

9. fejezet

A vízhiányos helyzetek kialakulásának megelőzése és hatékony kezelésének elősegítése

Tóth Tamás¹

9.1. Bevezetés

Az éghajlatváltozás következtében fokozódó nyomás nehezedik Magyarország hozzáférhető édesvízkészleteire, és több régióban is a kereslet és a kínálat aszimmetriája figyelhető meg. Az éghajlatváltozás következtében egyre szélsőséesebb időjárási jelenségek negatív hatással vannak a vízellátásra. Az éghajlatváltozás közép- és hosszú távon negatív hatással van a környezetbiztonságra, és össztársadalmi szinten érezteti hatását. A szélsőségeknek való kitettség korlátozza Magyarország versenyképességét. A különböző gazdasági ágazatok vízigénye miatt egyre kiélezettebb verseny folyik a vízért mint erőforrásért, miközben vízkészleteinket óvnunk kell. A megújuló vízkészletek csökkennek, ezzel szemben az igények növekedése prognosztizálható. Az éghajlatváltozás következtében egyre nagyobb hangsúlyt kell fordítani a fenntartható vízgazdálkodás elősegítésére.

Az éghajlatváltozás következtében elengedhetetlenné vált, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat hatékonyan használjuk fel. A Magyarországra érkező vagy ott képződő vizek hasznosításában rejlő potenciál számos területen kiaknázatlan. Az alternatív vízkészletek kihasználatlanok. A vízkészletek hozzáférhetőségének csökkentése veszélyezteti a vízellátás biztonságát. Egyes régiókban tartósan vízhiányos helyzet alakulhat ki.

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a társadalomnak a vízgazdálkodáshoz való eddigi hozzáállását felül kell vizsgálni, és bizonyos szempontból változások szükségesek. Fel kell ismerni, hogy a hagyományos infrastrukturális jellegű beavatkozásokról a hangsúly fokozatosan áttevődik az informatikára, az információáramlásra. Az adatok gyűjtése, tárolása, feldolgozása, illetve felhasználása kulcskérdéssé válik napjainkban. A hatékony, gyakorlatias oktatás szerepe megkérdőjelezhetetlenül előtérbe kerül.

Feltételezem, hogy a vízkészletekkel való gazdálkodás hatékonysága javítható. A vízhiányos helyzetek kialakulása a jövőben veszélyt jelenthet a környezeti, gazdasági, társadalmi rendszer érzékeny egyensúlyára. Felmerül a kérdés, hogyan lehetne az éghajlatváltozás következtében megnövekedett előfordulási valószínűséggel kialakuló vízhiányos állapotokat biztonságosan és költséghatékonyan kezelni.

A kutatás célja, hogy az éghajlatváltozás és a vízgazdálkodás közötti összefüggések hálózati rendszerének rendszerezésével elősegítse a vízhiányos helyzetek kialakulásának megelőzését,

¹ ORCID:0000-0003-2810-0583, tothtamas@live.com

illetve hatékony kezelését és megszüntetését. A tanulmány keretében feltárjuk, hogy milyen előjelei lehetnek a vízellátás biztonságát fenyegető és a környezetbiztonságot veszélyeztető helyzetek kialakulásának. A 9. fejezet a vízhiány jelenségén keresztül felhívja a figyelmet a sűrűn lakott nagyvárosok vízellátásának sérülékenységre, a mezőgazdasági termelés kitettségére és ezáltal a fenntartható vízgazdálkodás kialakításának jelentőségére.

9.2. Az éghajlatváltozás hatása a vízgazdálkodásra

Az éghajlatváltozás jelenségének leírásával és megértésével számos kutatás részletesen foglalkozik. *Az éghajlatváltozás hatása a vízgazdálkodásra* című fejezetben elsősorban az éghajlatváltozásnak – az aszályos, vízhiányos helyzetek kialakulásának megelőzéséhez, illetve hatékony kezeléséhez feltétlenül szükséges – vízgazdálkodásra gyakorolt hatásával foglalkoztam.

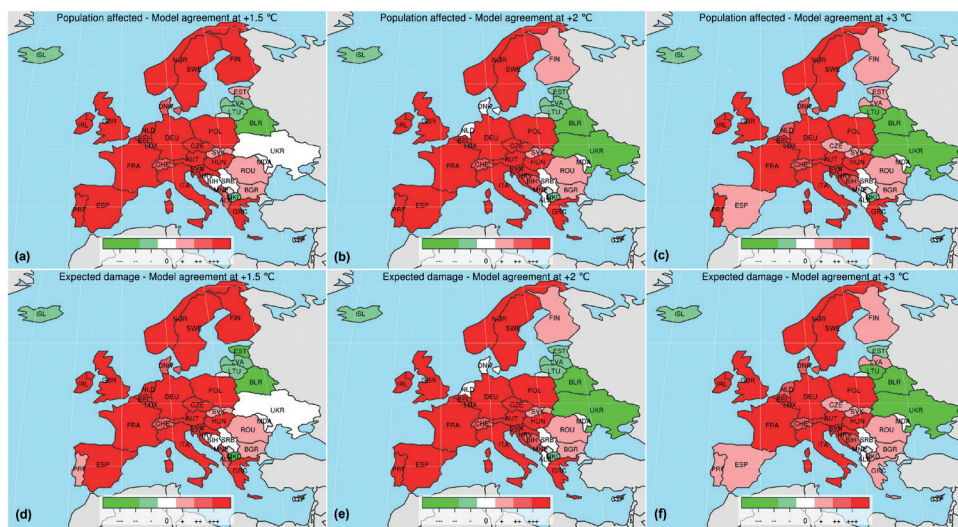
Az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése az atmoszférában hozzájárul a levegő és a vizek hőmérsékletének növekedéséhez. A hőmérséklet-emelkedés kétféle módon is fokozza a tengerszint emelkedését. Részben a jégolvadás (például Antarktisz, Grönland), részben a víz hő hatására való kitágulásának következtében. Az amerikai és az európai műholdak adatait felhasználva, a NASA bevonásával, egyes kutatók arra a megállapításra jutottak, hogy az elmúlt 25 év alapján a globális tengerszint nem egyenletes sebességgel, hanem gyorsulva emelkedik. (NEREM et al. 2018) A korábbi számítások alapján 2100-ig prognosztizált emelkedés mértéke a konzervatív becslések alapján is megduplázódhat, elérve a 65 cm-t. A tengerszint ilyen drasztikus mértékű megemelkedése beláthatatlan következményekkel járhat a tengerszinthez közeli, alacsonyan fekvő, tengerparti országok esetében.

Az Afsluitdijk elnevezésű zárógát már több mint 80 éve védi Hollandia területét az Északi-tengertől. A holland vízgazdálkodási szakemberek viszont a várható éghajlati viszonyokat figyelembe véve arra a következtetésre jutottak, hogy a zárógátat egy 2018-tól 2022-ig terjedő projekt keretében modernizálni kell annak érdekében, hogy megfelelő védelmet biztosítson az éghajlatváltozás negatív hatásai ellen, és kielégítse a jelenlegi modern árvízvédelmi követelményeket. (Rijkswaterstaat 2016) A tengerszint-emelkedés és az egyre gyakoribb szélsőséges időjárási jelenségek kialakulásának megnövekedett valószínűsége indokoltá teszi a gát megerősítését. Az IJssel-tó vízszintjét a Watt-tenger vízszintjének függvényében zsilipeken keresztül tudják szabályozni.

Az utóbbi években egyre több nehézséget okozott a vízleeresztés a Watt-tenger magas vízállása miatt, ezért Den Oevernél nagy teljesítményű szivattyúrendszer beépítését tervezik. Az Afsluitdijknek olyan állapotban kell lennie, hogy ellenálljon egy 10 000 éves visszatérési gyakoriságú árvízi eseménynek is. Az Afsluitdijk által biztosított védelem szinte felbecsülhetetlen környezeti, gazdasági és társadalmi értéket képvisel. A Hollandia nagy részét védelmező Afsluitdijk példája jól szemlélteti, hogy az éghajlatváltozás következtében milyen volumenű munkák válhatnak szükségessé annak érdekében, hogy minimalizáljuk a katasztrófák bekövetkezési valószínűségét. A körülmények között és részletesen megtervezett preventív jellegű beavatkozás mindig költséghatékonyabb, mint az utólagos kárelhárítás.

A globális felmelegedés hatására Nyugat- és Közép-Európában az árvíz kockázat mértékének emelkedése extrapolálható. (ALFIERI et al. 2018) Franciaországban Párizsban 2018. január végén a Szajna levonuló árvíz szintje megközelítette a 2016-ban mért,

a korábbi évekkel összehasonlítva kimagasló értéket. Az árvíz miatt a híradások szerint mintegy 1 500 embert kellett kitelepíteni. Az Európai Bizottság Központi Kutatóintézete (Joint Research Centre –JRC) különböző klímaforgatókönyvek és hidrológiai modellek felhasználásával 2017 decemberében modellezte, hogy az éghajlatváltozás következtében 1,5 °C, 2 °C, illetve 3 °C középhőmérséklet-emelkedés hatására hogyan változnának a jövőben az árvízi kockázatok Európában.



9.1. ábra

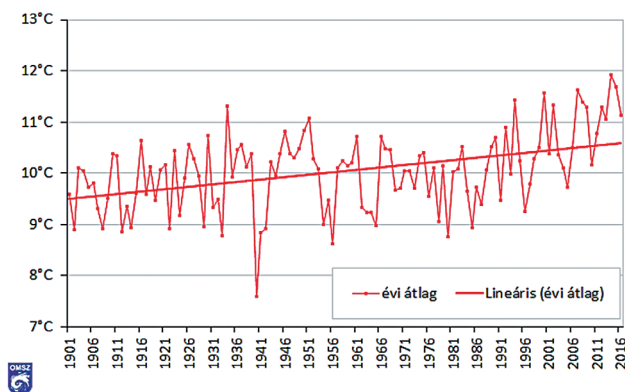
JRC-modellezések összeredménye Európában²

Forrás: JRC 2017

A 9.1. ábra alapján megállapítható, hogy az Európai Unió legtöbb országában, a különböző hőmérséklet-növekedésekre lefuttatott modellezések eredményét figyelembe véve, az érintett lakosság számában és az előre jelzett károk mértékében egyaránt negatív irányú változás látható, azaz a sérülékenység növekedése várható. (ALFIERI et al. 2018) Magyarország területén minden esetben az árvízi kockázatok növekedését prognosztizálják, ezért kiemelt fontosságú, hogy a jövőben hogyan valósítjuk meg és hangoljuk össze az árvízi védekezésünk alapját képező töltések megerősítését, karbantartását, a tározórendszerek használatát és a nagyvízi mederkezelést. Az elmúlt évek tapasztalata alapján megállapítható, hogy több jelentős árvíz is sújtotta az országot. A töltésekre, tározókra és a nagyvízi meder optimális kezelésére épülő árvízvédelmi rendszer fenntartható üzemeltetésének kialakítása kulcsfontosságú kérdéssé válik. Ezen túlmenően nélkülözhetetlen elvárás, hogy a hagyományos infrastruktúráinkhoz jól strukturált, korszerű informatikai hálózat társuljon.

² Az (a)–(c) ábrarészlet mutatja az érintett lakosság számában előre jelzett változást; a (d)–(f) ábrarészlet mutatja a becsült kár mértékében bekövetkezett változást; (a),(d)=1,5 °C; (b),(e)=2 °C; (c),(f)=3 °C. Az osztályozás színek szerint: a pozitív irányú változás (zöld), negatív irányú változás (piros).

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) elemzései alapján Magyarországon az országos évi középhőmérséklet-adatokhoz illesztett lineáris trend egyértelmű emelkedést mutat (9.2. ábra). Az évi középhőmérséklet változása az elmúlt 116 évben $+1,10\text{ }^{\circ}\text{C}$, az elmúlt 30 évre vonatkozóan pedig $+1,38\text{ }^{\circ}\text{C}$. (OMSZ 2017)

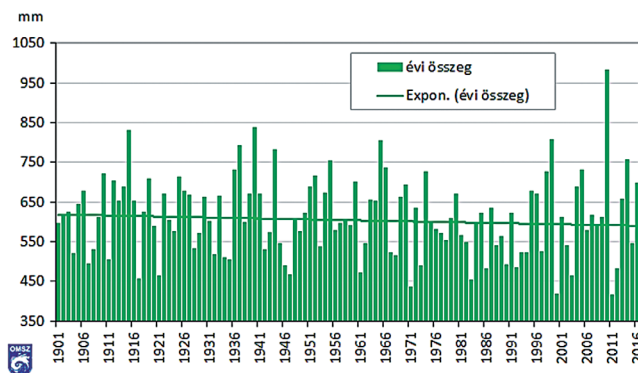


9.2. ábra

Magyarország – országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2016 között

Forrás: OMSZ 2017

A csapadékmennyiség szempontjából az előrejelzések szerint Magyarország a kiegyenlített zónába esik, télen kismértékű növekedés, nyáron pedig valamivel nagyobb mértékű csökkenés várható. Várhatóan változik a téli csapadékon belül a hó és az eső aránya is, és a kevesebb hó általában csökkenti a beszivárgás mennyiségét. (PIECZKA et al. 2012) Az elmúlt 116 év adataihoz exponenciális trendet illesztve 3,6%-os mérsékelt csökkenés jelentkezik, míg az elmúlt 30 évet tekintve 14,6%-os növekedés figyelhető meg az éves csapadékösszegekben. (OMSZ 2017)

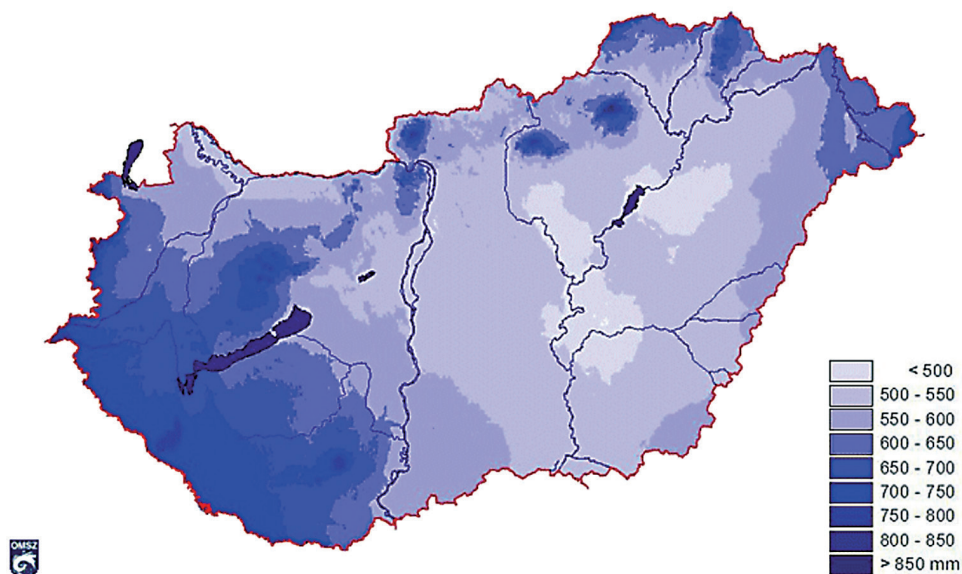


9.3. ábra

Magyarország – országos évi csapadékösszegek 1901 és 2016 között

Forrás: OMSZ 2017

A fenti adatok elemzése során ahhoz, hogy a megfelelő, valós következtetéseket tudjuk levonni, fontos tisztában lenni azzal, hogy az éves időtartamra vetített, országos léptékű statisztikai adatok árnyalt képet mutatnak. Már egy olyan viszonylag kis területű ország, mint Magyarország esetében is jelentős területi eltérés tapasztalható a hőmérséklet- és a csapadékeloszlásban. A mért értékek összevonása tompítja, eltakarja a szélsőségeket. Az aszály és a vízhiány szempontjából a hőmérséklet esetében az egymást követő hőségnapok száma a kritikus. A csapadékmennyiségek esetében pedig elsősorban a vegetációs időszakban lehulló csapadék mennyisége, eloszlása és intenzitása lesz meghatározó.



9.4. ábra

Átlagos éves csapadékösszeg az 1971–2000 közötti időszak alapján

Forrás: OMSZ é. n.

Elérhető: www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/
(A letöltés dátuma: 2018. 03. 17.)

A 9.4. ábra alapján megállapítható, hogy éppen a mezőgazdasági termelés szempontjából meghatározó területeken, úgymint az Alföldön, Kisalföldön lehet számítani a legkevesebb csapadékra.

A felszíni vízkészletek szempontjából a nyári kisvízi hozamok csökkenése a meghatározó. A nyári kisvízi hozamok csökkenése kritikus, hiszen ez az időszak egybeesik a mezőgazdasági termelés szempontjából meghatározó vegetációs időszakkal. A melegedés miatt megnövekvő téli félévi potenciális párolgás pedig csökkentő hatással van a felszín alatti vizeket tápláló beszivárgásra, ezáltal csökkennek a hozzáférhető vízkészletek. (NOVÁKY 2002)

Az árvizek a különböző kárkategóriák szempontjából, leegyszerűsítve, vonalas jellegű természeti katasztrófák, ellentétben az aszályal, ahol elsősorban területi típusú környezeti,

gazdasági és társadalmi károk keletkezhetnek. Valószínűsíthető, hogy a területi kiterjedés és az általános időbeli lefolyás miatt az aszályok által okozott károk meghaladják az árvizek miatt keletkező károkat. Az árvizek és az aszály hasonlítanak abban, hogy mindkét jelenség esetében költséghatékonyabb, ha az utólagos kárenyhítés helyett preventív intézkedéseket fogantatosítunk. A természeti katasztrófák költségeinek ismerete létfontosságú a megfelelő beavatkozások megtervezéséhez.

A célom, hogy a vizek többletének és a vizek hiányának kezelésére egyaránt felhívjam a figyelmet. A vízhiány jelenségének megértése a területhasználat és a víztározók révén szorosan összefügg az árvizek témakörével. Az éghajlatváltozás következtében a vizek hiányából vagy többletéből származó kihívások kezeléséhez szükséges kockázatkezelési intézkedések alkalmazása során a különböző hatások megértése és számszerűsítése meghatározó jelentőségű lesz. A döntések minőségét részletesen ismert, megbízható, jól szelektált hidrometeorológiai adatokkal, káradatokkal és előrejelzések alkalmazásával lehet biztosítani. Minél részletesebb ismeretekkel rendelkezünk a következmények tekintetében, annál megalapozottabb döntések meghozására válunk képessé. Az éghajlatváltozással kapcsolatban különböző alternatívák között kell választani. A jelenséget ignorálhatjuk, megpróbálhatjuk megelőzni, enyhíteni vagy egyszerűen alkalmazkodni a helyzethez. A döntést a környezeti, gazdasági és társadalmi szempontok figyelembevételével a rendelkezésre álló adatokra alapozva kell meghozni.

9.3. Vízgazdálkodás az Európai Unióban

A vízgazdálkodással kapcsolatos kedvezőtlen tapasztalatok hatására az 1990-es évek végén az Európai Unióban megnövekedtek az aggodalmak. Az Európai Parlament és a Tanács 2000. október 23-án elfogadta *A vízipolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról* elnevezésű 2000/60/EK irányelvet, közismert nevén a *Víz Keretirányelvet* (VKI). A világviszonylatban is egyedülálló VKI képezi az Európai Unió jelenleg is hatályos vízipolitikáját. A VKI a vízgazdálkodás alapja az Európai Unióban. Jelentősége abban rejlik, hogy összefogja és harmonizálja a felszíni, illetve felszín alatti vizek védelmét szolgáló joganyagokat és tevékenységeket.

A Víz Keretirányelv fő célkitűzése, hogy a felszíni és felszín alatti vizek egyaránt elérjék a „jó állapotot”. A VKI előírásainak teljesítése érdekében a tagállamoknak intézkedési programokat kell kidolgozni, a vízgyűjtő kerületekre vonatkozó, vízgyűjtő-gazdálkodási tervek (VGT) formájában. A környezeti célkitűzések elérését szolgáló vízgyűjtő-gazdálkodási tervet hat évenként felül kell vizsgálni. A magyar kormány 2016. március 9-én elfogadta Magyarország 2015. évi felülvizsgált vízgyűjtő-gazdálkodási tervét (VGT 2). A VGT 2 megvalósítása jelenleg is zajlik.

A VKI pontos megfogalmazása szerint legkésőbb az irányelv hatálybalépését követő 15 éven belül el kellett volna érni a jó állapotot, azaz 2015-ig, amit nem sikerült megvalósítani. A VKI lehetővé teszi a határidő meghosszabbítását a vízgyűjtő-gazdálkodási terv legfeljebb két korszerűsítéséig, azaz legkésőbb 2027-ig. A VGT 2 állapotértékelése alapján, illetve a VGT 1 és a VGT 2 eredményeinek összehasonlításából megállapítható javulás üteme alapján feltételezhető, hogy 2027-ig nem teljesül a célkitűzés. Felmerül a kérdés, hogy mi várható a 2027 utáni időszakban, mivel erről nem rendelkezik a VKI.

A vizek jó állapotának elérése rendkívül költségigényes, és a célkitűzés teljesítése érdekében hatalmas erőfeszítéseket tesznek a tagállamok, amit nem lenne szabad a 2027-es évvel lezárni. 2027-et követően nagyobb hangsúlyt kell fektetni a környezeti célkitűzések alól kivételként mentesített víztestek felülvizsgálatára és a kivételek számának csökkentésére annak érdekében, hogy minél több víztest kerülhessen jó állapotba. Nem ismert, hogy 2027-et követően elérhető lesz-e valamilyen típusú uniós támogatás, illetve milyen formában, milyen időközönként kellene jelentést tenni, felülvizsgálni az aktuális VGT-t. A VKI 19. cikkének (2) bekezdése értelmében az EB legkésőbb 19 évvel a hatálybalépést követően felülvizsgálja az irányelvet. Szükség lenne legalább további kettő hatéves ciklussal meghosszabbíthatóvá tenni a célkitűzések elérését. A határidők meghosszabbítását erősen indokoltta teszi, hogy az éghajlatváltozás következtében egyre szélsőségesebb időjárási körülmények nem várt módon, kedvezőtlenül befolyásolhatják a „jó állapot” elérését, illetve megőrzését.

A VKI egyik legfontosabb megállapítása, hogy a víz nem hagyományos kereskedelmi termék, hanem örökség, amit óvni és kezelni kell. A VKI a századforduló idején első-sorban az ökológiai szemlélet előtérbe helyezésével készült. Megállapítható, hogy a Víz Keretirányelv nem fedi le a vízgyűjtő-gazdálkodás teljes területét. Önmagukban a szűk értelemben vett vízgazdálkodással, különösen annak egy-egy szakágával kapcsolatos intézkedések nem elegendők. A vízkészletekkel való gazdálkodást integráltan, vízgyűjtő szinten kell megvalósítani. A különböző vízgazdálkodási szakterületek feladatait össze kell hangolni és nélkülözhetetlen a szociális, gazdasági és környezetvédelmi szempontok szerinti integráció. (IJJAS 2014)

9.3.1. Fenntartható beruházások a Víz Keretirányelv tükrében

A VKI egyes részeinek helyes értelmezése a mai napig vitatott. A VKI felülvizsgálatának optimalizálását kutatva arra a következtetésre jutottam, hogy az értelmezési nehézségek tekintetében két tématerületet kell kiemelni. A tagállamok számára a VKI egyik legnehezebben kezelhető részében, a 9. cikkben megfogalmazott, költségmegtérülés elvének alkalmazásával az ösztönző vízárpítási bevezetése. A meghatározott feltételeket részletesebben kellene tárgyalni, mivel jelen formájában jelentősen megnehezíti az öntözés fejlesztését. Egyes biológiai, kémiai mérések olyan költségesek, hogy nem várható el egy-egy termelőtől „a szennyező fizet”-elv alapján, hogy önköltségi alapon történjen a finanszírozás.

A VKI másik legnehezebben értelmezhető része az EU-fejlesztési források lehívásának feltételeként megjelenő VKI 4. cikkének (7) bekezdése, amely a környezeti célkitűzések fejezetéhez tartozik. A VKI 4. cikkének (7) bekezdése az „új fenntartható emberi fejlesztési tevékenységek” (new sustainable human development) engedélyezésére vonatkozik. Egyszerűsíthető lenne a VKI által alkalmazott megfogalmazás, mivel egyértelmű, hogy az emberin kívül más fenntartható fejlesztési tevékenységről nem lehet beszélni. Az Európai Bizottság, ad hoc munkacsoport felállításának segítségével 2017-ben elkészítettett egy útmutatót A 4. cikk (7) bekezdése szerinti *környezetvédelmi célok alóli mentességek* címen, amit 2017 decemberében jóváhagytak az EU-vízigazgatók. (EC 2017) Ez várhatóan nagyban meg fogja könnyíteni a vízhiányok enyhítését célzó fenntartható fejlesztési beruházások tervezését.

Az új infrastrukturális létesítmények tervezése során a VKI előírásainak való megfelelés igazolásának alapidokumentuma a VGT. Nem evidens, hogy mit tekintünk elsődrendű közérdeknek, illetve aránytalan költségnek. A tapasztalatok alapján ismert, hogy sok esetben megengedhetetlenül nagy pénzügyi ráfordításokkal sem lennének elérhetők a környezeti célkitűzések, ezért gazdasági elemzéseket kell végezni és megvizsgálni, hogy milyen enyhítési lehetőségek vannak. Az utóbbi években szembesültünk azzal, hogy mennyire komplikált feladat megállapítani egy projektről, hogy megvalósításához elsődrendű közérdek fűződik, vagy kimutatni, hogy a hasznos célkitűzések a korábban említett aránytalan költségek miatt nem érhetők el más módon.

A VKI 4. cikk 7. bekezdésében megfogalmazott feltételek igazolásához el kell végezni az úgynevezett VKI 4.7 tesztet. Problémát okoz, hogy az ökológiai állapot értékelési módszerei sem egységesek. Különösen megnehezíti a feladatot, ha az érintett víztest olyan más országhoz tartozó víztesttel határos, ahol eltérő értékelési módszereket alkalmaztak. A tagállamoknak a vizek állapotértékeléséhez 2006-ig kötelező lett volna egységes módszertant kialakítani. Ez szakmai-tudományos nehézségek miatt eddig nem valósult meg. A jövőben a VKI szerint kötelező lenne egy egységes minősítési rendszert kialakítani és használni. A teszt elvégzését gátolják a hiányos, illetve nem hozzáférhető vízállapot-értékelések. Az állapotértékelések megbízhatósága sok esetben közepes vagy alacsony. A magyar VGT, illetve a nyilvánosan elérhető háttéranyagai nem tartalmazzák, hogy milyen konkrét számérték jellemzi a vizsgált víztest állapotát. A 4.7 teszt elvégzése nagy kihívást jelent, mivel egy még tervezés alatt álló beavatkozásról kellene megbecsülni, hogy az milyen mértékben befolyásolná számszerűleg a minősítést. Az állapotértékeléshez tartozó eredmények mellett fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a teszt elvégzéséhez nélkülözhetetlen az osztályhatárok számszerű ismerete. Egy tervezett beavatkozás várható hatásainak vizsgálatához elengedhetetlen, hogy ismerjük, hova esett az állapotértékeléshez tartozó eredmény a minősítési osztály megadott intervallumán belül. Az állapotértékelés eredményeit számszerűen kellene meghatározni. A víztest valós állapota a területi eloszlást tekintve nagyon tág határok között változhat. Különösen nehéz egy konkrét számértékkel jellemezni egy olyan kiterjedt víztestet, mint például a Balaton. A hosszú, vonalas jellegű víztestek esetén (például Duna-szakaszok) ugyanez a probléma jelentkezik. Egy kiterjedt területre átlagolt mérési eredmények kiegyenlítik és elrejtik a valós viszonyokat. Egy kisebb rész kiugróan gyenge/kiváló állapota erősen eltorzíthatja a víztest egészére vonatkozó átlagot. Meg kell vizsgálni, hogy egy már meglévő víztest osztható-e további részekre, ha igen, akkor ez hozzájárulna-e a tervezési folyamat optimalizálásához vagy a nagyobb volumenű projektek esetén még inkább ellehetetlenítené a tervezést, hiszen minden víztestre igazolni kell a VKI 4.7 előírásait.

9.3.2. A víztestek állapotértékelése

A vizek állapotának minősítése a víztestek állapotértékelésén alapszik. Az állapotértékelést a VKI előírásai szerint az „egy rossz – mind rossz”-elv (one-out all-out) alapján kell elvégezni. Az elv alkalmazása az integrált minősítés során ahhoz vezet, hogy az esetlegesen elért eredmények nem tükröződnek az összevont értékelés végén. A valós állapotjavulás mindössze az integrált értékelés elemi fázisaiban mutatkozik meg. A minősítési rendszer túlzott mértékben vízminőség-alapú. A felszíni vizeknél egyáltalán nem is veszi figyelembe

az értékelés során a mennyiségi szempontokat, pedig az éghajlatváltozás tükrében ez egyre nagyobb hangsúlyt fog kapni. Az elért eredményeket az „one-out all-out”-elv alkalmazása miatt az állapotértékelés nem szemlélteti megfelelően, ami téves következtetések levonásához vezethet. A rendszer metodikája miatt előfordulhat, hogy egy biológiai elemcsoport rossz értéke miatt nem mutatkozik meg egy egyébként jelentős mértékű állapotjavulás. Az ökológiai állapotértékeléshez tartozó rendszeres mérések jelentős kiadást jelentenek, és sok esetben nem is léteznek egyértelmű, hatékony módszerek. Az idő előrehaladtával elképzelhető, hogy új, eddig még nem ismert veszélyes anyagok is kimutathatóvá válnak, amelyek szintén erősen leronthatják az állapotértékelések eredményét.

9.1. táblázat

Felszíni víztestek integrált állapotfelmérésének eredménye a VGT 1 és a VGT 2 szerint

Felszíni víztestek állapota – Magyarország				
Víztest minősítése	VGT 1		VGT 2	
	folyóvíz (db)	állóvíz (db)	folyóvíz (db)	állóvíz (db)
kiváló	0	0	3	3
jó	5	3	62	17
mérsékelt	39	0	397	44
gyenge	10	1	274	20
rossz	0	0	109	4
adathiány	815	209	44	101

Forrás: a szerző szerkesztése

A 9.1. táblázatban összegeztem a már elkészült VGT 1 és VGT 2 állapotfelmérésének integrált eredményeit. A táblázatból megállapítható, hogy drasztikusan csökkent az adathiány, ugyanakkor a folyóvíz és az állóvíz víztesteknél, a VKI ambiciózus célkitűzéséhez képest, részben a minősítési rendszer eltűzött „one-out all-out”-elve miatt, még mindig kevés víztest esetében sikerült elérni a legalább jó állapotot. A folyóvizek esetében a víztestek mindössze 8%-a, az állóvizek esetében pedig 12%-a érte el a jó állapotot. Kiváló minősítést mindössze 3-3 darab víztest tudott elérni. A táblázat a VGT 2 részletes állapotértékelési mellékleteivel összehasonlítva jól tükrözi, hogy a meglévő integrált minősítési rendszer végső értékei nem tükrözik vissza kellő mértékben az elért eredményeket. A vízhiányok hatékony kezelése érdekében fontos lenne, hogy minél inkább módszerfüggetlen, valós képet kapjunk a víztestek állapotáról.

Összességében megállapítható, hogy célszerű lenne a VKI felülvizsgálata során a minősítési elv megváltoztatása annak érdekében, hogy láthatóvá váljanak a valós eredmények. A minősítési rendszer megváltoztatása nagy fokú körültekintést igényel. Célszerű lenne különböző víztesttípusokon előzetesen tesztelni egy-egy metodikát, és a jelentkező eredmények függvényében döntést hozni. Fontos tudatában lenni, hogy egy hibásan átalakított minősítési rendszer az értékek érzékeny reagálásán keresztül eltorzított képet alkotna, és összehasonlíthatatlanná tenné az idő függvényében az új eredményeket a korábban elért eredményekkel. Az intézkedési programok eredményeként elért állapotjavulás kommunikálását úgy kell megtervezni, hogy az a döntéshozók és a laikusok számára is átlátható, értelmezhető és látványos legyen.

A VGT az intézkedési tervek formájában hozzájárul a vízhiányos helyzetek hatékony megoldásának elősegítéséhez. A VGT tartalmazza a fenntartható vízhasználatok előmozdítását, a különböző típusú víztestekből történő vízkivételek szabályozását. Ahhoz, hogy a VGT-ben foglalt intézkedéseket hatékonyan végre tudják hajtani, megfelelő jogszabályokra van szükség, illetve ezek betartására ösztönző támogatásokat, szankciókat kell bevezetni.

Az EU-tagállamok által készített vízgyűjtő-gazdálkodási tervek alapján általános-ságban megállapítható, hogy a vizek állapota javul, de a víztestek jelentős hányadánál nem valósult meg a jó állapot elérése 2015-re, és feltételezhetően a következő felülvizsgálat ide-jére (2021) sem fog. A környezetvédelmi célkitűzések szerepelnek a szakpolitikai tervekben, de még nem integrálódtak kellőképpen a döntéshozatalba.

Az Európai Unió előírásainak megfelelően kötelező volt a Víz Keretirányelvet átültetni a hazai jogszabályrendszerbe, megteremtve a VKI-ban foglalt célkitűzések megvalósu-lásának jogi alapkörnyezetét. A VKI összefogó jellegéből adódóan a tagállamok közös érdekeit szolgáló célkitűzések, előírások beépítése és jogharmonizációja számos hazai jogszabályt érint. Terjedelmi korlátok miatt az érintett jogszabályok taxatív felsorolásának mellőzése mellett mégis ki kell emelni a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvényt, amely Magyarországon a felszíni és felszín alatti vizekre egyaránt kiterjedő vízgazdálko-dással foglalkozik. E törvény célja a vizek hasznosításával, hasznosítási lehetőségeinek megőrzésével és kártételeinek elhárításával összefüggő alapvető jogok és kötelezettségek meghatározása. A törvény jelentőségét az adja, hogy megteremti a vízkészletekkel való gazdálkodás szabályozott jogi környezetét.

Magyarország a vízgazdálkodással kapcsolatos kihívások kezelése érdekében el-készítette a *Kvassay Jenő Tervet* (KJT). A KJT célja a társadalom és a víz viszonyának a feltárására támaszkodva intézkedések megfogalmazása. (OVF 2017) A túlzott mértékű vízfelhasználás hosszú távon nagy valószínűséggel nem fenntartható, ezért azt valamilyen módon befolyásolni kell. Elengedhetetlen, hogy a társadalom és a gazdaság szereplőiben egyaránt tudatosuljon a víztakarékos szemléletmód. A szélsőségesen száraz időjárási kör-ülmények negatív hatással vannak a készletekre, ezért az utóbbi időben egyre inkább elő-térbe kerül a vízkészletek és az igények érzékeny egyensúlyának megőrzése. A megújuló vízkészletek csökkennek, ezzel szemben az igények növekedése prognosztizálható. A KJT legfőbb megállapítása, hogy az igények hosszú távú biztonságos kielégítése érdekében víz-készleteinket tudatosan kell kezelni. A KJT-ben megfogalmazott stratégia abban az esetben valósítható meg hatékonyan, ha átlátható a felelősök köre, és a végrehajtáshoz szükséges források rendelkezésre állnak. Az elmúlt évtizedekben a vízgazdálkodással kapcsolatos beruházások döntő többségében nemzetközi forrásokból valósultak meg, ezért kiemelten fontos a támogatási lehetőségek széles körű, hatékony felhasználása. A meghatározott fel-adatokhoz tételesen mellé kell rendelni a szükséges forrásokat, és növelni kell a nemzeti rá-fordítás mértékét. A KJT részben kapcsolódik a körforgásos gazdaság megvalósításához is.

9.3.3. A körforgásos gazdaság kialakítása a víz újrahasznosításának elősegítésével

Az éghajlatváltozás következtében elengedhetlenné vált, hogy a rendelkezésre álló erő-forrásokat hatékonyan használjuk fel, ezért az Európai Bizottság (EB) 2016-ban elkészítette

a *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy* című akciótervét, amely célul tűzte ki a körforgásos gazdaság megvalósítását. A körforgásos gazdaságban az újra feldolgozható anyagokat visszajuttatják a gazdaságba, ezáltal fokozva az ellátás biztonságát. A körforgásos gazdaság célja, hogy az erőforrások értékét a lehető legtovább megőrizve a gazdaságban elősegítse az erőforrás-hatékony és versenyképes gazdaság kialakulását. (EC 2016) A fejezet szempontjából a dokumentum legfontosabb üzenete, hogy az EB akciósorozatot kezdeményez a tisztított szennyvíz újrahasznosításának támogatása céljából. A vízkészletekkel való fenntartható gazdálkodás hiányában nem valósítható meg a körforgásos gazdaság.

Az EB körforgásos gazdaságra irányuló akciótervének megfelelően Európai Bizottság Központi Kutatóintézete (JRC) elkészítette az EU víz-újrahasznosítási útmutatóját. Az útmutató fő célkitűzése a víz-újrahasznosítási projektek megvalósításának megalapozása. Az útmutató egyik legfontosabb megállapítása, hogy nincs egzakt, minden esetben működőképes végrehajtási módja a megvalósításnak. A víz-újrahasznosítás számos szakterületet és államigazgatási szervet érint. A kutatásaim szerint egy víz-újrahasznosítási projekt megvalósításánál a legnagyobb kihívást a biztonság és költséghatékonyság integrált feltételeinek megteremtése jelenti. Magyarország nem rendelkezik megfelelő tapasztalatra épülő jó gyakorlattal a víz-újrahasznosítási projektek költséghatékony és biztonságos megvalósításához a jelenlegi bonyolult jogszabályi környezetben. Hiányzik az a feltételrendszer, amely ösztönözné a víz-újrahasznosítást az egészségügyi és környezetvédelmi szempontok maradéktalan érvényesítésének biztosítása mellett.

Szükség lenne egy mintaprojektre, amely keretében elemezni kell a tisztított szennyvíz különböző hasznosítási lehetőségeit. Fel kell tárnai a felhasználásra alkalmas területeket a jellemző természeti tényezők és a szennyvíztisztító telepek vizsgálatával. A helyi adottságok alapján részletesebben meg kell vizsgálni a releváns szennyvíztisztító telepeket. A tisztított szennyvíz újrahasznosítása környezeti, gazdasági és társadalmi előnyeinek, illetve kockázatainak és veszélyeinek teljes skáláját fel kell tárnai különböző mintaprojekt-alternatívákon keresztül. A különböző alternatívákhoz mindenképpen előzetes kockázatértékelést is kell készíteni, amely segítene a tervezésben, illetve a jövőben tervezett projektek megvalósításához tartozó döntéshozatalban. A mintaprojekt keretében meg kell vizsgálni a finanszírozhatóság témakörét, javaslatot téve a díjkalkulációra. Kiemelten fontos lenne azonosítani a rendelkezésre álló nemzetközi támogatási forrásokat. Az újrahasznosítást úgy kell megvalósítani, hogy konzisztens legyen az EU környezeti célkitűzéseivel, és a releváns érintetteket be tudják vonni. A projekt megvalósítása elősegítené a különböző szektorok közötti együttműködés megerősítését.

Az EB 2018-ban jogalkotási javaslatot nyújtott be az öntözés és a felszín alatti vizek visszatáplálása céljából újrafelhasznált víz vízminőségi minimumkövetelményeire vonatkozóan. A tagállamoknak az esetleges jóváhagyást követően a szabályozást be kell építeni a hazai jogszabályi környezetbe. Javaslom, hogy a releváns uniós jogi szabályozás általános vizsgálatát követően vizsgálják felül a vonatkozó hazai jogszabályokat. A jogharmonizáció biztosítása érdekében a közeljövőben javaslom előkészíteni az EU által várhatóan javasolt minőségi minimumkövetelmények átviteltetését. A jogharmonizációs munka előkészítése és alátámasztása érdekében szükség lenne a javasolt mintaprojektre. A projekt megvalósítása megalapozná a költséghatékony víz-újrahasznosítás gyakorlati megvalósításának lehetőségét, amely elősegíti a munkahelyteremtést, munkahelymegőrzést, támogatva

a vidéki közösségek fenntarthatóságát. A víz-újrahasznosítás a vízhiány és az aszály hatásainak csökkentésével hozzájárul a fenntartható vízgazdálkodás kialakításához.

9.4. Az aszály és a vízhiány hatékony kezelése

Az elmúlt években egyre inkább megfigyelhető a megváltozó éghajlati viszonyokhoz még nem kellően hatékonyan illeszkedő aszály- és vízhiánykezelés. A világ számos régióját sújtja szokatlanul nagymértékű aszály vagy vízhiány. A közvetlenül érintett lakosság és a vízgazdálkodással foglalkozó szakemberek mellett a drasztikus változások és a jelentős kárköltések miatt a médiában is fokozatosan előtérbe kerültek az említett jelenségek. Jól szemlélteti a jelenséget a korábban Kaliforniában 2014-re kicsúcsosodott helyzet, amikor a világsajtó számos helyen beszámolt a kiszáradó tavakról, a leürült tározókról. A változásoknak már évekre visszamenőleg észlelhetők voltak az előjelei, de az elmúlt években súlyosbodott annyira a helyzet, hogy jelentős jogszabályváltozások történtek, víztakarékosságot ösztönző intézkedéscsomagokat és támogatásokat vezettek be.

2017-ben Rómára irányult a figyelem. A kedvezőtlen időjárási körülmények hatására Rómában rendkívüli vízhiányos helyzet alakult ki. Olaszország különböző típusú intézkedésekkel reagált a kialakult helyzetre. Olaszország a vízkészletek és igények egyensúlya tekintetében az egyik legérzékenyebb ország az EU-ban. Az első olasz vízgyűjtő-gazdálkodási terv szerint a felszín alatti víztestek mindössze 53%-a van jó mennyiségi állapotban. (EC 2012a) A felmérések eredményei, illetve az állapotok magas ismeretlensége magában hordozza a vízellátás biztonságát veszélyeztető helyzet kialakulását. A vízhiányos helyzet kialakulásának számos előjele volt. A műholdfelvételek kimutatták, hogy 2016 decembere óta a talajok nedvességtartalma elmaradt a sokévi átlagtól. Az alacsony csapadékmennyiségek és az egymást követő hőhullámok következtében jelentősen lecsökkent a Tevere folyó és a város egyik fő vízellátását biztosító Bracciano-tó vízszintje. A kevés csapadék és a magas hőmérséklet kombinációja együttesen a vízkészletek drasztikus csökkenéséhez vezettek, miközben a vegetációs időszakban jelentkezett a legmagasabb öntözővízigény, illetve a turizmussal és a rekreációval kapcsolatos vízigények szintén a nyári hónapokban a legszignifikánsabbak.

Jelenleg a Dél-afrikai Köztársaságban tapasztalt súlyos vízhiány jelensége hívja fel a társadalom figyelmét, hogy a biztonságot veszélyeztető vízhiányok megelőzésének és hatékony kezelésének kialakítása tovább már nem halogatható. A magyarországi konzuli tájékoztatás szerint: „A Dél-afrikai Köztársaság kormánya 2018. február 13-án nemzeti katasztrófának nyilvánította az aszályt, amely az ország kilenc tartománya közül legalább hármat jelentősen sújt. Bár a fokvárosi vízellátási krízishelyzetre kedvezően hatott az elmúlt napok esőzése, ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy a városban a napi 50 liter/fő mennyiségben meghatározott vízkorlátozás eltörlésre kerülne, bár a »zéro napot« (a csapok elzárásának tervezett időpontját) a korábbinál 53 nappal későbbre, 2018. június 4-re prognosztizálják.” A számok döbbenetesek. Az ország több millió fős lakosságú, második legnagyobb metropoliszában a helyzet már olyan stádiumba jutott, hogy a probléma már nem kezelhető vízkorlátozással sem, hanem már a tényleges vezetékies ivóvízellátás megszűnésére készülnek.

Az aszály és a vízhiány olyan globális problémák, amelyek enyhítéséhez közös nemzetközi összefogás szükséges. Az együttes nemzetközi érdekek érvényesítéséből kiindulva az Egyesült Nemzetek Szervezete 1994-ben elfogadta *Az elsivatagosodás elleni küzdelemről szóló egyezményt* (*United Nations Convention to Combat Desertification*). (UN 1994) Az egyezmény megvalósításának hatékonyságát az elmúlt évek eseményeinek tükrében növelni kell.

9.4.1. Az aszály és a vízhiány közötti különbségek

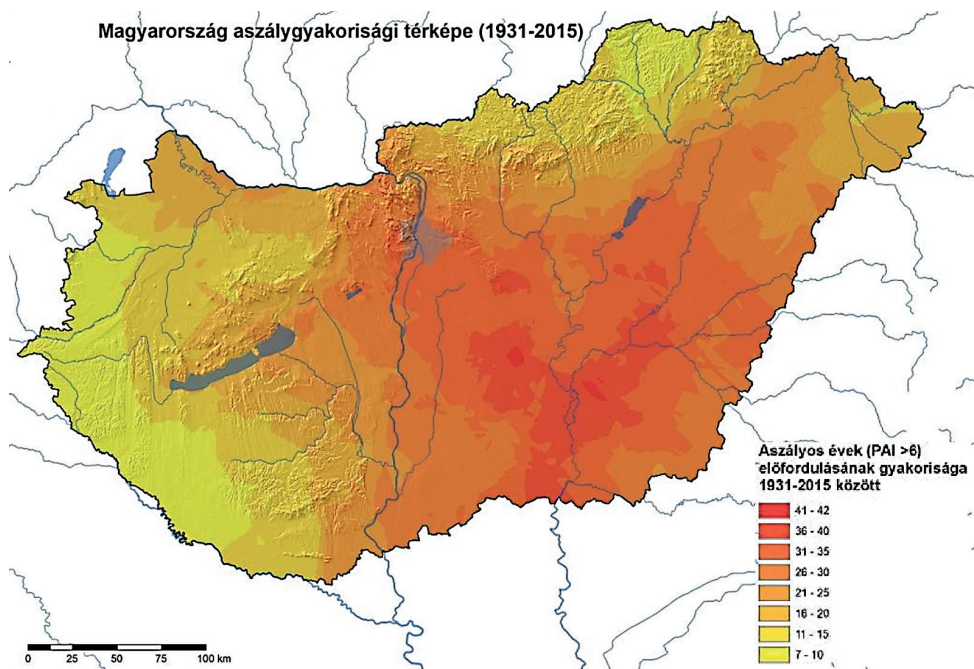
Mit értünk aszály és mit értünk vízhiány alatt? Milyen jelentős tartalmi különbség van a sokak által szinonimaként használt kifejezések között? Az aszály és a vízhiány nehezen definiálható jelenség, ezért az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency – EEA) a *Water resources in Europe in the context of vulnerability* című jelentésében célul tűzte ki, hogy definiálja az aszály különböző típusait, illetve a vízhiányt.

Az aszály egy természeti jelenség, amelynek különböző kategóriái vannak. Az aszályt mint szélsőséges eseményt mindig az „aktuális” viszonyokhoz képest kell értelmezni. A hatások szerint beszélhetünk meteorológiai aszályról, hidrológiai aszályról és mezőgazdasági aszályról. (EEA 2012) A meteorológiai aszályt elsősorban a hosszú idejű átlaghoz képest kisebb csapadék alapján azonosítják. Meg kell jegyezni, hogy az éghajlatváltozás hívta fel a figyelmet arra, hogy az aszály kialakulásához a csapadékhiány mellett hozzájárul az átlagosnál nagyobb hőmérséklet és ennek következményeként a kisebb páratartalom, a szárazabb levegő is. A hidrológiai aszály a vízfolyások vízhozamának, illetve a tavak, tározók vízszintjének, valamint a beszivárgás, a talajnedvesség, illetve a felszín alatti vízszintek csökkenésére utal. A mezőgazdasági aszályról akkor beszélünk, ha a termények és takarmányok egészséges növekedéséhez szükséges talajnedvesség, illetve légnedvesség elmarad az ideális szinttől. (EEA 2012) Ez pedig a terményhozam csökkenésében nyilvánul meg.

Vízhiányról akkor beszélünk, ha a vízigények meghaladják a hasznosítható vízkészleteket. (EEA 2012) A vízhiány tehát a természeti adottságok és az emberi tevékenységek együttes hatására kialakuló jelenség. Nem értelmezhető egyszerűen természeti jelenségként, hiszen az igényeket, illetve a tényleges vízfelhasználást a társadalmi-gazdasági tényezők is meghatározzák. A felszín alatti vizek esetében lényegében permanens és általában egy nagyobb területre kiterjedő jelenségről, míg a források és a vízfolyások esetében lokális és akár csak rövid ideig fennálló, bár sokszor ismétlődő eseményről van szó. Az utóbbi szempontjából a kis lefolyás és a nagy vízigény egybeesése a kritikus, ami általában nyáron fordul elő. A vízhiány környezetre gyakorolt hatását döntően befolyásolja a felhasznált vizek visszavezetésének, felszín alatti vizek esetében pedig elszivárogtatásának vagy visszasajtolásának mértéke, illetve az ökoszisztéma érzékenysége.

9.4.2. Hatékony intézkedések bevezetése

Az Európai Bizottság szerint 1976 és 2006 között az aszályal sújtott területek és emberek száma csaknem 20%-kal emelkedett, az aszály okozta károk összköltsége pedig 100 milliárd euróra rúgott. (EC 2007) A csapadék időben és térben egyenlőtlen eloszlása miatt Magyarországon 100 évből 28 év várhatóan aszályos. Az ország leginkább érintett területei a Duna–Tisza köze, a Nagykunság és a Jászság, de megállapítható, hogy szinte az egész Alföld veszélyeztetett.



9.5. ábra

Magyarország aszálygyakorisági térképe 1931–2015

Forrás: BM Vízügyi Főigazgatóság

Elérhető: <http://docplayer.hu/109333033-Aszalykezes-a-vizugyi-szolgalat-vedelmi-rendszerben-lang-istvan-muszaki-foigazgatohelyettes-orszagos-vizugyi-foigazgatosag.html> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 12.)

2007-ben az EU lakosságának legalább 11%-át, illetve az EU területének 17%-át érintette a vízhiány, és ez a jelenség egyre súlyosbodik. (EC 2007) A vízgyűjtőterületek jelentős része vízhiányos, és a jelek szerint a jelenleg érvényes tendenciákban nincs változás. A felmérések egyértelmű előjelei annak, hogy egyre nagyobb valószínűséggel fordulhatnak elő a vízellátás biztonságát veszélyeztető helyzetek.

A *Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv* szerint, Magyarországon 40 víztest esetében a jelenlegi vízkivételi igények meghaladják a hasznosítható készletet, hét víztestnél 90% feletti a kihasználás. A legnagyobb problémát azok a vízkivételek jelentik, amelyek a természetes

változások és/vagy az éghajlatváltozás és/vagy a regionális vízkészletben változást okozó emberi beavatkozások miatt egyébként is vízhiányos térségben tovább súlyosbítják a helyzetet. (OVF 2015)

Az Európai Bizottság 2007-ben *Az Európai Unióban a vízhiány és az aszály jelentette kihívás kezeléséről* című közleményében a vízhiánnyal kapcsolatos negatív tendenciák megváltoztatása érdekében az alábbi szakpolitikai lehetőségeket javasolta: (EC 2007)

- a víz megfelelő árának bevezetése;
- a víz és vízzel kapcsolatos pénzeszközök hatékonyabb elosztása;
- az aszálykockázat kezelésének javítása;
- kiegészítő vízellátási infrastruktúra létesítésének mérlegelése;
- víztakarékos technológiák és gyakorlatok támogatása;
- víztakarékos szokások európai elterjedésének támogatása;
- az ismeretek bővítése és az adatgyűjtés fejlesztése.

A kedvezőtlen tapasztalatok hatására az Európai Unióban is megnövekedtek az aggodalmak. Az EB 2012-ben kiadta a vízhiányra és az aszályra vonatkozó európai politika felülvizsgálatáról szóló jelentést, amely szerint az elmúlt években súlyos aszályok sújtották Európát. A rendelkezésre álló vízkészletek olyan mértékben lecsökkentek, hogy bizonyos helyeken nem tudták elkerülni a vízhasználat korlátozását sem. (EC 2012b) A *ClimWatAdapt* projekt modellezési eredményei szerint 2030-ra a vízgyűjtőterületek 50%-a vízhiányossá válhat Európában. (FLÖRKE et al. 2011) A felmérések és a projektek egyértelmű előjelei annak, hogy egyre nagyobb valószínűséggel fordulhatnak elő a biztonságot veszélyeztető helyzetek. A biztonságérzet fokozása és a káresemények megelőzése érdekében olyan gazdasági ösztönzőket kell bevezetni, amelyek elősegítik a hatékony vízfelhasználást. A gazdasági intézkedéseknek ki kell terjedni a helyes vízárpolitika meghatározására. A gazdaság túlzott mértékű vízfelhasználása hosszú távon nagy valószínűséggel nem fenntartható, ezért azt valamilyen módon befolyásolni kell, és törekedni kell a vízkészletekkel való átgondoltabb bánásmódra. A hagyományos kiszolgálási szemléletet ki kell egészíteni az igénymenedzsmenttel. Elengedhetetlen, hogy a társadalom és a gazdaság szereplőiben egyaránt tudatosuljon a víztakarékos szemléletmód. Azzal, hogy hatékonyan használjuk fel a vizet, rengeteg energiát takaríthatunk meg, ugyanis amíg a víz a vízkivétel helyétől fogyasztásra, felhasználásra alkalmas formában a fogyasztóig eljut, addig óriási mennyiségű energiaráfordítás szükséges a kitermelésre, a kitermelést követő tisztításra, illetve az elosztás biztosítására. A szélsőségesen száraz időjárási körülmények negatív hatással vannak a készletekre, ezért az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül a vízkészletek és az igények érzékeny egyensúlyának megőrzése. Az igények hosszú távú biztonságos kielégítése érdekében vízkészleteinket tudatosan kell kezelni. A vízellátás biztonságát veszélyeztető vízhiányos helyzetek kialakulásának megelőzése, enyhítése érdekében javaslom olyan intézkedési programok kidolgozását, amelyekhez biztosított a végrehajtáshoz szükséges forrás. Azonosítani és ütemezni kell a vízhiányok hatékony kezeléséhez szükséges intézkedéseket.

A Róma vízellátását részben biztosító Bracciano-tó megfigyeléséből ismerhető volt, hogy a vízszint folyamatosan és drámai sebességgel apadt. Az aszályos és vízhiányos helyzetek megelőzésének egyik fontos eleme, hogy modern monitoringhálózattal rendelkezünk. A monitoringrendszer kiépítésénél nagy jelentősége van a mérőberendezések területi elosztásának és a hálózat sűrűségének. Mérlegelni kell a talajtípusokat. A hálózat felépítésénél

a környezeti, gazdasági és társadalmi szempontok meghatározók. Kiemelten fontos, hogy olyan rendszerek jöjjenek létre, amelyek biztonságosan és költséghatékonyan üzemeltethetők, és a rendszer üzemeltetéséhez elengedhetetlen szakemberek rendelkezésre álljanak, illetve biztosított legyen a képzésük. A vízhiány által veszélyeztetett területeken javasolt a mérőhálózat sűrítése új mérőállomások létesítésével. Javasolom olyan indikátorok kifejlesztését, amelyekkel a vízhiány kialakulása nagy valószínűséggel előre jelezhető. Az indikátorok segíthetik az érdekelteket, és hozzájárulhatnak a lakosság tájékozódásához is.

Az aszályra való hajlamosságot és a vízhiányos területek elterjedését nagymértékben befolyásolják az emberi tevékenységek következtében megváltozó felszíni viszonyok is, amelyek módosítják a felszíni vízmérleget. Az urbanizáció következtében a népesség nagyobbik része és ezzel együtt az igények a városokban koncentrálnak. A városokban a terület nagy része fedett vagy burkolt, ezért csökken a talajba történő beszivárgás. Az összegyülekező csapadékot a csatornahálózatok elvezetik. A természeti viszonyokba való beavatkozás (erdőirtás, beépítés) fokozza az aszályra és a vízhiányra való hajlamot. Az adott térség közvetlen környezetében lecsökken a hozzáférhető vízmennyiség, viszont az igények koncentráltan jelentkeznek. Az éghajlatváltozás következtében egyre szélsőségesebb időjárási körülmények fenyegetik a védelmi szempontból kiemelt kockázatú, sűrűn lakott nagyvárosokat. A hozzáférhető vízkészletek drasztikus csökkenése a vízellátás mellett a mezőgazdaságot is érinti, illetve megnö az erdőtüzek által jelentett fenyegetettség. Az aszály és a vízhiány hatásainak mérséklése szempontjából fontos a mezőgazdasági területek talajának megfelelő kezelése, az éghajlati viszonyoknak megfelelő növénykultúrák megválasztása, a víztakarékos öntözőrendszerek kiépítése. Korunk egyik nagy megoldandó vízgazdálkodási kérdése a vízvisszatartás és a vízelvezetés helyes egyensúlyának megtalálása. Egy adott időpillanatban, adott helyen feleslegesnek ítélt vízre előfordulhat, hogy a későbbiekben égető szükség lenne, ezért meg kell vizsgálni a csapadék helyben tartását biztosító termelési módok alkalmazását és a tározási lehetőségek kihasználását. A területi adottságokhoz illeszkedő természetes vízmegőrző megoldások alkalmazásával szintén hozzá lehet járulni az éghajlatváltozás negatív hatásaival szembeni ellenálló képességünk javításához.

Az éghajlatváltozás következtében egyre nagyobb hangsúlyt kell fordítani a körforgásos gazdaság kialakításának tervezésére, ezért előtérbe fog kerülni a fenntartható vízgazdálkodás elősegítése a hatékony csapadékgazdálkodás és a víz-újrahasznosítás módszerének felhasználásával. Az alternatív vízkészletekben rejlő lehetőségek kihasználásával preventív intézkedésekre van szükség. A fenntartható vízgazdálkodás megvalósítása érdekében javasolom a csapadékgazdálkodással és víz-újrahasznosítással kapcsolatos nemzetközi támogatási források (LIFE, Horizont 2020) által biztosított lehetőségek kiaknázását. A készletekkel való tudatosabb gazdálkodás és az újrahasznosítás hozzájárulnának a körforgásos gazdaság megvalósításához.

A vízhiányok megelőzéséhez, illetve mérsékléséhez elengedhetetlen, hogy korszerű, karbantartott vízellátó rendszerrel rendelkezünk. A vízellátó rendszerek fenntartásának jelentős költségigénye van. A hálózatok karbantartását, felújítását előre ütemezetten kellene végrehajtani. Rómában a felmérések szerint a betáplált víz körülbelül 44%-a elszivárog, ami kifejezetten nagy veszteséget jelent. (EC 2012) Az időjárási körülmények és a leromlott infrastruktúra együttes hatása a biztonságot veszélyeztető vízhiányhoz vezethet. A vízhiány

megelőzése érdekében javítani kell a vízellátó rendszerek hatékonyságát, és gyorsítani kell a rendszerek felújításának ütemét. (PALLECCHI 2017)

Az infrastruktúra jellegű beavatkozásokról a hangsúly fokozatosan áttevődik az információ és az oktatás szerepére. Az oktatásnak kiemelt szerepe van a biztonságot veszélyeztető helyzetekkel szembeni ellenálló képesség kialakításában, megerősítésében. Javaslom, hogy készüljenek a vízhiány hatékony kezelésével foglalkozó közérthető, egyszerű tájékoztató anyagok, amelyek hozzáférhetőségének biztosításával elérhető a tudatosságnövelés.

Megvizsgáltam, hogy 2017-ben, a római vízhiányos állapot idején milyen intézkedések történtek. Fogalomtechnikailag nem állt elő a vízhiány jelensége, mivel az igények nem haladták meg a készleteket, hanem egyfajta „vízkrízis” alakult ki, ami azt jelenti, hogy intézkedések nélkül nagy valószínűséggel vízhiány következett volna be. Az intézkedéseket egyrészt műszaki és jogi intézkedésekre bontottam, másrészt a beavatkozások időbeli jellege szerint preventív és utólagos intézkedésként osztályoztam. Az intézkedések elemzéséből kiderült, hogy túlnyomó többségében utólagos intézkedések történtek. 2017. június végén a rendkívüli csapadékhiány miatti Rómában elzárták a köztéri kutak egy részét. A Bracciano-tóból a vízkitermelés mennyiségét lecsökkentették 1100 l/s-ról 400 l/s-ra. Az éjszakai víznyomást is le kellett csökkenteni. Az Azienda Comunale Elettricità e Acque (ACEA) római vízszolgáltató társaság ellen eljárás indult az üzemeltetési problémák miatt, amely az eljárás hatására megkezdte a víziközmű-hálózat felülvizsgálatát és kijavítását. Az utólagos intézkedésekkel ideiglenesen sikerült kezelni az ügyet, de hosszú távon nem oldották meg a problémát. Az utólagos intézkedések nem költséghatékonyak. Nem történtek gazdasági jellegű intézkedések, pedig a helyzet hatékony megelőzéséhez, kezeléséhez a jogi és műszaki beavatkozások mellett elengedhetetlen a gazdasági ösztönzők bevezetése. A kialakult helyzet valószínűleg negatív hatással volt a lakosság biztonságérzetére és a turizmusra egyaránt. Az utólagos megszorító intézkedések politikai szempontból sem kívánatosak. A Rómában kialakult helyzet felhívta a figyelmet arra, hogy a jövőben megnövekedett előfordulási valószínűséggel kialakuló vízhiányjelenségek elkerülése, enyhítése érdekében hatékony intézkedések bevezetésére van szükség. A beavatkozás során szerzett tapasztalatokat össze kell gyűjteni és kialakítani a hatékonyságnövelés „jó gyakorlatát”, ami elterjeszhető.

Felhasznált irodalom

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

ALFIERI, L. – DOTTORI, F. – BEETS, R. – SALAMON, P. – FEYEN, L. (2018): Multi-Model Projections of River Flood Risk in Europe under Global Warming. *Climate 2018*, Vol. 6, No. 1. 1–19. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli6010006>

EC (2007): *Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union*. Brussels, European Commission. Elérhető: www.eea.europa.eu/policy-documents/addressing-the-challenge-of-water (A letöltés dátuma: 2013. 10. 21.)

EC (2012a): *EU River Basin Management Plans Reports*. COM(2012) 670 final. Brussels, European Commission. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0670:FIN:EN:PDF> (A letöltés dátuma: 2013. 03. 28.)

- EC (2012b): *Report on the Review of the European Water Scarcity and Droughts Policy*. Brussels, European Commission. Elérhető: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/report-on-the-review-of-the-european-water-scarcity-and-drought-policy> (A letöltés dátuma: 2015. 01. 11.)
- EC (2015): *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. Brussels, European Commission. Elérhető: www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2015-0614-final (A letöltés dátuma: 2016. 02. 17.)
- EC (2016): *Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD*. Brussels, European Commission. Elérhető: www.eea.europa.eu/policy-documents/guidelines-on-integrating-water-reuse (A letöltés dátuma: 2016. 12. 20.)
- EC (2017): *Guidance Document No. 36 – Exemptions to the Environmental Objectives according to Article 4 (7)*. Brussels, European Commission. Elérhető: https://circabc.europa.eu/sd/a/e0352ec3-9f3b-4d91-bdbb-939185be3e89/CIS_Guidance_Article_4_7_FINAL.PDF (A letöltés dátuma: 2018. 02. 19.)
- EEA (2012): *Water resources in Europe in the context of vulnerability*. Copenhagen, European Environmental Agency. Elérhető: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/eea-report-on-water-resources-in-europe-in-the-context-of-vulnerability> (A letöltés dátuma: 2015. 05. 10.)
- FLÖRKE, M. – WIMMER, F. – LAASER, C. – VIDAURRE, R. – TRÖLTZSCH, J. – DWORAK, T. – STEIN, U. – MARINOVA, N. – JASPERS, F. – LUDWIG, F. – SWART, R. – GIUPPONI, C. – BOSELLO, F. – MYSIAK, J. (2011): *Final Report for the Project Climate Adaptation – Modelling Water Scenarios and Sectoral Impacts*. Kassel, Center for Environmental Systems Research. Elérhető: www.ecologic.eu/11669 (A letöltés dátuma: 2017. 09. 01.)
- FÖLDI L. (2014): Climate change and disasters. In FÖLDI L. – PADÁNYI J. eds.: *Effects of climate change on security and application of military force*. Budapest, Nemzeti Közszerkesztési Intézet. 197–237.
- IJJAS I. (2014): *Integrált vízgazdálkodási tervezés*. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Elérhető: www.kotivizig.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=1888:ijjas-istvan-integralt-vizgazdalkodas&catid=20:hirdetmenyek&Itemid=52 (A letöltés dátuma: 2014. 11. 15.)
- NEREM, R. S. – BECKLEY, B. D. – FASULLO, J. T. – HAMLINGTON, B. D. – MASTERS, D. – MITCHUM, G. T. (2018): Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 115, No. 9. 2022–2025. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1717312115>
- NOVÁKY B. (2002): *Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai*. Budapest, MTA.
- OMSZ (2017): *Éghajlati visszatekintő – Elmúlt évek időjárása*. Budapest, Országos Meteorológiai Szolgálat. Elérhető: www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/ (A letöltés dátuma: 2017. 11. 19.)
- OVF (2015): *Vízgyűjtő-gazdálkodási terv – 2015*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság. Elérhető: www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=144 (A letöltés dátuma: 2016. 09. 09.)
- OVF (2017): *Kvassay Jenő Terv – Nemzeti Vízügyi Stratégia*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság. Elérhető: www.kormany.hu/download/6/55/01000/Nemzeti%20V%20C3%ADzstrat%C3%A9gia.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 10. 11.)

- PADÁNYI, J. – FÖLDI, L. (2016): Security Research in the Field of Climate Change. In NÁDAI, L. – PADÁNYI, J. eds.: *Critical Infrastructure Protection Research: Results of the First Critical Infrastructure Protection Research Project in Hungary*. Zürich, Springer International Publishing. 79–90. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-28091-2_7
- PALLECCHI, A. (2017): *3 Ways to Keep Rome's Fountains Flowing After Drought*. Elérhető: www.wri.org/blog/2017/08/3-ways-keep-rome-s-fountains-flowing-after-drought (A letöltés dátuma: 2017. 11. 05.)
- PIECZKA I. – BARTHOLY J. – PONGRÁCZ R. (2012): Éghajlatváltozási szcenáriók a Kárpát-medence térségére a PRECIS klímamodell eredményei alapján. In MIKA J. szerk.: *Korszerű földtudományi oktatás– Versenyképes gazdaság*. HUNGEO-2012 Konferenciakötet. Eger, Eszterházy Károly Főiskola. 249–254.
- Rijkswaterstaat (2016): *Protecting the Netherlands from flooding – The Afsluitdijk Project*. Rotterdam, Rijkswaterstaat. Elérhető: <https://deafsluitdijk.nl/wp-content/uploads/2014/05/brochure-Afsluitdijk-augustus-2016-Engels.pdf> (A letöltés dátuma: 2017. 08. 08.)
- The European Parliament and the Council of the European Union (2000): *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 21.)
- UN (1994): *United Nations Convention to Combat Desertification*. Paris, United Nations. Elérhető: www.unccd.int/ (A letöltés dátuma: 2011. 01. 16.)