

Berek Tamás¹

A VÍZBIZTONSÁGI TERVEZÉS SZEREPE A FENNTARTHATÓ VÍZGAZDÁLKODÁSBAN

(WATER SAFETY PLAN'S ROLL IN THE SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT)

Az ivóvízellátás komplex folyamat. A szabályozók kiemelik, de a tapasztalatok is azt mutatják, hogy minőségromlás esetén összehangolt intézkedésekre van szükség. A fenntartható vízhasználat megvalósulása érdekében ez követelmény. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlásai alapján az ivóvíz-ellátó rendszer biztonsága szavatolásának a legmegfelelőbb módszere az a vízbiztonsági tervek kidolgozása és fenntartása. A veszélyelemzésen és a kockázatok értékelésén alapuló ivóvíz-biztonsági tervrendszer képes biztosítani ezen célok elérését.

Kulcsszavak: fenntarthatóság, vízbiztonság, ivóvízbiztonsági terv, minőség irányítási rendszer, kockázatelemzés

The drinking water supply is a complex process. The regulators highlight, but experience has shown that in case of loss of quality concerted action is needed. According to WHO inscriptions the most appropriate method to ensure the maintenance of security of the drinking water supply system is preparing and maintaining of the Water Safety Plans. The hazard analysis and risk assessment based water safety plan system can provide to achieve this purposes effectively.

Keywords: sustainability, water safety, Water Safety Plan, quality management system, risk assessment

BEVEZETÉS

Jelenleg a rendelkezésre álló édesvíz 54%-át használja az emberiség, 2025-re pedig várhatóan a 70%-át fogja használni. Az édesvíz problémája jellemzően a fejlődő országokban jelentkezik. A népesség mintegy 18%-a, azaz 1,1 milliárd fő nem jut egészséges ivóvízhez.²

A tiszta édesvízhez való hozzáférés egyre nehezebbé válik a jövőben világszerte és úgy tűnik, a fenntartható vízgazdálkodás feltételeinek megteremtése nélkül és pazarló vízhasználattal az ivóvízellátás biztonsága a jövőben azokon a területeken is veszélybe kerülhet, ahol eddig nem volt problematikus ágazat a vízellátás.

A 2002-ben Johannesburgban megrendezett Fenntartható Fejlődési Világtalálkozón meghirdetett WEHAB program (water and sanitation – energy - health and environment - agriculture biodiversity) egyértelműen meghatározta a problémákkal terhelt területeket és a konferencia egyik záródokumentumaként kiadott „Végrehajtási Tervben” kinyilatkoztatták, hogy egyebek

¹ Nemzeti Közszerződési Egyetem, egyetemi docens. E-mail: berek.tamas@uni-nke.hu ORCID: 0000-0001-8358-6139

² Bula M. - Gyulai I. - Ónodi G. - Pajer J. - Pestiné Rácz Éva V. - Radnainé Gyöngyös Zs. - Rédey Á. - Zseni A. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás „A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” c. pályázat 2008. január

mellett a vízhiányból fakadó problémák kezelése és a fenntartható vízhasználat megvalósítása érdekében intézkedések bevezetése szükséges.

A fenntartható vízhasználat gyakorlata a kommunális igények kielégítése mellett biztosítja a talajvízszintek fenntartását, ami alapvető feltétele a kapcsolódó ökoszisztémák (pl. vizes élőhelyek) és gazdasági tevékenységek (pl. mezőgazdaság) fennmaradásának.

A vízkészletek mennyiségi és minőségi védelme során kiemelt cél többek közt a víztakarékosság elérése, valamint a vízszennyezés megelőzése. Ennek érdekében fontos a szennyvíz tisztítása és a kármentesítés, a felhasznált ivóvízből keletkezett szennyvizek minél nagyobb arányú összegyűjtése, előírásoknak megfelelő tisztítása, majd szigorú ellenőrzés melletti visszaengedése felszíni vizeinkbe.³

A felszín alatti víztesteket leginkább fenyegető tényező a főleg mezőgazdasági eredetű diffúz nitrátszennyezés. A vízbázisok védelmét tekintve az EU Tanács (91/676/EGK), a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelmével foglalkozó irányelve – melynek célja a mezőgazdasági forrásokból származó nitrátok által közvetlenül okozott vagy indukált vízszennyezés csökkentése – kifejti, hogy a mezőgazdasági forrásokból származó nitrátok által okozott vízszennyezés csökkentése és megelőzése érdekében szükséges meghozni azon intézkedéseket, melyek szabályozzák a nitrogénvegyületeket tartalmazó termékek felhasználását, és biztosítják a helyes talajgazdálkodási gyakorlatot⁴.

Annak érdekében, hogy a vízzel és a vízellátással kapcsolatos kihívásoknak megfelelő válaszlempéseket meg lehessen tenni, fel kell mérni a jelenlegi állapotokat és értékelni kell azokat. A víz olyan sokrétűen felhasznált természeti erőforrás, hogy állapotértékelése során több irányból kell megközelíteni, hiszen a víz, mint környezeti elem állapotértékelési szempontjai alapvetően eltérőek.

Ökológiai aspektusból a felszíni vizek élővíz jellege a meghatározó szempont, azaz az ökoszisztémák igényeinek megfelelő mennyiségi és minőségi jellemzőket kell felmérni és értékelni. Távlati célként jelenik meg a természetes vízminőség ökológiai szempontú javítása és a felszín alatti vízkészletek egyensúlyának fenntartása. Gazdasági szempontból a felszín feletti és alatti vizek, mint ellátási, gazdasági, energiatermelési, közlekedési, rekreációs potenciálok kerülnek értékelésre.

Ekkor a vízellátó rendszerek számára gazdaságos víznyerési lehetőségek biztosítása, a mezőgazdasági termelékenységet fokozó öntözővíz készletek biztosítása, energetikai felhasználási célú (erőforrás és hűtővíz) és a biztonságos közlekedést lehetővé tevő vízfolyások megfelelő volumenének biztosítása illetve a különleges minőségű vizek hasznosíthatósága a kívánatos cél. Humánökológiai megfontolásokból pedig a cél az egészséges ivóvíz biztosítása, a felszín alatti készletek egyensúlyának és minőségének fenntartása mellett.⁵

³ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

⁴ Dávidovits Zsuzsanna - Berek Tamás: Vízbiztonsági terv az ivóvízellátás minőségirányítási rendszerében 2012. Hadmérnök http://hadmernok.hu/2012_3_davidovits_berek1.pdf

⁵ Bula M. - Gyulai I. - Ónodi G. - Pajer J. - Pestiné Rác Éva V. - Radnainé Gyöngyös Zs. - Rédey Á. - Zseni A. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás „A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” c. pályázat 2008. január

Ahhoz, hogy a kitűzött fenntarthatósági célok megvalósulásának folyamata követhető és értékelhető legyen, a válaszlépések hatékonysága érdekében, szükség van a folyamatok illusztrálására. Ez a célja a fenntartható fejlődés mérését szolgáló indikátorok alkalmazásának.

Az indikátorok a környezetben végbemenő változások elemzésére, vizsgálatára, illusztrálására, illetve tájékoztatására használatos – mért, számított, illetve becsült adatokból származtatott – értékek, paraméterek.⁶

Az indikátor olyan paraméter vagy érték, amely rámutat, információt vagy leírást nyújt valamilyen kapcsolódó jelenségről, a környezet vagy a terület állapotáról, helyzetéről.⁷

A VÍZHASZNÁLAT HAZÁNKBAN, MINT A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS INDIKÁTORA

A fenntarthatósági mutatók abban különböznek a hagyományos gazdasági, társadalmi és környezetvédelmi változások mutatóitól, hogy képesek a valóságot valamilyen formában tükrözni ott, ahol a különböző szegmensek (indikátorok) szoros kapcsolatban állnak egymással.⁸

Magyarország fenntarthatósági indikátorrendszere a környezeti elemeket tekintve többek között a vizeket illetően a vízhasználat intenzitását és a nagyobb folyók biológiai vízigényét, valamint a szennyvízkezelést értékelő indikátorokat tartalmazza.

Egy főre jutó közüzemi víztermelés

Magyarországon közüzemi vízművek által kitermelt víz egy főre jutó mennyiségét az Európai Unió tagállamaival összehasonlítva megállapított, hogy Magyarország 60 m³/fő értékkel a víztakarékos nemzetek közé tartozik. 2000–2013 között az egy főre jutó éves közüzemi víztermelés fokozatosan, 15%-kal csökkent. Ennek oka elsősorban a magas vízárak és a csatornázott területeken a szintén jelentős szennyvízelvezetési díj.⁹

A rendszerváltozást követően jelentős vízfogyasztású üzemek bezárása és a vízdíj bevezetése miatt a regisztrált vízfogyasztás jelentős visszaesést mutat, ezzel párhuzamosan azonban megnőtt az illegális vízhasználat aránya. Egy felmérés szerint a Fővárosi Vízművek ZRT vonatkozásában a hálózatba betáplált vízmennyiség 15,6 %-os veszteségében 0,8 % -kal képviselteti magát az illegális vízfogyasztás.¹⁰

Annak ellenére, hogy a hivatalos adatok szerint az ivóvíz ellátottság hazánkban teljes körű, jelenleg a lakosság mintegy 40%-a él olyan településen, ahol az ivóvíz minősége valamilyen szempontból kifogásolható. Az üledék, a talaj és a talajvíz elszennyeződése következtében az

⁶ Bulla Miklós – Guzli Piroska A fenntartható fejlődés indikátorai in Fenntartható fejlődés Magyarországon Stratégiai kutatások – Magyarország 2015 Új Mandátum Könyvkiadó ISBN 963 9609 38 2

⁷ Havasi Éva Az indikátorok, indikátorrendszerek jellemzői és statisztikai követelményei Statisztikai Szemle, 85. évfolyam 8. szám

⁸ Bulla Miklós – Guzli Piroska A fenntartható fejlődés indikátorai in Fenntartható fejlődés Magyarországon Stratégiai kutatások – Magyarország 2015 Új Mandátum Könyvkiadó ISBN 963 9609 38 2

⁹ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

¹⁰ Tolnai B. - Kugler Gy.- Misbrenner M.- Solti D.- Szabó Á.: Teljesítményértékelés a vízellátásban VCsOSzSzMűszaki Bizottság 8. téma Budapest, 2002 http://biomodel.hu/wp-content/uploads/2014/05/Teljes%20ADtm%20A9nyindik%20A1torok_%20BAj.pdf

ok - okozati hatások, továbbá a beavatkozások eredményei csak számottevő késleltetéssel jelentkeznek. Adott helyen sok, egyidejű, eltérő jellegű és egymásra kölcsönösen ható problémát kell orvosolni.¹¹



1. ábra: Az egy főre jutó közüzemi víztermelés alakulása Magyarországon (forrás: KSH 2014)

Települési szennyvíztisztítási index

Magyarországon a települési szennyvíztisztítási index értéke 2000–2013 között 44 százalékponttal csökkent a magas hatékonyságú (legalább biológiai fokozatú) szennyvíztisztító telepek üzembe helyezésének következtében. A települési szennyvíztisztítási index Budapestet leszámítva Veszprém (21%) és Fejér (23%) megyében a legkedvezőbb. Budapest mutatója (12%) a jelentős szennyvíztisztítási beruházásoknak köszönhetően jelentősen javult az utóbbi években. Az index értéke Tolna (65%) és Bács-Kiskun (64%) megyében a legrosszabb.

A megyei eltérések fő oka, hogy Nyugat-Dunántúlon, Közép-Dunántúlon és Közép-Magyarországon a legalább biológiai tisztítási fokozatú szennyvíztisztító-telepekhez csatlakoztatott lakosság becsült aránya magas (80, 79 és 82%), valamint hogy Dél-Alföldön alacsony a III. tisztítási fokozattal tisztított szennyvíz aránya.¹²

Mindezek mellett meg kell említeni ugyanakkor, hogy a fejlett kommunális szennyvíztisztítási technológia alkalmazása nem szünteti meg minden vízterhelési problémát és néhány szennyező anyag – gyógyszerhatóanyag maradványok – tekintetében kihívásokkal kell szembenéznie a jövőben.

Szintetikus szteroidokat széles körben alkalmaz a gyógyszeripar. Ezek ellenőrizetlen módon, jelentős mennyiségben jutnak a szennyvizekbe a fogamzásgátló tablettákat használók által kiürített szteroidokkal együtt. Az alig detektálható és ismeretlen összetételben előforduló

¹¹ Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

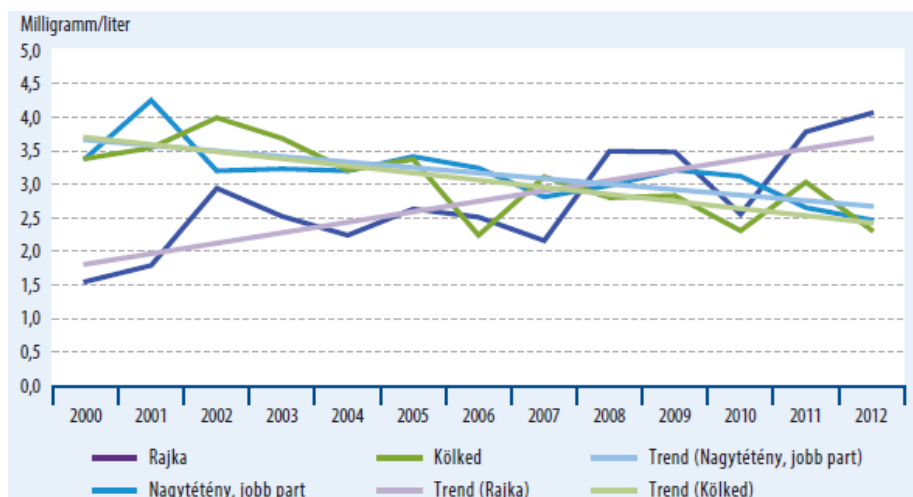
¹² A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

nanoszennyezők egészségügyi és ökológiai hatásai feltáratlanok. Többségük tekintetében a hagyományos víz- és szennyvíztisztítási módszerek nem mutatnak eredményt.¹³

Nagyobb folyók biológiai vízigénye

A szennyvízkibocsátás egyértelműen befolyásolja a felszíni vizek minőségét. A megfelelő tisztítási technológiák és szennyvízkezelési eljárások alkalmazása csökkentheti a vizek terhelését. Nagyfolyóink biokémiai oxigén-igényének (BOI₅) alakulásának értékelése azon túl, hogy a szennyezettség mértékének nyomon követésére ad lehetőséget rávilágít néhány fontos tényre.

A Duna vízének minősége a BOI₅-értékek alapján Rajkánál a II. (jó) osztályba, Nagytéténynél és Kölkednél a I. (kiváló) vízminőségi osztályba volt sorolható 2012-ben. A Tisza vízének minősége a BOI₅-értékek alapján Tiszabecsnél a II. (jó) osztályba, Szolnoknál és Tiszaszigetnél az I. (kiváló) vízminőségi osztályba volt sorolható 2012-ben.¹⁴



2. ábra: Duna vízminősége az adott évben mért biokémiai oxigén-igény éves átlagértéke alapján (forrás: KSH2014)

Az értékekből kiderül, hogy nagyfolyóink belépő szakaszainak vízminősége rosszabb, mint a kilépő szakaszainál. Ez is mutatja kitétségünket a külföldi eredetű vízszennyezésekkel szemben.

Vizeink minősége nagymértékben függ az országhatáron túli hatásoktól. A veszélyes anyagokhoz kötődő vízminőségi problémákat alapvetően az országhatáron túlról (jellemzően Ukrajnából és Romániából) belépő víz nehézfém-szennyezettsége befolyásolja (Tisza, Szamos, Kraszna, Túr és a Körösök).¹⁵

Az ivóvíz megfelelő minőségének biztosítása érdekében EU Parlament és a Tanács 98/83/EK irányelve szükségesnek tartja a megfelelő vízvédelmi intézkedések foganatosítását a felszíni és felszín alatti vizek vonatkozásában. Ezek némelyike közvetlenül kapcsolódik a vízszolgál-

¹³ Somlyódy László: Töprengések a vízről Magyar Tudomány 2008/04 <http://www.matud.iif.hu/08apr/09.htmlék>

¹⁴ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

¹⁵ Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép es stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

tatáshoz, ugyanakkor látókörbe kerülnek olyan, a vízellátás hosszú távú környezetbiztonsági kockázatait csökkentését és a vízbázisok védelmét célzó határozatok, mint például a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát-szennyezéssel szembeni védelméről szóló 91/676/EGK, melynek érvényesítése a szennyezés kockázatával járó tevékenység korlátozásával járul hozzá a vízvédlemhez.

KOCKÁZATOK, TÁVLATI PROGNÓZISOK

Magyarország a Föld egyik legzártabb medencejének a legmélyén helyezkedik el, ahova a vizek lefelszerűen három irányból érkeznek, és a délre távoznak. Az ország vízmérlegét szemlélve érdekes következtetés vonható le.¹⁶



3. ábra: Vízkészleteink forrása (szerk.: Berek, Somlyódy 2011 alapján)¹⁷

Az adatokból kiderül, hogy jelentős mennyiségű csapadékvízzel is számolni lehet még akkor is, ha annak eloszlása nem egyenletes. Ennek fényében vízgazdálkodás jelentősége nagyban felértékelődik, különösen a mezőgazdasági termelés vízigényét figyelembe véve. Figyelemre méltó ugyanakkor a párolgás mértéke is. A hasznosítható vízkészlet mennyiségét befolyásoló tényező a lefolyás változékonysága.

A legtöbb csapadék Magyarországon májusban és júniusban hullik, a legkevesebb januárban és februárban. A csapadék mennyisége évről évre ingadozik, a legcsapadékosabb években akár háromszor annyi is eshet, mint a legszárazabbakban.¹⁸

Hosszú távon jelentős ökológiai és gazdasági probléma az aszály, de az egyéb időjárási szélsőségek, például a hirtelen, özönvízszerű esőzések is óriási gondot okoznak. A klímaváltozás következtében ezek egyre gyakrabban fordulnak elő világszerte és hazánkban egyaránt. Az

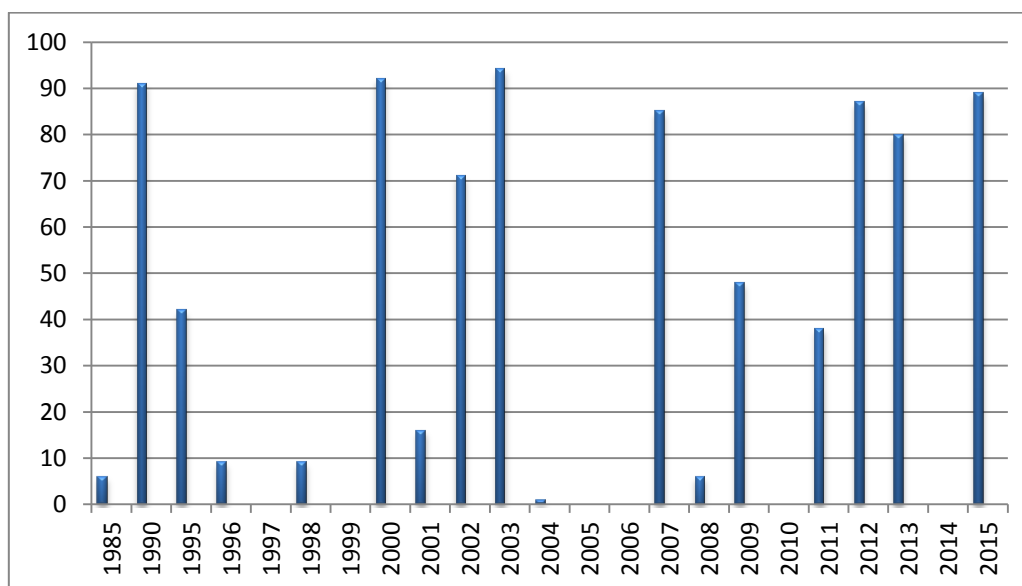
¹⁶ Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarországon vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk.: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

¹⁷ uo 17.old.

¹⁸ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

aszály, valamint az öntözés hiányának a mezőgazdasági termelékenységre kifejtett hatása szembeötlő.

Magyarországon 2000–2012 között az aszályal érintett területek aránya számos esetben jelentősen meghaladta az 50%-ot. Kiemelkedően aszályos év volt 2000, 2003, 2007 és 2012, 2015¹⁹. Ennek hátterében a rendkívüli hőség, a csapadékhiány, illetve a kettő együttes előfordulása áll. A 2014. év aszálymentes volt, az aszály alsó küszöbértékét megközelítő állapot a Tiszántúl és az Alsó-Duna-völgy területét jellemezte.²⁰



4. ábra: Az aszályal érintett területek aránya (forrás: KSH2014)

Az aszályok egyrészt növelik a vízigényeket, másrészt a vízhiány miatt korlátozzák a vízhasználatokat, elsősorban az öntözést. A károk számottevőek lehetnek a mezőgazdaságban, az energiatermelésben, a turizmusban és más szektorokban.²¹

Klímaváltozás hatásai

Világviszonylatban olyan tényezők, mint a népesség növekedése, a városiasodás a gazdasági feltételek és szociális tényezők valószínűleg nagyobb szerepet játszanak a vízelérhetőség befolyásolásában, mint az éghajlatváltozás. A gazdaságilag fejlett régiókban viszont, ahol a népesség száma és az egy főre eső vízfogyasztás mennyisége viszonylag állandó, a klímaváltozás jobban fogja befolyásolni a vízzel kapcsolatos problémákat. A vízigények területi, illetőleg időbeli változása mellé a vízbázisok mennyiségi, de elsősorban a minőségi időbeli változása az, ami jelentősen befolyásolhatja a kielégítésük lehetőségét.²²

¹⁹ Az aszályal érintett területek nagyságának meghatározása a Pálfai-féle aszályossági index (PAI) segítségével történik. Ez az index az április–augusztusi időszak középhőmérsékletének és az október–augusztusi időszak súlyozott csapadékösszegének a hányadosa. Az index figyelembe veszi a hőségnapok számát, a csapadékszegény időszak hosszát, a talajvíz mélységét és a mezőgazdasági növények időben változó vízigényét is.

²⁰ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

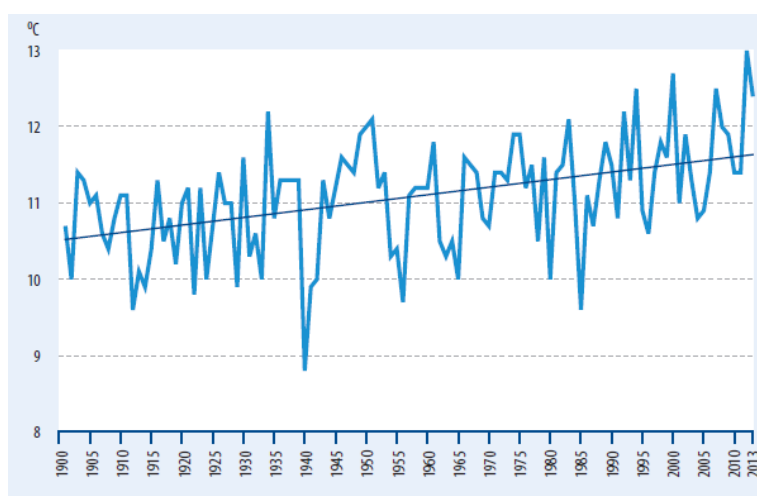
²¹ Somlyódy László: Töprengések a vízről Magyar Tudomány 2008/04 <http://www.matud.iif.hu/08apr/09.htmlék>

²² Dr. Papp Mária - Dávidné dr. Deli Matild - Bódi Gábor - Dr. Solti Dezső - Solymosi Ernő - Havas András: Távlati vízigények elemzése - Ivóvízfogyasztás/ivóvízigények megállapítása és előrebecslésük Magyarországon Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság 2007.

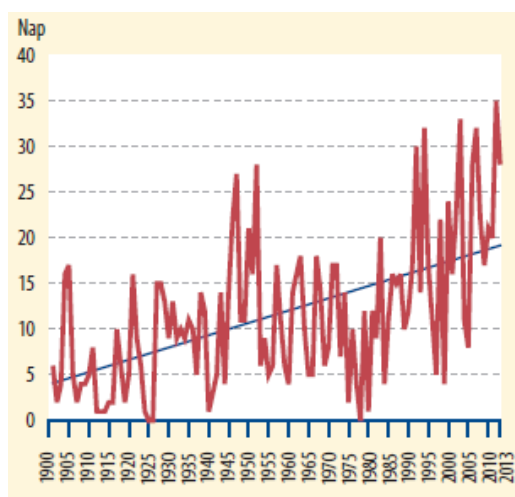
A klímaváltozás hatásai megmutatkoznak a jövőben a vízigények alakulásában és a vízkészletek jellemzőiben egyaránt.

A felszíni átlaghőmérséklet növekedése

A változékonyság ellenére az általános hőmérséklet-emelkedés az utóbbi 30 évben egyértelműen kimutatható. 20. század kezdetétől 2010-ig a globális átlagos felszíni középhőmérséklet 0,74 °C-kal emelkedett. Az emelkedés intenzívebb a szárazföldeken, mint az óceánokon, ez igaz a szárazföldekkel sűrűbben borított északi féltekére is. 2001 és 2010 között a Föld átlagos felszíni középhőmérséklete 0,46 °C-kal meghaladta az 1961–1990 között mért középértéket. Ez az évtized a valaha mért legmelegebb volt. A Budapest évi középhőmérsékleteinek sorozatára illesztett lineáris trend szerint a növekvő urbanizációs hatások következtében a melegedés mértéke eléri az 1 °C-ot. Budapesten.²³



5. ábra: Felszíni éves középhőmérséklet Budapesten (forrás: KSH 2014)

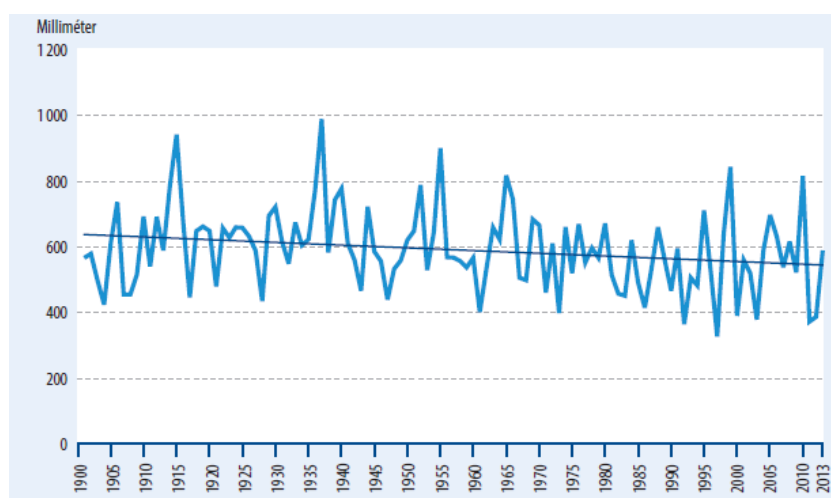


6. ábra: Hőhullámmal érintett napok Budapesten (forrás: KSH2014)

²³ A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307

A klímaváltozás Kárpát-medencében tapasztalható hatásairól azt szűrhetjük le, hogy növekszik a térség mediterrán jellege, ami a fokozatos felmelegedésben, valamint a csökkenő mennyiségű átlagos csapadékban fog megmutatkozni. A változó környezet miatt növekednek a szélsőségek; ez az árvizek esetében korai árhullámokat, nagyobb csúcsokat jelent és gyorsabb lefolyással fog párosulni. Ugyanakkor a szélsőségesség negatív irányban is fog növekedni: gyakrabban alakulnak ki extrém alacsony vízszintek, kiszáradások.

Ennek következtében kisebb lesz a hasznosítható vízkészlet, ami hatással van az öntözésre és a halastavak vízellátására, esetleg korlátozáshoz is vezet. A kisebb mederbeli lefolyás romló vízminőséget és lassabban feltöltött tározókat eredményez, csökkenhet az öntözővízkészletünk és a halastavi vízkészletünk, a növekvő tartózkodási idő a tározókban pedig további vízminőség romlást indukálhat.²⁴



7. ábra: A lehullott csapadék éves mennyisége Budapesten (forrás: KSH2014)

Távlati prognózisok

Annak ellenére, hogy az ország vízkivételének nagy hányada felszíni, jelentős a felszín alatti vízkivétel is. A felszín alatti vízkivételen belüli megoszlás: rétegvíz: 53%, parti szűrésű víz: 33,31%, karsztvíz: 4,8%, talajvíz: 4,7%. (KSH, 2014). A vízbázis-védelemnek köszönhetően a közegészségügyileg nem megfelelő minőségű vízzel ellátott települések száma folyamatosan csökken (1990-ban 475 db, 2011-ben 11 db)(KSH, 2014).

Magyarországon az egyes régiókban a felszín alatti vízkivétel azonban meghaladja a megújuló készlet mennyiségét. Ennek következménye a talajvíz-szint és kutak nyugalmi vízszintjének folyamatos csökkenése.

Az ivóvízellátás az Alföldön olyan felszín alatti készleteken alapul, amelyek kihasználtsága már ma is 100% körüli. Az éghajlatváltozás miatt a hasznosítható vízkészlet 2050-re egyes

²⁴ Glatz Ferenc: Vízgazdálkodás a Kárpát-Medencében Vezetői összefoglaló MTA Társadalomkutató Központ http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07_Vizgazdalkodas.pdf, letöltés: 2015-09-25

alföldi régiókban 50%-ot is meghaladó mértékben csökkenhet tehát az ivóvízellátásra is alig lesz elegendő.²⁵

A vízkivétel intenzitásának vizsgálata az Alföldön igazolta, hogy a vízáadó rétegek között átjárhatóság van és a kutatások kimutatták a vízkivétellel járó talajvízcsökkenést (Szanyi 2004.), ami hatással bír az ökoszisztémákra.²⁶

Figyelembe véve a klímaváltozás felszín feletti vízkészleteket érintő hatásait, valamint a mezőgazdasági termelés vízigényét befolyásoló hatásait elmondható, hogy a jövőben lesznek olyan területek, ahol a növénytermesztés ágazat fenntartása öntözés nélkül lehetetlenné válik.

A felszíni vizek vonatkozásában elmondható, hogy azok tranzitjellege meghatározónak mondható, így azok külföldi szennyezésének hatása hazánkban is érvényesülhet, ami kockázatot rejt. Azonban nem csupán ez lesz az egyedüli probléma a felszíni vízkészletekkel kapcsolatban.

A Tisza összvízgyűjtőre vonatkoztatva az évi csapadékmennyiség fokozatos csökkenése várható a jövőben. A csapadékmennyiség változásának nagysága 2061–2090-ben, az 1961–1990-es időszakhoz viszonyítva, térben és időben különböző lesz. Az évi felszíni lefolyás az Északkeleti-Kárpátokban éri el maximumát (450 mm), a Közép-Tisza vidékén 40%-ig, az Északkeleti-Kárpátokban 20%-ig terjedő pozitív növekedés figyelhető majd meg. A vízgyűjtő többi területén, a felszíni lefolyás mennyiségének csökkenése várható. A legnagyobb csökkenés (40–50%) az Erdélyi-medencében figyelhető meg (Radvánszky 2013).²⁷ Az éghajlatváltozás felszín alatti vízkészletre gyakorolt hatása lehet tehát a beszivárgó víz mennyiségének csökkenése révén annak megcsappanása, ami az Alföldi kihasználtságot tekintve (70%) veszélyt jelenthet az ivóvízellátás szempontjából is.²⁸

Az ország egyes részein a mezőgazdaság szinte állandó vízhiánnyal küszködik és öntözőcsatornák, illetve a felszín alatti vízkészletek igénybevitelével öntözésre kényszerül. Ez alapvetően beruházás-igényes és nagyban emeli a termelési költségeket még akkor is ha a termelékenységére és a termés minőségére egyaránt pozitív hatást gyakorol.

A térben korlátozott hozzáférés a felszín feletti vízkészletekhez, valamint a víz mesterséges szállításának nehézségei azt eredményezik, hogy a vízhiányos mezőgazdasági termőterületeken a felszín alatti vízkészletek hasznosítása irányába fordulnak, ami költséghatékonysági szempontból érthető, különösen, ha figyelembe vesszük azt, hogy országunk számos térségében ez az egyetlen lehetőség kínálkozik.

²⁵ Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztületi Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép es stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

²⁶ Szanyi János: Felszín alatti víztermelés környezeti hatásai a Dél-Nyírség példáján doktori (PhD) értekezés, Szegedi Tudományegyetem, 2004

²⁷ Radvánszky Bertalan: A Felső-Tisza vízgyűjtőjének negyedidőszaki és jövőbeli éghajlatváltozásai és kapcsolata a domborzat fejlődésével, doktori értekezés 2013

²⁸ Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztületi Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép es stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

A VÍZBIZTONSÁGI TERVEZÉS JELENTŐSÉGE SZEREPE A FENNTARTHATÓ VÍZGAZDÁLKODÁSBAN

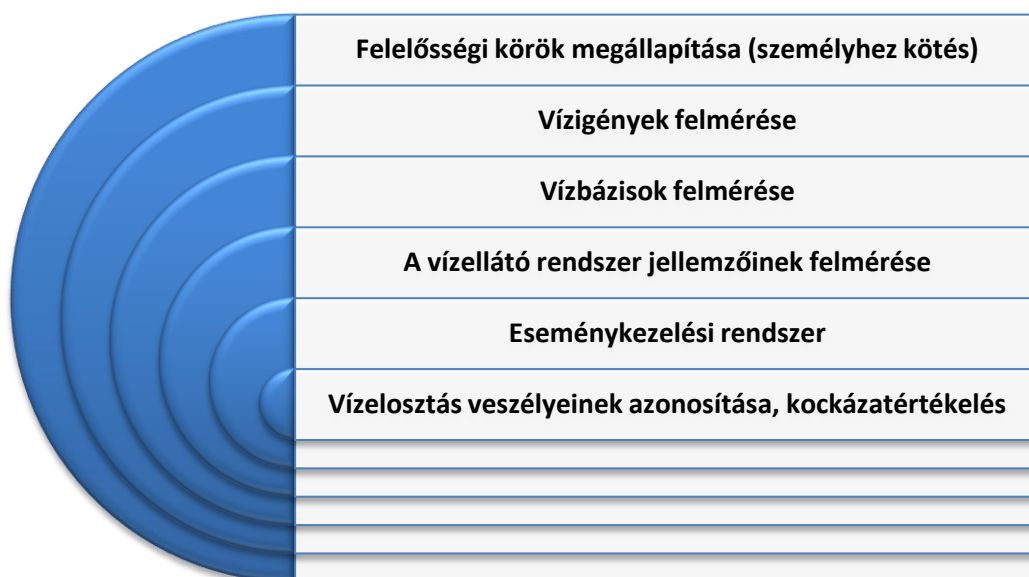
A fenntartható társadalmi fejlődés, a fenntartható mezőgazdasági termelés és a fenntartható vízgazdálkodás feltétele a szükséges vízigények kielégítése, így a lakosság megfelelő minőségű és mennyiségű vízzel való ellátása is. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlásai alapján az ivóvíz-ellátó rendszer biztonsága szavatolásának a legmegfelelőbb módszere az a vízbiztonsági tervek kidolgozása és fenntartása, mely veszélyelemzésen és a kockázatok értékelésén alapul.

A 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről, módosítva a 430/2013 (XI. 15.) Korm. rendelettel, kimondja, hogy minden olyan vízellátó rendszernek, mely 1000 m³/nap-nál nagyobb kapacitású vagy 50 főnél többet lát el, ivóvízbiztonsági tervet kell készíteni.

A tervnek a vízellátó rendszer vízbiztonsági – irányítási rendszerét kell tartalmaznia. Az ivóvízbiztonsági tervek készítésének alapját egy széleskörű kockázatelemzésnek és -értékelésnek kell képeznie, melynek érvényesülnie kell a vízellátási lánc minden egyes elemére, a vízbeszerzéstől a fogyasztóig.

Tartalmaznia kell veszélyelemzést, kockázatértékelést és kezelést, kontrollméréseket, és monitoring rendszer leírását, kiegészítve a hibajavító és megelőző tevékenységekkel, a megfelelő beavatkozási illetve – amennyiben szükséges – vészhelyzeti és havária tervekkel, dokumentált módon végigvezetve a teljes vízellátási rendszeren.²⁹

Jól felépített vízbiztonsági terv követve és közvetlenül hatékonyan szolgálja a fenntartható vízgazdálkodás céljait a következőkben felsorolt tartalmi elemek köré csoportosított intézkedési rendszer megvalósulásán keresztül.



8. ábra: A vízbiztonsági tervezés szerepe a fenntartható vízgazdálkodásban (Berek)

²⁹ Dávidovits Zsuzsanna: Az ivóvízbiztonsági tervek készítésének a nehézségei, OKI, Vízbiztonsági osztály, absztrakt, Fiatal Higiénikusok Fóruma VIII. konferencia 2011. május 10-11. Gödöllő

Felelősségi körök megállapítása (személyhez kötés)

Az ivóvízellátás biztonsága érdekében a vízellátási folyamatba épített megfelelő ellenőrzési intézkedések mellett kiemelt figyelmet kell fordítani számos olyan járulékos tevékenység biztonságának szavatolására, melyekre szükség van annak érdekében, hogy az ivóvíz minőségében biztosak legyünk. Ezek többnyire felügyeleti intézkedések. Mint minden biztonsági rendszer esetében, a vízbiztonsági rendszer hatékonyságát is a leggyengébb elemének hatékonysága determinálja. Nem kellő körültekintéssel felépített rendszereknek gyakorta az élőerős összetevője jelenti a leggyengébb láncszemet. A létesítményi biztonság és az üzembiztonság fenntartása érdekében a felelősségi körök behatárolása mellett az ellenőrizhetőség biztosítása, illetve annak egyik feltételeként a szabályozási rendszer kialakítása elengedhetetlen, többek között szabálytalanság, mulasztás, szabotázs esetén, a felelősség megállapításához és annak személyhez kötöttség biztosításához.

Vízigények felmérése

Az EU Tanácsának az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről szóló irányelve (98/83/EK) megfogalmazásában az emberi fogyasztásra szánt víz minden, eredeti állapotában vagy kezelés utáni állapotban levő, ivásra, főzésre, ételkészítésre és egyéb háztartási célokra szánt víz, függetlenül az eredetétől és a fogyasztóig történő eljuttatás módszerétől (hálózatról, tartálykosziból vagy palackozott formában stb.)

A víztermelés kapacitásának arányosnak kell lennie az igényekkel, ugyanakkor figyelembe kell, hogy vegye a távlati szükségletet is. A vízfelhasználás célját is meg kell határozni annak érdekében, hogy a vízminőségi követelményeknek megfelelően kerüljön kialakításra a vízbiztonsági terv.

Ellátott települések – lakások és lakosok száma – vonatkozásában fontos meghatározni a kapacitást és a vízfogyasztást átlagban és csúcsidejében egyaránt.

Vízbázisok felmérése

A megfelelő vízkivételi berendezés telepítéséhez fel kell mérni a vízbázis jellemző vízszintjét valamint annak legmagasabb és legalacsonyabb értékeit, az elérhető víztest szennyezettségét.

Annak érdekében, hogy a vízszolgáltató társaságok teljesíteni tudják az ivóvízzel kapcsolatos minőségi előírásokat, megfelelő vízvédelmi intézkedéseket kell foganatosítani a felszíni és felszín alatti vizek tisztaságának megőrzése érdekében. Ezek rendszerint a vízbázisvédelmi tervben rögzítettek.

A hosszú távú és fenntartható víztermelés és a gazdaságos üzemeltetés érdekében kutanként elemezni kell az üzemeltetés módját, a kútmélységet, a kútkapacitást, és a víztermelést.

A vízminőségi besorolás adekvát tisztítás technológia meghatározásához elengedhetetlen. Az általános vízminőségi kép és a termelt víz minőségének mikrobiológiai jellemzése a fertőtlenítési technológia fejlesztésére ad támpontot. Amennyiben nem szükséges, fölösleges költséges beruházással terhelni a vízkezelést. A másik lényeges tényező a vízkezelés során felhasznált fertőtlenítő anyagok melléktermékeinek kérdése.

Hazai téren fertőtlenítésre a leginkább használatos nátrium-hypoklorit oldat, klórgáz és klórdioxid. A keletkező reakciótermékek a hipós vagy klórgázos fertőtlenítés esetében a

trihalometánok, míg a klór-dioxidos fertőtlenítésnél a klorit. Ezek a melléktermékek a szervezetre károsak.³⁰

A fent említett EU irányelve alapján a tagállamok meg kell, hogy tegyenek minden szükséges intézkedést annak biztosítására, hogy ahol a fertőtlenítés az emberi fogyasztásra szánt víz előállításának vagy szolgáltatásának részét képezi, ott ellenőrizzék az alkalmazott fertőtlenítő kezelés hatékonyságát és a lehető legcsekélyebb mértékre szorítsák le a fertőtlenítés melléktermékei által okozott esetleges szennyeződést a fertőtlenítés hatásának kockázatát nélkül.³¹

A vízellátó rendszer fő jellemzőinek felmérése

2000–2014-ben az ivóvízvezeték-hálózat 3291 kilométerrel bővült. A közműves ivóvízellátásba bekapcsolt lakások száma 2000 és 2014 között több mint 427 ezerrel nőtt, a hálózatfejlesztések extenzív szakasz befejeződött.³²

A tározó típusa, a biztosított nyomás, a vezeték típusa, a hálózat anyaga és átmérők hasznos információkkal szolgálnak az esetleges hálózati törések prognosztizálásában. A vezetékrendszer mechanikai sérülékenységének feltárása és elemzése kiemelt fontosságú. A már több évtizede működő vízmű-rendszerek hálózati üzemeltetési problémái nagy részét ugyanis a csőtörések jelentik.

A hálózati törések bekövetkezése, illetve az azt követő javítási munkák alatt a hálózati ivóvíz szennyeződésének a kockázata igen magas. A felmérésre alapozott hálózati rekonstrukció költséghatékony, tervezhető és csökkenti a váratlanul bekövetkező események számát az adott szakaszon. Ugyanez mondható el a talajvizsgálatokkal kapcsolatban. A talaj agresszivitás felmérése lehetővé teszi olyan védelmi eljárások alkalmazását, amely megnöveli a hálózat adott szakaszának az élettartalmát kedvezőtlen talajviszonyok között. Az elosztóhálózatok vízminőségi jellemzése szintén lényeges elem, a vízminőséget befolyásoló kockázatok felméréssel együtt (biofilm képződés, szennyeződés).

Az Európai Unió Tanácsa irányelve „Az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről” felhívja a figyelmet arra, hogy a tagállamok tegyenek meg minden szükséges intézkedést az emberi fogyasztásra szánt víz minőségének rendszeres ellenőrzésének biztosítására.

Az elosztórendszer jellemzőit (átemelők, medencék, magas tárolók, alkalmazott vezetékanyagok és vezetékhozzak) rögzíteni szükséges. Általában az üzemeltetési szabályzat az a dokumentum, amely tételesen tartalmazza a jellemzőket.

Vízelosztás veszélyeinek azonosítása, kockázatértékelés

A WHO ajánlásai és a már idézett EU dokumentum egyaránt megfogalmazzák, hogy az emberi fogyasztásra szánt vízre alkalmazandó számszerű értékek meghatározását közegészségügyi megfontolásokra és kockázat-értékelési módszerekre kell építeni, és a megállapított paramétereket azon a ponton kell betartani, ahol az emberi fogyasztásra szánt vizet a megfelelő felhasználó rendelkezésére bocsátják.

³⁰ Dr. Kis Attila – Dr. Borsányi Mátyás – Brodmann Tibor – Dávidovits Zsuzsanna – Dömény József – Hüse Péter – Soósné Harsányi Sarolta – Szébenyné Vince Borbála: A Magyar Víziközmű Szövetség 2014./6. számú szakmai ajánlása az Ivóvízbiztonsági tervek elkészítéséhez, 2014. 09. 22.

³¹ A Tanács 1998. november 3-i 98/83/EK irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről

³² Statisztikai Tükör - A települések infrastrukturális ellátottsága, 2014 KSH 2015 november

A kockázatértékelés folyamata arra irányul, hogy az ivóvíz biztonságát érintő kedvezőtlen hatások valószínűségét meghatározza abból a szempontból, hogy milyen kockázati forrásoknak vannak kitéve. A kockázati források lehetnek biológiai, fizikai vagy kémiai jellegűek, de kockázati források lehetnek ipari vagy más folyamatok is. A rendszer részletes leírását követően kerülhet sor a veszélyelemzésre az összes lehetséges veszélyforrás beazonosításával.

A veszélyanalízis végrehajtásakor lényeges az ivóvízellátás biztonságát fenyegető tényleges veszélyforrások mellett feltárni azokat a lehetséges eseményeket, tevékenységeket, melyek az ivóvíz elszennyeződéséhez vezethetnek. A vízellátás biztonságát fenyegető tényezők leírása és kategorizálása lehetővé teszi azok bekövetkezési valószínűségük alapján történő kategorizálásukat az értékelés szempontjából. Természetesen nem csupán esemény-jellegű veszélyes behatások számbavétele, hanem a hosszabb távon hatással bíró folyamatok felmérése is igen lényeges az ivóvízellátás biztonsága szempontjából.³³

Olyan technológiai biztosítékokat kell beépíteni az ivóvíz-előállítási folyamatba, melyek biztosítják a higiénikus környezet fenntartását is és az ivóvíz-kezelés alapfeltételeit

A vízbiztonsági tervben meghatározottak az ellátási lánc azon kritikus pontjai, amelyeknél technológiai hiba, gondatlanság, szabotázs stb. veszélyezteti az ivóvíz minőségét, és melyeknél szabályozás, időszaki ellenőrzés vagy monitorozás szükséges ivóvíz-biztonsági érdekből a veszélyeztetés megelőzése, kiküszöbölése okán. Ezeket a kritikus ellenőrzési pontokat nagy körültekintéssel határozzák meg az ivóvíz-előállítás technológiai folyamatában és a tárolási, szállítási szakaszban egyaránt, ugyanis a kritikus ellenőrzési pont indokolatlan megjelölése az üzemi költségeket növelik, az alultervezés pedig a termelés minőségirányítási rendszerét gyengíti.

A vízbázisok területén alapvetően a nyersvíz és a védőterület jellemzőinek vonatkozásában kell ellenőrzéseket végezni

Eseménykezelési rendszer

A vízgyűjtő területek, vízbázisok védelme és a vízgazdálkodási komplexum védelme mellett a lakossági ivóvízellátás biztonsága érdekében szükséges olyan, a biztonságot veszélyeztető események és helyzetek átfogó kezelésének protokollját meghatározó program kialakítása azon események megelőzése vagy hatásának csökkentése céljából, amelyek következtében a víz balesetszerűen szennyeződhet

A Megelőző tevékenységekre, felügyelő eljárásokra és helyesbítő tevékenységekre vonatkozó információkat, előírásokat az meghatározott veszélyforrásokhoz rendelve nevesíti a vízbiztonsági terv.

Az ivóvíz ellátó rendszer működését és az ivóvíz minőségét fenyegető biztonsági kockázatok és a lehetséges válaszlépések számbavétele rendkívül fontos a biztonságos ellátás fenntartása szempontjából. Egy jól megtervezett és felépített eseménykezelési rendszer – melynek kidolgozása szükséges a vízbiztonsági terv felépítéséhez – képes ezt biztosítani. Az események osztályozása elősegíti, hogy a normál állapottól történő bármely – az ivóvízbiztonságot fe-

³³ Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében HADMÉRNÖK 7:(3) pp. 14-25. (2012)

nyezető – esemény egységes kezelése megvalósulhasson, az események minősítése pedig hozzájárul annak megállapításához, hogy a probléma megoldása a vízellátást biztosító szolgáltató saját erőforrásaira támaszkodva megvalósulhat, vagy túlmutat saját képességeiken és külső segítség bevonása válik szükségessé a döntéshozók részéről. Az események észlelésétől azok osztályozásán keresztül az esemény vagy akár vészhelyzet által indukált elhárítási és helyreállítási feladatok meghatározásáig az eseménykezelés folyamatát komplex rendszerbe integrálva kell felépíteni, úgy hogy az elvégzendő feladatok meghatározása mellett a szükséges döntési jogkörök is rögzítésre kerüljenek. Természetesen gondoskodni kell a rendszer működőképességének állandó szinten tartásáról és azt időközönként tesztelni is szükséges.

ÖSSZEGZÉS

Az ivóvízhiány és az abból fakadó közegészségügyi problémák továbbra is súlyos helyzetet teremtenek Földünk számos régiójában.

A vizes területek nagysága – a klímaváltozás miatt is – az elmúlt évtizedekben felére apadt, miközben a víz iránti igény a következő emberöltőben mintegy 50%-kal lesz magasabb. E két folyamat kedvezőtlen aránya tovább nő(het). A népesség tehát feltehetőleg meg fog indulni a víz felé, migrációjával újabb hatalmas többlet terheket okozva a parti zónákban.³⁴

Globális szemlélettel megközelítve a területet elmondható, hogy a vízellátás, mint kiemelt jelentőségű szolgáltatás biztosítása érdekében olyan vízbiztonsági filozófia mentén kell megfelelő szabályozással biztosítani a víz védelmét, amely egyben lehetővé teszi a vízgazdálkodás egészének fenntartható fejlődését is.

Meghatározó folyóink a határon kívülről érkeznek, így azokkal első soron nem mi gazdálkodunk. A szomszéd országokkal az együttműködés jó, ennek ellenére nem sikerült megnyugtatóan rendezni sem a bőszi erőmű, sem a ciánszennyezés kérdését. Mindkettő azt mutatja, hogy átfolyó édesvizeink felett nem rendelkezünk korlátlanul, krízishelyzetben függünk mások jóindulatától.³⁵

A fenntartható vízgazdálkodás ésszerű megtervezése nagyban hozzájárul a klímaváltozás elleni küzdelemhez. A prognózisok szerint a vízgazdálkodásban is a jövőben szélsőséges csapadékviszonyokkal kell szembenézni, amelyek egyrészt árvízveszélyt, másrészt szárazságot eredményezhetnek. Az árvízvédelem a kisebb vízgyűjtőkön, illetve településeken előforduló úgynevezett hirtelen árvizekkel szemben jelenleg problematikus, pedig az utóbbi idők eseteit figyelembe véve a jövőben fel kell készülni olyan hidrometeorológiai eseményekre, melyek özvízszerű csapadékkal járnak. A tartósan aszályal sújtott területeken hatékony öntözéses rendszerek kialakításával lehet ellensúlyozni a csapadékhiányt, valamint növelni kell hazánk területén a vízviasszatartást, a vízmegtartó képességet, és biztosítani kell a vízkészletek fokozott védelmét.

³⁴ Bula M. - Gyulai I. - Ónodi G. - Pajer J. - Pestiné Rácz Éva V. - Radnainé Gyöngyös Zs. - Rédey Á. - Zseni A. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás „A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” c. pályázat 2008. január

³⁵ Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus in A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században (szerk. Krajnc Z.- Csengeri J.) Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2015 ISBN 978-615-5527-47-0

A fenntarthatóság, mint szempont érvényesítése a környezeti erőforrásokkal való ésszerű, hosszú távú gazdálkodást megvalósító, gazdasági-társadalmi kölcsönhatásokat is tekintetbe vevő politika, amely megfogalmazza, hogy a fejlődés célja a társadalmi jólét, melynek megvalósítási eszköze a gazdaság, korlátja pedig a környezeti erőforrások terhelhetősége, mely tényezőt figyelembe kell venni a gazdaság fejlesztése során.³⁶

Az ivóvízellátás komplex folyamat, a tapasztalatok pedig azt mutatják, melyet a keretszabályozók is kiemelnek, hogy minőségromlás esetén összehangolt intézkedésekre van szükség az összes egészséggel kapcsolatos és más paramétereknek való megfelelés érdekében. A vízvédelmi intézkedéseket a komplexitás elve mentén úgy kell kialakítani, hogy összhangban legyen a vízellátásra közvetett hatást gyakorló tevékenységek szabályozását ellátni hivatott intézkedésekkel, így többek között a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 91/414/EGK tanácsi irányelv, és a biocid termékek forgalomba hozataláról szóló, 98/8/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv alkalmazásával. A 2000/60/EK irányelv is kifejezi, hogy szükséges a víz védelmének és a fenntartható gazdálkodásnak a közösségi politika más, olyan területeibe való további integrálása, mint az energia-, a közlekedés-, a mezőgazdasági, a halászati, a regionális és idegenforgalmi politika.

A vízbiztonsági terv olyan hatékony intézkedéssorozat, amely képes szavatolni az ivóvízellátás biztonságát a nyersvíz kitermeléstől a lakossági hálózatba táplálásig, és így az ivóvízellátás minőségirányításának hatékony eszköze lehet. Az ivóvíz-ellátási folyamat teljes vertikumának feltárásával a kritikus ellenőrzési pontok veszélyanalízis és kockázatértékelés alapján történő kijelölésével, valamint a hatékony eseménykezelési és vészhelyzet-kezelési komponensével az ivóvíz minőségének biztosításán túlmenően a vízbiztonsági terv hivatott kifejezni ugyanakkor az ivóvíz szolgáltató elkötelezettségét az ivóvízellátás biztonságának – azaz veszélymentes állapotának – megőrzése mellett. A vízbiztonsági terv felépítésének és tartalmi elemeinek egységes követelményrendszerét kell tehát az ajánlások és útmutatók mellett kidolgozni, aminek érdekében szükséges a jövőben a vízbiztonsági tervezés feltárt nehézségeit kiküszöbölni és így a kidolgozás egységes feltételeit biztosítani.³⁷

IRODALOMJEGYZÉK

1. A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014 Központi Statisztikai Hivatal, 2015 ISSN: 2064-0307
2. Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében HADMÉRNÖK 7:(3) pp. 14-25. (2012)
3. Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv az ivóvízellátás minőségirányítási rendszerében 2012. Hadmérnök
http://hadmernok.hu/2012_3_davidovits_berek1.pdf
4. Bula M. - Gyulai I. - Ónodi G. - Pajer J. - Pestiné Rác Éva V. - Radnainé Gyöngyös Zs. - Rédey Á. - Zseni A. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota,

³⁶ Bula M. - Gyulai I. - Ónodi G. - Pajer J. - Pestiné Rác Éva V. - Radnainé Gyöngyös Zs. - Rédey Á. - Zseni A. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás „A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” c. pályázat 2008. január

³⁷ Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében HADMÉRNÖK 7:(3) pp. 14-25. (2012)

- monitorozás „A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” c. pályázat 2008. január
5. Bulla Miklós – Guzli Piroska A fenntartható fejlődés indikátorai in Fenntartható fejlődés Magyarországon Stratégiai kutatások – Magyarország 2015 Új Mandátum Könyvkiadó ISBN 963 9609 38 2
 6. Dávidovits Zsuzsanna: Az ivóvízbiztonsági tervek készítésének a nehézségei, OKI, Vízbiztonsági osztály, absztrakt, Fiatal Higiénikusok Fóruma VIII. konferencia 2011. május 10-11. Gödöllő
 7. Glatz Ferenc: Vizgazdálkodás a Kárpát-Medencében Vezetői összefoglaló MTA Társadalomkutató Központ http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07_Vizgazdalkodas.pdf ,
 8. Havasi Éva Az indikátorok, indikátorrendszerek jellemzői és statisztikai követelményei Statisztikai Szemle, 85. évfolyam 8. szám
 9. Környezeti helyzetkép 2013 KSH 2014
 10. Dr. Kis A. – Dr. Borsányi M. – Brodmann T. – Dávidovits Zs. – Dömény J. – Hüse P. – Soósné Harsányi S. – Szabó Vince B.: A Magyar Víziközmű Szövetség 2014./6. számú szakmai ajánlása az Ivóvízbiztonsági tervek elkészítéséhez
 11. Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus in A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században (szerk. Krajnc Z.- Csengeri J.) Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015 ISBN 978-615-5527-47-0
 12. Dr. Papp Mária - Dávidné dr. Deli Matild - Bódi Gábor - Dr. Solti Dezső - Solymosi Ernő - Havas András: Távlati vízigények elemzése - Ivóvízfogyasztás/ivóvízigények megállapítása és előrebecslésük Magyarországon Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság 2007.
 13. Radvánszky Bertalan: A Felső-Tisza vízgyűjtőjének negyedidőszaki és jövőbeli éghajlatváltozásai és kapcsolata a domborzat fejlődésével, doktori értekezés 2013
 14. Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép es stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011
 15. Somlyódy László: Töprengések a vízről Magyar Tudomány 2008/04 <http://www.matud.iif.hu/08apr/09.htmlék>
 16. Statisztikai Tükör - A települések infrastrukturális ellátottsága, 2014 KSH 2015 november
 17. Szanyi János: Felszín alatti víztermelés környezeti hatásai a Dél-Nyírség példáján doktori (PhD) értekezés, Szegedi Tudományegyetem, 2004
 18. Tolnai B. - Kugler Gy.- Misbrenner M.- Solti D.- Szabó Á.: Teljesítményértékelés a vízellátásban VCsOSzSz Műszaki Bizottság 8. téma Budapest, 2002 http://biomodel.hu/wp-content/uploads/2014/05/Teljes%20ADtm%20A9nyindik%20A1torok_%20BAj.pdf (letöltés: 2016.04.15.)