

Kretz András¹

AZ IVÓVÍZKÉSZLET-SZENNYEZÉS FAJTÁI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A BIOLÓGIAI SZENNYEZŐDÉSEKRE

(TYPES OF WATER POLLUTANTS WITH PARTICULAR REFERENCE TO BIOLOGICAL CONTAMINANTS)

Napjainkban komoly globális probléma, hogy a vizeink elszennyeződnek, a vízminőség romlik. Felmerül a kérdés, hogy melyek a szennyező tényezők, és mi a vízszennyezés kialakulásának oka manapság. További kérdés, hogy melyek a biológiai szennyezéseket okozó élőlények, és mik az ellenük való védekezés lehetőségei. A cikkben a szerző vizsgálja a vizek biológia jellegű szennyezésének okait, formáit és az ellene való védekezés lehetőségeit.

Kulcsszavak: vízminőség, vízszennyezés, biológiai szennyeződés, vízgazdálkodás, környezeti katasztrófa

Nowadays, it is a serious global problem that our waters are dirty and water quality is getting worse. The question arises what are the polluting factors and what is the cause of water pollution today. Another question is what biological organisms are causing biological contaminants and what is the potential for controlling them. In this paper, the author examines the causes, forms and possibilities of defending water biological pollution.

Keywords: water quality, water pollution, biological contamination, water management, environmental catastrophe

BEVEZETÉS

A vizek szennyezése egyidős az emberiség történelmével, de mindenkorban más- és más okai és következményei voltak. Míg a középkorban a folyók szennyezése jól látható, gyorsan felfedezhető következményekkel, a járványokkal hívták fel magukra a figyelmet, napjainban gyakran évtizedekig is rejtett maradhat egy-egy szennyező tényező. A vízszennyezés problémakörével napjainkban is elég gyakran találkozunk, és kiemelt fontosságú, hogy vizsgáljuk a vízszennyezés okait, körülményeit és az ellenük való védekezés lehetőségeit. Ha ivóvízkészleteink minőségét meg tudjuk védeni, akkor a lakosság egészségének védelméhez is hozzájárulunk. Különösen igaz ez a vizeket érintő katasztrófák során. A vizeink védelme érdekében ismerni kell az esetleges veszélyek okait, fajtáit, a szennyezést okozó tényezőket napjaink új kihívásainak tükrében. Különösen igaz ez az ivóvizek védelmére.

Az emberi beavatkozások hatására gyakran idegen, emberre veszélyes anyagok kerülnek a vizekbe. A legjelentősebb vízszennyezőként az ipari tevékenységeket kell megemlítenünk, amelyek során nagy mennyiségű szerves, illetve ásványi szennyező anyagok okozhatnak

¹ Kretz András, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, PhD hallgató, E-mail: andras.kretz@gmail.com ORCID: 0000-0002-5096-6298

vízszennyezést. A szennyező forrásokhoz tartozik még a kommunális eredetű szennyvíz is, illetve a mezőgazdasági tevékenységek során fellépő kockázatok, mint például a növényvédőszer maradékok, a különféle műtrágyaszármazékok, többek között nitrát, foszfor, kálium stb, melyek az emberi egészségre veszélyesek lehetnek. A biológiai eredetű kockázatok közül a vírusokat, baktériumokat emelhetjük ki, ugyanis a biológiailag szennyezett víz elfogyasztása gyakran vezethet megbetegedések, fertőzések kialakulásához. Az ivóvizek kockázati tényezőihez tartoznak a fizikai, kémiai, radiológiai, illetve biológiai eredetű problémák. Jelen cikk terjedelme azonban nem teszi lehetővé, hogy mindegyiket részletesen bemutassam, ezért a következőkben csak a biológiai eredetű kockázatokat mutatom be.

Ebben a kutatásban a vízszennyezések típusait, a vízbázisokat fenyegető leggyakoribb veszélyeket mutatom be. Ehhez kapcsolódóan részletezem a vízgazdálkodás feladatait, szerepét, illetve felhívom a figyelmet a vízbázisok védelmére. Céлом bemutatni azokat a szennyező tényezőket, melyek a felszíni és a felszín alatti vízkészleteket veszélyeztetik, ezek közül is kiemelt figyelmet fordítva a biológiai eredetű szennyeződésekre. A vízbázisokat fenyegető veszélyek között vizsgálom a környezeti katasztrófák következtében beálló hatásokat, mint például a rendkívüli időjárási viszonyok és az ennek hatásaként kialakult árvíz, belvíz, földcsuszamlások, melyek a vizek minőségét jelentősen ronthatják.

Az ilyen helyzetekben kiemelt figyelmet kell fordítani a vizeink tisztítására, ugyanis a szennyezett víz elfogyasztása komoly egészségügyi problémák, járványok kialakulásához is vezethetnek, ezért elemzem a víztisztítás lehetséges módjait. Kutatásaimmal fel kívánom hívni a figyelmet a biológiai eredetű szennyeződések és a katasztrófák összefüggéseire, illetve a vízgazdálkodás kiemelt szerepére.

Fontosnak tartom továbbá áttekinteni a biológiai vízminőség elemeit, mutatószámait és azonosítani a vízgazdálkodással való összefüggéseit.

BIZTONSÁGOS VÍZGAZDÁLKODÁS

A vízkészlet védelme mindig fontos törekvése volt az államoknak, és ez napjainkban sincs másképp. A WHO és az UNICEF Közös Monitoring Program (JMP) keretében végzett vizsgálatok eredményei szerint 2008-ban 884 millió ember nem jutott megfelelő minőségű és mennyiségű ivóvízhez, és 2,6 milliárd ember nem rendelkezett megfelelő higiéniai körülményekkel. A kialakult konfliktushelyzet arra figyelmeztet, hogy a globális vízkészlet-gazdálkodásnak nem szabad megsértenie azokat az alapelveket, melyeket 1948-ban a Víz Chartában (Európa Tanács 1948. május 6. Strasbourg) deklaráltak. A korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló vízkészletek nem megfelelő hasznosítása ugyanis veszélyezteti a környezetet és a fenntartható fejlődést. Ez a felismerés készítette a különböző országokat a víz védelmet szolgáló egyezmények és jogszabályok megalkotására. Ezek igen szerteágazóak. A 17 jelentősebb vízgazdálkodást, vízhasználatokat érintő nemzetközi, valamint hazánkat is érintő vízegyezmények áttekintő összefoglalását, a Víz Charta 12 pontját az értekezés 3. számú melléklete tartalmazza. [1]

A vízszennyezések témaköréhez kapcsolódóan ki kell térnünk a vízgazdálkodás fogalmkörére is, ugyanis fő tevékenységeihez tartozik többek között a természetes vizek

mennyiségi és minőségi védelme a más ágazatokból érkező veszélyeztetések, szennyezések ellen. [2]

A vízgazdálkodással kapcsolatos alapvető szabályokat a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény tartalmazza. Lefekteti a környezet védelmének általános állami és önkormányzati tevékenységi rendszer alapjait. Meghatározza a környezetvédelmi igazgatási rendszer felépítését és az egyének felelősségén keresztül, a társadalom egészének felelősségét a környezetük védelmében. [3] Vizsgáljuk meg ebből a témakörből a vízszennyezés a fogalmát és következményeit!

VÍZSZENNYEZÉS ÉS ANNAK KÖVETKEZMÉNYEI

Korunk egyik legmélyrehatóbb problémája, a vízszennyezés fogalma többféle megközelítésben definiálható. A legegyszerűbb megfogalmazás szerint a vízszennyezés alatt az emberi tevékenység hatására kialakuló olyan körülményeket értjük, amelyek közvetlenül befolyásolják a felszíni, illetve a felszín alatti vizek minőségét.

Más megközelítésben a különböző veszélyes és egyéb anyagoknak a természetes vizek koncentrációját meghaladó értéke a vízszennyezés. Egy harmadik definíció szerint vízszennyezést okoz minden olyan anyag megjelenése a vízben, amely károsan befolyásolja a természetes víz emberi fogyasztásra alkalmasságát, illetve korlátozza vagy lehetetlenné teszi a vízi élet számára. [4] Egyes nézetek szerint vízszennyezésnek nevezünk minden olyan hatást, amely felszíni és felszín alatti vizeink minőségét úgy változtatja meg, hogy a víz alkalmatlan lesz emberi fogyasztásra és a vízben végbemenő természetes életfolyamatok gátlódnak vagy teljesen megszűnnek. [5]

A megfogalmazások különbözősége ellenére is van közös gondolat bennük, miszerint valamilyen szennyező anyag a vízbe kerülve, annak minőségét, emberi fogyasztásra alkalmasságát tönkreteszi. Ennek egészségkárosító hatása mind az egyén, mind a társadalom szintjén komoly problémákat vet fel, és a vízhiányos területeken biztonságpolitikai kérdéssé válhat.

A szennyező anyag vízbe jutása, illetve a víz szennyezése két módon történhet. Az egyik a **pontszerű szennyezés**, mely során a szennyező anyag a szennyező forrásból csővezetéken, vagy nyílt csatornán keresztül kerül a felszíni vagy felszín alatti vizekbe. Ilyen jellegű szennyezés például egy üzemből származó szennyvíz, vagy olajvezeték meghibásodása miatti talajvízszennyezés. A másik mód pedig a **nem pontszerű (diffúz) szennyezés**, amikor is a szennyező anyag nagyobb térbeli kiterjedésben kerül a vízbe. Ilyen jellegű szennyezést okoznak például egy zápor hatására bekövetkező felszíni lefolyással egy állóvízbe jutó, a talajból kimosódó növényi tápanyagok, vagy egy szabálytalan hulladék (szemét) lerakóból a csapadék hatására a talajvízbe mosódó toxikus anyagok. [6]

A szakemberek általában a pontszerű szennyeződésekre fordítanak nagyobb figyelmet, mert ezek könnyebben ellenőrizhetőek, mint a diffúz szennyeződések, pedig ezek hozzávetőlegesen a felét teszik ki a vizekbe áramló összes szennyeződésnek. A területi szennyeződések jellege, összetétele és dinamikája időben és térben jóval nagyobb változékonyságot mutat, mint a tipikus pontszerű szennyeződési formák.

A szennyező anyag hatására a vízminőség romlás a felszíni, illetve felszín alatti vizek esetében egyaránt bekövetkezhet. A szennyezés folyamata a szennyező anyag vízbe jutásával

KRETZ ANDRÁS: Az ivóvízkészlet-szennyezés fajtái, különös tekintettel a biológiai szennyeződésekre

kezdődik (emisszió), majd a vízben terjedve (transzmisszió) folytatódik, és így kisebb-nagyobb víztömeg szennyeződhet (imisszió).

A szennyezőanyag továbbterjedésének mértékétől függően, a szennyeződés kiterjedésétől függően

- lokális (helyi)
- vízgyűjtőre kiterjedő (fluviális)
- regionális és
- kontinentális lehet.

Ha a szennyezés váratlanul, hirtelen valamely baleset, műszaki meghibásodás, mulasztás hatására helyi jelentőséggel, erőteljesen következik be, akkor havária-szerű szennyezésről beszélünk. [4]

A vízbázisokat fenyegető veszélyeket 3 nagy csoportra oszthatjuk:

- civilizációs eredetű veszélyek (pl.: ipari baleset, járvány, tüzeset)
- szándékos, ártó jellegű cselekmények.
- természeti eredetű veszélyek (pl.: árvíz, belvíz, aszály, földrengés)

A **civilizációs eredetű veszélyek** az emberi tevékenységgel összefüggésben, helytelen emberi beavatkozás, mulasztás vagy figyelmetlenség hatására következnek be. Ide soroljuk például az ipari baleseteket, a különféle járványokat, tüzeseteket.

A második csoport a **szándékos, ártó jellegű cselekmények**, melyek kifejezetten a létfontosságú rendszerek, pl. ivóvízbázisok ellen irányulnak. Terrorista cselekményeknek, szabotázsnek minősül a szándékos mérgezések, szennyező és/vagy mérgező anyagok ivóvízbe való juttatása. A radioaktív, a mérgező és fertőző anyagok használatával szélsőséges nézeteket valló vallási szekták, nacionalista terrorszervezetek, egyéni terroristák fenyegethetnek és szándékozhatnak elérni céljaikat. A nem őrzött vagy nem megfelelően őrzött vízbázisokba könnyűszerrel bejuttathatják a szennyező vagy fertőzést okozó anyagokat, megbetegítve így akár több ezer embert. Bár legnagyobb eséllyel a víznyerő helyek vannak kitéve ilyen jellegű katasztrófaeseményeknek, sajnálatos módon azt kell mondanunk, hogy a vízellátó lánc bármely eleménél előfordulhat. Ezért is kell kiemelt figyelmet fordítanunk a vízbázisaink, vízforrásaink megfelelő biztosítására. [7]

A harmadik csoportba tartoznak a **természeti eredetű veszélyek**, melyek emberi tevékenységtől függetlenül, a természet erőinek hatására, elemi csapásként fordulnak elő. A klímaváltozás hatásainak erősödése, illetve az időjárási szélsőségek gyakorisága miatt egyre inkább számítanunk kell a különböző elemi csapásokra, melyeknek sok esetben jelentős vízszennyező hatásuk is van.[8] Ezek következtében az amúgy is veszélyeztetett lakosság körében járványok, fertőzések alakulhatnak ki. Külön kihívást jelent ez, ha a védelmi szervek, a védekezésért felelős erők körében alakul ki a járvány.

Magyarország földrajzi helyzete alapján megállapítható, hogy Európa egyik árvizektől leginkább fenyegetett területének számít.[9] Az árvizek során mind a víznyerő helyek, mind pedig a felszíni és felszín alatti vizeink szennyeződhetnek.

Az ország különösen kiszolgáltatott helyzetben van, mert a felvízi államok esetében fennáll az a veszély, hogy elhasználják vagy elszennyezik a víz jelentős részét. [10] Vizeink minőségét rendkívüli módon befolyásolják a külföldi eredetű vízszennyezések, ugyanis a nagyfolyóink belépő szakaszainak vízminősége rosszabb, mint a kilépő szakaszainál. [11] Rendkívüli

események bekövetkezésekor számolnunk kell azzal a problémával is, hogy felszíni vizeink mikrobiológiai rendszere negatív irányban megváltozik, és ilyenkor hatásos megoldás lehet a víz fertőtlenítése, melynek célja, hogy az emberi fogyasztásra szánt vízben élő, egészségre káros mikroorganizmusok elpusztuljanak, illetve elveszítsék fertőzőképességüket. A fertőtlenítés azért is kiemelt jelentőségű feladat, hiszen ezzel megakadályozhatjuk az esetleges járványok, megbetegedések kialakulását. Fertőtleníteni kell az ivóvizet minden olyan esetben, amikor a vízvizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy időszakosan vagy állandó jelleggel fennáll a bakteriológiai szennyeződés veszélye.

BIOLÓGIAI VÍZMINŐSÉG

A biológiai vízminőség egy olyan fontos mutató, amely a víz azon tulajdonságainak összességét jelenti, amelyek a vízi ökoszisztémák életében fontosak, létrehozzák és fenntartják azokat. A biológiai vízminőség jelenségei, változásai és mutatószámai 4 tulajdonságcsoportba sorolhatók: halobitás, trofitás, szaprobitás, toxicitás.

A **halobitás** a víz azon szerves kémiai tulajdonságainak összessége, amelyek biológiai szempontból fontosak, például: összes sótartalom, ionösszetétel. Ha a víz halobitása megváltozik, akkor a benne élő szervezetek minőségi és mennyiségi összetétele is megváltozik.

A **trofitás** a vízi ökoszisztéma elsődleges szervesanyag-termelésének a mértéke, amelyhez fém, szerves növényi tápanyagok, megfelelő hőmérséklet és klorofill tartalmú növényzet szükséges. Ha a növényi sejtek felépítéséhez szükséges elemek közül csak egy is hiányzik, az gátló tényezőként hat. Legtöbbször a foszfor a minimumfaktor, emiatt a foszfort tartalmazó szennyvizek élővizekbe engedése a vízi növényzet elburjánzását okozza. A trofitás fokának jellemzésére a vízben élő algák száma, a klorofill tartalom, valamint a foszfor- és nitrogénformák alkalmasak.

A **szaprobitás** a vízben lévő holt anyagok lebontásának a mértéke, ez a heterotróf vízi szervezetek számára táplálékul alkalmas nem mérgező, hozzáférhető (biokémiailag lebontható) szerves anyagok mennyiségétől függ. Meghatározására több kémiai paraméter (nitrogénformák, kémiai, biokémiai oxigénigény stb.) mérése, valamint az élőlények szaprobiológiai indikációs elemzése ajánlott. [5] [12]

A **toxicitás** a víz mérgezőképessége, ami a toxikus anyagok jelenlététől függ és a vízi élőlények aktivitás-csökkenésével, súlyosabb esetben elpusztításával hat a vízminőségre. Mértékét azzal a hígítással jellemzik, amilyen hígítású vízben adott idő alatt a kísérleti élőlények fele életben marad. Meghatározása különböző biológiai tesztekkel történik. [13]

Ezek a mutatók vízszennyezés során sérülhetnek, ha maga a víz a fertőző tényező, akkor mérgezővé válik.

BIOLÓGIAI EREDETŰ KOCKÁZATI TÉNYEZŐK

A vizek minőségromlását fizikai, kémiai, radiológiai és biológiai eredetű kockázati tényezők is okozhatják. A következőkben a biológiai kockázatokat mutatom be, melyek sok esetben az emberi szervezetre is káros hatással lehetnek. A biológiai veszélyek közül leginkább a baktériumokat, vírusokat, protozoonokat, gombákat, férgeket kell megemlíteni, melyek sok

esetben járványokat, fertőzéseket okozhatnak. A vízzel kapcsolatos fertőző megbetegedések főleg hasmenéssel, hányással és magas lázzal járnak, de lehetnek egyéb más tünetek is. Az ilyen jellegű fertőzések pedig általában nem csak egy embert érintenek. Sok esetben alakulhatnak ki járványok. [7]

A biológiai eredetű kockázatoknál meg említeni a víz szennyeződésének egyik legnagyobb forrását, az ipart, ezen belül is a vegyipar, élelmiszeripar és könnyűipar okozza a legtöbb problémát. A szennyvizet ugyanis gyakran előzetes tisztítás nélkül vezetik a felszíni vizekbe, s ez veszélyesebbnek mondható, mint a kommunális szennyvíz, hiszen nagy mennyiségű szerves, illetve ásványi szennyező anyagot tartalmaznak, sőt előfordul az is, hogy mérgező anyagot is találunk benne. A kommunális eredetű szennyvizek tulajdonképpen a települések használt vizét jelentik. Ebben leggyakrabban szerves anyagok, fehérjék, zsírok, szénhidrátok találhatóak meg. Ezen kívül meg kell említeni, hogy biológiai szennyezők is fellelhetők, többek között vírusok (pl. Hepatitis A, Norwalk vírus), illetve baktériumok (pl. Escherichia Coli, egyéb coliform baktériumok).[5]

A nem megfelelő körülményekkel végzett mezőgazdasági munka is sok problémát jelent, hiszen a szerves-, illetve műtrágyázás által nitrátot, foszfort, káliumot, növényvédő szer maradványokat, és egyéb egészségre veszélyes anyagot juttathat a vízbázisokba.[5] A mezőgazdasági eredetű diffúz szennyezést a magas ammónia-nitrát koncentráció okozza. [11] Az ivóvízforrást és az ivóvízminőséget a mikrobiológiai és biológiai tulajdonságuk alapvetően meghatározza. Az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet határozza meg a kötelezően vizsgálandó bakteriológiai paramétereket, illetve az ezekhez tartozó határértékeket. Ezen paraméterek betartásával lehet garantálni a megfelelő minőségű ivóvizet. A következőkben megvizsgálom, hogy milyen biológiai fertőző anyagok lehetnek a vízben.

Baktériumok

A baktériumokat csoportosíthatjuk aszerint, hogy melyek azok, amelyek jelenléte vízminőség romláshoz vezet, illetve közegészségügyi szempontból veszélyesek, vagy járványokat okoznak.

A **vízminőség romlását** idézheti elő a Clostridium perfringens, mely a szulfitredukáló anaerob baktériumok közé tartozik. A spórái a vízben hosszú ideig élhetnek és a fertőtlenítésnek is jól ellenállnak. Eltávolításuk a vízből szűréssel lehetséges. Jelenlétük az ivóvízben a szűrési eljárás hibáira utal. [14]

A Coliform baktériumcsoport az Enterococcusokhoz hasonlóan úgynevezett fekális indikátor, vagyis jelenlétük szennyvíz eredetű szennyeződésre, illetve kórokozó előfordulására utal. Elsősorban az általános bakteriális szennyezettség fokmérője. [15]

A 22°C-on növekvő baktériumok telepszáma a vízhálózat általános bakteriális szennyezettségéről, valamint a hálózat és az ivóvíz bakteriális növekedést támogató állapotáról ad felvilágosítást. A magas telepszám általában a vízhálózatban történő utószaporodás következménye.

Hozzájárulhat a hálózat korróziója, a víz pangása, vagy a nyersvíz nagy szervesanyag tartalma is. Eredendően nagy telepszám jellemző olyan területeken is, ahol a nyersvíz hőmérséklete tartósan magas. A 22°C-os telepszámot emberre veszélytelen környezeti baktériumok adják,

jelentős egészségkockázatuk nincs. Indikátor baktérium, azt jelzi, hogy a vízrendszerben uralkodó körülmények mennyire teszik lehetővé baktériumok szaporodását. A telepszám megemelkedése esetén az elsődleges megoldás a hálózat szivacsos mosatása az ásványi vagy mikrobiális lerakódások eltávolítására. [14]

Közegészségügyi szempontból problémát okozhat a *Pseudomonas aeruginosa* és a *Legionella* is. A *Pseudomonas aeruginosa* gyakran megtalálható a talajban, vízben, szennyvízben és fekáliában. Fekáliás indikátorként nem alkalmas a vízben és vízzel érintkező szerves anyagok felszínén való szaporodási hajlama miatt. Fertőzésveszélyt hámsérülések, sebek, illetve belélegzés útján jelent. Jelenléte a víz mikrobiológiai minőségének romlására utal. [7] Alkalmi patogén, főleg csecsemőkre, legyengült, beteg szervezetekre veszélyes. [16]

A *Legionella* vizes közegben általánosan előforduló baktérium nemzetség. Több mint 50 faja ismert, ebből legalább 20 lehet emberi kórokozó is. A fertőzést nem a vízivás, hanem a *Legionellát* tartalmazó vízpermet belélegzése okozza (pl. zuhanyozás során, vagy a WC öblítésekor). Egészséges emberre általában nem veszélyes, inkább a legyengült immunrendszerűek számára jelent egészségügyi kockázatot. Elszaporodhat bármely olyan épített vizes környezetben, ahol lassú áramlású vagy pangó víz van jelen, amelynek hőmérséklete 20-55 °C között van. [7]

Az *Esherichia coli* enterális fertőzést okozhat, azonban leggyakrabban nem maga a baktérium jelent egészségügyi kockázatot, hanem a coliformokhoz hasonlóan fekális indikátor.[15][15]

A **járványt okozó baktériumok** a *Vibrio*, illetve *Shigella* fajok. A *Vibrio cholera* okozta súlyos járványokban milliók pusztultak el a múltban, azonban a fertőzés még ma is gyakori egyes országokban. A fertőzés forrása a fekáliával szennyezett ivóvíz, az ezzel öntözött, mosott élelmiszer. A kolera az egyik leggyorsabban kifejlődő betegség. A baktérium enterotoxint termel, amely tönkreteszi az iontranszportot a bélhámsejtekben, ennek következtében pedig dehidratáló hasmenés következhet be. A halálozási arány megfelelő terápia nélkül nagyon nagy, 20-60%. [17][17]

A *Shigella* nemzetségben négy fajt különítenek el, melyek a vérhas kórokozói. Hazánkban a *Shigella sonnei* a legelterjedtebb. Emberről emberre közvetlenül vagy közvetve (étellel, vízzel, széklettel) terjed, hasmenéssel, véres székletürítéssel és végbélgyulladás járó fertőző betegség. Általában 3-5 nap alatt spontán gyógyulás következik be, de csecsemőknél és alultáplált felnőtteknél a dizentéria halálos végkimenetelű is lehet. [16]

A felsorolt mikrobiológiai jellemzőket és az ezekhez tartozó határértékeket az 1. táblázatban találhatjuk. Látható, hogy a vízben nem lehet jelen *Esherichia coli*, *Enterococcus* baktérium, *Pseudomonas aeruginosa*, illetve szintén 0 a határérték az enterális vagy egyéb kórokozó mikroorganizmusokra is.

Vizsgálati jellemző	Határérték	Előírás
Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml	201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet
Enterococcusok	0/250 ml	
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml	
Telepszám 22 °C-on	100/ml	
Telepszám 37 °C-on	20/ml	
Legionella	kockázatkezelési intézkedési szintenként eltérő	49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet
Enterális vagy egyéb kórokozó mikroorganizmus (pl. Shigella, Salmonella, Vibrio)	0/5000 ml	MSZ 450/1-1989

**1.táblázat: Mikrobiológiai vízminőségi jellemzők határértékei.
Szerző összeállítása[18][19][20] források alapján**

Vírusok

A vírusok vízből való kimutatása, vizsgálata jóval nehezebb, mint a baktériumoké. Ezenkívül nehezíti a helyzetet, hogy a hazánkban érvényben lévő rendeletek nem tartalmaznak ezekre vonatkozóan kötelező vizsgálatokat, illetve határértékeket. Vizekben a vírusok hosszú ideig (3-10 hónapig) életben maradhatnak, emellett pedig rendkívül ellenállóak, csak az erős fertőtlenítőszeres inaktíválják őket. A vízben esetlegesen előforduló vírusok az alábbiak: Hepatitis A, Calicivírusok Adenovírusok, Enterovírusok, és Rotavírusok. [16]

A vízben terjedő vírusok közül a legismertebb kórokozó a Hepatitis A. A legfőbb fertőzésforrás az ivó illetve mosdóvíz nem megfelelő higiéniai szintje, illetve nem megfelelő minősége. Az ételek fogyasztásakor főleg a nyers zöldségek és gyümölcsök, és általánosságban minden nyersen elkészített ételtől is javasolt óvakodni, a fertőzésveszély csökkentése érdekében. Egy-két hétig tartó, sárgasággal és rossz közérzettel járó megbetegedést okoz. A vírus a beteg székletével ürül.

A calicivírusok közé tartozó norovírusok (Norwalk-vírusok) okozta megbetegedések a nátha után a második leggyakoribb vírusos fertőzések. Gyomor-bélrendszeri fertőző betegséget okoznak. [16]

Az adenovírusok gyakran okoznak felső légúti megbetegedéseket, de a legtöbb fertőzés nem súlyos. Okozhat megfázásos tüneteket, torokfájást, hörghurutot, tüdőgyulladást, hasmenést és kötőhártya-gyulladást. Csecsemőknél és gyermekeknél lázzal járó gégegyulladást okozhat.[21]

Világviszonylatban a rotavírus fertőzés okozza a legtöbb hányással és vizes hasmenéssel járó megbetegedést a gyermekek és csecsemők körében. Súlyosabb esetben kiszáradást is okozhat. A lappangási idő általában 2 nap. A fertőzés forrása a víz, azonban a kontaktus útján való terjedésének gyakorisága is nagy. Gyakran ez okozza az utazók hasmenésének nevezett betegséget is. Veszélye abban rejlik, hogy a nagyfokú vízvesztés következtében enyhébb vagy súlyosabb fokú dehidratáltság alakul ki, akár életveszélyes állapot is kialakulhat. [17]

Egyéb biológiai kockázatok

Protozoák, vagyis állati egysejtűek közül hazánkban a leggyakrabban *Giardia duodenalis* fajok és a *Cryptosporidium parvum* fordul elő. Mindegyik fajról elmondható, a fertőzés forrása a fekáliával szennyezett víz. A fertőzött embereknél fejfájás, hányás, hasmenés, kiszáradás jelentkezik. Megelőzésükben fontos a személyi és a környezeti higiénés rendszabályok betartása és a víz fekális szennyeződésének elkerülése. [17]

A **férgesek** közül az emberi szervezetet víz útján fertőzik a hengeresférgek, illetve szalagférgek. Jelenlétük külső szennyeződést, a vízhálózat műszaki problémáját, csőrepedést, csőszerelvények nem megfelelő illeszkedését jelentheti. Általában nem paraziták, viszont az általuk elfogyasztott egysejtű kórokozóikkal fertőző ágenssé képesek válni. Szerencsére az ivóvízben az előfordulásuk nagyon ritka. [17] [17]

A **cianobaktériumok**, vagy ismertebb nevükön kéalgák a baktériumokkal szoros rokonsági kapcsolatban állnak. Sejtjeik felépítése alapvetően megegyezik a baktériumokéval, azonban ostoros formáik nincsenek. Toxikus változataik is ismertek, melyek májgyulladást okozhatnak. Meleg időjárás esetén túlszaporodhatnak, és így vízvirágzást okoznak. [22]

Vas-mangán baktériumok Az ivóvízben leggyakrabban előforduló élőlénycsoport. A hálózatban elszaporodva okozzák a víz sárgás-barnás elszíneződését, továbbá íz- és szagrontó hatásuk van. A korróziós és rozsdásodási folyamatokban is szerepet játszanak. A vasbaktériumok a kétértékű vasat oxidálják háromértékű vassá, ami vas-hidroxid csapadék formájában kiválik, üledék képződik. A vasbaktérium elszaporodását nagyban elősegíti a hálózatban pangó víz, így az áramlás hiányában könnyebben letelepsznek és fejlődnek. Az emberi szervezetre nem veszélyesek, nem kórokozók. Jelenlétük nem feltételez külső eredetű szennyeződést, de nagy mennyiségben elszaporodva technológiai problémákat okoznak, és rontják a víz minőségét. Az algák egy- vagy többsejtű foto-autotróf eukarióta élőlények. A többsejtűek közül a legismertebbek: kovaalgák, zöldalgák, sárgaalgák, barázdás moszatok, ostorosmoszatok. Felszíni vizekből és parti szűrésű vizekből származnak leginkább. Íz-, szag- és színrontó hatásúak.

A **gombák** a felszíni vizekben, és a szennyvizekben is előfordulhatnak, legismertebb képviselői a *Fusarium*, a *Leptomitus* és a *Achlya*. Előfordulásuk ivóvízben technológiai hiányosságokra, állagromlásra utal. Legtöbbször a gombák vegetatív szaporító-képletei, azaz a spórák vagy a kisarjadzó gombafonalak láthatóak. A gombaspórák lehetnek vízminőség rontók. Az egészségre károsak, ha különböző toxinokat termelnek. A *Fusarium* spp. például toxin-termelő faj. Vannak köztük olyanok, melyek háttérszennyezőként a levegőből, talajból jutnak be a vizekbe. Ezek a fajta gombák belélegezve okoznak allergiás légúti megbetegedéseket. [7]

A fentiekből látható, hogy a vizek fertőzését alapjában véve a vírusok, baktériumok, gombák, protozoonok okozzák, amelyek viszonylag gyorsan mutálódva rendszerint magas ellenállóképességgel rendelkeznek, és gyakran rezisztensek a korábban bevált védekezési módokkal szemben. A hatásuk nagyban függ attól, hogy a fogyasztó milyen korú, milyen a tápláltsága, a szervezete mennyire ellenálló. A fertőzés terjedése pedig összefüggésben van az érintettek felvilágosítva és mennyire tartják be a járványügyi szabályokat.

A VÍZ BIOLÓGIAI FERTŐZÉSÉNEK, VALAMINT A VÍZ OKOZTA FERTŐZÉSEK MEGELŐZÉSE

A víz biológiai fertőzésének megelőzése kardinális kérdés, melynek sok területre ki kell terjednie. Korábban vízügyi és polgári védelmi feladat volt², napjainkra ösztársadalmi feladattá vált. Elsősorban az országos szabályzások és hatósági munka az alapja. Emellett fontos feladata van benne az ipari tevékenységet folytatóknak, az azok ellenőrzését végző hatóságoknak, a telephely-engedélyezést folytató igazgatási szerveknek, valamint az állampolgároknak egyaránt.

A téma vizsgálata kapcsán ki kell térni a szennyezett víz által okozott problémákra is így a fertőzésekre. Amennyiben a víz fertőzött, járvány alakulhat ki. Ebben az esetben a vonatkozó szabályzók alapján a település polgármestere, a helyi és megyei védelmi bizottságok elnökei, valamint az egészségügy illetékes szervei határozzák meg a teendőket. A fertőző betegségek és járványok megelőzése érdekében szükséges járványügyi intézkedésekről szóló 18/1998. (VI.3.) NM rendelet tartalmazza többek között a kialakult járvány esetén a teendőket, az alkalmazandó fertőtlenítési eljárásokat, módszereket.[24]

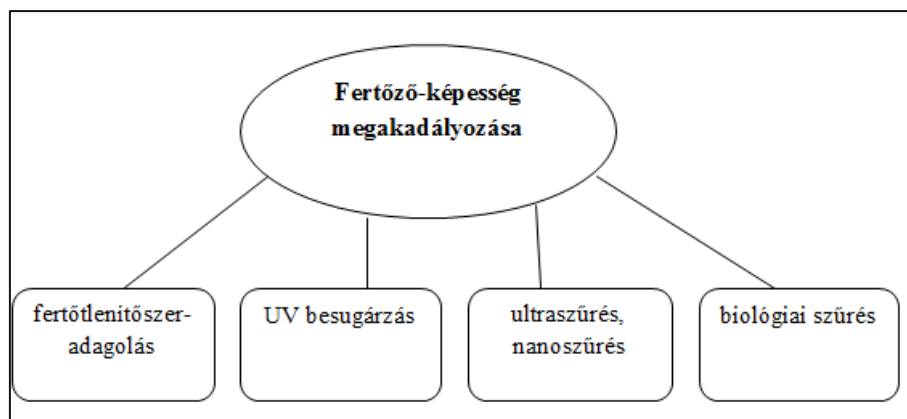
Nemcsak a fertőzés terjedése megakadályozása fontos, hanem a víz tisztításával, jelen esetben főként a fertőtlenítéssel kapcsolatos feladatok is, valamint az adott vagy érintett települések rezilienciájának kialakítása és növelése is.

„A reziliencia tervszerű tevékenységek eredményeként kialakult állapot, amelyben az egyén és az adott közösség jól ismeri a várható veszélyeket, azok lehetséges következményeit, és rendelkezik olyan módszerekkel és eszközökkel, amelyek segítségével el tudja kerülni a veszélyeket, illetve képes azok bekövetkeztekor eredményesen védekezni ellenük olyan módon, hogy az eredeti (kiinduló), vagy annál minőségében jobb állapotot (fenntarthatóság) és a működőképességet viszonylag gyorsan vissza tudja állítani.”[25]

A víz fertőző-képességének megakadályozására a hatásmechanizmus alapján elvben négy lehetőségünk van, ezeket az 1. ábrán láthatjuk.

A fertőtlenítőszer-adagolással vagy klórozással a mikroorganizmusokat el tudjuk pusztítani, míg az UV- besugárzás csak inaktíválja őket. Az ultraszűrés, nanoszűrés a mikroorganizmusokat eltávolítja, a természetes biológiai szűrés pedig a mikroorganizmusok életterét megszünteti.

²Polgári védelmi feladatok közé sorolták a gondoskodást a létfenntartáshoz szükséges anyagi javak (különösen víz-, élelmiszer-, takarmány- és gyógyszerkészletek, állatállomány) és a kritikus infrastruktúrák védelméről[23]



1.ábra: A fertőző-képesség megakadályozása a hatásmechanizmus alapján. Szerző összeállítása a[26] forrás alapján

A felsorolásból egyértelműen kitűnik, hogy a biológiai szűrésnek vannak a legelőnyösebb tulajdonságai. Az újabb kutatások azt is bizonyították, hogy a természetes parti szűrés nemcsak a baktériumokkal szemben, hanem a vírusokkal szemben is hatásos lehet. [26]

A Magyar Honvédségben már 1996 óta alkalmaznak zászlóalj mobil víztisztító állomást, melynek termelékenysége ABV³ szennyezettségű vízforrásból 250 liter/óra, normál felszíni vízforrásból pedig 500 liter/óra. A víz tisztításához vegyszermentes ultraszűrést és fordított ozmózis⁴ technológiát használ. Ezen kívül alkalmaznak még nagyteljesítményű tábori víztisztító állomást is, melynek beállítása igen időigényes, viszont termelékenysége jelentősen meghaladja az előbb említett technológiáét. ABV szennyezettség esetén 2400 liter, normál felszíni vízforrásból 5000 liter, míg tengervízből 2800 liter ivóvizet tud előállítani óránként. A víz tisztításához vegyszeradagolással hatékonyabbá tett ultraszűrést és reverz ozmózis (RO) technológiát használ. A megtisztított ivóvizet csomagoló berendezéssel 0,5, illetve 1 literes plasztik zacskókba csomagolják.[27]



1. kép. Zászlóalj mobil víztisztító állomás [28]

Fontos továbbá a lakosság felkészítése a vizek szennyezésével kapcsolatos veszélyekre, a járványok elkerülésének módjaira, és a személyes felelősségükre ezen a téren. A várható járványokra való felkészülését segíthetné, ha járványügyi közös gyakorlatokat szerveznének az illetékes szervek között a lakosság bevonásával.

³ ABV szennyezettség: atom- biológiai-vegyi szennyezettség

⁴ fordított ozmózis során egy hígabb oldattól féligáteresztő 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.

ÖSSZEGZÉS

A vízszennyezések típusait, a vízbázisokat fenyegető leggyakoribb veszélyeket vizsgálva megállapítható, hogy a fertőzéseket rendszerint a biológiai veszélyek közül a baktériumok, vírusok, protozoonok, gombák, férgek okozzák. Írásomban ezen biológiai eredetű kockázati tényezőket részleteztem, bemutatva a leggyakrabban előforduló típusait, illetve az ezekhez tartozó, jogszabályokban, szabványokban meghatározott határértékeket.

Napjainkban nagy hangsúlyt kell fektetnünk a vizeink megóvására, ugyanis a különféle szennyeződések komoly problémákat okozhatnak a víz minőségében.

Fontosnak tartom a vizek rendszeres vizsgálatát, ellenőrzését, ugyanis a biológiailag szennyezett víz elfogyasztása gyakran kedvezőtlen hatással van az emberi egészségre, hiszen megbetegedések, fertőzések, sőt járványok kialakulásához vezethet. A fertőtlenítő eljárások kiválasztását mindig a fertőzés módja, ideje, nagysága, az érintett terület lakossága határozza meg.

Fontos hangsúlyozni, hogy a megelőzésnek fontos szerepe van, melynek lehetőségeit vizsgálva megállapítható, hogy az előírások, illetve a megfelelő higiéniai követelmények betartásával a legtöbb biológiai kockázat során kialakult fertőzés elkerülhető lenne, ezért a lakosság veszélyhelyzeti felkészítésének ismeretanyagába fontos lenne beépíteni a járványügyi ismereteket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bodáné Kendrovics Rita: Vízminőség-védelem gyakorlati oktatási metodika fejlesztése a műszaki felsőoktatásban. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem, 2012. (Doktori értekezés)
- [2] Zseni Anikó, Bulla Miklós: Vízminőségvédelem. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2002.
- [3] 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
- [4] Pregun Csaba, Juhász Csaba: Vízminőségvédelem. Debreceni Egyetem, 2010.
- [5] Halász László, Földi László: Környezetbiztonság. Budapest: Complex Kiadó Kft., 2009.
- [6] Simándi Péter: Szennyvíztisztítási technológiák I.. Szent István Egyetem, 2011.
- [7] Dávidovits Zsuzsanna: A lakossági ivóvízellátás környezetbiztonsági kockázatai csökkentésének lehetőségei és az ivóvízbiztonsági tervezés kapcsolatrendszere. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015. (Doktori értekezés)
- [8] Mógor Judit: Katasztrófavédelem. Budapest: Complex Kiadó, 2009.
- [9] Teknős László, Kóródi Gyula: A vízzel kapcsolatos veszélyeztetettség éghajlatváltozással kapcsolatos aspektusainak katasztrófavédelmi szempontú elemzése és kiértékelése I.. Hadmérnök XI. 2. (2016)
- [10] Ligetvári Krisztina: Magyarország vízbiztonsági problémái a világ- és Európai Unió tendenciák tükrében. Hadtudomány 23. 1. 2013. 4-13.

- [11] Berek Tamás: A vízbiztonsági tervezés szerepe a fenntartható vízgazdálkodásban. Műszaki Katonai Közlöny, XXVI. 2. (2016)
- [12] Zseni Anikó: Vízvédelem. Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2014.
- [13] Csizmarik Gábor: Hidrobiológia. Szent István Egyetem. 2011.
- [14] Országos Közegészségügyi Központ: Ivóvíz kiskaté, lakossági tájékoztató a gyakran ismételt kérdésekről, 2016. <http://oki.antsz.hu/files/dokumentumtar/kiskate-2016-03.pdf> (letöltés ideje: 2017.04.05.)
- [15] Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat: Magyarország ivóvízminőségi helyzete, 2011. <http://oki.antsz.hu/files/dokumentumtar/ivoviz-minoseg-2011.pdf> (letöltve: 2017.04.12.)
- [16] Deák Tibor: Élelmiszer- mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, 2006.
- [17] Balla Csaba, Siró István.: Élelmiszer-biztonság és-minőség I.. Mezőgazda Kiadó, 2007.
- [18] 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről
- [19] 49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet a Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról
- [20] MSZ 450-1:1989 Ivóvízminősítés fizikai és kémiai vizsgálat alapján
- [21] Ádány Róza: Megelőző orvostan és népegészségtan. 2011 Medicina Könyvkiadó Kft.
- [22] Turcsányi Gábor: Növénytan. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2005.
- [23] Hornyacsek Júlia: A mentési időszak feladatai és szerepe egy közösség katasztrófákkal szembeni rezilienciájának növelésében. Hadmérnök, XII. évfolyam KÖFOP szám 2017. pp. 25-48.
- [24] 18/1998. (VI.3.) NM rendelet a fertőző betegségek és járványok megelőzése érdekében szükséges járványügyi intézkedésekről
- [25] Kozák Attila, Hornyacsek Júlia: A polgári védelem kialakulása, szerepe a katasztrófavédelem egységes rendszerében. Bolyai Szemle: 21:(2) pp. 157-184. (2012)
- [26] Mátyus Sándor: Vízellátás. Budapest: General Press, 2008.
- [27] Kállai Ernő: A Magyar Honvédség vízellátása, különös tekintettel a víztisztításra. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. (Doktori értekezés)
- [28] Szabó Sándor: Speciális műszaki technikai eszközök és felszerelések alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben, Hadtudomány online, 2009. pp. 1-25.