mérleg éves szintű, havi bontású vizsgálatára való kiterjesztése céljából elvégzett fejlesztés is. A közlemény a továbbiakban betekintést nyújt a mértékadó kisvízi készletek becslése során felmerülő bizonytalanságok kérdéskörébe. Külön figyelmet kap a feltáratlan kisvízfolyások vízyűjtőinek készletmeghatározása – összefoglalva a nemzetközi, valamint a hazai megközelítéseket. A tanulmány befejezőként összefoglalja a vízügyi ágazat előtt álló azon feladatokat, melyeknek ellátása biztosítja a jövőben a hatékony vízkészlet-gazdálkodást. A szerzők egyben hangsúlyozzák, hogy a határvízi, regionális és nemzetközi szervezetek égisze alatt zajló együttműködések fokozott figyelmet igényelnek, valamint a vízkészlet-gazdálkodás operatív szintű alkalmazásának fontosságát, ami túlmutat a klasszikus vízügyi üzemeltetői és szakigazgatási feladatokon.

Kulcsszavak

Kisvizek, vízkészletek, kisvizek változása, vízkészletek meghatározása, adathiányok pótlása, kisvízfolyások mértékadó készletei, mértékadó készlet felülvizsgálata.

Assessing low flow water resources

Abstract

The reasons of choosing the current subject were the changes in the hydrological regime of rivers in Hungary observed during the preparation of Integrated Water Management Plan (IWMP). The latter one constituted a part of river basin management plans (RBMPs) created within the EU's Water Framework Directive (WFD). The current paper reviews the changes in the river flow regimes those entering the Hungarian territories as well as the underlying hydrometeorological interactions in the upper river basins. It must also be taken into account that the water resources generated in the upper river catchments are of exceptionally importance for Hungary, while their use upstream from other the state borders are also increasing. The water demands are increasing in Hungary because of the gross of industrial and agricultural production. Based on the facts, it is necessary to devote increasing attention to the assessment of water resources during the low flow periods. It is also required to study the possibility of future changes in the hydrological regimes. Consequently, the need for updating the assessment of low flow values, which are laying the foundations for water use permitting procedures is obvious. The frequent droughts and as an outcome, the restricted water uses force the authorities to update the governing documents and along these the action plans. The paper is screening the approaches applied in assessing the low flow water resources applied in Hungary as well as in the international practice. The necessary updating of the currently applied methodology in water resource assessment required a new approach in water balance computations. The paper provides an overview about the uncertainties occurring in the assessment of water resources design values. Special attention is paid to the catchments not being monitored. The national and international approaches to assess the water resource design values are elaborated. The paper in the end collects the tasks for the Hungarian Water Sector in order to ensure an effective water resource management in the future. The authors emphasize that special attention should be paid to the water management co-operations in the bilateral cross-boundary contexts as well as in basin-wide frameworks and under the aegis of international organisations. The importance of implementation of water resources management that points beyond the traditional practice of running the water sector is highlighted.

Keywords

Low water flow, water resources, changes in low flow regimes, assessment of low flow, missing data issues, design low flow values, revision of design low flow values.

A KÖZLEMÉNY TÁRGYKÖRÉNEK LEHATÁROLÁSA

Jelen tanulmány a kisvízi készletek rendkívül kiterjedt tárgyköréből emel ki olyan témákat, amelyekkel a szerzők az utóbbi időben a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. (a továbbiakban: VIZITERV Environ) munkáinak keretében foglalkoztak. A teljes témakört magába foglaló háttér projekt híján a szerzők nem törekedtek a téma teljeskörű feldolgozására, hanem azokra a kérdésekre összpontosítanak, melyek a megbízások tárgyát képezték. Ugyanakkor felhívják a figyelmet az előttünk álló feladatokra is.

Az országhatárt alkotó vagy azt metsző vízfolyásaink vízjárásában bekövetkezett csökkenő tendenciát mutató változásokról már több ízben beszámoltunk, többek között a VIZITERV Environ és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék munkatársaival a hidrológiai versus meteorológiai elemek alakulását egymással kapcsolatos összefüggésben vizsgáltuk (Báder és társai 2025). Ugyanakkor, a csökkenő vízkészletekkel szembenő az igény. A kialakult feszített vízkészlet-gazdálkodási állapot visszahat a vízhasználatok szabályozására, aminek az alapját képezik a mértékadó készletek. Tanulmányunkban ismertetjük a mértékadó készletek meghatározására elfogadott hazai és a más országokban alkalmazott megközelítéseket. A magyar szakmai körökben gyakran elhangzanak az érvényben lévő úgynevezett augusztusi 80%-os alapon nyugvó hazai gyakorlat megújítását igénylő vélemények. Ennek a megújulásnak előfutárjaként készültek el a Tisza-völgyben a havi időlépésű 12 hónapot felölelő vízkészlet-gazdálkodási mérleg numerikus megvalósításának módszertana és eszköze, valamint a jellemző vízkészlet-gazdálkodási scenáriók számításai.

A mértékadó vízkészletek számítása standard módon elvégezhető a mért adatok alapján. Azonban az eredményül kapott értékekben még így is rejlenek bizonytalanságok, amelyekre közleményünk felhívja a figyelmet. A feladat különösen bonyolult adathiányos vízgyűjtők vizsgálatakor. Az ilyen esetekben alkalmazható módszereket is ismerteti a tanulmány. Jelen közlemény a JAVASLATOK című fejezettel zárul, mely két fő irányba mutat. Egyrészt, összefoglalja azokat a feladatokat, melyeket a hazai mértékadó vízkészlet megújítása érdekében el kell végezni, másrészt vizeink hazánkban túli eredete miatt ráirányítja a figyelmet a vízkészleteink biztosításához szükséges vízügyi diplomáciai tevékenységre.

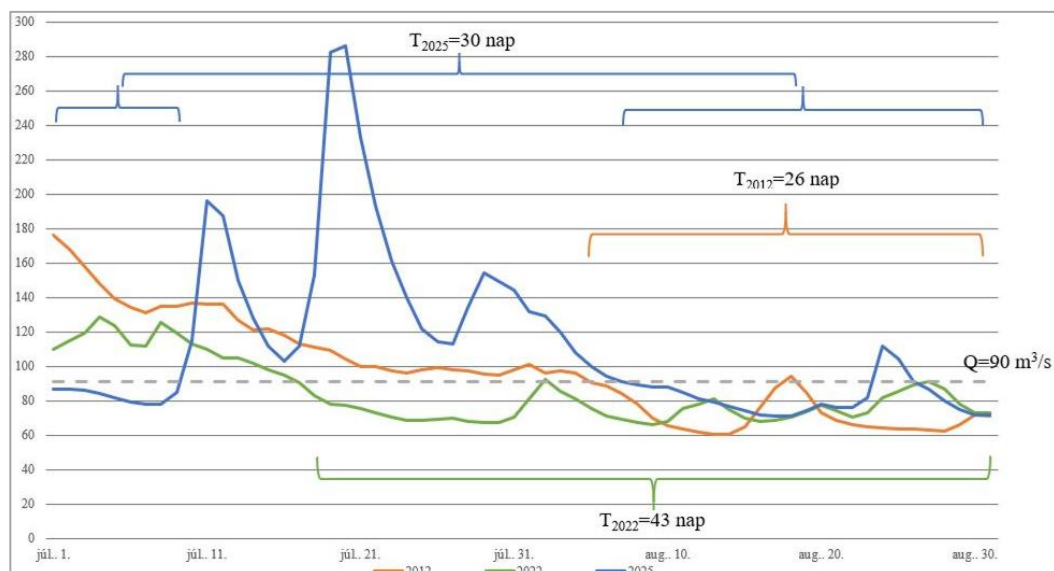
VÍZKÉSZLETEINK ALAKULÁSA

Felszíni vízkészletnek tekintjük a számottevő vízhozamú, jelentős területet behálózó vízfolyások által biztosított vízmennyiséget, amely vízhasználat szempontjából megfelelő minőségű. Nagyságrendileg megállapítható, hogy hazánk mintegy 100 vízfolyásának a hozama összességében 3000 km hosszon haladja meg a 100 l/s átlagos éves értéket. Ezek a víztestek jelentik a magyarországi vízkészletek alapját (Zsuffa 1996). Nagy folyóink (Duna, Dráva, Mura, Rába, Tisza, Szamos, Bodrog, Sajó, Hernád, Körösök és Maros) beérkező és az országon keresztül folyó vízmenyisége mintegy 100 km³/év. A hasznosított felszíni vízkészleteink mennyisége a partiszűrűsű vízkivételekkel

együtt mintegy 5 km³/év. Ily módon felszíni vízkészleteink nagyságrendben sokszorosan meghaladják az országunkban megvalósuló vízkivételeket (Kocsis 2024). Mindazonáltal, az éghajlatváltozás arra késztet minket, hogy egyre nagyobb figyelmet fordítsunk a kisvízi készletek mérésére, becslésére és hasznosításának mértékére. A helyzet komolyságára hívja fel a figyelmet két aszályos évünk összehasonlítása is. Nagy csatornáink vízkivételi kapacitása a Tiszából összesen mintegy 90 m³/s, mely mennyiségre az aszályos időszakban szükség is van különösen a Tiszántúlon. A kialakult helyzet komolyságát jellemzi, hogy 2012-ben 25 nap volt már, amikor a felső vízgyűjtőről érkező vízhozam nem érte el ezt a mennyiséget, jöllehet a korábbi évtizedekben az ilyen napok száma tíz alatt volt. A helyzet még súlyosabb volt 2022-ben, amikor is a kritikus napok száma elérte a 43-at (1. ábra). A vízhiányos napok száma 2025-ben 30 nap volt.

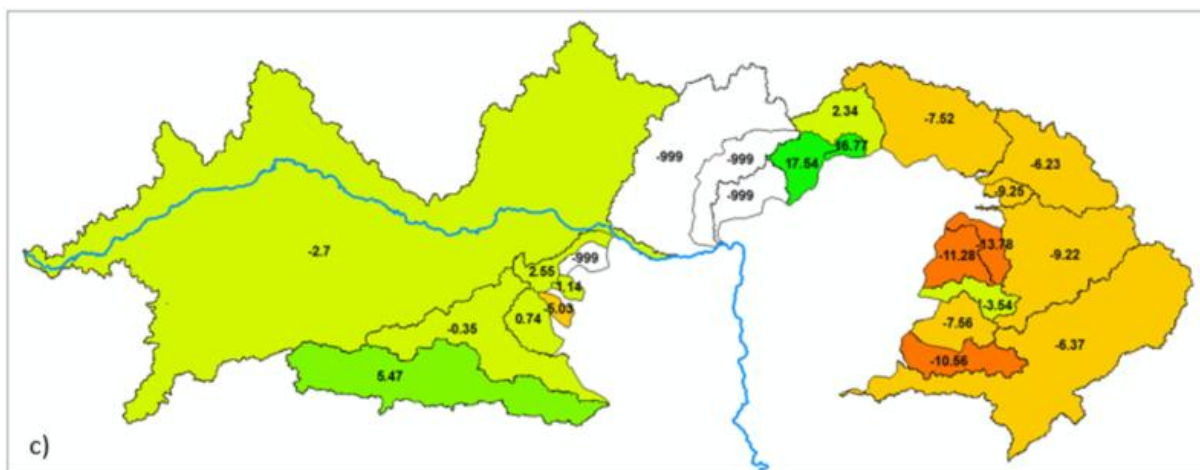
Az elmúlt 40 év két egymást részben átfedő 30 éves időszakára (1981-2010 és 1991-2020) megvizsgáltuk, hogy a vízmérleg főbb tagjainak területi átlaga hogyan változott a határszelvények feletti vízgyűjtőkön (Báder és társai 2025). A nyugati határszelvények vízgyűjtőin nőtt a csapadék mennyisége, kivétel a Duna belépő szelvénye feletti terület, mert ott értéke alig változott. A keleti határszelvények vízgyűjtőin csökkent az éves csapadékösszeg. A kiadási oldal legnagyobb tagja a területi párolgás, amely mindenütt nőtt. Ez azért rendkívül fontos jelenség, mert Magyarországon a területi párolgásnak a csapadékhhoz viszonyított aránya a 86-90%-ot is eléri. A lefolyás változása is differenciált képet mutat a nyugati illetve a keleti határszelvényeinkben. Például, a Dráva vízgyűjtőjén nőtt a lefolyás, míg a keleti határon belépő vízfolyások esetében az éves középvízhozamértékek jelentősen csökkentek (2. ábra).

A vízjárás területi és időbeni változékonysága következtében számos hazai tájegységünkben időszakos vízhiányok jelentkeznek, vagy legalábbis a vízmérleg feszítetté válik. A Tisza 12-havi Vízkészlet-gazdálkodási Mérlege (VIZITERV Environ 2022), és az Integrált Vízkészlet-gazdálkodási Országos Terv, IVOT (VIZITERV Environ 2023) azonosította a vízhiányos régiókat. A Tisza-völgy 12-havi vízkészlet-gazdálkodási mérlegére még a későbbiekben visszatérünk. Itt csak röviden azt jegyezzük meg, hogy két kiemelt térség, – a Nyírség érintett része és a Duna-Tisza közti Homokhátság – vízkészlet-gazdálkodási felmérésére, illetve a vízpótlási intézkedések előkészítésére a közelmúltban két tanulmány is készült (VIZITERV Environ 2020a, 2022). Az eredmények többek között rámutattak arra, hogy hazánk vízhiányos régióiban és térségeiben a vízkészlet-gazdálkodási egyensúly megteremtéséhez nélkülözhetetlen külső vízforrás biztosítása, amelyet egyedül nagy folyóink vízkészletére lehet csak alapozni. Ugyanakkor, kisvízfolyásaink hasznosítható vízkészletét is minősíteni kell, mivel ezekre, mint vízforrásokra, avagy mint befogadókra is szükség van. Kisvízfolyásaink kisvizeinek megbízható mérése, és a készletek becslése speciális feladat. Ilyen munkák támogatására az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) megbízásából a VIZITERV Environ (2020a) monográfiát készített.



1. ábra. A Tisza folyó Záhony szelvényének napi középvízhozamai 2012, 2022 és 2025 évek júliusában és augusztusában ($Q=90 \text{ m}^3/\text{s}$ jelöli a nagy csatornák műszakilag tervezett vízkivételi kapacitásának összegét)

Figure 1. Daily mean discharge values at the gauge Záhony on the Tisa River: July and August 2012, 2022 and 2025 ($Q=90 \text{ m}^3/\text{s}$ marks the summary of technically designed water withdraw capacities into the main irrigation canals)



2 ábra. Lefolyás éves átlag értékeinek változása a határszelvényekben %-ban kifejezve (Báder és társai 2025)

A határon túli vízgyűjtők jelzése a határszelvények vízhozamátlagai alapján: élénkzöld növekményt, halványzöld tónus jelentéktelen változást, sárga és piros tónus csökkenést jelöl

Figure 2. The changes (in %) of yearly mean discharge values (Báder et al. 2025)

The shading of the upstream catchment areas beyond the Hungarian state borders: bright green – increase, light green – not significant change, yellow and red – decrease

KISVÍZI KÉSZLETEK JELENTŐSÉGE

A kisvízi készletek számbavétele fontos, többek között vízkészlet-gazdálkodási, vízellátási, hajózási, környezetvédelmi és egészségvédelmi szempontokból. Az elmúlt néhány évben a folyók alacsony vízjárása már nemcsak az őszi kisvizek idején jelentkezett, hanem nyáron is, ezáltal időben egybe esett a legnagyobb vízigények jelentkezésével. Ezekben az időszakokban, illetve ezeket megelőzően jelentősebb csapadékmennyiség már hosszabb ideje nem hullott, ugyanakkor a léghőmérséklet viszonylag magas volt, a párolgás messze meghaladta a lehullott csapadék értékét. Következésképpen a mezőgazdaság öntözővíz igénye kiemelkedően nagy volt, viszont a vízállások a folyómedrekben alacsonyak voltak, és megnehezítették a vízkivételeket, mivel a megnövekedett emelő / szívó magasságok miatt a szivattyúk teljesítőképessége csökkent. Ezekben az

időszakokban a mérsékelt vízhozamok nem biztosították a bevezetett szennyvizek megfelelő fokú hígítását sem, ráadásul a csekély kisvízi áramlási sebességek miatt a szennyvízcsóvák elkeveredése is mérséklődött.

Konfliktushelyzet áll elő, amikor a vízhasználatok engedélyezését kérik és a már vízjogi engedéllyel rendelkezők igénylésének együttes mennyisége meghaladja a vízfolyásból – a vonatkozó rendelet alapján – meghatározott kivethető vízmennyiséget. A konfliktushelyzet tovább élődik, amikor aszály idején a már vízjogilag engedélyezett vízkivételekhez szükséges mennyiségek sem állnak rendelkezésre. Ilyen esetekben az érdekellentéteket a szabályozott elosztási gyakorlat és az előre megtervezett vízkorlátozások enyhíthetik. A vízkorlátozást két szabályozó elem vezérli, úgymint a felhasználók prioritási sorrendje, illetve az egyenmértékű teherviselés régiók között és az

egy- egyes vízhasználó csoportokon belül. Természetesen, a lakosság vízellátása, az egészségügy és gyermekgondozás prioritást élvez.

Az engedélyezési eljárás és a vízkormányzás 'normál' és 'rendkívüli' esetekben is a vízkészlet-gazdálkodási mérlegben alapul, amelynek a kidolgozása megköveteli a kisvízi készletek pontos felmérését. Mint ismeretes, a készletek meghatározásának biztonsága egy sor körülmény függvénye, többek között befolyással bír a vízhozam adatok pontossága is. Ez utóbbi további tényezők függvénye, például az elérhető mérő- és számítástechnikai eszközök állományától, a vízrajzi mérések térbeli és időbeni sűrűségétől, az alkalmazott módszertantól, és nem utolsósorban a műszaki személyzet felkészültségétől.

MÉRTÉKADÓ VÍZKÉSZLETEK MEGHATÁROZÁSA

A kisvízi mérőszámok jelzik az engedélyezett vízhasználatok mennyiségi és időbeni korlátait. Az engedélyek egyik változata rögzíti azt a vízmennyiség értéket, mely a mederben hagyandó vízhozam levonása után a vízfolyásból kivehető. Másik esetben a mederben hagyandó vízkészlet korlátjának áthágását megengedik, de időben és/vagy mennyiségben korlátozzák. Harmadik esetben vízminőségi határértékek szabják meg a hígítás céljából a mederben hagyandó vízmennyiségeket.

Mértékadó vízkészletek meghatározásának módszerei

Megvizsgálva a nemzetközi gyakorlatot, megállapítható, hogy az országok a mértékadó vízkészleteket, illetve a mederben hagyandó vízmennyiségek korlátjait – a vízhasználatok és a természeti adottságok függvényében – különböző követelmények alapján határozzák meg. A mérőszámok meghatározásának módja ezen túlmenően lehet országos, regionális, vagy helyszíni-specifikus.

A kisvízi vízhozamnak országonként számos definíciója ismeretes (ATIVIZIG 2025):

- kisvízi határérték,
- vízhozam küszöbérték,
- kritikus kisvízhozam érték,
- referencia vízhozam.

Zelenhasi és társai (1987) szerint a mértékadó kisvízhozam a 90%-os valószínűségű éves legkisebb vízhozamnak felel meg. Păduraru és társai (1974) szerint kisvízes időszakról akkor beszélhetünk, ha a vízhozam a legkisebb napi közepes vízhozam 50%-os értéke ($\leq Q_{\min 50\%}$) alá csökken. A wallingfordi Hidrológia Intézet tanulmánya a kisvízi készletek jellemzésében a napi átlagvízhozamok 95%-os tartósságú értékét $\{Q_{95(1)}\}$, valamint az éves hét nap hosszúságú minimumok átlagát $\{MAM_{(7)}\}$ tekintette kulcsfontosságú paraméternek (Gustard és társai 1992). Ezen mennyiségek fölötti készletek állnak a vízhasználók rendelkezésére. Ugyanez a tanulmány megemlíti nemzetközi példákat, például hogy Franciaországban a vízhasználat alatti folyószakasz minimális vízhozama a sokévi közepes vízhozamnak 1/10-e. Azon folyók esetében, ahol a sokévi közepes vízhozam meghaladja a $80 \text{ m}^3/\text{s}$ értéket, a biztosítandó legkisebb vízhozam a vízhasználat alatti folyószakaszon a sokévi közepes vízhozam legalább 1/20 ré-

sze. Németországban az $5 \text{ m}^3/\text{s}$ -nál kisebb vízfolyások esetében a sokévi átlag vízhozam egyharmadát kell a mederben hagyni.

A Meteorológiai Világszervezet (WMO 2008) vizsgálata szerint a kisvízi mérőszámokat számos országban a monitoring állomásokon a tíz év alatt mért legalacsonyabb napi $\{1Q_{10}\}$, vagy hét napos átlag vízhozamok $\{7Q_{10}\}$ statisztikája alapján számolják ki. Vagyis csak addig adható ki vízkivételi engedély, amíg biztosított a mederben maradó napi $\{1Q_{10}\}$ vagy hét napos átlag vízhozam $\{7Q_{10}\}$. A mozgó átlagokkal való számítás a rövid idejű fluktuációk kiküszöbölése érdekében történik. Általában használatos a hét napos átlagolás, de előfordul 30, sőt 120 napos mozgó átlagablak is. Természetesen minél szélesebb a mozgó ablak, annál jobban kisimulnak az ingadozások.

A minőségi alapú kisvízi mérőszám a mederben hagyandó, hígítást szolgáló víz mennyiségét a szennyezés előfordulási gyakoriságának és annak tartósságának alapján szabályozza (EPA 2021). A Folyamatos koncentráció kritériuma (CCC) a több (gyakran négy) napos átlagos szennyező koncentráció, melyet három éves időszak alatt egy esetben szabad csak túllépni. A kritikus időszak hossza lehet négy nap, de kiterjedhet akár 30 napra is. A kritérium célja, hogy a vízi környezet védelme céljából kellő mennyiségű hígító víz maradjon a mederben. Az akut hatásoktól való védelmet szolgálja a maximum koncentráció határértéke (CMC), mely egy-órás átlag koncentráció túllépését egy alkalommal engedi meg három évenként. A biológiai kritériumok meghatározása szennyező- és helyszín-specifikus. A CCC-alapú szabályozás esetén a $\{7Q_{10}\}$ érték ajánlott kritériumi értéként, míg a $\{1Q_{10}\}$ érték javasolt a CMC alkalmazás esetében. Biológiailag meghatározott kisvízi határértékek esetében a CCC háromévenként egyszer engedi meg azt, hogy a négy napos átlagvízhozam a határérték alá süllyedjen $\{4B_3\}$, míg a CMC mérőszám egy napos határérték alá süllyedést $\{1B_3\}$ engedélyez három éves gyakorisággal. A minőségi, illetve az ökológiai kisvízi határértékeket a szennyezők típusa és/vagy a helyszíni biológiai adottságok függvényében határozzák meg.

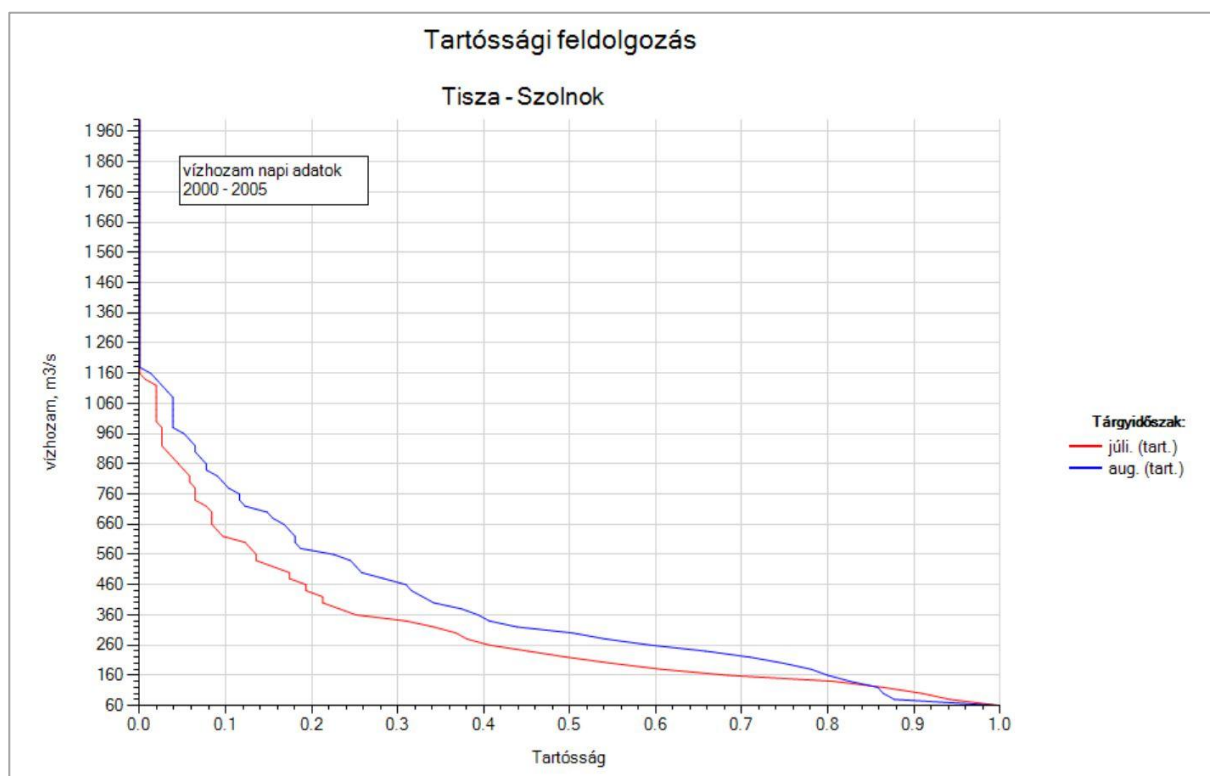
Mértékadó vízkészletek meghatározásának hazai szabályozása

A Kovács és Domokos (1996) szerzőpáros kutatási célból a magyarországi folyókra a Kille (1970) által kidolgozott módszert alkalmazta. Eszerint a referencia kisvízhozam értékek, a havi legkisebb vízhozamok 50%-os valószínűségi értékének feleltek meg. A jelenlegi hazai szabályozás nem ezt a módszert követi.

A magyarországi folyók mederben hagyandó legkisebb vízhozamait a „30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról” című miniszteri rendelet szabályozza. Az érvényben lévő szabályozás szerint vízkészlet-gazdálkodási engedélyeztetés során a vízigényeket a rendelkezésre álló készletekkel kell szembe állítani. A 8. § (2) szerint a felszíni vízkivételek, átvezetések tervezésekor a mederben hagyandó vízhozam értéke legalább a mértékadó kisvízi vízhozam (80%-os tartósságú augusztusi napi közepvízhozam) kétharmada. Tehát, a kiadott vízjogi enge-

délyekben igényelt vízmennyiségek összege nem haladhatja meg az augusztusi napi középvízhozamok 80%-os tartósságú értékének egyharmadát. Ezen mértékadó érték megválasztásának háttérében az a megfontolás rejlik, hogy az állam – mint a vízkészletek tulajdonosa – a lefolyásnak ezen kontingensét tekinti a társadalmi igények kielégítésére méltányos, szabályozott és biztonságos módon elosztható erőforrásnak. A megközelítés alapköve, hogy az országban általában – és ezen belül a Tisza magyarországi vízgyűjtőjén is – híján vagyunk az olyan méretű tározási lehetőségeknek, amelyekkel a sokéves középvízhozamhoz közelítő lefolyástartomány készlete hasznosítható lenne. Emiatt tekinti a magyar vízkészlet-gazdálkodás csak a sokéves középvízhozamnak mindössze felét-ötödét kitevő kisvízi tartományt elegendő biztonsággal rendelkezésre álló alapnak.

A szakértők véleménye szerint az augusztusi 80%-os vízhozam, mint mérőszám a sokévtizedes alkalmazás során bevált. Ugyanakkor ma már gyakran felmerül a felülvizsgálat igénye is. Az újraértékelést igénylők indokai között elhangzik, hogy az éghajlatváltozás következtében már nem feltétlenül az augusztusi vízjárás korlátozza a kisvízi készleteket. Példaként mutatjuk a 2000-2005 évek napi középvízhozamai alapján számított tartóssági görbéket, ahol a júliusi görbe alatta marad az augusztusinak (3. ábra). Ezen túlmenően, csúcsvíz-igények jelentkezhetnek júliusban is. Erre példa az aszályos 2022-es év, amikor a júliusban szolgáltatott vízmennyiségek országos szinten meghaladták az augusztusi értékeket (1. táblázat).



3. ábra. Napi középvízhozamok tartósságának alakulása a legnagyobb vízigényű hónapokban (2000-2005)
Figure 3. Duration curves during the months with largest water demands (years 2000-2005)

1. táblázat. Ténylegesen szolgáltatott vízmennyiségek 2022 júliusában és augusztusában (m³)
Table 1. Water volumes supplied in July and August 2022

Ténylegesen szolgáltatott vízmennyiség 2022-ben (m³)				
Hónap	Öntözés	Rizs telepek vízpótlása	Halastavak vízpótlása	Összesen
Július	30 083 555	9 632 350	46 462 108	86 178 013
Augusztus	15 158 028	4 816 175	23 304 954	43 279 157

Aszály esetén korlátozások bevezetésére van szükség, mivel a vízjogilag már lekötött vízmennyiségek nem állnak rendelkezésre. Vízkorlátozási intézkedések esetén a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény (továbbiakban: Vgtv.) 15.§ -a, illetve a mezőgazdasági vízszolgáltató művek üzemeltetéséről szóló 2/1997. (II.18.) KHVM rendelet előírásai szerint kell eljárni. A gyakorlatban a vízügyi igazgatóságok meghatározhatják az egyes folyószakaszokra vonatkozóan lekötött és rendelkezésre álló sza-

bad vízkészleteket, és szükség esetén – kisvízi időszakokban – ezek függvényében vezethetik be a korlátozó intézkedéseket (ATIVIZIG 2025). A Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszerben (TIKEVIR) az Intézkedési Terv (OVF 2025) a vízkészlet kormányzásának alapja. Az itt alkalmazandó eljárás lényege, hogy az érintett vízhasználó rendszerek között a korlátozás mértékét a rendelkezésre álló vízkészlet, illetve a vízhasználók által előre bejelentett tényleges vízigények arányában

meghatározott redukciós tényező alkalmazásával lehet szabályozni. Ez a „valós idejű” vízelosztási gyakorlat feloldhatja a merev (augusztusi 80%-os) szabályozást. Ugyanakkor, a redukciós tényezők alapuló megközelítés területek közötti egyenlő teherviselést is biztosíthat.

Mégis mi az akadálya az ún. augusztusi 80%-os mérőszám felülvizsgálatának? Az okok között szerepel, hogy nem készült olyan hatásvizsgálat, amely az egész témakört átfogná, bemutatva a korlátozás ellentmondásait, a felülvizsgálat feltételeit és az új rendelkezés életbeléptetésének következményeit.

A hatásvizsgálat magába kell, hogy foglalja többek között az alábbi feladatokat:

- Kisvízi készletek meghatározását vízfolyásonként, jellemző szakaszonként, jelentős vízkivételeknél, stb.
- Éven belüli vízjárás alakulásának vizsgálatát.
- Vízhasználatok időbeni megoszlásának vizsgálatát az év során.
- Vízhasználatokat befolyásoló és korlátozó tényezők hatásának vizsgálatát a hasznosítható készletekre, melyek az
 - ökológiai vízigények,
 - hajózás igényei,
 - rekreáció vízigényei,
 - befogadóval szemben támasztott követelmények (pl. hígítás).
- Hasznosítható vízkészletek várható alakulását az éghajlatváltozás tükrében: vízfolyásonként, folyószakaszonként, körzetenként.
- A potenciális új mérőszámok hatását a vízhasználókra.
- Megvalósítás munkaigényét és költségvonzatát:
 - műszaki feldolgozások,
 - jogi dokumentáció (pl. vízjogi engedélyek felülvizsgálata),
 - hatósági eljárások,
 - átállás költségigénye stb.
- A gyakorlati alkalmazás részfeladatait.

SZÁMÍTÁSOK KISVÍZI KÉSZLETEKKEL

Statisztikai alapon nyugvó vízgazdálkodási mérleg

A statisztikai alapú vizsgálatok a vízgazdálkodási döntés-előkészítés, stratégiakialakítás, valamint a vízjogi engedélyeztetés során kerülnek alkalmazásra. A jelen alfejezet a statisztikai alapokon nyugvó vízkészlet-gazdálkodás módszertanát és gyakorlatát tekinti át tömören. A megközelítés lényege, hogy a már hosszabb ideje észlelt vízho-

zam-idősorok alapján meghatározott mértékadó vízhozamértékek kerülnek meghatározásra, és ezeket az értékeket vetik össze a nyilvántartott, becsült, illetve előrejelzett vízhasználatokkal.

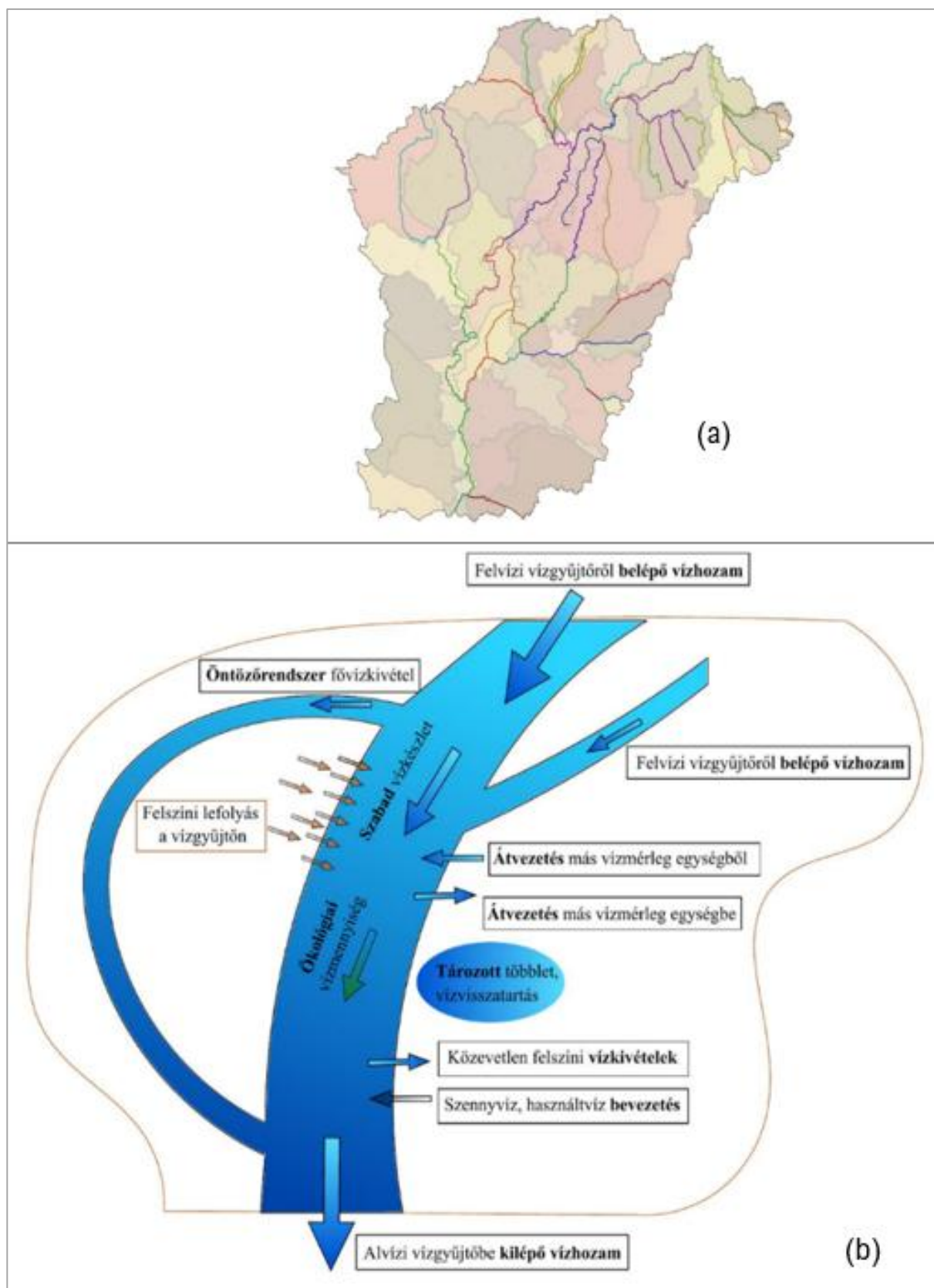
Mint már az előzőekben is szó volt róla, a hazai vízkészlet-gazdálkodás hagyományosan nem a lefolyás teljes mennyiségével, hanem csak a kisvízi időszak (augusztus) vízhozam-tartományával méri össze a vízigényeket. Ugyanakkor, évek óta erősödött az a szakmai elvárás, hogy legyen lehetőség több, esetleg valamennyi hónapra kiterjedő vízkészlet-gazdálkodási elemzésre is. A *VIZITERV Environ (2022)* elkészítette a teljes évet átfogó vízkészlet-gazdálkodási mérleg módszertanát, majd ezt követően annak numerikus eszközét, amely stratégiai döntések támogatására alkalmas. A mérleg területi felbontása igen részletes, mivel a projekt a Tisza-völgy hazai területét 57 vízfolyás-szakaszra, illetve az ezekhez tartozó 57 vízgyűjtőre bontotta fel (4. ábra).

A mértékadó vízkészlet-gazdálkodási helyzeteket a számítások során scenáriók jellemezték:

- vízkészlet bevételi elemeit alkották
 - a határon belépő vízkészletek, vagy azok jellemző értékei,
 - az országon belül képződő vízkészletek;
- vízhasználat kiadási oldalát képezték
 - a „nem-rendkívüli” vízhasználati helyzetek,
 - a szélsőségesen aszályos helyzetek (maximális vízigények);
- vízkormányzó és vízsztosztó létesítmények változatai pedig az alábbiak voltak:
 - létesítmények jelenlegi kapacitással,
 - kibővített szállítási kapacitások rekonstrukció, és/vagy kiépítés eredményeképpen.

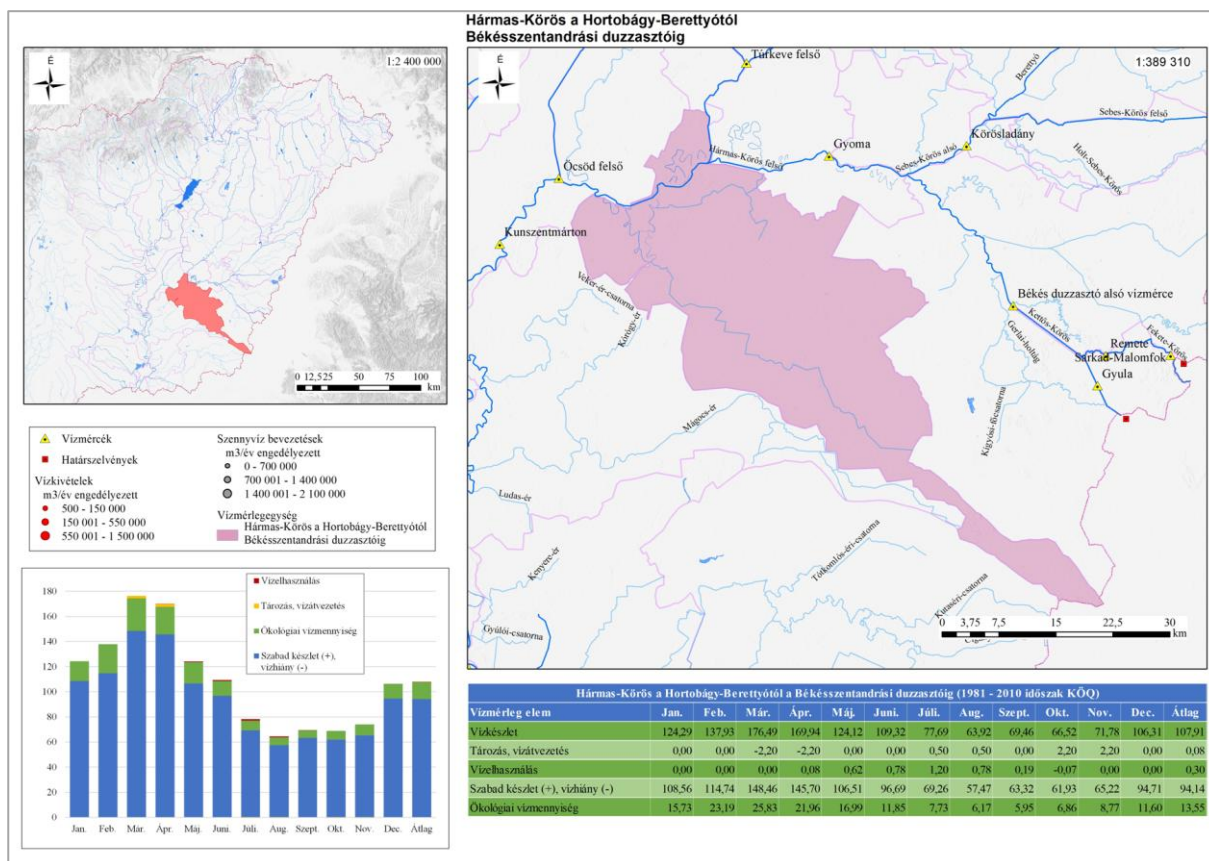
A számítási eredmények egyik példáját az 5. ábra mutatja be.

A magyarországi teljes Tisza-völgyet átfogó és azon belül részletes területi felbontást tartalmazó 12-havi vízkészlet-gazdálkodási mérleg és annak numerikus eszköze döntéselőkészítést szolgál. A feladat nem foglalta magába az új szabályozás teljes kidolgozását. Az elvégzett számítások különböző mértékadó, feltételezett és kritikus helyzeteket modelleztek, lehetővé téve az esetleges új vízkészlet-gazdálkodási szabályozások, éghajlatváltozás, hazai és határon túli lefolyást befolyásoló intézkedések hatásának értékelését. Minderről Szalay Miklós a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) 2023. június 14-én megtartott rendezvényén részletesen beszámolt (*Szalay és Rátky 2023*).



4. ábra. A Tisza magyarországi vízgyűjtőjének vízkészlet-gazdálkodási területi felbontása (a) és az egységek vízkészlet-gazdálkodási elemei (b)

Figure 4. Territorial division of the Hungarian part of Tisa River-basin (a) and components of the water resource managements (b)



5. ábra. 12 havi vízkészlet-gazdálkodási mérleg havi középvízhozamok (KÖQ) a Békésszentandrás duzzasztónál
Figure 5. Water resource balance based on monthly discharge averages (KÖQ) at Békésszentandrás dam

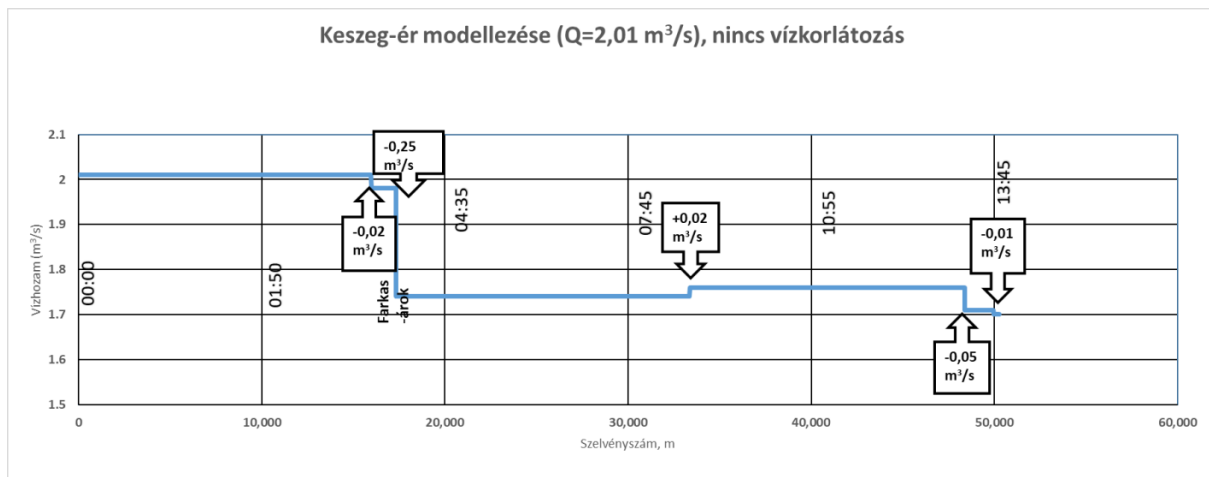
Dinamikus vízkészlet-gazdálkodási modell

A dinamikus vízkészlet-gazdálkodás is – hasonlóan a statisztikus eljárásához – a vízmérleg egyenleten alapul, azonban itt az összetevők valós idejű adatok. A dinamikus vízkészlet-gazdálkodás valós idejű, operatív feladatokat old meg, figyelembe véve a vízszállító, vízkormányzó és víztározó létesítmények hidraulikai tulajdonságait, a vízgyűjtőkön végbemenő hidrológiai folyamatokat. Ennek eredményképp az adott időszakban az aktuális vízigények számára a ténylegesen rendelkezésre álló vízkészlet elosztását alapozza meg. Az eljárás célfüggvényként alkalmazza a felhasználók pozícióját a prioritási listán, a gazdasági feladatokat és a környezetvédelmi megfontolásokat. Az ismertetett tényezők mellett kiemelten fontos, hogy a statikus és dinamikus vízkészleteinket mennyiségi- és minőségileg is fenntartható módon vegyék igénybe.

A felállított modellnek az operatív vízkormányzáson túlmutató képessége, hogy támogathatja a vízszétosztó rendszerek üzemelési szabályzatának felülvizsgálatát, a különböző üzemállapotokban követendő szabályok tesztelését.

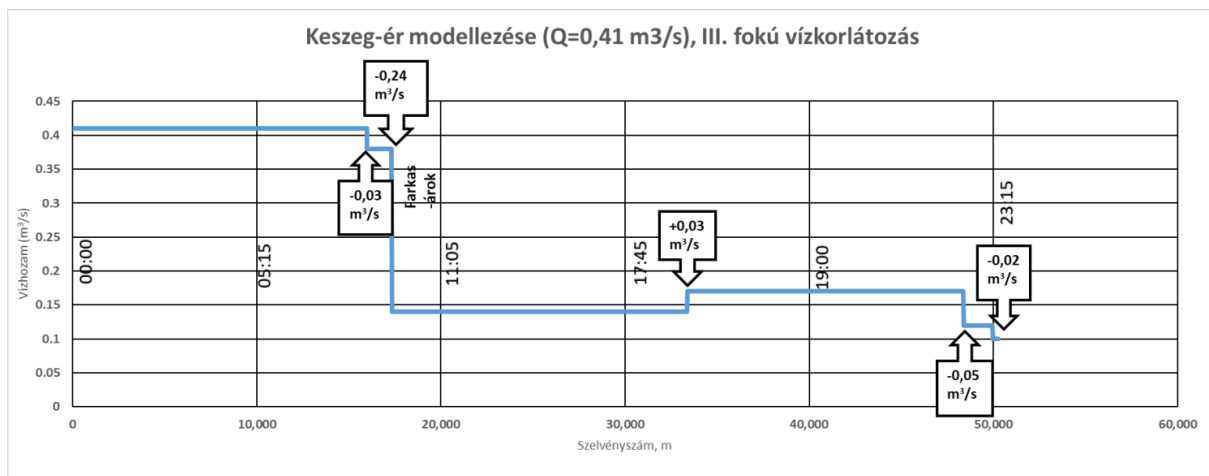
A dinamikus vízkészlet-modellezés számára elsődlegesen a HEC-RAS (River Analysis System) és a HEC-HMS (Hydrologic Modelling System) programrendszerek (U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center 2000 és 2008) kerültek kiválasztásra, többek között azért, mert a magyar vízügyben már más vonatkozásban is alkalmazásra kerültek.

A dinamikus vízkészlet-gazdálkodási modellezés összesen 72 db hidrodinamikai esetet foglalt magába. Minden modell a vízügyi igazgatóságok szoros és aktív együttműködésével, valamint jóváhagyásával készült. A HEC-HMS modellt alapvetően azokon a főként dombvidéki vízgyűjtőkön javasolt használni, ahol a lefolyás többé-kevésbé természetes. A síkvidéki területeken, ahol a lefolyás többségében mesterséges rendszerekben történik, a vízkészlet-gazdálkodás lényegében üzemirányítás jellegű, ezért itt az alkalmazandó modell a HEC-RAS. Az ezzel végzett számítási eredményeket mutatja be a 6. és 7. ábra (VIZITERV Environ 2020a).



6. ábra. Keszeg-ér vízkészlet-gazdálkodási hossz-szelvénye vízkorlátozás nélkül
(belépő vízhozam a felső szelvényben $Q = 2,01 \text{ m}^3/\text{s}$)

Figure 6. Water resource profile along Keszeg-creek in case of no-limitations in water uses
(input flow through the upstream cross-section $Q = 2,01 \text{ m}^3/\text{s}$)



7. ábra. Keszeg-ér vízkészlet-gazdálkodási hossz-szelvénye III. fokú vízkorlátozás esetén
(belépő vízhozam a felső szelvényben $Q = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$)

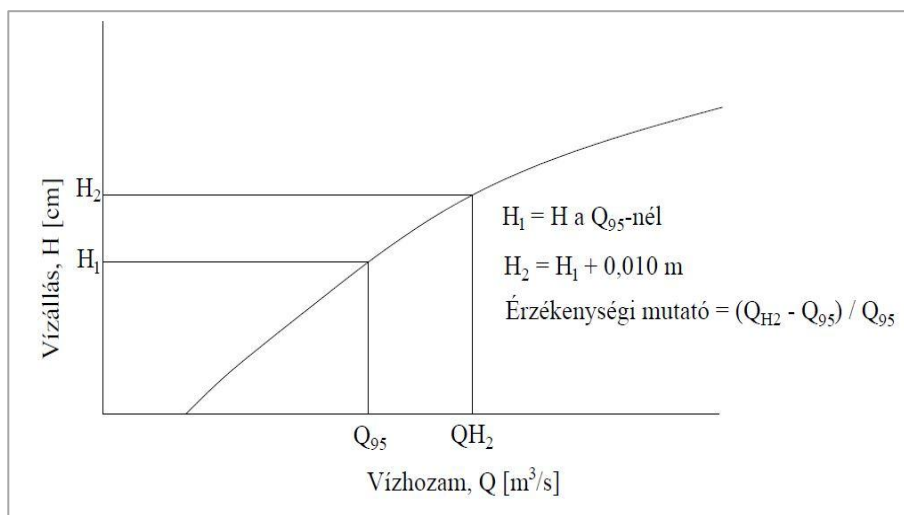
Figure 7. Water resource profile along Keszeg-creek in case III. stage of limitations in water uses
(input flow through the upstream cross-section $Q = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$)

MÉRTÉKADÓ VÍZKÉSZLETEK BECSLÉSI BIZTONSÁGA

A hazánkban a vízrajzi tevékenység által gyűjtött adatok egységes vízrajzi adatbázisba kerülnek (OVF 2023), melyhez a Műszaki Hidrológiai Statisztikai Programcsomag (MHstat2) csatlakozik (VIZITERV Environ 2021). Ennek a két elemnek a segítségével a mért adatok alapján a vízkészletek standard módon meghatározhatók. A kisvizek pontos meghatározásának közismert alaptétele, hogy megbízható eredményeket mért vízrajzi adatok alapján kaphatunk. Ugyanakkor a mért alapokon történő kisvízi becslés is rejt magában hibaforrásokat, tehát a bemenő értékek megbízhatósága bizonyos sávban fluktuál. A hazai szakmai körökben is köztudott, hogy a kisvízi készletek meghatározása különös figyelmet igényel, mivel az észlelési, valamint a mérési pontatlanságok viszonylag nagyok is lehetnek, melyek súlya kisvízi tartományokban fokozottan

torzíthatja az eredményeket. Ennek ellenére a szabályozásokban nincs benne az a követelmény, hogy jelentős ingadozás terhelheti a szabályozási mértékeket.

A távjelzős vízmércék vizsgálata kimutatta, hogy a vízállás leolvasásának hibái átlagosan 10%-os eltérést okozhatnak a vízkészletek becslésében (Freestone és Christian 1983). A napi átlagos vízhozamok meghatározásában elkövethető hiba aránya nő a vízállások csökkenésével, és a vízállás / vízhozam hibák együttesen akár 12%-ig terjedő eltérést okozhatnak a kisvízi tartományokban (Horner és társai 2018). A Wallingfordi Hidrológiai Intézet tanulmányában érzékenységi indexet vezettek be (Gustard és társai 1992), mely mutatja, hogy vízállás-vízhozam kapcsolatban mennyit változik a vízhozam értéke, ha a vízállásleolvasásában 1 cm nagyságú hiba történik (8. ábra).



8. ábra. Kisvizek érzékenységi indexe (Gustard és társai 1992)
Figure 8. Sensitivity index of lowflow (Gustard et al. 1992)

Összefoglalóan, a kisvizek becslésének hibaforrásai mért adatok esetén:

- pontatlan vízállás leolvasás / rögzítés;
- mederváltozások, melyek hatása erőteljesen jelentkezik alacsony vízállások esetében;
- vízhozamgörbe összetett jellege;
- vízhozam mérés átlagos hibája éves szinten különböző, az alkalmazott technika szerint átlagban $\pm 5\%$, az ADCP műszer esetében pedig $\pm 7\%$;
- sebesség-terület vízhozam számítások során az eseti mérési hiba elérheti, vagy, kissé meg is haladhatja a 30%-t (Horner és társai 2018).

A VIZITERV Environ (2020a) jelentése magába foglalta a kidolgozott kisvízi vízhozammérések megbízhatóságát célzó javaslatokat, melyekből a műszerek jókarban tartásának vonatkozásait az MHT XL. Szolnokon tartott Országos Vándorgyűlésen ismertették (Albert és Berke 2023).

VÍZKÉSZLETEK BECSLÉSE ADATHIÁNY ESETÉN

Magyarországon a Vízyűjtő-gazdálkodási Terv második felülvizsgálata (VGT3) során 885 vízfolyást vettek nyilvántartásba, és ezek között nagy számban (mintegy 500) találtak jellegüknél fogva kisvízfolyásokat (OVF 2022). A kisvízfolyás osztályába olyan nyílt felszínű, természetes vagy mesterséges medrek kerültek, amelyek általában könnyen áthidalhatók, és legfeljebb néhány m^3/s vízhozammal rendelkeznek. Gyakori eset, hogy ezeken a vízfolyásokon a vízrajzi tevékenység nem rendszeres, vagy egyáltalán nincs. Azonban a hasznosítható vízkészletek szempontjából (avagy mint befogadót) ezeket a kisvízfolyásokat is minősíteni szükséges. A feladatot teljesítő hidrológus által alkalmazandó eljárás megválasztása függ a feladat típusától, a vízyűjtő természetföldrajzától, a munkára fordítható időmennyiségtől, de nem kevésbé az alkalmazó felkészültségétől.

A WMO a kisvizekkel foglalkozó tanulmányában összefoglalja az adathiányos esetekben előálló bizonytalanságok csökkentésére irányuló általános alaptételeket (WMO 2008):

- Megbízható becslés érdekében, mért adatok hiányában, a vizsgált vízfolyásra vagy annak szakaszára egyéb mérési szelvényekben, vagy a közeli vízyűjtőkön meglévő adatokat célszerű alkalmazni.
- A vizsgálandó vízfolyásról fel kell tárni azon kiegészítő információkat, amelyek a kisvíz becslését elősegíthetik.
- Korszerű elemző és becselő szoftvereket kell alkalmazni.

Adathiányos vízyűjtők kisvízhozamainak generálása az alábbi eljárásokkal végezhető el (Smakhtin és Watkins 1997):

Analógián alapuló regresszió

Először a vízrajzi szempontból feltárt vízyűjtőkre az éves vízhozamok átlagát kell kiszámítani. Majd a keresett mértékadó kisvízi tényezőket (például 75%-os {Q75}, 80%-os, {Q80}, 95%-os {Q95} tartósságú kisvízi indexeket kell meghatározni. Ezt követi a regressziós modell felállítása, amely kapcsolatot teremt az átlagolt vízhozam adatok előfordulási valószínűséggel meghatározott értékek között. Harmadik lépésben a hidrológiai szempontból analóg területek párosítását szükséges elvégezni. Lehetőség szerint minél több rendelkezésre álló releváns tényezőt kell összehasonlítani (topográfia, talaj, növénytakaró, csapadékkarakteristika stb.). A párosítás megtörténte után, a vízrajzi szempontból feltárt területek számított átlagos adatait kell területarányosan transzformálni az adathiányos vízyűjtőkre. Majd a feltárt vízyűjtőkön felállított átlagolt versus valószínűségi lefolyás függvényeket lehet alkalmazni a mértékadó kisvízi jellemzők előállítására a hasonló (analóg) természetföldrajzi tulajdonságokkal jellemezhető adathiányos vízyűjtőkön.

A feltáratlan és feltárt vízgyűjtők sikeres párosításának legkritikusabb követelménye, hogy a vizsgált vízgyűjtők jellemzői lehetőleg nagyon hasonlóak legyenek. Annak elbírálása, hogy ezek a jellemzők mennyire hasonlítanak a két vízgyűjtő esetében igen összetett kérdésfelvetés. Egy vizsgált régióban például a hidrológiai „válasz” a hidrológiai folyamatokat szabályozó domináns vízgyűjtő-jellemzőktől függ (esésviszonyok, növényzet, talaj stb). Más esetben a meteorológiai viszonyok bírnak döntő hatással, pl. melegebb száraz éghajlat esetén a kisvízi vizsgálatok során az evapotranspiráció szerepe lehet uralkodó. Éppen ezért kell kiemelni, hogy a halmazokba rendezést nehéz automatizálni, ezért gyakran tapasztalt hidrológus intuíciójára is szükség van.

Térképezés

A lefolyás térképezését mért vízhozam adatok felhasználásával végzik. A legszélesebb körben alkalmazott térképezési típus a fajlagos felszíni lefolyás kontúrtérképe. Ezek a térképek - hasonlóan a domborzati kontúrtérképekhez - izovonalakkal jelölik a lefolyás szempontjából azonos területeket. A térképezést segíti az a feltételezés, hogy az egy adott mérőállomásra becsült, jellemző lefolyási tulajdonságok kiterjeszthetők a szelvényhez tartozó vízgyűjtő egészére. A számolt lefolyási jellemzők a mérőállomásokhoz tartozó vízgyűjtők középpontjaihoz rendelésével manuálisan, vagy számítógépes szoftverek segítségével megrajzolhatók a körvonalak. A kisvízi térképek megbízhatóságát több tényező befolyásolhatja: a mérőállomások száma és elhelyezkedése, a mért adatok minősége, a térkép felbontása stb. Mindemellett a kisvízi térképek egyszerűen és viszonylag gyorsan használhatók mérőállomással nem rendelkező vízgyűjtők lefolyásának becsüléséhez.

Ma már mind az analógián alapuló regresszió mind a térképezés feladatainak elvégzésében hatékonyan alkalmazhatók térinformatikai szoftverek.

Modellek

A mesterségesen generált vízhozam idősorok alternatív megoldást nyújthatnak a kisvízi becslések végrehajtására olyan vízgyűjtőkön, ahol nincs vízrajzi mérőállomás. Az elmúlt évtizedekben számos csapadék-lefolyás modell látott napvilágot, amelyek adatgenerálás céljára használhatók. A Hidrológiai Modellek Áttekintése című közlemény (Gayathri és társai 2015) kategorizálja is ezeket a modell-típusokat.

A determinisztikus modellek alkalmazásának az a lényege, hogy a hidrometeorológiai adatok és vízgyűjtő karakterisztikák egyértelműen meghatározzák a lefolyó víz mennyiségét és annak időbeni eloszlását. Determinisztikus (fizikai alapokon nyugvó) modellek alkalmazására akkor van lehetőség, ha rendelkezésre állnak bemenő adatként hidrometeorológiai idősorok (csapadék, léghőmérséklet, levegő páratartalma), valamint a lefolyásra ható vízgyűjtő karakterisztikák (terület nagysága és tagoltsága, medertulajdonságok, lejtő- és talajviszonyok, hidrogeológiai jellemzők, növénytakaró stb.).

Osztott paraméterű modellek alkalmazhatók akkor, ha a bemenő adatok és/vagy a vízgyűjtő karakterisztikák a területet mozaikszerűen lefedik.

Összevont paraméterű modell alkalmazására van csak lehetőség abban az esetben, amikor kiterjedt és összetett vízgyűjtők esetén a területre átlagolt természetföldrajzi jellemzők és hidrometeorológiai idősorok állnak rendelkezésre.

A konceptuális (fogalmi) modellek, a vízgyűjtőn végbemenő lefolyási, beszívargási, párolgási folyamatokat elemi tározók sorával reprezentálják. A bemenő hidrometeorológiai adatok azonosak a determinisztikus és az összevont modellek adatigényével. A modell alkalmazása első lépésként megköveteli a kalibrálást. Más szóval a modellel előállított vízhozamnak illeszkednie kell az észlelt vízhozam-idősorhoz. A kalibrálás tapasztalt modellezőt igényel, hogy a modellparaméterek értékeinek variálásával megtalálja az észlelt bemenő hidrometeorológiai és a kimenő vízhozam adatok közötti kapcsolatot. Konceptuális modell közvetlenül nem alkalmazható vízhozam adatok pótlására, mivel annak elemei tározók és a paramétereit nem lehet a vízgyűjtő természetföldrajzi tulajdonságaiból megbecsülni. A modell ilyen célú alkalmazására akkor van lehetőség, ha a modellt hasonló vízgyűjtőkre már kalibrálták, vagy a paramétereket regionálisan már feltérképezték.

Empirikus modellek egyszerű képleteken alapulnak és használhatók kisvízi indexek előállítására adathiányos vízgyűjtőkön, ha a körzetben találhatók azonos jellegű vízgyűjtők, melyek képletben alkalmazott paraméterei transzformálhatók a vizsgált vízgyűjtőre, vagy azokat már feltérképezték a régióban.

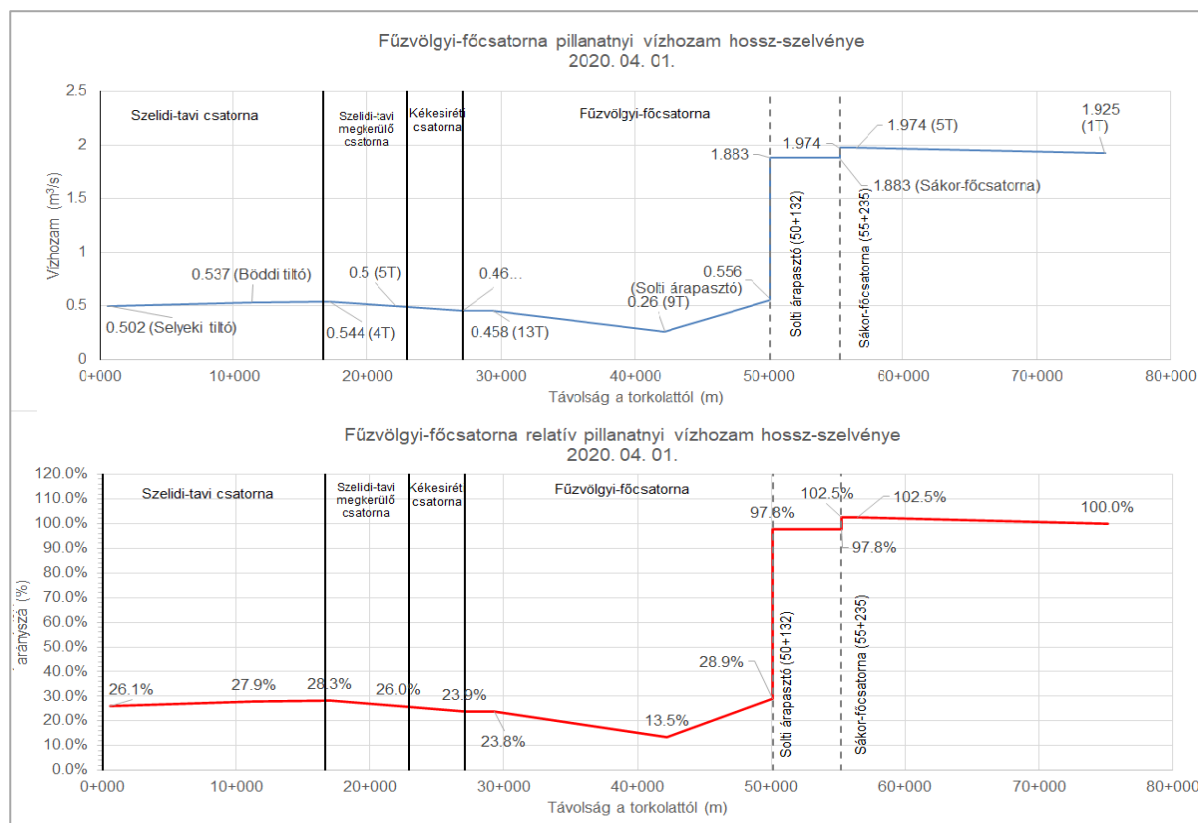
Vízhozam hossz-szelvény

A Magyarországon az 1900-as évek végén mért vízhozam hossz-szelvények összehasonlító elemzése kimutatta, hogy a vízfolyás torkolatától L_i távolságban t_n időpontban mért vízhozam és a torkolattól L_j távolságban t_n időpontban mért vízhozam aránya nagyjából megegyezik egy másik tetszőleges időpontban (t_m) ugyanezen helyszíneken mért vízhozamok egymáshoz viszonyított arányaival:

$$(Q_{(L_i, t_n)}) / (Q_{(L_j, t_n)}) = (Q_{(L_i, t_m)}) / (Q_{(L_j, t_m)}) \quad (1)$$

A pillanatnyi kisvízi vízhozam hossz-szelvény mérési és szerkesztői feladatait a Műszaki hidrológia című tankönyv II. kötete (Zsuffa 1997) részletezi. Első lépésként ki kell választani a fő vízfolyás mentén a jellemző szelvényeket. Ezek a mérőszelvények mellékvízfolyások torkolati szelvényei felett és alatt, valamint olyan szakaszokon szükségesek, ahol a vízjárásban a hossz mentén intenzív változás várható, például felszín alatti betáplálás, vagy víznyelés, víziközmű csatlakozás vagy műtárgy megléte miatt stb.

Pillanatnyi kisvízi hossz-szelvény példaként a Füzvölgyi-főcsatorna adatait (2020.04.01.) mutatjuk be (9. ábra).



9. ábra. Fűzölgyi-főcsatorna pillanatnyi vízhozam hossz-szelvénye (Sziebert 2021 után)

Figure 9. Instantaneous longitudinal profile of water discharges along the Fűzölgyi main irrigation canal (after Sziebert 2021)

A mederhossz mentén a méréseket közel azonos időpontban kell elvégezni, de mindenképpen úgy, hogy a mérések azonos hidrológiai állapotot tükrözzenek. A hossz-szelvény felrajzolása során a mérési pontosságot ellenőrizni kell. Ennek megfelelően, a mellékvízfolyás torkolati vízhozamát (Q_i), össze kell vetni a befogadó vízfolyás torkolat felett (Q_f) és alatt (Q_a) mért vízhozamaival. A mért adatok akkor tekinthetők elfogadhatónak, ha a vízhozamokra teljesül Kirchhoff I. törvénye (maximum 5%-os szórással):

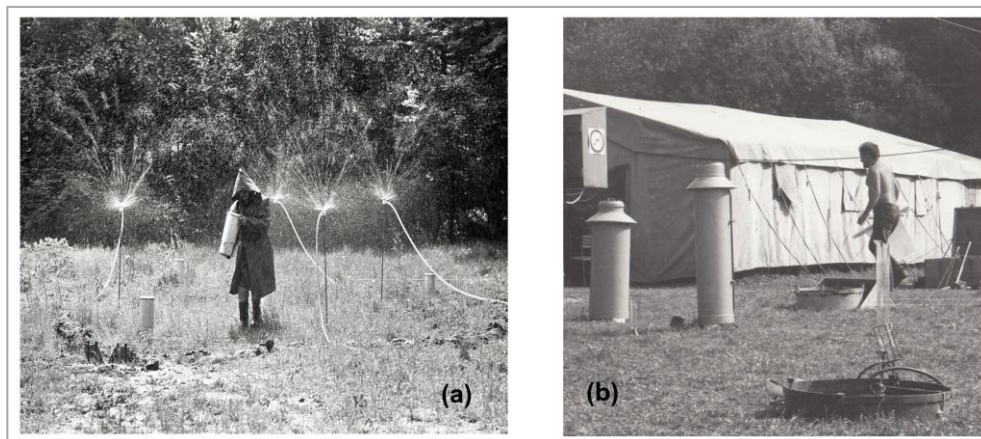
$$Q_i = Q_a - Q_f \quad (2)$$

Ha az eredmények nem elégítik ki a fenti (5%-os) kritériumot, akkor a méréseket meg kell ismételni. Amennyiben a hossz-szelvény felvétele egynél több napot vesz igénybe, a vízfolyás alapállomásán ellenőrizni kell a mérési idő alatt bekövetkezett vízhozamváltozást. Ha az eltérés meghaladja az 5%-ot, az eredmények értékelésénél fel kell tüntetni.

Ezen arányossági feltételt elfogadva, a kisvízi mértékadó vízkészletek kiterjeszthetők a vízfolyás mentén azon szakaszokra, ahol nincs vízrajzi mérés. Amennyiben szabványos mérőszámokat (például augusztusi $Q_{80\%}$ -os mértékadó vízkészletet) kell előállítani a vízfolyás mentén, akkor a mérési szelvényekben kiszámított mértékadó értékeket a hossz-szelvénnyel párhuzamosan lehet kiterjeszteni.

Expedíciós vízgyűjtő-feltárás

Amennyiben egy adathiányos vízgyűjtő specifikus jellege miatt a regionalizált hidrológiai paraméterek nem illeszthetők, vagy feltárt, analóg vízgyűjtő nem található a közelben, akkor a hidrológiai jellemzőket a cél-kisvízgyűjtőre nem lehet irodai módszerekkel meghatározni. Ilyenkor az adatgenerálást helyszíni (in-situ) mérésekre támaszkodva kell elvégezni. Vízgyűjtőterület hidrometriai feltárásának in-situ módszereit és gyakorlatát a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Karának Lászlóffy Woldemár Hidrometriai Mérőtelepén (Magyaregregy) több évtizede folytatott hidrometriai mérőgyakorlatainak kézikönyve részletezi (Eszékly és Zsuffa 1978). A módszer alapján a kisvízgyűjtőn jellemző terepviszonyok között elemi parcellákat jelölnek ki. A lefolyási parcellákat különböző intenzitással öntözik, és a csapadék mértékét mérőrédekkel regisztrálják (10/a ábra), a lehatárolt terület lefolyását Thompson-bukóval mérik. Az adatfeldolgozás eredményeképpen megkapják a lefolyás időbeni alakulását a csapadékinzertitás és a beszivárgási sebesség függvényében. A mérések eredményeit kiterjeszthetjük a vízgyűjtő azonos jellegű részterületeire. Klaszterekbe sorolt parcellák összessége mozaikszerűen lefedi a teljes kisvízgyűjtőt. További alapadatot biztosít a hidrológiai paraméterek becsléséhez a beszivárgás és csapadék értékeit egyidejűleg észlelő kísérlet (10/b ábra). Megjegyezzük, hogy ma már a képeken ábrázolt, az 1970-es években a magyaregregyi mérőgyakorlatokon alkalmazott mérési technikánál korszerűbb eszközök is léteznek, de az alapelvek változatlanok.



10. ábra. Magyaregregyi Mérőtelepen, 1970-es évek (a) Lefolyási tényező becslése elemi részvízgyűjtőn, (b) beszivárgás mérése - háttérben a mérőtelep alapítója Zsuffa István tanár úr (NKE VTK fotóarchívumból)

Figure 10. Measuring site at village Magyaregregy, years around 1970 (a) assessing of runoff coefficient on an elementary catchment area, (b) measuring infiltration – Professor István Zsuffa the founder of the field station is in the background (NKE VTK Photo archive)

Végezetül megjegyzendő, hogy a vízkészletek becsléséhez adathiányok esetében kvalifikált és nagy gyakorlattal rendelkező hidrológus szakemberekre van szükség. De ilyen szakember megléte esetén is a vízkészletek számításához szükséges adatok időben és térben korlátozott jellege, vagy teljes hiánya szűkíti a megbízható vízkészlet-gazdálkodás engedélyeztetésének, tervezésének és üzemirányításának lehetőségeit.

JAVASLATOK

A mértékadó vízkészletet szabályozó 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet szükségszerű felülvizsgálatának rá kell mutatnia a mostani korlátozások ellentmondásaira, ki kell dolgozni az új szabályozás feltételeit és meg kell vizsgálni az életbeléptetésének következményeit. A feladatok részletezését az IVOT anyaga tartalmazza (VIZITERV Environ 2023).

Vízkészleteink mennyiségi és minőségi vonatkozásban is nagymértékben függenek a Duna vízgyűjtőjén felettünk lévő országokban a vízkészletek állapotát befolyásoló hidrológiai folyamatoktól és emberi tevékenységektől. Függségünk azt igényli, hogy a kétoldalú határvízi és a Duna vízgyűjtőjére kiterjedő, valamint a nemzetközi szervezetek (ENSZ, EU, nemzetközi ügynökségek) keretében működő együttműködésekben képviselendő pozícióinkat áttekintsük. Ez rendkívül időszerű, mivel több kétoldalú egységes koncepció és a követendő tárgyalási irányvonal kialakítása céljából határvízi és egyéb együttműködésben a vízkészlet-gazdálkodás ma nem kap kellő figyelmet, illetve az esetek nagy részében nincs napirenden.

Az előrelátásunk érdekében a határszelvények a természetes lefolyás változását tükröző és a felső vízgyűjtőkön megvalósuló lefolyást befolyásoló beavatkozások következtében jövőben kialakuló vízkészleteink mennyiségét becsülni kell. Ennek a feladatnak a megvalósítása érdekében folytatni kell a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) és a VIZITERV Environ által megkezdett K+F munkát, amely a határainkon túli (felső) vízgyűjtők hidrometeorológiai változásait és vízkészleteink alakulását vizsgálja különböző időtávlatokban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmányban említett VIZITERV Environ által végzett és hivatkozott vizsgálatok szerzői között voltak: Ganszky

Márton, Rátty Éva és Sziebert János. Munkájukért külön köszönet illeti őket.

IRODALOMJEGYZÉK

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.
- 2/1997. (II. 18.) KHVM rendelet a mezőgazdasági vízszolgáltató művek üzemeltetéséről.
- 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról.
- Albert K., Berke B. (2023). Forgószárnyas műszerek pontosságának vizsgálata (előadás), MHT XL. Országos Vándorgyűlés, Győr.
- ATIVIZIG (2025). A TIKEVIR üzemirányítás megújításához szükséges kritikus vízállások és vízhozamok felülvizsgálata. Összeállította: Szarvas Ferenc hidrológus. Kézirat. Szeged.
- Báder L., Iritz L., Nagy E. D., Négyesi K., Szalay M.† (2025). Határainkon túl eredő vízkészleteink 1981-2020 közötti változásának integrált elemzése. Hidrológiai Közöny 105. évf. 2. szám. <https://doi.org/10.59258/hk.19230>
- EPA (2021). Definition and Characteristics of Low Flows, United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/hydrowq/definition-and-characteristics-low-flows>
- Eszékly O., Zsuffa I. (1978). Vízgyűjtőterület hidrometriai feltárása – Mérőgyakorlat, Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, Magyaregregyi Hidrológiai Kísérleti és Oktatási Telep.
- Freestone, H.J., Christian, R. (1983). Index to hydrological recording stations in New Zealand, Hydrology Centre, Christchurch.
- Gustard, A., Bullock, A., Dixon, J. (1992). Low flow estimation in the United Kingdom. UK.
- Horner, I, Renard B, Le Coz, J., Branger, F, McMillan, HK, Pierrefeu, G (2018). Impact of stage measurement errors on streamflow uncertainty. Water Resours Research 54, pp. 1952-1976. <https://doi.org/10.1002/2017WR022039>
- Kille, K. (1970). Das Verfahren MoMNQ: ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigere Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Sonderheft Hydrogeologie-Hydrochemie, Hannover.

Kocsis K. (2024). Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet. 2. átdolgozott kiadás, Budapest, HUN-REN CSFK Földrajztudományi Intézet. 188 p.

Kovács Gy., Domokos M. (1996). A kisvízi események jellemzőinek becslése. Vízügyi Közlemények LXXVIII. évf., 4. füzet.

OVF (2022). Országos Vízügyi Főigazgatóság - Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2021, <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/>, Budapest.

OVF (2023). Vízirajzi adatok, <https://www.ovf.hu/vizrajz-vizminoseg/vizrajzi-adatok>

OVF (2025). Vízkorlátozási Intézkedési Terv a Tisza Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszerben (TIKEVIR), Budapest.

Păduraru, A., Popovici, V., Marțian, F., Diaconu, C. (1974). Analiza factorilor meteorologici care au generat scurgeri minime remarcabile pe riurile României în perioada 1950-1970. Studii de Hidrologie XLII. IMH București.

Smakhtin, V., Watkins, D. (1997). Low Flow Estimation in South Africa. Rhodes University, Dél-Afrika.

Szalay M., Rátky É. (2023). A tizenkét havi vízkészlet-gazdálkodási mérleg modellről, az a mögött álló metodikáról, adatbázisról és a kapcsolódó felhasználói felületről. Hidraulikai és Műszaki hidrológiai Szakosztályülés (kézirat).

Sziebert (2021). Vízyűjtőfeltárás hazai gyakorlata (kézirat). Budapest.

U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (2000). HEC-HMS Hydrologic Modeling System, Technical Reference Manual.

U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (2008). HEC-RAS Hydrologic Analysis System, User's Manual.

VIZITERV Environ (2020a). Az Országos Vízügyi Főigazgatóság 2020. évi szakmai feladataihoz szükséges szakmai, tervezési, oktatási és előkészítési feladatok, feladat: Vízkészlet-gazdálkodási célú mérések vízrajzi esz-köztárának vizsgálata.

VIZITERV Environ (2020b). Felszíni vízkészlet számítási módszerek a VGT-3 számára. Összeállította: Dr. Bálint Zoltán és Bálint Márton, Nyíregyháza.

VIZITERV Environ (2021). MHstat2 Felhasználói kézikönyv. Budapest.

VIZITERV Environ (2022). Tisza-völgy Tizenkét Havi Vízkészlet-gazdálkodási mérleg modellje, Összeállította: Szalay Miklós és Rátky Éva. Budapest.

VIZITERV Environ (2023). Integrált Vízkészlet-gazdálkodási Országos Terv (IVOT). Tanulmányt összeállította: Ganszky Márton, Iritz László és Szalay Miklós. Budapest.

WMO (2008). Manual on Low-flow, Estimation and Prediction. Svájc.

Zelenhasic, E., Salvai, A., Srdjevic B. (1987). A Tisza kisvízi eseményeinek sztochasztikus elemzése. Hidrológiai Közöny 1987 (67. évfolyam). 1. szám. 1987. Január-Február.

Zsuffa I. (1996). Műszaki hidrológia I. Budapest.

Zsuffa I. (1997). Műszaki Hidrológia II. Budapest.

SZERZŐK



IRITZ LÁSZLÓ okleveles hidrológus mérnök (Szt. Pétervári Hidrológiai Egyetem, 1972), PhD hidrológiában (Uppsala University, 1990), nyugalmazott egyetemi tanár (Lund Műszaki Egyetem Vízmérnöki Tanszék, Svédország), és címzetes egyetemi tanár (Pannon Egyetem), a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. hidrológus tervező mérnöke. Hidrológiai és vízkészlet-gazdálkodási feladatokon dolgozik. A Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



LAURINYEZ PÁL okleveles infrastruktúra-építőmérnök (BME, 2012), a VIZITERV Environ Nonprofit Kft munkatársa 2017-2025 között, 2021-2025 között annak műszaki igazgató-helyettese volt, a Magyar Mérnöki Kamara tagja, a Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



MÉHÉSZ NÓRA okleveles geográfus (ELTE TTK, 2010), okleveles hidrológus (ELTE TTK, 2010).

Hidrológusként dolgozik a VIZITERV Environ Nonprofit Kft.-nél. A Magyar Hidrológiai Társaság és a Magyar Földrajzi Társaság tagja.



SZALAY MIKLÓS[†] okleveles vízépítőmérnök (Budapesti Műszaki Egyetem, 1975), okleveles hidrológus (Dipl. Hydrol, Delft, IHE 1980), az MHT tagja. A vízügyi ágazatban több évtizedes múlttal rendelkező. Az utóbbi évek során az Országos Vízügyi Főigazgatóság Vízyűjtő-gazdálkodási Osztályán és a VIZITERV Environ Nonprofit Kft.-nél szakági szakértőként dolgozott vízkészlet-gazdálkodási és hidrológiai feladatokon. 2024. december 24-én hunyt el.