

FENNTARTHATÓ VÍZELLÁTÁS BIZTOSÍTÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

Absztrakt

A földi élet teljesen lehetetlen lenne víz nélkül, melynek ésszerű felhasználására, a vízkészletekkel történő felelős gazdálkodás fontosságára egyre nagyobb figyelem irányul napjainkban. Az elmúlt évtizedekben érezhető klímaváltozás és a globális civilizációs hatások következtében Földünk ivóvízkészlete mérhető módon csökkeni kezdett, illetve több földrészen oly mértékben szennyeződött, hogy emberi fogyasztásra alkalmatlanná vált. A vízhiány több területen már konfliktusokhoz is vezetett. Ebben a helyzetben az eddigieknél nagyobb figyelmet kell fordítani a fenntartható vízellátás biztosításához kapcsolódó feladatokra, melyek aktuális kérdéseivel foglalkozunk írásunkban. Kutatásainkkal felkívánjuk hívni a figyelmet a víz jelentőségére a vízfelhasználás változtatásának fontosságára, a vízbázisok védelmére.

Kulcsszavak: *Víz, globális felmelegedés, ivóvíz készletek, fenntartható vízgazdálkodás,*

CURRENT QUESTIONS FOR INSURANCE OF SUSTAINABLE WATER SUPPLY

Abstract

Terrestrial life would be completely impossible without water. The reasonable consumption of it, and the importance of responsible management of water resources are getting increased emphasis nowadays. As a result of climate change and global civilization that has been felt over the last decades, our planet's drinking water reserves have started to decline measurably and contaminate so much on many continents that it has become unsuitable for human consumption.

Water shortage has led to conflicts on several continents. In this situation, even more attention needs to be paid to the tasks related to the provision of sustainable water supply. In our paper we are dealing with in the current issues of the topic. With our research, we would like to draw attention to the value of water to the importance of changing water -consumption and protecting water bases.

Keywords: *Water, global warming, drinking water supplies, sustainable water management,*

1. BEVEZETÉS

A víz mindennapi életünkben a háztartásokban, továbbá az iparban, az energiatermelésben, a mez gazdaságban legnagyobb mennyiségben használt vegyület. Felhasználását tekintve a víz származhat felszíni, vagy felszín alatti vízkészletből, majd kisebb-nagyobb mennyiségi különbséggel szennyvíz formájában megtisztítva, vagy tisztítatlanul kerül vissza a környezetbe.

A vízellátás problémakörének bemutatásakor nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a téma aktualitása miatt nemzetközi szinten is többen kutatják a területet, ezért érdemes ezeket a kutatásokat figyelemmel kísérni, illetve a már megjelent eredményeket alapul venni a további kutatómunka során. Fontosnak tartjuk áttekinteni a vízfelhasználásban végbemen változásokat, valamint a víz jelentőségét, a vízminőségi jellemzőket, az ivóvízhiányról is szót ejteni, ami napjainkra létfontosságú problémává n tte ki magát. Célunk

továbbá, bemutatni a víz felhasználási körét, a vízszennyezések típusait. Fel kívánjuk hívni a figyelmet, a váratlanul bekövetkező rendkívüli események vízbázisra gyakorolt hatásainak kezelésére is, hiszen ennek kapcsán még nagyobb figyelmet kell szentelnünk a lakosság megfelelő ivóvízellátására, mivel ilyen esetekben kerülhetnek olyan anyagok a vízbe, melynek során az fogyasztásra alkalmatlanná válik.

2. A VÍZMINISÉG KÉRDÉSEI

A víz, a föld és a levegő mellett a környezet egyik legfontosabb eleme, alapvető alkotórésze az élő és élettelen természetnek, emellett a legfontosabb összetevője az emberi és az állati tápláléknak, Földünk 73%-át borítja. A föld vízkészletének több mint 97%-a sóss tengervíz és csak 2,7%-a édesvíz. A víz a természetben három alapvető formában fordul elő, melyek a következők: légköri (vízgőz, csapadék), felszíni (folyóvizek, állóvizek) és felszín alatti vizek (talajvíz, rétegvíz, artézi víz). A különféle forrásokból kinyert vizek minőségi paraméterek tekintetében nagyban eltérhetnek egymástól, melynek felhasználási szempontból fontos szerepe van [1].

A vízminőség a víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak összességét jelenti.

A víz fizikai tulajdonságai jellemezhetők még a sűrűséggel, összenyomhatósággal, forrásponttal, fagyásponttal, olvadási és fagyási hővel, fajhővel, párolgási hővel, viszkozitással, kapillaritással (hajszálcsővesség, melynek az adhéziós erővel szemben van jelentősége), oldóképességgel, a víz színével, szagával, vagy ízével, de még a levegő részekkel vagy a radioaktivitással is. Kémiai és biológiai tulajdonságai alapján az oldóképessége, keménysége, hidrogénion-koncentrációja, oxigéntartalma, bakteriológiai minősítése határozza meg, továbbá befolyásolja a disszociálóképessége és a benne lévő különböző, nem oldódott anyagok is [2].

A vízminőség meghatározására több kutató is az alábbi kategóriákat használja [3]:

- kiváló minőség,
- jó minőség,
- tilos minőség,
- szennyezett,

- er sen szennyezett víz.

A felsorolt kategóriák közül a kiváló és a jó min ség víz emberi fogyasztásra alkalmas. A t r het min ség vizet megfelel tisztítási eljárást alkalmazva fel lehet használni. A szennyezett, valamint az er sen szennyezett víz emberi fogyasztásra alkalmatlan, illetve közvetlen és közvetett érintkezése sem ajánlott a fert zés és szennyezés veszélye miatt.

Földi L. és Halász L. szerint vízmin ség meghatározására általános módszer nem ismeretes, és nincsenek olyan mutatószámok sem, amelyekkel a vízmin ség jól kifejezhető lenne. A vizeket a gyakorlati felhasználás alapján célszerű osztályozni. E szerint a víz lehet:

- ivóvízellátásra,
- ipari vízellátásra,
- öntözésre és
- egyéb vízhasználatra alkalmas [4].

Horváth I. szerint más szempontból nézve ugyan, de az el z ekhez hasonlóan is a felhasználás módját veszi alapul a csoportosításnak. Véleménye szerint az alábbi min ségi osztályokat lehet megkülönböztetni:

I. osztály: tiszta víz, elvileg összes használatra alkalmas:

- kommunális vízellátás,
- élelmiszer és egyéb ivóvízigény ipari vízellátás,
- pisztrángtenyésztés,
- maximális igény fürdés.

II. osztály: kissé szennyezett víz, bizonyos vízellátásra és egyes ipari célokra megfelel el készítés után használható, el készítés nélkül az alábbi célokra használható:

- haltenyésztés,
- sport, üdülés,
- állattenyésztés vízellátása.

III. osztály: szennyezett víz, még számos célra használható. A víz el készítése igény lehet, de felhasználható:

- mez gazdasági öntözés,
- ipar.

Fontos azonban a gyakorlatban a felhasználás szűkebb célját is megadni, hiszen a vízminőségi igények igen eltérőek. Az ivóvíznél eltérő vas-és mangánkoncentráció a textiliparban, a fehérkelmék színezésénél megengedhetetlen. A magas sótartalmú artézi víz kiváló gyógyvíz, de öntözésre nem alkalmas. A gyakorlatban tehát valamilyen célra alkalmas vízminőségi megállapításáról van szó [5].

Az a víz, amely megfelel az aktuális ivóvízszabvány követelményeinek, ivóvíznek tekinthető. Az embereknek szükségük van tiszta édesvízre, amelyet megihatnak, amellyel moshatnak és moshatnak. Ez a víz általában folyókból, tavakból vagy felszín alatti vízkészletekből származik, és bizonyos kezelésen is átveszi, hogy emberi fogyasztásra alkalmas legyen [6]. Az ivóvíz minőségi követelményeit szigorúan szabályozzák a hazai és európai jogszabályokban foglalt kritériumoknak megfelelően. Hazánkban jelenleg az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet, illetve ennek módosításaként megszületett 65/2009. (III. 31.) Kormányrendelet van hatályban.

A vízminőségének meghatározása szakszerű mintavételből, valamint helyszíni és laboratóriumi fizikai, kémiai, bakteriológiai és biológiai vizsgálatokból áll. A jelenleg hatályos fenti rendelet előírja, hogy milyen vizsgálatok szükségesek egy adott vízmintából. Megszabja a mintavétel módját, a vizsgálatok számát, fajtáját vagy a vizsgálati módszerekkel szemben támasztott követelményeket is.

A 201/2001. Kormányrendelet meghatározza a vízre vonatkozó mikrobiológiai, illetve kémiai paramétereket, ez alapján a víz akkor felel meg az ivóvíz minőségének, ha nem tartalmaz határérték feletti mennyiség vagy koncentrációjú mikroorganizmust (Pl: *Escheria coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), parazitát, kémiai (pl: arzén, vas, nitrit, nitrát) vagy fizikai anyagot, amely az emberi egészségre veszélyt jelenthetne.¹

A mikrobiológiai és kémiai vízminőségi jellemzőknél kötelezően be kell tartani a paraméterekre vonatkozó határértékeket. Ha határérték túllépés történik, akkor „kifogásolt” minősítést kap a vizsgált minta és ivóvízként nem használható fel. Ezeken a paramétereken kívül vannak még úgynevezett indikátor (szennyezést jelző) paraméterek, melyeknek elsősorban ellenőrzési szerepük van, ezért esetükben a határérték túllépése nem jelent közvetlen közegészségügyi veszélyt, de valamilyen rendellenesség megjelenésére hívják fel a figyelmet, ezért a szükséges intézkedéseket meg kell tenni.

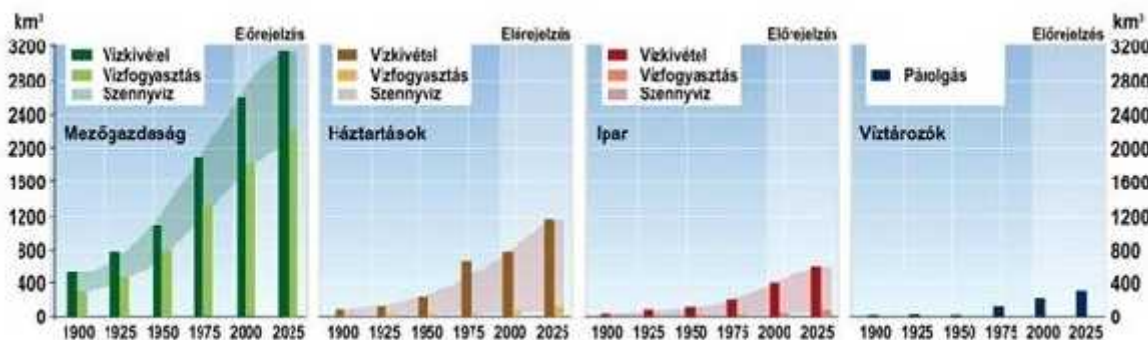
¹ 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről.

3. VÍZFELHASZNÁLÓK KÖRÉNEK VÁLTOZÁSA

A víz felhasználási területeinek megfelelően különféle csoportokat tudunk megkülönböztetni egymástól, amelyek vízminőségi szempontból más-más követelményi feltételeket támasztanak a fogadott vízzel szemben [7]. A legjelentősebb vízhasználói ágazat a mezőgazdaság, majd a háztartások, az ipar, és az egyéb célból tárolásra elkülönített szektorok. Az 1. számú ábráról leolvasható az egyes szektorok vízhasználatának az elmúlt évszázadban bekövetkezett jelentős globális növekedési tendenciája és a következő évtizedre becsült várható trendje.

A háztartások és az ipari szektor vízfogyasztása a mezőgazdasági szektor mögött marad, ennek ellenére hatásuk mégis rendkívül nagy, a környezetbe visszajuttatott szennyvíz szerves anyag tartalma miatt. A szennyvíz mennyisége és minősége sok tényezőtől függhet (gyártási termék, szezonális, időjárás, technológiai eljárás, stb).

A szektoronkénti globális vízfelhasználás is rendkívül nagy különbséget mutat az egyes régiók között, mely elsősorban a népességnövekedés és a gazdasági fejlődés függvénye. Például a háztartások egy főre jutó vízfelhasználása a fejlett országokban 500-800 liter naponta, míg a fejlődő országokban ennek csupán kb. hatoda 60-150 liter naponta.



1. sz. ábra: A globális vízhasználat alakulása ágazatonként a múltban, és becsült értéke a jövőben, 1900-2025 időszakra, UNEP nyomán

Forrás: [9]

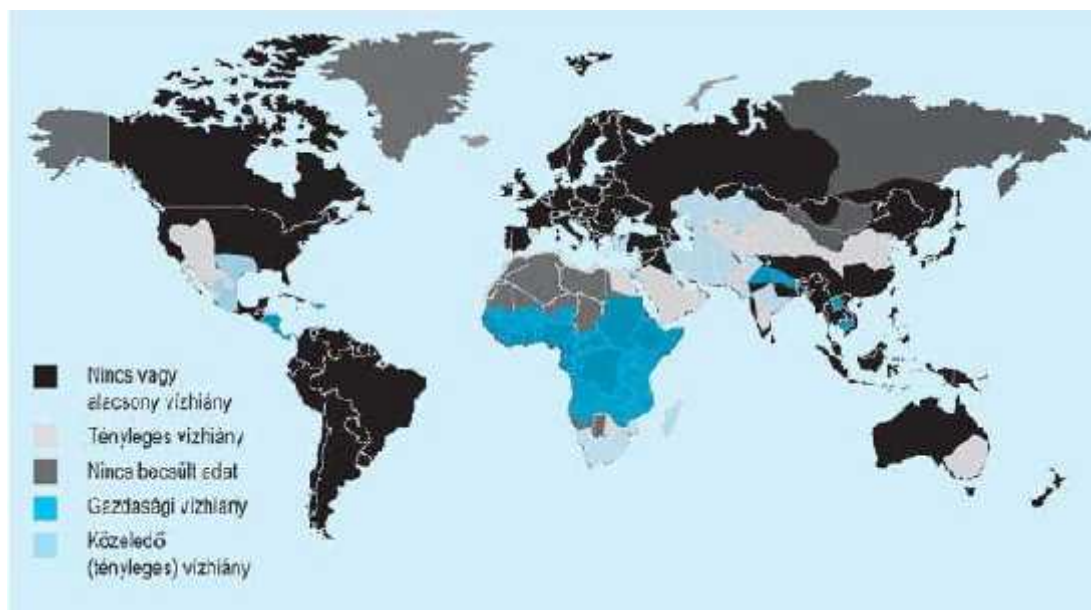
A világviszonylati vízfogyasztási tendenciákhoz hasonlóan alakul a vízfogyasztás hazánkban is. Ezen az ábrán megfigyelhető az elrejtett fogyasztás mértéke, melyet az 1980-as években úgy képzeltek el, hogy folyamatosan növekszik majd. Ehhez képest a Magyar Víziközmű Szövetség 2015-ben kiadott tanulmánya alapján a háztartások vízfogyasztása csökkenési tendenciát

mutat [8]. Ez köszönhető a megváltozott fogyasztási szokásoknak, a környezettudatos életnek, valamint az energiatakarékos termékek elterjedésének is, mely főképp az ipart és a háztartásokat érinti. A mezőgazdaságban hasonló tendencia érhető fel szárazságra és kevésbé vízigényes növényfajok telepítésének előnyben részesítésével [9].

4. VÍZKÉSZLETEINK ALAKULÁSA

A Föld vízkészleteinek változása kapcsán fontos megjegyezni, hogy eloszlása nem egyenletes a bolygónkon, és ez feszültséget szül az érintett térségekben, országokban. Az ivóvízhiány sajnos manapság már korunk egyik legnagyobb globális problémájává vált [10]. A jövőben egyre nagyobb eséllyel alakulhatnak ki fegyveres konfliktusok a vízhiány miatt, azonban ilyen jellegű feszültségeket már eddig is tapasztalhattunk [11]. Egyiptom még 1991-ben jelentette be, hogy ha szükséges, akkor kész katonai beavatkozás árán is megvédeni jogát a Nílus folyóhoz, Etiópiával és Szudánnal szemben [12]. Az Okavango folyó kapcsán pedig Namíbia, Angola és Botswana közt feszült a helyzet. A Zambézi folyó miatt szintén e hármas, és még a Dél-afrikai Köztársaság között vannak ellentétek. 2007-ben katonai összecsapásokhoz vezetett az afrikai Csád-tó száradása Nigéria, Csád és Kamerun szomszédos országok között, melyet Darfuri-konfliktusként ismer a világ [13]. Nézeteltérések vannak az India és Kína határterületén található Brahmaputra folyó körül is. Európai példaként Görögországot lehet megemlíteni, ahol a Kimolosz nevű szigeten mára már kiapadtak a tiszta ivóvízlel helyek.

Molden D. írásában kiemeli [14], hogy Földünkön hol találhatóak azok a területek, ahol ivóvízproblémák jelentkeznek mind mennyiségi, mind minőségi kockázati tényezők tekintetében. A következő ábrán jól látható, hogy legnagyobb mértékben az Afrikai kontinens kétharmad részén és Ázsia déli részein fordul elő vízhiány.



2. sz. ábra: Vízhiányos területek a Földön

Forrás [14]

Fontos még kiemelni a négy éve tartó szíriai válságot is, melyben a víznek is nagy szerep jut. Az ISIS² ugyanis fegyveres erővel átvette az Eufrátesz-Tigris rendszer gátjai fölött a hatalmat, és így ezáltal is nyomást gyakorol a térségre és megfosztja a palesztinokat az ivóvíz vételezés lehetőségeitől [15]. Biztonságpolitikai szempontból tehát elmondható, hogy mára már az ivóvízhiány szinte az egész világon kockázati tényezővé nőtt ki magát.

5. IVÓVÍZELLÁTÁS LEHETŐSÉGEI KATASZTRÓFAHELYZETEKBE

Természeti, vagy civilizációs katasztrófák bekövetkezése esetén sajnos legtöbb esetben lehet számolni a vízellátás akadással, vagy teljes kiesésével. A vízellátó rendszert ért káros hatások tekintetében mégis két lehetőséget kell elkülöníteni. Az egyik eset, amikor a katasztrófa következtében a vízbázis szennyeződik, például veszélyes anyag kerül a környezetbe, amely a talajba szivárogva eléri a vízréteget (tiszta vízszennyezés, vörösiszap katasztrófa), vagy árvízi elöntés következtében biológiai szennyeződések kerülnek a vízellátó

² ISIS: egy dzsihadista csoport, mely erőszakot alkalmaz főleg a síiták és a keresztények ellen.

rendszerbe. Ezekben az esetekben a rendszer elemei, szivattyútelepek, víztisztító berendezések, cs hálózatok nem sérülnek meg, tehát a vízminőség biztosítása érdekében kell a rendszerbe beavatkozni. Ez hosszabb rövidebb ideig eltarthat, ezért amíg a vízminőség nem felel meg a vonatkozó rendelkezésben elírtaknak, addig más forrásból kell a lakosság ellátását biztosítani.

A másik eset, amikor a vízellátó rendszer elemei is megsérülnek, tehát a szivattyúk, víztisztító berendezések, cs hálózatok fizikai károsodást szenvednek, például földrengés, robbanás történik, ekkor adott területen leáll a vízszolgáltatás és alternatív megoldásokat kell alkalmazni a lakosság ellátása érdekében [16]. Ha kis területet, egyetlen települést, vagy körzetet érint a vízellátás kiesése, akkor ideiglenes jelleggel tartálykocsik üzembe helyezésével is biztosítható a vízellátás.

Hosszabb idejű ellátási zavar esetén, más alternatív megoldások alkalmazása szükséges. Az ivóvízellátás folyamatos biztosítása érdekében hazánk Központi Ivóvízellátó Egységét tartás-készletben, melynek bázistelepe a F városi Vízművek Ftelepe. Az egység a BM OKF³ felügyelete alatt működik. Központi Polgári Védelmi Szervezet, amely tizenhárom mobil víztisztítóval, öt csomagoló zacskózó géppel képes az ivóvízellátást hosszabb ideig is biztosítani. A konténerekbe telepített berendezések igény szerint 0,5-10 literes zacskókba töltik a vizet, a készülékek megfelelnek a hatályos élelmiszerbiztonsági szabályoknak, háromévente felülvizsgálják és minősítetik azokat. A berendezések teljesítménye egységenként 2x4500 liter/óra. A Központi Ivóvízellátó Egységét a F városi Vízművek munkatársai önkéntes alapon működtetik, negyvennégy dolgozó mozgósítható szükség esetén. Felkészítésük folyamatos, évente kétszer kitelepüléssel járó gyakorlatot is tartanak, külföldi segítséget több esetben nyújtottak [17].

A vízműveknél van az az 1986-ban rendszerbe állított víztisztító/csomagoló-berendezés is, amely az OKF tulajdonában van ugyan, de a vízművek üzemelteti, teljesítménye 3000 liter/óra tisztítás, 2000 liter/óra csomagolás. Tisztításkor szűrő, UV-csírátlanítást hajt végre és a hosszabb eltarthatóság érdekében ezüstiont adagol a vízhez, így az tizennégy napig fogyasztható. A mobil berendezést használták például a tiszai cianoszennyezéskor is [17].

A Magyar Honvédségben 1996 óta alkalmaznak zászlóalj mobil víztisztító állomást, melynek termelékenysége ABV⁴ szennyezettségű vízforrásból 250 liter/óra, normál felszíni vízforrásból pedig 500 liter/óra. A víz tisztításához a berendezés vegyszermentes ultraszűrő rést

³ Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

⁴ ABV szennyezettség: atom- biológiai-vegyi szennyezettség

és fordított ozmózis⁵ technológiát használ. Ezen kívül alkalmaznak még nagyteljesítmény tábori víztisztító állomást is, melynek beállítása igen id igényes, viszont termelékenysége jelent sen meghaladja az el bb említett technológiáét. ABV szennyezettség esetén 2400 liter, normál felszíni vízforrásból 5000 liter, míg tengervízbe l 2800 liter ivóvizet tud el állítani óránként. A víz tisztításához vegyszeradagolással hatékonyabbá tett ultrasz rést és reverz ozmózis (RO) technológiát használnak. A megtisztított ivóvizet csomagoló berendezéssel 0,5, illetve 1 literes plasztik zacskókba csomagolják [18].

6. JÖV BENI FELADATOK

Magyarország földrajzi fekvésének és geológiai adottságának köszönhetően nem küzd vízhiánnyal, a felszíni és a felszín alatti vízbázisok még széls séges esetekben is képesek fedezni az ipari és lakossági vízigény szükségleteket. A globális felmelegedés hatására kialakuló extrém meleg nyarak során hazánkban is felléphet vízhiány, amikor a lakosság ellátása akadózhat. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a legmelegebb nyári napokon kialakuló vízfogyasztási problémákat kisebb korlátozásokkal a rendszer az ivóvíz kivételi helyek maximális kihasználása mellett kezelni tudta. Meg kell jegyeznünk ugyanakkor, hogy sem üzemzavar, sem egyéb m szakai meghibásodás, vagy rendkívüli esemény nem követbe ezekben az id szakokban, amely az ellátást nehezítette volna. Egy esetleges rendkívüli esemény – veszélyes anyagokkal kapcsolatos baleset, ipari katasztrófa – melynek során veszélyes anyag kerül a környezetbe, komoly veszélyt jelent az ivóvízbázisokra.

Veszélyt jelenthet ugyanakkor egy komoly árvíz, vagy özönvízszer es zés is, melynek során a vízszintemelkedéssel szennyvíz is kerülhet a környezetbe, ami komoly biológiai veszélyforrás. Ha a szennyez dések, akár vegyi anyagok, akár biológiai ágensek az ivóvízbe kerülnek, könnyen veszélyeztethetik az adott térség életét. Ebben az esetben más forrásból kell biztosítani a vízellátást [19]. A vízellátás a kritikus infrastruktúra egyik legfontosabb eleme, ezért akár terroristák célpontja is lehet. Fontos feladat tehát az ivóvízbázisok, a vízkivételi helyek védelme.

⁵ fordított ozmózis során egy hígabb oldattól féligátereszt és mechanikailag szilárd membránnal elválasztott tömény vizes oldatra az ozmózisnyomásnál nagyobb nyomás hat. Ilyenkor a vízmolekulák a hígabb oldatba áramlanak és a töményebb oldat koncentrációját növelik.

Fontos jövőbeni feladat továbbá a vízellátó rendszer energia hatékonyságának növelése, a folyamatos üzemmenet biztosítása. Ha súlyos ipari baleset, vagy más egyéb rendkívüli esemény hatására az ellátás akadna, vagy megszakás következne be, alternatív megoldások alkalmazása válhat szükségessé.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

A víz – elsősorban a tiszta ivóvíz – nélkülözhetetlen az emberi élet számára. A vízhiány vagy a rossz minőségű víz rengeteg olyan negatív kockázatot rejt magában, ami a hétköznapi, a lakossági szempontú felhasználhatóságát nehezítheti. A vízminőség biztosításának érdekében kiemelt feladat tehát a környezet és biztonság tudatos, felelős vízfelhasználás a vízbázisok védelme. A megfelelő minőségű ivóvíz biztosításának érdekében fontos a vízellátó rendszerrel történő folyamatos mintavételezés és részletes analitikai, valamint mikrobiológiai vizsgálatok végzése, amelyek kimutatják a vízszennyezéseket. Amennyiben környezetszennyezés történik, az adott szennyezés fajtára exponálva ki kell terjeszteni a vizsgálatokat az ivóvízbázis környéki felszíni vizekre, és talajra is, ezáltal nyomon követhető a szennyezés útja.

8. ÖSSZEGLÉS

A fenntartható vízgazdálkodásért az ipari, valamint a lakossági vízfelhasználóknak egyaránt erőfeszítéseket kell tenni. A globális klímaváltozás hatásaihoz szükséges alkalmazkodni vízgazdálkodás és vízfelhasználás tekintetében is. A fenntartható vízgazdálkodás elősegítése érdekében folyamatosan kutatni kell a témát, ennek megfelelően írásunkban áttekintettük a Föld vízkészleteiben, a vízfelhasználásban végbemenő változásokat, a vízgazdálkodás aktuális hazai kérdéseit. Felkívántuk hívni a figyelmet, a váratlanul bekövetkező rendkívüli események vízbázisra gyakorolt hatásainak kezelésére, ugyanis ezek ismeretében lehet eleget tenni a jövőbeni kihívásoknak. A víz életünk alapja, ugyanakkor biztonsági tényező is. A vízellátás a kritikus infrastruktúra egyik legérzékenyebb eleme, ezért a víztesteket ért bármilyen hatás mielőbbi kiküszöbölése fontos feladat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Kuti R.: A víz t zoltói felhasználhatóságának lehet ségei, korlátai. *Védelem Online T z- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 2015.* www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/536-a-viz-tuzoltoi-felhasznalhatosaganak-lehetosegei-korlatai.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 04. 27.)
- [2] Rác L.I.: Magyarország felszíni és felszín alatti vizeinek min sége, védelme. *Hadmérnök, IX/ 2 (2014), 257–266.* http://hadmernok.hu/142_24_raczi.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 04. 27.)
- [3] Berek T., Rác L. I.: Vízbázis, mint nemzeti létfontosságú rendszerelem védelme. *Hadmérnök, VIII/ 2 (2013), 120–133.* http://hadmernok.hu/132_11_berekt_rli.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 04. 27.)
- [4] Földi L., Halász L.: *Környezetbiztonság*, Complex Kiadó Kft. Budapest, 2009.
- [5] Horváth Imre: *Rendszertechnika és operációkutatás a vízmin ség gazdálkodásban*, BME Kiadó Budapest, 1978.
- [6] Kovács Zs., Kárpáti Á.: XXVI. kötet Ivóvíztisztás és víztisztaságvédelem. 1–75. In. *Környezetmérnöki Tudástár*. Veszprém: Pannon Egyetem- Környezetmérnöki Intézet, 2013.
- [7] Dini, M., Tabesh, M.: Water distribution network quality model calibration; a case study: Ahar. *Water Science and Technology: Water Supply*, 16 5 (2016), 1–17.
- [8] Magyar Víziközm Szövetség : *A magyar vízközm ágazat bemutatása*. Budapest: MaVíz, 2015. (Átfogó tanulmány) http://www.maviz.org/system/files/kpmg-maviz_vizikozmu_agazati_helyzetkep_20150513.pdf (Letöltés dátuma: 2017.04.27.)
- [9] Pongrácz R., Bartholy J.: *Hidrológia, vízügy, vízgazdálkodás*. Budapest: ELTE, 2013 (elektronikus egyetemi jegyzet) elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/AlkalmazottEsVarosklimatologia/ch03.html (Letöltés ideje: 2017.04.27.)
- [10] Szalkai-Széll A.: *Az édesvízhiány hatása a világbiztonságra, különös tekintettel a Közel-Keletre*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012. (Doktori értekezés).
- [11] Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus. In: Csengeri János, Krajnc Zoltán (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest (2015).

- [12] Norman Myers: Environmental Security Concerns. In. Stephen Stec, Besnik Baraj: *Energy and Environmental Challenges to Security, Part of the series NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*. Budapest: Springer, 2007.
- [13] Szalkai A.: Az édesvíz a fegyver konfliktusok hátterében Nyugat-és Dél-Afrika országaiban. *Hadtudományi Szemle*, 4 3 (2011), 99-106.
- [14] Molden, D.: *Water for food, Water for life*. London: International Water Management Institute, 2007. http://www.fao.org/nr/water/docs/summary_synthesisbook.pdf (Letöltés dátuma: 2017.04.27.)
- [15] Jägerkog, A.: Improving regional cooperation on shared waters. IWA: The International Water Association. <http://www.iwa-network.org/improving-regional-cooperation-on-shared-waters/> (Letöltés dátuma: 2017.04.27.)
- [16] Giczi István: Vízellátás katasztrófahelyzetben. *Hadmérnök V/ 2* (2010), 127-137. http://hadmernok.hu/2010_2_giczi.pdf (A letöltés dátuma: 2017. 04. 27.)
- [17] BM OKF Honlapja, <http://www.katasztrofavedelem.hu/> (A letöltés dátuma: 2017. 04. 27.)
- [18] Padányi J., Kállai E.: A vízellátás új technikai berendezése, *Katonai logisztika*, 13/ 2 (2005), 190-201.
- [19] Kátai-Urbán Lajos: Súlyos ipari balesetek megelőzését és a felkészülést célzó jogintézmények egységes rendszerbe foglalása, *HADMÉRNÖK IX.:(4)* pp. 94-105. (2014) http://hadmernok.hu/144_10_katai_urbanl_1.pdf (Letöltés dátuma: 2017.04.27.)

Takács Krisztina, PhD Hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, H-1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.; E-mail: takacs.krisztina@uni-nke.hu

Krisztina Takács, PhD Student, National University of Public Service, Military Technical Doctoral School H-1101, Budapest, Hungaria krt. 9-11; Email: takacs.krisztina@uni-nke.hu
ORCID: 0000-0002-9481-814X

Dr. habil. Kuti Rajmund PhD, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar, 9026, Győr, Egyetem tér 1.; E-mail: kuti.rajmund@sze.hu

Rajmund Kuti PhD, associate professor, Széchenyi István University, Faculty of Mechanical Engineering, Informatics and Electrical Engineering, H-9026 Győr, University Square 1.; E-mail: kuti.rajmund@sze.hu

ORCID: 0000-0001-7715-0814

A kézirat benyújtása: 2017.04.15.

A kézirat elfogadása: 2017.06.10.