

Sebestyén Ágnes

A lakossági tájékoztatás szerepe az otthoni ivóvíz utótisztító kisberendezések biztonságos alkalmazásában

Napjainkban, elsősorban a víz esztétikai (szag, íz, zavarosság) problémái miatt, egyre nagyobb az igény a vezetékes ivóvíz utótisztítására. Ezek a kisberendezések valóban képesek a víz bizonyos tulajdonságait javítani, de a nem megfelelő használat miatt a kezelt víz sok esetben egészségi kockázatot jelenthet a fogyasztó számára. A tanulmány összefoglalja az ivóvíz utótisztító kisberendezések legfontosabb típusait, ezek előnyeit, hátrányait, az alkalmazás feltételeit, kiemelve a lakossági tájékoztatás szerepét.

Kulcsszavak: ivóvíz, ivóvíz utótisztító kisberendezés, lakossági tájékoztatás, ivóvíz-minőség

Abstract

Mainly because of drinking waters' aesthetic problems (i.e. odor, flavor, turbidity), there is a growing demand nowadays for post-treating and cleaning of tap water. Thus, we can find more and more water treatment units in households. These home water treatment units can optimize some parameters of drinking water actually, but - primarily because of inadequate usage, maintenance, method and frequency of disinfection, the treated water can pose some health risk for consumers. In most cases, the manufacturers do not provide enough information about these risks and the safety requirements for operation are also not clear for the consumers. In this study, we summarize the types of home water treatment units, the advantages and disadvantages of their usage, stagnation points and the requirements of application, focusing on the importance of informing the public.

Keywords: drinking water, home water treatment units, public information, drinking water quality

Bevezetés

A víz az élet forrása – tartja a mondás. És valóban, víz nélkül, egészséges ivóvíz nélkül elképzelhetetlen lenne az élet a Földön. Mégis, nagyjából 2,4 milliárd ember nem jut megfelelő mennyiségű ivóvízhez, 1,2 milliárd fő pedig nem jut megfelelő tisztaságú ivóvízhez. A víz hasznos tulajdonságai mellett veszélyforrás is lehet. Naponta 14-30 ezer ember hal meg víz eredetű fertőző betegségben [1]. Földünkön nagyjából 1,4 milliárd km³ víz

található, ennek 97,3%-a tengervíz, 0,1%-a pára, 2%-a jég, és a maradék 0,6%-a felszín alatti vagy felszíni édesvíz [2]. Egy ember napi ivóvízszükséglete 2-3 liter, egyéb vízhasználata napi 150-200 liter [3].

A víz színtelen, szagtalan, íztelen anyag tiszta formájában. Halmazállapotát tekintve természetes körülmények között lehet folyékony, szilárd és gáz állapotú. A Földön csapadék, felszíni és felszín alatti víz formájában lehet jelen. Két hidrogén- és egy oxigén-atomból álló molekulája hidrogén-kötés kialakítására képes. A vízmolekula dipólusos jellegű. Tiszta víz formájában nagyon ritka, leggyakrabban oldat formájában fordul elő [4].

A víz központi szerepet játszik életünkben. Ennek a szerepnek több dimenziója van: fiziológiás igény, egészségfenntartás, szociális, gazdasági, stratégiai, környezetvédelmi, jogi és nemzetközi dimenziók. Ezek a dimenziók egymással összekapcsolódnak. Például a víz iontartalma egészségügyi, jogi és társadalmi-gazdasági kérdés [5].

Az emberi szervezet sok vizet tartalmaz. A két hónapos magzat víztartalma 97%, a négy hónaposé 92%, az újszülötté 74%. A felnőtt test átlagos víztartalma 58-65%. Ez a víztartalom a különböző szervekben más és más, az üvegszem víztartalma 99%, a szürke agykéregé 82-85%, a csonté 22-34%. Az emberi szervezet számára 15%-nyi vízvesztés már halált okozhat. A víz szerepe a szervezetünkben: oldószer, tápanyagszállítás, hőszabályozás, hőtárolás, reakcióközeg, reakciók kiindulási anyaga, terméke. A szervezet vízforrásai lehetnek folyékony élelmiszerek, italok, szilárd táplálékok víztartalma, tápanyagok hidrogénjének elégetéséből származó víz. A vízvesztés legfontosabb módjai a vizelettel, széklettel történő, tüdőn keresztül történő párolgás, bőrön át való párolgás, izzadás [6].

Ivóvízforrásként szóba jöhető vízformák a felszín alatti és felszíni vizek, valamint az újrahasznosított víz [4]. Felszíni vizek közül elsősorban az édesvizek, tavak, folyók, patakok vize hasznosítható ivóvíznyerési célból, főként parti szűrésű víz formájában. A felszín alatti vizek közül főként a karsztvizek és mélységi vizek alkalmasak ivóvíz célú felhasználásra [7].

Azokon a helyeken, ahol a szolgáltatott ivóvíz minősége nem megfelelő, illetve a felmerülő problémák a víz élvezeti vagy esztétikai értékét rontják, felmerül az igény, hogy a fogyasztás előtt az otthonokban a bevezetett ivóvizet helyileg tisztítsák, kezeljék. A különböző paraméterek kiszűrésére különböző szűrőanyagok használatosak, ezekből, vagy ezek kombinációjából a legkülönbözőbb fajta otthonokban használható, ivóvíz utótisztítására alkalmas berendezés (kisberendezés) tervezhető.

Víz fizikai, kémiai és mikrobiológiai, biológiai tulajdonságai

A víz **fizikai** tulajdonságai közül az alábbiak lehetnek ivóvíz célú felhasználás kapcsán fontosak:

Hőmérséklet: A hőmérsékletnek főleg a víz élvezeti értékében van jelentősége, de befolyással lehet az oldott szervesanyagok és a mikroorganizmusok jelenlétére is [8].

Íz, szag: A víz ízét és szagát a természetes és mesterséges úton bevitt anyagok okozzák. A víz ízének és szagának erősségét a hőmérséklet befolyásolja. Íz- és szagokozó anyagok származhatnak különböző bomlástermékekből, mikroorganizmusok anyagcsere-termékeiből, természetes ásványi anyagok oldódásából, korróziós melléktermékekből, kezelési technológiákból származhat [4]. Az ivóvíz kellemetlen íze és/vagy szaga veszélyes anyagok jelenlétére utalhatnak. Mikroorganizmusok közül íz és szagokozó anyagokat termelhetnek az *Actinomyces* fajok, egyes gombafajok, cianobaktériumok és egyéb algafajok, vasbaktériumok. Íz- és szagokozó lehet az alumínium, ammónia, klorid, klór, réz, kén-hidrogén, keménység, vas, mangán, olaj, pH és korrózió, nátrium, szulfát, cink és különböző szerves anyagok. Az íz- és szaganyagok eltávolítására levegőztetést, aktívszenet, illetve ózonozást alkalmazhatnak [8].

Szín: A természetes, tiszta víz átlátszó, színtelen. Nagy rétegvastagság esetén világoskék színű [4]. A víz színét okozhatják különböző szerves savak (pl. huminsav), nehézfémek (pl. vas), illetve fertőtlenítési melléktermékek [8]. Laboratóriumi vizsgálata spektrofotométerrel történik.

Fajlagos elektromos vezetőképesség: A víz vezetőképessége a benne oldott összes szervesanyagok ion mennyiségére utal.

Zavarosság: A víz zavarosságát szervesanyagok, lebegőanyagok, kolloid részecskék okozhatják [4]. A zavarosság mikroorganizmusok jelenlétére is utalhat [8]. Laboratóriumi mérése zavarosságmérővel történik, nemzetközileg használt mértékegysége az NTU.

A víz **kémiai** tulajdonságait főként a benne oldott szerves és szervesanyagok határozzák meg. Ezek közül a téma kapcsán a legfontosabbak a következők:

Aktív klór (összes, szabad, kötött): Az ivóvízben lévő aktív klór a fertőtlenítési folyamatokból származik. Ivóvízben általában használatos koncentrációja 0,2-1 mg/l, a WHO ajánlása szerint a maximális koncentráció 5 mg/l lehet. [8]. Az ivóvízben kötött és szabad formában fordulhat elő. Szabad forma az elemi klór, hipoklóros sav, hipoklorit. Kötött formája lehet az ammónium jelenlétében képződő monoklór-amin. Az összes aktív klór a szabad és kötött forma együtt [9]. Epidemiológiai kutatások az ivóvíz klórozását kapcsolatba hozzák egyes daganatos megbetegedések kialakulásával. Gyenge kapcsolat fedezhető fel a gyomor és bélrendszeri daganatok, a vizeletkiválasztó rendszer daganatos megbetegedéseivel (húgyhólyagrák). A klórt mint többlet kockázati tényezőt tartják számon a rákos megbetegedésekben. Fontos kérdés, hogy ezt a hatást maga a klór, vagy a mellette jelen lévő klórozási melléktermékek okozzák-e. A klór direkt toxikológiai hatására nincs adat, némelyek hiperérzékenyek lehetnek rá. A klórozásból származó melléktermékek mutagén hatásúak. [10].

Ammónium: Az ammónia előfordulhat ionos (NH_4^+), illetve nem-ionos formában (NH_3). Eredete lehet különböző bomlási folyamatok, mezőgazdasági és ipari folyamatok, klór-aminos fertőtlenítés, de lehet kőzet eredetű is. Jelenléte utalhat állati vagy emberi eredetű szennyeződésre. Az ammóniumnak önmagában nem ismert egészségkárosító hatása, de mikrobiális hatásra nitritté, majd nitráttá oxidálódhat, illetve szennyeződésre utalhat, íz- és szagproblémákat okozhat, ronthatja mangán-eltávolítás és a fertőtlenítési határfokot [8]. A szabad ammónia toxikus lehet a halakra [4].

Arzén: Az arzén különböző formákban lehet jelen az ivóvízben. Leggyakrabban kőzet eredetű, és természetes módon van jelen a talajvízben. Az arzén egészségkárosító hatású, rákkeltő, karcinogén anyag, főként a bőrrákkal, tüdőrákkal, hólyagrákkal hozzák kapcsolatba. A WHO ajánlása szerint az ivóvízben lévő maximális koncentrációja 0,01 mg/l lehet [8]

Ezüst: Az ezüst néhány kőzet alkotója. Nagy mennyiségben bőr- és haj-problémákat okozó tüneteket okozhat. Baktericid hatása miatt nagyobb mennyiségben alkalmazva a tolerálható mennyisége 0,1 mg/l [8]. Ez az érték a csecsemők részére 0,01 mg/l.

Keménység: A víz keménységét a benne oldott kalcium- és magnézium-ionok okozzák. Az alkáliföldfémek karbonát sói okozzák a karbonát vagy változó keménységet, míg az egyéb sók (szulfát, klorid) a nem-karbonát vagy állandó keménységet [4]. A nagy keménységű víz

fogyasztása a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásában játszhat szerepet, a túl alacsony keménységű víz pedig a szervezet sóháztartásának felborulásához vezethet [8].

Klorid: A klorid az ivóvízben lehet természetes eredetű, bomlástermékekből származó, ipari eredetű. Nagy mennyiségben a korróziós folyamatok elősegítése miatt magas fémkoncentrációt okozhat. 250 mg/l felett kellemetlen ízt okozhat [8].

Klórozási melléktermékek: A szerves klórozási melléktermékek mennyiségének meghatározására a trihalometánok (THM) mennyiségét, illetve az adszorbeálható, szervesen kötött halogének (AOX) mennyiségét vizsgálják. A THM a szerves anyagok klórozásából származó vegyületek (bromoform, kloroform, diklór-brómmetán, dibrom-klórmetán) összefoglaló neve. Ezek a vegyületek lehetséges humán karcinogének, egyes vizsgálatok szerint genotoxikusak [8]. Az ammónium tartalmú vizek klórozásakor klór-aminok, elsősorban monoklór-aminok képződnek. A monoklór-aminok karcinogén, mutagén hatása nem egyértelműen bizonyított. Véráramba jutva a hemoglobinhoz kapcsolódva csökkenti annak oxigénfelvevő képességét. Mivel a klór-aminok lebomlanak az emésztőrendszerben, ilyen problémát nem okoznak. Dialízis előtt, mivel ilyenkor a víz közvetlenül érintkezik a vérárammal, a felhasznált vizet meg kell tisztítani a klórvegyületektől. Klór-aminnal kezelt ivóvíz a fogyasztói panaszok alapján bőrproblémákat (szárazság, kiütések) okozhat, de ennek megerősítésére vizsgálatok nem történtek. A THM és AOX vegyületek szem-, bőr- és nyálkahártya-irritációt okozhatnak, valamint feltehetően összefüggésben vannak a húgyhólyag- és vastagbél-daganatok kialakulásával. Kevés az adat a reprodukciós képességre és a magzati fejlődésre való hatásukkal kapcsolatban, de több eredmény valószínűsíti, hogy a THM vegyületeknek kapcsolata lehet a spontán vetéléssel, alacsony születési súllyal és egyéb fejlődési rendellenességekkel [9].

Króm: A króm a földkéreg egyik alkotója. Króm(VI) oxidációs formában karcinogén hatású. WHO ajánlás szerint az ivóvízben még tolerálható koncentráció 0,05 mg/l [8]. Ivóvízben lévő króm egyik forrása a vízzel érintkező fém anyagok, elosztó rendszer részei, vízcsapok lehetnek.

Lúgosság: A víz lúgosságát főként olyan kationok okozzák, amelyek a hidroxid-ionokkal, illetve gyenge savak anionjaival tartanak egyensúlyt [4]. A lúgosság a vízvizsgálatok során fontos azonosító adat.

Mangán: A mangán a földkéreg fontos alkotója. Az emberi és állati szervezet fontos alkotóeleme. Nagy mennyiségben idegrendszeri problémákat okozhat. A WHO ajánlása alapján az ivóvízben lévő maximális koncentrációja 0,4 mg/l lehet [8].

Nátrium: A nátrium fő forrásának inkább az élelmiszerek tekinthetők, de az ivóvízben is jelen van. Nagy mennyiségben a magas vérnyomás kialakulásában játszik szerepet. A WHO ajánlása szerint a 200 mg/l nem okoz egészségügyi kockázatot [8].

Nikkel: A nikkel fő forrása a különböző élelmiszerek, de az ivóvízben is megtalálható. A nikkel lehetséges humán karcinogén, káros hatással lehet a magzati fejlődésre, illetve a férfi és női reprodukciós szervekre. A WHO ajánlása szerint az ivóvízben lévő maximális koncentrációja 0,07 mg/l [8]. Ivóvízben lévő nikkel egyik forrása a vízzel érintkező fém anyagok, elosztó rendszer részei, vízcsapok lehetnek.

Nitrát, nitrit: A nitrát és a nitrit a nitrogén-körfolyamat részei. Egyes területeken a talajvíznek magas a nitrát vagy nitrit tartalma. A nitrit a vér hemoglobinjának oxigénszállító képességét csökkenti, szöveti oxigénhiányt okoz (methemoglobinemia) bármely korosztályban. A nitrát egészséges felnőttekben nem, a csecsemőkben methemoglobinemiás tüneteket okoz. A nitrát szerepet játszhat egyes daganatos megbetegedések kialakulásában is (például gyomorrák) [4]. A WHO ajánlása alapján az ivóvízben lévő maximális koncentrációja 50 mg/l a nitrát tekintetében, 3 mg/l a rövidtávú, illetve 0,2 mg/l a hosszútávú hatás tekintetében a nitritre nézve [8].

Ólom: Az ólom fő forrása az ivóvízben a csőhálózatból, szerelvényekből, csapokból való kioldódás. Az ólom káros hatásainak főként a csecsemők, kisgyermek és a terhes nők vannak kitéve. Káros hatással van a vércépződés folyamatára, a kalcium-metabolizmusra, a központi és perifériás idegrendszerre, a mentális képességekre, de a vesetumor kialakulásában is szerepet játszhat, lehetséges humán karcinogénként van nyilvántartva [8].

Összes szerves anyag (TOC): A vízben lévő összes szerves állapotban lévő szén mennyiségét adja meg. A szerves anyag tartalom mérésére használatos módszer még a kémiai, illetve a biológiai oxigén igény (KOI, illetve BOI érték) meghatározása [4]. A vízben lévő szerves

anyag könnyen hozzáférhető tápanyagforrás a baktériumok számára, íz- és szagproblémákat okozhat, gyengíti a vas és a mangán oxidációját, eltömíti a membránokat [11].

pH: A víz és a különböző oldatok pH-értékét a disszociált hidrogén-, illetve hidroxil-ionok befolyásolják. A természetes vizek pH-ja közel semleges vagy enyhén lúgos [4]. A vízvizsgálatok során fontos azonosító adat.

Réz: Az ivóvízben lévő réz főként a vízhálózat korróziójából ered. Gasztroenterális problémákat okozhat. A Wilson-betegség egy öröklődő, enzimhiányból eredő betegség, amely a réz felgyülemelését okozza a májban. A WHO ajánlása szerint az ivóvízben lévő maximális koncentrációja 2 mg/l lehet [8]. Alacsonyabb rendű szervezetek számára már kis mennyiségben toxikus.

Szulfát: A szulfát természetes módon jelen van egyes kőzetekben, így a talajvízben is, de ipari eredetű is lehet. Nagy koncentrációban hasmenést okoz, ami dehidratáltsághoz, súlyvesztéshez vezethet. A WHO ajánlása szerint 500 mg/l alatt nincsen egészségügyi kockázata [8].

Vas: A vas a földkéreg fontos eleme, az emberi szervezet számára szükséges elem. A vas közegészségügyi szempontból ártalmatlan, nem toxikus anyag, túl nagy mennyiségben szín- és íz- problémákat okozhat [8].

Az ivóvíz **mikrobiológiai, biológiai** tulajdonságai kapcsán főként a patogén mikroorganizmusokra gondolunk. A patogén mikroorganizmusok vizsgálata általában drága, a vízben lévő kis mennyiségük miatt sokszor nehézkes, és általában már későn, a betegség megjelenése után detektálhatóak. Így a mikrobiológiai tulajdonságokat néhány indikátor mikroorganizmus detektálásával vizsgálják. Ezek a leggyakoribb és legfontosabb indikátor mikrobák a teljesség igénye nélkül, a háztartási ivóvíz-utótisztító kisberendezések vizsgálatára fókuszálva a következők:

Coliform: a teljes coliform számba különböző aerob és fakultatív anaerob spórátlan Gram-negatív baktériumok tartoznak. *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia* és *Hafnia* fajok tartoznak. Ezek a fajok lehetnek fekális és környezetben fellelhető fajok. A

coliformszám a rendszer általános tisztaságáról, a tisztítás hatékonyságáról és a biofilm lehetséges jelenlétéről ad képet [8].

Teleszám: összes teleszám esetén a heterotróf mikroorganizmusok széles spektrumát tenyésztik ki tápanyagokban gazdag, indikátor molekula nélküli táptalajon. A teleszám nem egyértelmű jelzője a patogén mikroorganizmusoknak, de jó képet ad a rendszerek általános tisztaságáról, a biofilm jelenlétéről. Ezen kívül jelezhetik egyes opportunistá patogének jelenlétét. A tenyésztés különböző hőmérsékleten, különböző táptalajon és különböző ideig történhet [8]. A kisberendezések minősítéséhez szükséges laboratóriumi vizsgálatoknál a 22 és 37°C-on tenyésztett teleszámot, illetve a heterotróf baktériumszámot (R2A táptalajon) ellenőrizzük.

Háztartásban használatos ivóvíz-utótisztító kisberendezések

A házi víztisztítás igénye egyre gyakrabban felmerül. Ennek leggyakoribb okai esztétikai minőség (íz, szag, szín) javítása, esetleg valamilyen szerves vagy szervetlen szennyező anyag helyi eltávolítása. Közegészségügyileg kifogástalan víz biztosítása lenne a cél minden háztartásban. Ha ez központilag nem sikerül, akkor merül fel a helyi, utólagos ivóvíztisztítás igénye. A kisberendezések lehetnek „point-of-use” típusúak, ezek csapra szerelhető kisberendezések, a felhasználás helyén tisztítják a vizet. Ezen kívül lehetnek „point-of-entry” típusúak, amelyek a házba való belépés helyén, központilag tisztítják, kezelik a vezetékes vizet [10]. A kisberendezések az alábbi szűrőanyagokat, vagy ezek kombinációját tartalmazzák.

1) Szűrőanyagok

Mechanikai szűrők

A mechanikai szűrők lényegében kis átmérőjű szitaszűrők. A szűrő felületén képződő vékony bevonat fokozza a szűrőhatást, de a kapacitást csökkenti, így ezeket a szűrőket időközönként öblíteni kell [12]. A tisztítandó víz először ezeken a mechanikai szűrő egységeken halad át, kiszűrjük belőle a nagyobb, lebegő anyagokat, ezzel védve a későbbi, finomabb szűrőket, membránokat a gyors elszennyeződéstől. A mechanikai szűrők lehetnek durva (30-50 µm pórusátmérőjű), illetve finom (10 µm alatti pórusátmérőjű) szűrők.

Aktívszén szűrők

Az aktívszénnel történő víztisztítás adszorpciós folyamatokon alapszik. A szűrési kapacitás függ az aktívszén típusától, mennyiségétől, a kontaktidőtől, valamint a szűrőegységek tervezésétől is [10]. Az adszorbensek felületi megkötő kapacitásuk azok porozitásától függ. Az adszorbensek lehetnek szénbázisú vagy oxidbázisú adszorbensek. Az aktívszén szénalapú adszorbens, alapanyaguk 90%-ban szén. [12].

Az otthoni víztisztító kisberendezésekben főként granulált aktívszén szűrő van, sok esetben mint előszűrő van jelen. Alkalmas lehet íz- és szagokozó anyagok, szerves és szervetlen anyagok, zavarosság, maradék klór, radon eltávolítására [10], de akár a toxikus nehézfémek mennyiségének csökkentésére is. Az aktívszén szűrőkön kiszűrt szerves anyag jó tápanyagot biztosít a baktériumoknak, így felületén könnyen elszaporodnak, biofilm képződhet.

Az aktívszén szűrők készülhetnek kőszénből, fából, tőzegeből, csontból, fűrészporból, kokszból, kókuszdióhéjból [12], de alapanyaguk lehet más csonthéjas növény héja is. Az aktiválás történhet savval vagy gőzzel. Az aktivált szén porózus, nagy adszorpciós felülettel rendelkezik, poláros és apoláros molekulák megkötésére is alkalmas. Az aktívszén szűrők alkalmasak szerves és szervetlen anyagok kiszűrésére, a klórozásból származó klórmaredekok eltávolítására.

Egy koreai munkacsoport a homokszűrő és a granulált aktívszénnel kombinált homokszűrő szűrőkapacitását hasonlította össze szerves anyag tartalom, oldhatatlan szerves anyag tartalom, fertőtlenítési melléktermékek, zavarosság és magnézium-ion tekintetében. Fertőtlenítési melléktermékként a trihalometánok és halogénezett ecetsav mennyiségét vizsgálták. Mérési eredményeik alapján a kombinált tisztítási technológia az első 3 hónapban a homokszűrőnél hatékonyabban távolította el a fertőtlenítési melléktermékeket, de hosszabb távon, regenerálás nélkül ez a hatékonyság csökkent, deszorpció is tapasztalható volt. Zavarosság tekintetében a két vízkezelési módszer hasonló eredményt mutatott. Mangán-ion eltávolítás tekintetében a kombinált kezelési mód hatékonyabbnak bizonyult. Vizsgálataik alapján a granulált aktívszén felületén bakteriális elszennyeződés volt tapasztalható [13].

Ahmenda és munkatársai különböző alapanyagú és aktiválási eljárásnak alávetett aktívszenet hasonlítottak össze az ólom-, a cink- és a réz-ionok kiszűréségi kapacitása tekintetében. Különböző, forgalomban lévő szénalapú szűrőanyagot, kationcserélő gyantával kombinált, szintén szénalapú szűrőanyagot hasonlítottak össze a mezőgazdasági melléktermékekből, foszforsavval, illetve gőzzel aktivált csonthéjas termékek héjából készült aktívszenek szűrőképességével. Eredményeik azt mutatják, hogy a különböző mezőgazdasági melléktermékekből készített aktívszenek keveréke az ólom 100%-át, a réz 90-95%-át, a cink

80-90%-át eltávolítja a vízből. A mérési eredményeiből következtethető, hogy a mezőgazdasági melléktermékekből származó aktívszenekből ugyanolyan szűrőkapacitás eléréséhez kevesebb szűrőanyag szükséges, ezen kívül, mivel melléktermékekből készül, felhasználásuk környezetbarát [14].

Humbert és munkatársai anioncserélő gyanta és poralakú aktívszén keverékének kapacitását vizsgálták szerves anyagok és peszticidek tekintetében. Eredményeik alapján elmondható, hogy mindegyik ioncserélő gyanta a poralakú aktívszénnel kombinálva alkalmas a peszticidek 90-100%-ának eltávolítására kb. 30 perces behatási idő után [15].

Ioncserélő gyanták

Az ioncserélő gyanták használatának elve is az adszorpción alapszik, két ion eltérő affinitással kötődik egy adszorpciós felületre [16]. Az ioncserélő gyanták a vízben lévő ionokat azonos töltésűre cserélik, az ionok töltése alapján lehetnek anioncserélő (például az arzén kiszűrésére), illetve kationcserélő (például lágyítás) gyanták [10]. Ezen kívül egyes kutatási eredmények azt mutatják, hogy a különböző ioncserélő gyanták alkalmasak lehetnek szerves anyagok és fémek kiszűrésére is.

Cornelissen és munkatársai különböző ioncserélő gyanták szerves anyag megkötő képességét vizsgálták. Eredményeik alapján megállapítható, hogy a különböző anioncserélő gyanták eltérő mértékben, 0-60%-ban csökkentették a tisztítandó víz szerves anyag tartalmát [11].

Woodberry és munkatársai kationcserélő gyanták megkötő képességét vizsgálták különböző nehézfémekre (ólom, réz, cink, nikkel, vas és kadmium) nézve. Eredményeik szerint hideg hőmérsékleten, sós tengervíz esetén is hatékonyan köti meg a gyanta a különböző nehézfémeket. A nehézfémekre vonatkozó kötőképesség a víz sótartalmától függ. Az elvárt eredményhez képest különösen a rézre és vásra vonatkozó kötőképesség csökkent le [17].

Membránok

A membrán egy olyan válaszfal, amelynek szelektív az átteresztőképessége a különböző molekulákra nézve, az anyagok szétválasztása azok kémiai átalakulás nélkül megy végbe. A membránon keresztüli transzport hajtóereje a kémiai potenciálkülönbség. A membrán típusa, valamint a domináns kémiai potenciálkülönbséget létrehozó hatás alapján több eljárásról is beszélhetünk, ezek közül a vízkezelés kapcsán szóba jöhető eljárások a mikroszűrés (MF), ultraszűrés (UF), nanoszűrés (NF), fordított vagy reverz ozmózis (RO),

dialízis, elektrodialízis [12]. Az otthoni víztisztító kisberendezések esetén a mikro-, nano- és ultraszűrésről, valamint a reverz ozmózisról érdemes részletesebben beszélni.

Egyes UF, valamint az RO membránok úgynevezett bőr típusúak, egy nagyon vékony (0,1-0,2 μm) szelektív polimer réteget tartalmaznak egy vastag, porózus hordozófelületen [12].

A MF klasszikus szűrési művelet, szitahatás érvényesül, a szétválasztás szempontjából a membrán pórusátmérője a fontos. NF és UF esetén a hajtóerő a membrán két oldala közötti nyomáskülönbség, a membrán az oldószer (jelen esetben víz) számára átjárható, az oldott anyagok számára csak kis mértékben. RO esetén a membrán szelektivitás olyan, hogy csak a vizet engedi át, a benne oldott anyagokat nem, gyakorlatilag sómentes víz állítható elő segítségével [12].

A különböző membránok alkalmasak lehetnek nehézfémek, szerves anyag és arzén kiszűrésére is. Az arzén eltávolításra az RO membránok a legalkalmasabbak, de alkalmazásuk költséges. Xia és munkatársai az RO membrán alternatívájaként a NF membránt alkalmazták az arzén eltávolítására Kínában. A NF membrán alkalmazásának eredményei alapján az arzén(V) oxidációs állapotú formáját szinte teljesen kiszűrte a membrán, míg az arzén(III) oxidációs formát nagyjából 5%-ban [18].

A membránnal történő nehézfém-eltávolítás hátránya, hogy a nehézfémekben szegény szűrleten kívül keletkezik egy feldúsult nehézfém tartalmú másik fázis is, amely oldatnak az elhelyezése problémákat okozhat [19].

Egyéb szűrőanyagok

A felsoroltakon kívül más szűrőanyagokat is felhasználhatnak a kisberendezések összeállításánál, például zeolitot. A zeolit víztisztító képessége az aktívszénéhez hasonlóan adszorpciós folyamatokon alapszik. A zeolit oxidbázisú adszorbens. Lehetnek mesterséges és természetes eredetű zeolitok. Természetes eredetű például a mordenit vagy klinoptiolit. Magyarországon Tokaj környékén bányásznak természetes zeolit tartalmú ásványokat. A zeolit ásványok alapképlete: $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times x\text{SiO}_2 \times y\text{H}_2\text{O}$ [12]. A természetes zeolit egyik formája a klinoptiolit $((\text{K}_4\text{Na}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \times 24 \text{H}_2\text{O})$ savval való aktiválás után megfelelő körülmények között a vízben lévő ólom 88%-ának eltávolítására [20].

Szintetikus szűrőanyagként ide sorolható a citozán elnevezésű szorbens, amely a vele végzett kísérleti eredmények alapján az aktívszén – ioncserélő gyanta kombinációjú szűrőanyagnál nagyobb mértékben képes a nehézfémeket eltávolítani, anélkül, hogy annak alkáli és alkáliföldfémek mennyiségét csökkentenék [21].

2) Egyéb funkcionális egységek

Tartály

Általában a kisberendezések lassan állítják elő a tisztított vizet, a megfelelő használhatóság érdekében iktatják be ezt az egységet. Így a készülék folyamatosan tud működni, a tisztított víz a tartályba gyűlik, és innen engedhetjük ki, ha szükség van rá. A tartályok anyaga általában valamilyen műanyag, ezen kívül leggyakrabban a szűrőházak és a különböző összekötő csövek is műanyagból vannak.

A műanyagokból szerves és szervetlen segédanyagok oldódhatnak ki, főként a szerves anyagok jó táplálékot biztosítanak a baktériumoknak. A műanyagok felületén sok esetben fokozott biológiai aktivitás tapasztalható. A vízbe beoldódó anyagok, valamint a mikrobiológiai szaporulat a kezelt vízben íz- és szagproblémákat is okozhat. Ezen kívül a különböző műanyagfajtákban egészségre káros nyomelemek is előfordulhatnak (pl. nehézfémek). A PVC esetén gyakori az ólom és a kadmium kioldódása, valamint a vinil-klorid monomer vízben való megjelenése. Ezen kívül gyakori a mikrobiológiai hártya megjelenése felületén [10].

A leggyakrabban felhasznált műanyagok a PVC, kemény polipropilén, polibutilén, poliészterek, poliuretán. Egyéb tömítőanyagként gyakori az etilén-propilén-butadién (EPDM), valamint a sztírol-butadién (SRB) [10].

Bakteriológiai védelmet biztosító egység

A kezelt víz és a kisberendezés mikrobiális elszennyeződése érdekében gyakran ezüstözött aktívszenet, UV-lámpát, illetve KDF-szűrőt építenek be a kisberendezésekbe.

Az ezüst-ionok alkalmasak lehetnek baktériumok számának csökkentésére, még az olyan nehezen eltávolítható baktériumok esetén is, mint a *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii* [22], *Legionella pneumophila* [23; 24]. Az ezüstözött aktívszén alkalmazása esetén figyelni kell arra, hogy a beoldódó ezüst az emberi egészséget ne veszélyeztesse.

Az UV-lámpa alkalmazása fizikai fertőtlenítő eljárás, a baktériumok DNS-ét inaktiválja, így azok szaporodásképtelenek lesznek. Leghatékonyabb 205 és 315 nm között, de leginkább 265 nm hullámhosszon. Előnye, hogy nem lehet túladagolni, kiküszöbölhető vele a vegyszeradagolás, elpusztítja a vírusokat és baktériumokat 99,9%-ban, hatékony egyes rezisztens protozoák ellen is, nem keletkeznek káros anyagok használatakor. Hátránya, hogy

gyakorlatilag helyi hatású, előtisztítást igényel, ugyanis pl. a zavarosságot okozó anyagok rontják a hatékonyságát [9].

A KDF-szűrő réz-cink ötvözetből készül. A réz baktericid hatását az ezüsthöz hasonló baktériumok esetén vizsgálták, önmagában és az ezüsttel kombinálva is alkalmas a baktériumok számának csökkentésre [22, 23, 24]. A KDF rendszer alkalmazás esetén ellenőrizni kell a kezelt víz réz tartalmát.

Egyéb

Különböző természetgyógyászati tendenciákat követve a gyártók kiegészíthetik berendezéseiket egyéb egységekkel is, például a víz természetes szerkezetét visszaállító mágneses egységgel. Általában kis felületűek, emiatt nem jelentenek egészségügyi kockázatot.

Az ivóvíz utótisztító kisberendezések engedélyezése, szakvéleményezése

A kisberendezések alkalmazása esetén fontos szem előtt tartani, hogy a kisberendezés használatával ne okozzon nagyobb egészségügyi kockázatot, mint maga a kiküszöbölendő probléma. Ezért fontos, hogy a forgalomba hozatal, illetve a felhasználás előtt az erre illetékes hatóságok ezeket a kisberendezéseket egészségügyi szempontból megvizsgálják és minősítsék. Magyarországon a 201/2001 (X.25) Kormányrendelet [25] 8.§. és 5. sz. melléklete alapján a vízzel érintkező szerkezeti anyagok, vízkezelésben használt vegyszerek, technológiák, valamint ezekkel összefüggően a háztartásokban használatos ivóvíz utótisztító kisberendezések egészségügyi alkalmazási engedélyét az Országos Tisztifőorvosi Hivatal állítja ki az Országos Környezetegészségügyi Intézet szakvéleménye alapján. A 201/2001 (X.25.) Kormányrendelet előírásai a 98/83/EK [26] számú európai uniós irányelv alapján lettek meghatározva.

A kisberendezések szakvéleményezése két részből áll: 1) dokumentumok benyújtás; 2) laboratóriumi ellenőrző vizsgálatok elvégzése. A benyújtott dokumentumok elsősorban a vízzel érintkező anyagokra, vízkezelő egységekre, valamint az alkalmazás feltételeire vonatkozik. A laboratóriumi ellenőrző vizsgálatok során ellenőrzésre kerül, hogy a kisberendezés által kezelt víz megfelel-e a magyar előírásoknak, fogyasztása nem jelent-e közegészségügyi kockázatot. A normál használat mellett ellenőrzésre kerül az is, hogy megfelelő-e a víz minősége beüzemelés, hosszabb (2-3 napos) üzemszünetek után is. A benyújtott dokumentumok és a laboratóriumi ellenőrző vizsgálatok eredményei alapján a szakvéleményben meghatározásra kerülnek a biztonságos üzemeltetés feltételei (beüzemelési

eljárás, üzemszünetek utáni teendők, fertőtlenítés, szűrőcserek gyakorisága, esetleges korlátozások).

Kisberendezések csoportosítása

A kisberendezések több szempont alapján is csoportosíthatók. Az egyik legjellemzőbb csoportosítási módszer a kisberendezés fő funkcionális egysége alapján történik, de szintén csoportba sorolhatók a minősítés, az alkalmazás feltételei, az esetleges korlátozások alapján is.

Fő funkcionális egység, felépítés alapján:

- 1) *Mechanikai szűrős kisberendezések:* a vízkezelés kizárólag egy 5 és / vagy 1 µm-es mechanikai szűrővel történik.
- 2) *RO membránt tartalmazó kisberendezések:* általában több szűrőfokozatot tartalmaznak. Rendszerint tartalmaznak mechanikai szűrőket (5 és 1 µm-es), aktívszén előszűrőt, RO-membránt, aktívszén utószűrőt, bakteriális védelmet biztosító egységet (UV-lámpa, ezüstözött aktívszén utószűrőként), tartályt. A minimális keménység biztosítása miatt valamilyen módszerrel biztosítaniuk kell a kezelt víz visszasózását, amelyre több lehetséges módszer van:
 - a) visszasózó patron vagy patronok: a megfelelő mértékű ásványi anyag biztosításához megfelelő kontaktidő szükséges
 - b) by-pass üzemmód: az ideális sótartalmat úgy érik el, hogy az RO membránnal tisztított vizet megfelelő arányban keverik a membrán előtti vízzel
 - c) egyéb: pl. a kezelt vízhez ivás előtt megfelelő keménységet biztosító pezsgőtablettát adnak
- 3) *Ultra- vagy nanoszűrős kisberendezések:* ezek szintén membrán egységet tartalmazó berendezések, de a membrán nem RO, hanem nagyobb pórusátmérőjű nano- vagy ultraszűrő. A keménységet okozó kalcium- és magnézium-ionok eltávolítása nem olyan jó hatásfokú, mint az RO membrán esetén, ezért a mennyiségük nem csökken le a megadott határérték alá, ivóvízként korlátlanul felhasználható.
- 4) *Aktívszén szűrőanyagot tartalmazó kisberendezések:* ezek a kisberendezések általában egyszerű felépítésűek, klór és klórszármazékok megkötésére alkalmasak. A bakteriális védelmet leggyakrabban ezüstözött aktívszén alkalmazásával oldják meg.
- 5) *Ioncserélő gyantát tartalmazó kisberendezések:* általában vízlágyítók, amelyek a keménységet okozó kalcium- és magnézium-ionokat nátrium-ionra cserélik. A minimális keménység biztosítása ezeknél a berendezéseknél is probléma.

- 6) *Kancsós kisberendezések*: szűrőanyagként aktívszén és esetenként ioncserélő gyanta kombinációját tartalmazó kisberendezések.
- 7) *Speciális berendezések*: a felsoroltakon kívül egyéb szűrőanyagot (pl. zeolitot) tartalmazó kisberendezések, vagy speciális, pl. arzénmentesítő vagy lúgosító berendezések.

Minősítés alapján:

A. Minősítés alapján

- 1) *Ivásra és egyéb háztartási céllal korlátozás nélkül alkalmazható kisberendezések*: a kezelt víz minden paraméter tekintetében (a keménységet is beleértve) megfelel a hazai előírásoknak, így ivóvízként, illetve egyéb háztartási céllal korlátlanul felhasználható.
- 2) *Ivóvíz céllal korlátozottan, egyéb háztartási célra korlát nélkül alkalmazható kisberendezések*: a kezelt víz keménysége nem éri el az ivóvízre vonatkozó határértékeket, ezért ivóvízként való alkalmazása csak korlátozottan használható, kizárólagos folyadékforrásként az általa biztosított víz nem alkalmas.
- 3) *Ivásra nem, egyéb háztartási célra alkalmazható kisberendezések*: a kezelt víz keménysége nem éri el az előírt határértéket, emiatt a tisztított vizet nem javasolt ivóvízként fogyasztani, de egyéb háztartási célokra megfelel (főzés, tea és kávé készítése stb.).
- 4) *Korlátozásokkal alkalmazható kisberendezés*: a kezelt víz valamely paraméter, például a magas ezüst tartalom miatt csecsemőknek vagy kisgyermekeknek szánt ételkészítésére nem alkalmas.
- 5) *Gyakori fertőtlenítést és karbantartást igénylő kisberendezések*: mindegyik típusú kisberendezés igényel rendszeres karbantartást és fertőtlenítést, de egyes esetekben a laboratóriumi mérések alapján a kezelt víz baktériumtartalma a tesztvízhez képes megnövekedett, de nem utal patogén baktériumoknak kedvező biofilm kialakulására, így rendszeres, általában negyedévenkénti fertőtlenítés mellett alkalmazhatók.
- 6) *Hőközlő berendezések előtt alkalmazható kisberendezések*: a kezelt víz baktériumtartalma magas, amely patogén baktériumoknak kedvező biofilm kialakulására is utal, így ivóvízként vagy háztartási célra nem alkalmazható, de hőközlő egységek (pl. mosógép) tápvizének kezelésére igen.

A kisberendezések alkalmazásának célja

A legtöbb esetben a víz esztétikai problémái miatt merül fel a vezetékes ivóvíz utótisztításának igénye, azaz a különböző íz, szag, illetve átlátszósággal kapcsolatos

problémák. Az íz és szag problémák sok esetben a fertőtlenítéssel függenek össze, a víz klórozásából származnak. Ritkább eset az, hogy a vezetékes víz valamilyen ismert, akár egészségi kockázatot jelentő problémáját, egyes vízben oldott anyagok mennyiségét szeretnék csökkenteni, ilyen például a víz összes keménysége, amely egyes háztartási gépek esetén okoz problémát, illetve a csapvíz arzén vagy ólom tartalma, amelyek az egészségre káros paraméterek. Sok esetben olyankor merül fel az igény az ivóvíz utótisztítására, amikor a családban kisgyermek születik. Ezekben az esetekben a szülők jót akarnak, de nem számolnak azzal, hogy sok esetben ahelyett, hogy gyermeküknek tiszta vizet biztosítanának, inkább ártanak vele például a megnövekedett baktérium tartalom, vagy ezüst koncentráció miatt, esetleg a kezelt víz kis keménysége miatt nem képes biztosítani a megfelelő kalcium és magnézium bevitelt a családtagok részére. Ritkább eset, de előfordul, hogy a kisberendezésekkel saját kút vizét kívánják kezelni, így biztosítva a háztartás vízigényét. A csapvízhez képest a kútvizek minősége sokkal változatosabb, illetve sok esetben nagy nitrát tartalmú talajvizet, ismeretlen baktérium tartalmú vizet használnak nyersvízként. A kisberendezések kútvizek kezelésében történő alkalmazása bonyolult, kevésbé kontrolálható kérdés, ezen kívül az Országos Tisztifőorvosi Hivatal által kiadott engedély kizárólag vezetékes ivóvíz utótisztítására vonatkozik. Napjainkban, sajnálatosan, a leggyakoribb vásárlási ok a forgalmazó cégek sok esetben agresszív marketing tevékenysége, amelyek során a legtöbb esetben nem korrekt a tájékoztatás, a kisberendezések rendszeres karbantartásáról, fertőtlenítéséről, a szűrők cseréjéről, valamint a kisberendezések alkalmazásának kockázatairól a leendő vásárló nem kap tájékoztatást.

A kisberendezések alkalmazásának előnyei és hátrányai

Az Országos Tisztifőorvosi Hivatal által kiadott alkalmazási engedély alapja az Országos Környezetegészségügyi Intézet Vízbiztonsági osztályának szakvéleménye. Az alábbi fejezetben a szakvéleményezési eljárás során elvégzett laboratóriumi vizsgálati eredmények, tapasztalatok kerülnek összefoglalásra.

A) A kisberendezések alkalmazásának előnyei

1) Esztétikai problémák javítása, klórtartalom, illetve a szerves halogén vegyületek mennyiségének csökkentése

A vezetékes csapvíz esetén több esetben tapasztalható a klórozásból származó klóros íz vagy szag, a különböző szerves anyagok, oldatlan lebegő anyagok által okozott szín vagy

zavarosság megjelenése. Ezen kívül problémát jelenthet a klórozásból származó melléktermékek, például a szerves halogén vegyületek koncentrációjának növekedése, amely egészségi kockázatot is jelenthet a fogyasztó számára. Ezek csökkentésére a legtöbb kisberendezés jól alkalmazható. Az 1. táblázatban összefoglalásra kerültek négy kisberendezés-típusra vonatkozó több éves vizsgálati eredmények a szabad aktív klór, a szerves halogén vegyületek és a szerves anyagok csökkentési képességére vonatkozóan.

1. Táblázat: A kisberendezések alkalmazásának előnyei – négy kisberendezés-típus szabad aktív klór, szerves halogén vegyületek és összes szerves anyag csökkentő képességének összefoglalása

Paraméter	Jellemző érték a budapesti csapvízben	Eltávolítási hatékonyság			
		Aktívszén	Kancsós	RO by-pass	RO visszaszűrő patron
Szabad aktív klór [mg/l]	0,05 - 0,22	100%	70 - 100%	70 - 100%	100%
Szerves halogén vegyületek (AOX) [Cl µg/l]	43 - 80	30 - 80%	20 - 40%	40 - 50%	80 - 100%
Összes szerves szén (TOC) [mg/l]	1,0 - 1,4	0 - 30%	3 - 20%	40 - 50%	60 - 85%

2) Egészségi kockázatot jelentő paraméterek koncentrációjának csökkentése

Egyes kisberendezések irodalmi adatok alapján képesek bizonyos káros anyagok koncentrációjának csökkentésére. A 2. táblázat két kisberendezés-típus arzén és ólom csökkentő képességét foglalja össze kísérleti kutatási eredményeken alapulva. Szintén előnyös lehet, elsősorban a háztartási gépek védelme miatt a víz összes keménységének csökkentése. Ennek tárgyalására később, a hátrányok között kerül sor, ugyanis ezek a kisberendezések a legtöbb esetben túlságosan csökkentik a víz összes keménységét okozó kalcium és magnézium tartalmát, amely egészségi szempontból hátrányos.

2. Táblázat: A kisberendezések alkalmazásának előnyei – egyes kisberendezések arzén és ólom tartalomra gyakorolt hatása

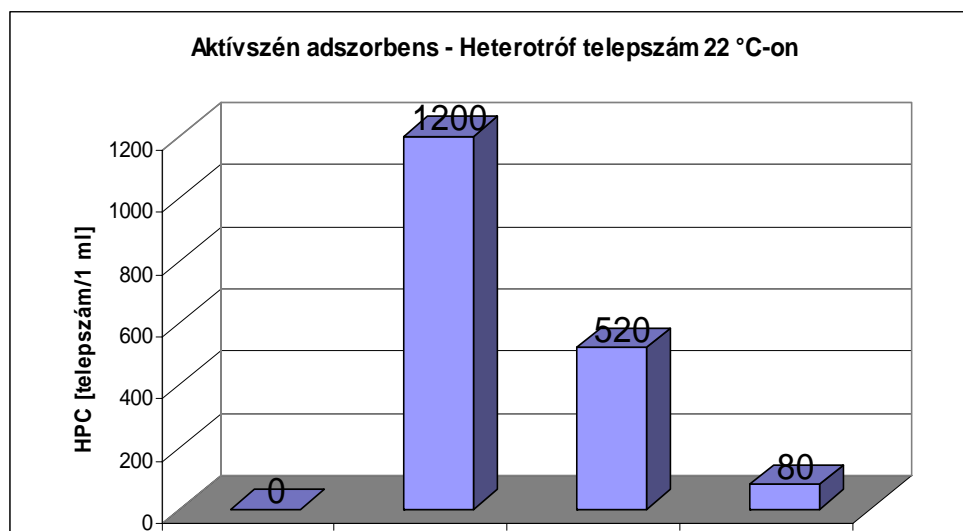
Paraméter	Határérték	Koncentráció a modelloldatban	Aktívszén berendezéssel kezelt víz	Arzénmentesítő kancsóval kezelt víz

Arzén [μg/l]	10	17	1,47 – 4,4	3,7
		45	-	0 - 5,6
		125	-	19,9
Ólom [μg/l]	25 (10)	16	0	-

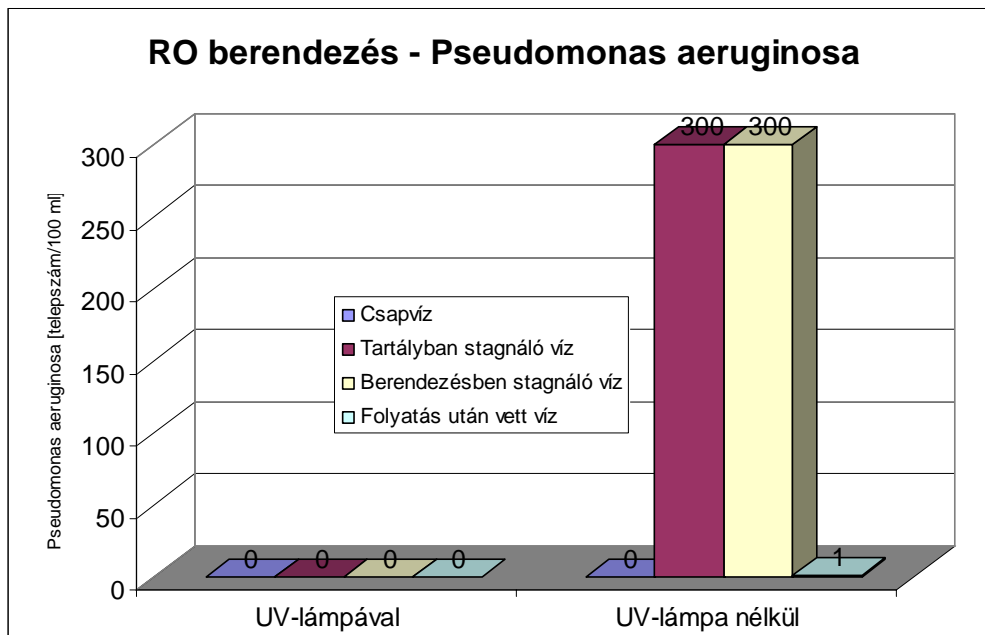
B) A kisberendezések alkalmazásának hátrányai

1) Mikrobiológiai minőség romlása

A kisberendezések, elsősorban a műanyag alkatrészeik és az aktívszén adszorbens miatt, valamint a különböző mikroorganizmusok elszaporodásához kedvező körülmények között (pangás, kedvező hőmérséklet, kedvező szerves anyag tartalom) a legtöbb esetben elősegítik a csapvízben kis mennyiségben jelen lévő baktériumok elszaporodását. Az alábbi két ábrán erre vonatkozóan található két tipikus példa, a stagnálás során kialakuló baktériumszaporulatra vonatkozóan (1. ábra), illetve az UV-lámpa jelentőségére vonatkozóan (2. ábra). Az eredmények alapján látható, hogy az olyan kisberendezések esetén, ahol beépített UV-lámpa biztosítja a kisberendezés által kezelt vízben a megfelelő mikrobiológiai minőséget, milyen fontos az, hogy ez az UV-lámpa valóban működőképes, bekapcsolt állapotban legyen. A mikrobiológiai szaporulat kialakulása esetén nitrifikációs folyamatok is elindulhatnak, amelyek elsősorban a stagnáló, pangó vízben a nitrit tartalom jelentős növekedését okozhatják.



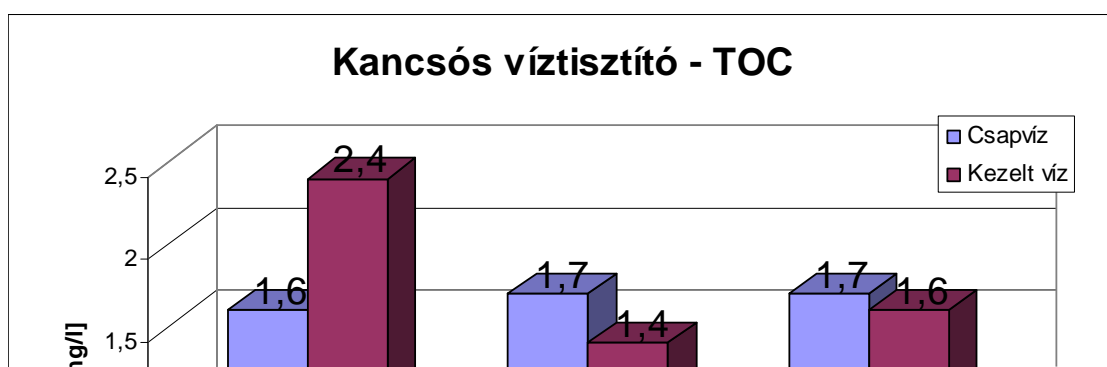
1. ábra: Aktívszén adszorbenst tartalmazó kisberendezés által biztosított víz heterotróf telepszám tartalma 22°C-on



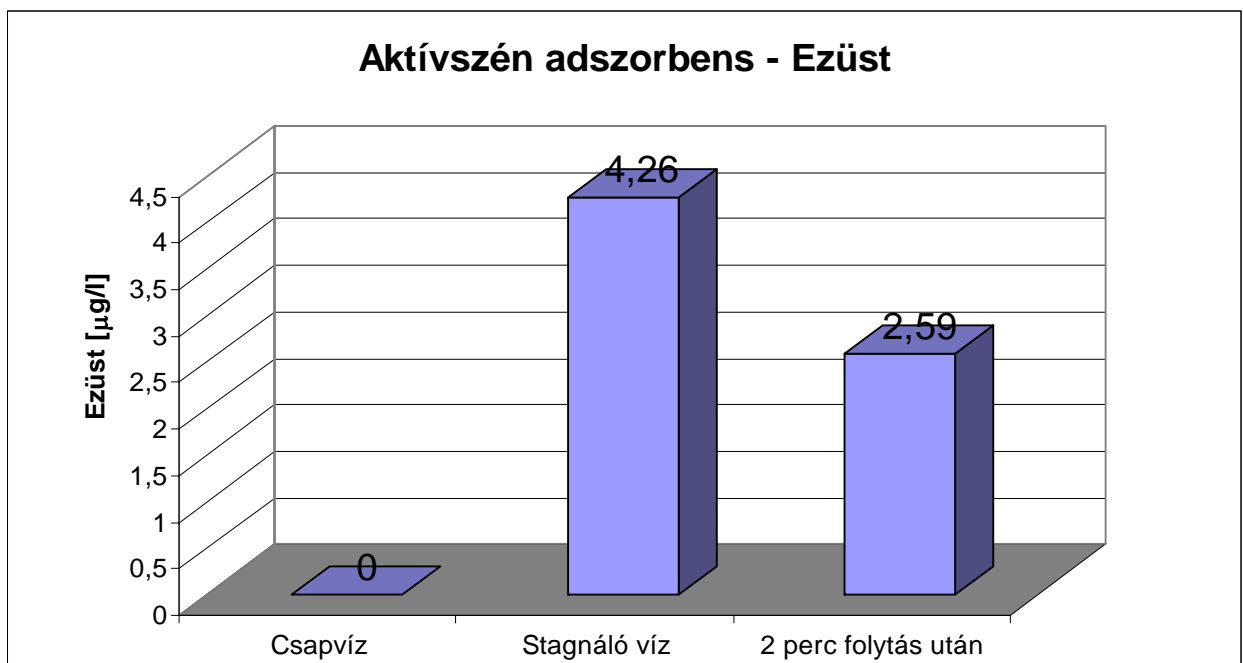
2. ábra: Fordított ozmózis membránt tartalmazó kisberendezés által biztosított víz *Pseudomonas aeruginosa* tartalma UV-lámpa alkalmazása mellett és nélkül

2) Különböző anyagok beoldódása a vízzel érintkező szerkezeti anyagokból

A legtöbb esetben tapasztalható a szerves anyag beoldódás a különböző műanyag alkatrészekből (csövek, tartály, szűrőházak stb.), illetve ioncserélő gyantákból a vízlágyító berendezések és kancsós berendezések esetén (3. ábra). Ezen kívül az ezüstözött aktívszén alkalmazása esetén a kezelt víz ezüst koncentrációjának növekedése tapasztalható (4. ábra). A megnövekedett szerves anyag tartalom a baktériumok elszaporodását segítheti elő, ugyanis tápanyagot biztosítanak a növekedésüknek. Az ezüst tartalom pedig elsősorban kisgyermek számára lehet mérgező hatású. Egyéb beoldódás tapasztalható egyes esetekben a különböző fém, elsősorban réz alapanyagú szerkezeti anyagok esetén (elsősorban nikkel, ólom és réz), amelyek szintén egészségi kockázatot jelenthetnek a fogyasztó számára.



3. ábra: Kancsós víztisztító kisberendezés által biztosított víz szerves anyag (TOC) tartalma



4. ábra: Ezüstözött aktívszén tartalmú kisberendezés által kezelt víz ezüst tartalma

3) A kezelt víz összes keménységének és szerves ion tartalmának túlzott csökkenése

Egyes kisberendezések, elsősorban a fordított ozmózis membránt tartalmazó kisberendezések, illetve a vízlágyító berendezések túlzott mértékben csökkentik a víz összes keménységét (amely a víz kalcium és magnézium tartalmára ad információt) és szerves ion tartalmát (ennek jellemzésére az ún. fajlagos elektromos vezetőképesség paraméter használatos) (3. táblázat). A kis keménységű víz fogyasztása egészségi szempontból kedvezőtlen, valamint bizonyos összes keménység esetén (<50 CaO mg/l) a kezelt víz nem felel meg az ivóvízre vonatkozó, magyarországi előírásoknak. A kezelt víz megfelelő összes keménységét visszaszózó patronnal, illetve a kezelt és kezeletlen víz megfelelő arányú

keverésével (by-pass rendszer) biztosítják a legtöbb esetben. A visszaszó patron a legtöbb esetben nem képes biztosítani az előírt minimális keménységet, a by-pass rendszer esetén pedig az jelent problémát, hogy az eltávolítandó anyagok bizonyos arányban a fogyasztott vízben jelen lesznek a kezeletlen vízzel történő keverés miatt.

3. Táblázat: A kisberendezések összes keménység és szerves ion tartalom csökkentő képességének összefoglalása

Paraméter	Magyar előírás (201/2001 KR)	Jellemző érték a budapesti csapvízben	Csökkentés mértéke			
			Aktívszén	Kancsós	RO kisberendezés + by-pass	RO kisberendezés + visszaszó patron
Fajlagos elektromos vezetőképesség [μ S/cm]	-	470 - 560	<1%	10 - 40%	40-50%	70 - 95%
Összes keménység [CaO mg/l]	50 – 350	140 - 180	<1%	10 -40%	40-50%	85 - 100%

Összefoglalás, következtetések

Összefoglalásként elmondható, hogy az otthonokban alkalmazott ivóvíz utótisztító kisberendezések alkalmazásának vannak előnyei és hátrányai is. Biztonságos üzemeltetésük csak abban az esetben lehetséges, ha a lakossági felhasználó betartja a biztonságos üzemeltetés feltételeit: beüzemelési eljárások, rendszeres karbantartás, fertőtlenítés, üzemszünetek utáni teendők (tartályban stagnáló víz kiengedése, a kisberendezések átöblítése stb.), baktériumok elszaporodása elleni védelem megfelelő biztosítása (ezüstözés, bekapcsolt, üzemképes UV-lámpa, megfelelő behatási idővel), ezzel csökkenthetik a kisberendezések használatából eredő kockázatokat. Ezekről a legtöbb esetben a forgalmazó nem tájékoztatja megfelelően a vásárlót. A vásárló korrekt tájékoztatása érdekében Intézetünk, mint független, a kisberendezések engedélyezési eljárásában, mint szakvéleményező szerv részt vevő Intézet, a beérkező lakossági kérdésekre, panaszokra megpróbálunk válaszokat adni, a kisberendezések alkalmazásáról, azok előnyei mellett hátrányairól, alkalmazási feltételiről is tájékoztatni a leendő vásárlókat vagy a kisberendezéssel rendelkező lakosságot. Nagyon sok kisberendezést forgalmaznak engedély nélkül, különösen az interneten keresztül, fontos az is, hogy aki a vásárlás mellett dönt, mindenképpen OTH engedéllyel rendelkező kisberendezést vásároljon, ezek listájáról a www.antsz.hu honlapon mindenki tájékozódhat.

Irodalomjegyzék

- [1]: http://www.mok.hu/index.php?pg=news_1_17022
- [2]: http://www.vizmuvek.hu/pdf/az_ivoviz.pdf
- [3]: <http://efrira1.antsz.hu/baranya/kozeg/vizbakt.htm>
- [4]: **Öllös Géza:** *Vízellátás*. Franklin Nyomda AQUA Kiadó, Budapest **1987**
- [5]: **Kádár M:** *UNECE/WHO protocol on water and health – social, legal and economic concerns*. Proceeding book, Cost Action 637, (**2007**) 247-250
- [6]: **Salgó András:** *Élelmiszerkémia és táplálkozás I*. Műegyetemi Kiadó, **2001**
- [7]: **Papp Szilárd:** *Az ivóvíz egészségtana*. Országos Közegészségügyi Intézet, Budapest, **1955**
- [8]: **World Health Organization (WHO):** *Guidelines for Drinking-water Quality*, Negyedik kiadás, **2011**
- [9]: **Dósa D:** *Az ivóvízkezelés során keletkező klór-aminok, és egyéb szerves klórvegyületek egészségügyi hatásai*. Diplomamunka (**2006**)
- [10]: **Öllös Géza:** *Vízellátás-csatornázás közegészségügyi ismeretei*. Vízügyi Múzeum és Levéltár, Budapest **2001**
- [11]: **Cornelissen ER, Moreau N, Siegers WG, Dignum M, Amy G, Wessels LP:** *Selection of anionic exchange resins for removal of natural organic matter (NOM) fractions*. Water Research 42 (**2008**) 413 – 423
- [12]: **Fonyó Zsolt, Fábry György:** *Vegyipari művelettani alapismeretek*. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest **1998**
- [13]: **Kim J, Kang B:** *DBPs removal in GAC filter-adsorber*. Water Research 42 (**2008**) 145 – 152
- [14]: **Ahmedna M, Marshall WE, Hussein AA, Raod RM, Goktepe I:** *The use of nutshell carbons in drinking water filters for removal of trace metals*. Water Research 38 (**2004**) 1062–1068
- [15]: **Humbert H, Gallard H, Suty, Croue JP:** *Natural organic matter (NOM) and pesticides removal using a combination of ion exchange resin and powdered activated carbon (PAC)*. Water Research 42 (**2008**) 1635 – 1643
- [16]: **Pécs Miklós:** *Bioipari elválasztási műveletek – órai jegyzet* **2004**
- [17]: **Woodberry P, Stevens G, Northcott K, Particulate I:** *Field trial of ion-exchange resin columns for contaminants, Thala Valley Tip, Casey Station*. Cold Regions Science and Technology 48 (**2007**) 105–117
- [18]: **Xia S, Dong B, Zhang Q, Xu B, Gao N, Causseranda C:** *Study of arsenic removal by nanofiltration and its application in China*. Desalination 204 (**2007**) 374–379
- [19]: **Lazarova Z:** *Removal of toxic metals from drinking water: a review*. Proceeding book, Cost Action 637, (**2007**) 78-88
- [20]: **Dursun S, Pala A, Argun ME:** *Lead pollution removal from water via clinoptilolite fixed bed column*. Proceeding book, Cost Action 637, (**2007**) 145-151
- [21]: **Gylienè O:** *Heavy metal removal from drinking water using synthetic and natural sorbents*. Proceeding book, Cost Action 637, (**2007**) 97-104
- [22]: **Huang HI, Shiha HY, Leeb CM, Yang TC, Layd JJ, Lina JE:** *In vivo efficiency of copper and silver ions in eradicating Pseudomonas aeruginosa, Stenotrophomonas maltophilia and Acinetobacter baumannii: Implications for on-site disinfection for hospital infection control*. Water Research 42 (**2008**) 73 – 80
- [23]: **Lin YE, Vidic RD, Stout JE, Yu VL:** *Individual and combined effects of copper and silver ions on inactivation of Legionella pneumophila*. Water Research 30, (**1996**) 1905-1913

[24]: Chen YS, Lin YE, Liu YC, Huang WK, Shih HY, Wann SR, Lee SS, Tsai HC, Li CH, Chao HL, Ke CM, Lu HH, Chang CL: *Efficacy of point-of-entry copper-silver ionisation system in eradicating Legionella pneumophila in a tropical tertiary care hospital: implications for hospitals contaminated with Legionella in both hot and cold water.* Journal of Hospital Infection 68 (2008), 152-158

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

[26]: 98/83/EC az Európai Unió Tanácsa irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről (1998. november 3.)

Sebestyén Ágnes

Országos Környezetegészségügyi Intézet, Vízbiztonsági osztály

sebestyen.agnes@oki.antsz.hu