

Sebestyén Ágnes, Bufa-Dórr Zsuzsanna, Vargha Márta

*Nemzeti Népegészségügyi Központ, Budapest
National Public Health Center, Budapest*

DOI: <https://doi.org/10.29179/EgTud.2020.3.12-27>

Az otthoni ivóvíz utótisztító kisberendezések főbb kockázatai és hazai közegészségügyi szempontú értékelése

Main health risks and the public health evaluation process of the home water treatment devices in Hungary

Összefoglalás

Az otthoni ivóvíz utótisztító kisberendezések Magyarországon engedélyköteles termékek. Az engedélyek kiadásához szükséges közegészségügyi szempontú értékelést jelenleg a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) végzi. Szakirodalmi adatok és szakvéleményezés során elvégzett laboratóriumi vizsgálatok alapján a kisberendezések valóban alkalmasak lehetnek a víz bizonyos tulajdonságainak javítására, de emellett alkalmazásuk közegészségügyi kockázatot is jelenthet, elsősorban a mikrobiológiai minőség romlása, illetve a nitrifikációs folyamatok következtében megjelenő nitrit miatt. A jelen összefoglaló a hazai engedélyezési folyamatot, a berendezések típusait és az egészségkockázatokra vonatkozó szakirodalomban elérhető eredményeket tekinti át.

Kulcsszavak: ivóvíz utótisztító kisberendezések, POU/POE szűrők, közegészségügyi értékelés menete

Summary

Home water treatment devices in Hungary are under certification obligation by the public health authority. The public health evaluation required for certification is currently carried out by the National Public Health Center (NPHC). According to the literature and previous laboratory tests, most of these devices are capable of improving some drinking water quality parameters, but they may also pose a risk to health, mainly due to deterioration of microbiological quality and nitrite formation during nitrification. The current paper provides an overview on the Hungarian certification process, the types of devices and the published evidence on their health risks.

Keywords: home water treatment devices, POU/POE filters, process of public health assessment

EGÉSZSÉGTUDOMÁNY

2020;64(3): 12-27

HEALTH SCIENCE

Közlésre érkezett: 2020. március 10.

Submitted: 10 March 2020

Elfogadva: 2020. július 24.

Accepted: 24 July 2020

Levelezési cím/Correspondence:

Sebestyén Ágnes

Nemzeti Népegészségügyi Központ

1097 Budapest, Albert Flórián út 2-7.

E-mail: sebestyen.agnes@nnk.gov.hu

Tel.: +36 1 476-1154

Bevezetés

Hazánkban is egyre népszerűbb a csapvíz fogyasztás helyén történő utókezelése, a különböző otthoni ivóvíz utótisztító kisberendezések (továbbiakban: kisberendezések) alkalmazása. Tapasztalataink alapján a lakosok elsősorban esztétikai problémák (íz, szag, szín vagy zavarosság) megjelenése esetén, egészség- és környezettudatosságból, valamint babavárás, kisgyermek születése miatt döntenek kisberendezések vásárlása mellett. Tényleges, igazolt ivóvízminőségi probléma (pl. arzén vagy ólom jelenléte a csapvízben) ritkábban indoka a vásárlásnak. Sok vásárló nincs tisztában azzal, hogy ezek a kisberendezések kockázatot is jelenthetnek az egészségükre, valamint azzal sem, hogy csak bevizsgált, ivóvízbiztonsági engedéllyel rendelkező terméket javasolt vásárolni. A jelen módszertani összefoglaló célja, hogy bemutassuk kerüljön a kisberendezések közegészségügyi szempontú értékelésének menetét, a főbb vízkezelő és egyéb szerkezeti elemeit, típusait és közegészségügyi kockázatait.

A kisberendezések közegészségügyi szempontú minősítésének menete hazánkban.

Az ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet (továbbiakban: Kormányrendelet) 8.§-e és 5. melléklete alapján a Magyarországon forgalomba kerülő hálózati ivóvíz utótisztító kisberendezéseknek (továbbiakban: kisberendezések) ivóvízbiztonsági engedéllyel kell rendelkezniük. Az ivóvízbiztonsági engedélyezési eljárás kétlépcsős: a Nemzeti Népegészségügyi Központ (továbbiakban: NNK) előzetes szakvéleménye alapján kérhető meg az illetékes hatóságtól (mely 2020. január 1-től szintén az NNK, korábban a megyei kormányhivatalok) az ivóvízbiztonsági engedély¹.

A szakvéleményezés során egyrésztől értékelik a gyártó vagy első hazai forgalmazó (továbbiakban: kérelmező) által benyújtott dokumentumokat, amelyek leírják az ivóvízzel érintkező és vízkezelő anyagok összetételét, a vízkezelés elvét, a használat módját

(beleértve a magyar nyelvű használati útmutatót), valamint kitér azokra a vízminőségi paraméterekre, amelyeket a gyártói adatok alapján a kisberendezés el tud távolítani. Az eltávolítási hatékonyságot megfelelő előzetes vizsgálati eredményekkel, külföldi tanúsítványokkal, szakirodalmi cikkekkel alá kell támasztani. A kisberendezések esetén előírás, hogy legyen valamilyen mikrobiológiai utószaporodás elleni védelmük, valamint egyes típusoknál a víz összes ásványi anyag tartalmának pótlása is szükséges, melyek módjára a dokumentációnak szintén ki kell térnie. Egyes vízkezelő anyagok (pl. ioncserélő gyanták) esetén szükséges azok külön, előzetes minősítése.

Amennyiben a dokumentáció teljes, és az alapján nem merül fel olyan tényező, ami miatt a kisberendezés ne lenne alkalmazható (pl. mikrobiológiai utószaporodás elleni védelem hiánya, olyan vízzel érintkező anyag, amely alkalmazása kockázatos), megkezdődik annak ellenőrző laboratóriumi vizsgálata. Ehhez a kérelmező az NNK laboratóriumában felszerel egy gyárilag új

berendezést, amelynek vízellátása a vizsgálatok ideje alatt budapesti vezetékves vízből történik. A vizsgálat menete kisberendezés-típusonként kis mértékben eltér, de összességében elmondható, hogy elsősorban a kockázatot jelentő paraméterek ellenőrzésére fókuszál, a kérelmező által megadott, eltávolítani kívánt anyagokra csak részben – a budapesti csapvíz minőségét figyelembe véve – tér ki. Vizsgálják az alap kémiai paraméterek (pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, összes keménység, lúgosság) mellett a szerves és szervetlen nitrogénformákat (ammónium, nitrit, nitrát), a szerves anyag tartalomra utaló TOC paramétert, a szerves és szervetlen klórformákat (ha a kisberendezés esetén feltételezhető, hogy csökkenti), különböző (köztük a szerkezeti anyagokból esetlegesen kioldódó) fémeket, valamint mikrobiológiai és mikroszkópos biológiai paramétereket. A mintavételek ütemezése elsősorban a fő kockázatot jelentő üzemeltetési módok felmérésére szolgál, tehát hosszabb folyamatot követően mintavétel történik a beüzemelés után, valamint 2-3 napos üzemszünetek után azonnal, valamint a használati útmutató

tóban megadott, üzemszünetek utáni teendők elvégzése után is. A kisberendezésből származó kezelt vízminták eredményei az ugyanazon a napon vett kezeletlen budapesti csapvíz eredményeivel kerülnek összehasonlításra. Kancsós kisberendezések esetén a névleges kapacitást végig követve történik a vizsgálat. Mechanikai szűrők esetén a legtöbb esetben nem végeznek laboratóriumi vizsgálatot, az értékelés a vízzel érintkező anyagok értékelésén vagy a termék külföldi minősítésén alapszik. Az eredmények értékelésének alapját a Kormányrendelet 1. mellékletében megadott határértékeknek és parametrikus értékeknek való megfelelés adja, de a kezeletlen csapvízhez képest bekövetkező és a tendenciális változásokat is értékelik.

A benyújtott dokumentumok és a vizsgálati eredmények alapján határozzák meg a javasolt alkalmazási feltételeket, amelyek többek között kitérnek a fertőtlenítés és szűrőcserék gyakoriságára, a beüzemelés és üzemszünetek utáni teendőkre, azokra a paraméterekre, amelyek eltávolítására igazoltan alkalmas lehet a

kisberendezés, valamint az esetleges korlátozásokra. Ilyen lehet a nitrifikáció kockázata vagy a jelentős ezüsttartalom miatti korlátozás gyermekek általi fogyasztásra, vagy a nagyon kis keménységű (lényegében ionmentes) víz hosszútávú, kizárólagos ivóvízként történő fogyasztásának eljenjavallata. A szakvélemény alapesetben otthoni alkalmazásra vonatkozik, de a kérelmező kérésére a dokumentumok és az eredmények alapján – kiegészítő feltételekkel – a kisberendezést irodai és egyéb közösségi helyeken (pl. gyermekintézmények, egészségügyi intézmények) való használatra is értékeli. A szakvélemény alapján kiadott ivóvízbiztonsági engedély érvényessége alapesetben 5 év, amelynek felülvizsgálatához szintén szükséges az NNK szakvéleménye. A felülvizsgálat során a kisberendezés egy már legalább 6 hónapja használatban lévő példányát vizsgálják a telepítési helyén a főbb paraméterekre (mikrobiológiai minőség, ammónium és nitrit), valamint az első vizsgálat során problémát jelentő tényezőkre. Emellett ellenőrzik a telepítési helyen a helyben elérhető használati útmutatót, valamint a karbantartásokra vonatkozó dokumentációt is².

A kisberendezésekben előforduló leggyakoribb szűrőanyagok és egyéb szerkezeti elemek

Mechanikai szűrők: lényegében kis átmérőjű szitaszűrők. Általában a vízkezelés első lépése a mechanikai szűrés, ugyanis ezek kiszűrik a nagyobb szennyezőket, ezzel védve a későbbi, finomabb szűrésre alkalmas szűrőanyagokat. A mechanikai szűrők lehetnek durva (30-50 µm pórusátmérőjű), illetve finom (10 µm alatti pórusátmérőjű) szűrők. A felületükön képződő bevonat kezdetben fokozza a szűrőhatást, de egy idő után a vízáramlást is jelentősen lecsökkenti, így időnként javasolt ezeket cserélni vagy átöblíteni³.

Aktívszén: adszorpciós folyamatokon alapuló vízkezelés, amelynek hatékonysága függ az aktívszén típusától, mennyiségétől, a kontaktidőtől, valamint a szűrőegységek kialakításától⁴. A kapacitás jelentősen függ az aktívszén porozitásától is. Az adszorbensek általánosságban lehetnek szénbázisú vagy oxidbázisú adszorbensek. Az aktívszén szénalapú adszorbens, alapanyaga

90%-ban szén. Az aktivált szén porózus, nagy adszorpciós felülettel rendelkezik, poláros és apoláros molekulák megkötésére is alkalmas. A különböző aktívszén típusok alapanyaga lehet kőszén, fa, tőzeg, csont, fűrészpor, kokszt vagy kókuszdióhéj³. A kisberendezésekben főként granulált aktívszén adszorbens fordul elő, sok esetben más szűrőkkel kombinálva előszűrőként. Alkalmas lehet íz- és szagrontó anyagok, szerves és szerves anyagok, zavarosság, maradék klór és radon eltávolítására⁴.

Egy koreai munkacsoport a homokszűrő, valamint granulált aktívszénnel kombinált homokszűrő szűrőkapacitását hasonlította össze több paraméterre vonatkozó eltávolítási hatékonyság tekintetében. A kombinált tisztítási technológia az első 3 hónapban a homokszűrőnél hatékonyabban távolította el a fertőtlenítési melléktermékeket (trihalometánok és haloecetsavak), de ennél hosszabb távon, regenerálás nélkül a határfok jelentősen csökkent, sőt, deszorpció is tapasztalható volt. Zavarosság tekintetében a két vízkezelési eljárás hasonló eredményt mutatott⁵.

Ahmenda és munkatársai különböző alapanyagú és aktiválási eljárásnak alávetett aktívszén ólom-, cink- és réz-ion eltávolítási hatékonyságát hasonlították össze. Különböző, forgalomban lévő szénalapú szűrőanyagokat, valamint kationcserélő gyantával kombinált aktívszén töltetet vetettek össze a mezőgazdasági melléktermékekből (csonthéjas termékek héjából) készült, foszforsavval, illetve gőzzel aktivált aktívszének hatékonyságával. Eredményeik azt mutatták, hogy a különböző mezőgazdasági melléktermékekből készített aktívszének keveréke az ólom 10 %-át, a réz 90-95%-át, a cink 80-90%-át eltávolítja a vízből. A mérési eredményeikből következtethető, hogy a mezőgazdasági melléktermékekből származó aktívszenekből ugyanolyan szűrőhatékonyság eléréséhez kevesebb szükséges. Fontos tényező az is, hogy melléktermékekből állítják elő, így a gyártásuk környezetbarát⁶.

Ioncserélő gyanták: az ioncserélő gyanták a vízben lévő ionokat azonos töltésű ionra cserélik. Az ionok töltése alapján lehetnek anioncserélő (például az arzén kiszűrésére szolgáló), illetve

kationcserélő (például lágyító) gyanták⁴. Woodberry és munkatársai vizsgálatai alapján a kationcserélő gyanták alkalmasak különböző nehézfémek (ólom, réz, cink, nikkel, vas és kadmium) mennyiségének csökkentésére, amelyek eltávolítási határfoka a víz sótartalmától függ, különösen a vas és a réz esetén⁷.

Membránok: a membrán egy olyan válaszfal, amely szelektíven engedi át a különböző molekulákat. A membránon keresztüli transzport hajtóereje a kémiai potenciálkülönbség. A membrán típusa, valamint a domináns kémiai potenciálkülönbséget létrehozó hatás alapján különböző membrántechnológiai eljárások lehetnek: mikroszűrés (MF), ultraszűrés (UF), nanoszűrés (NF), fordított vagy reverz ozmózis (RO), dialízis, elektrodialízis. A MF klasszikus, szitahatáson alapuló szűrési művelet, a szétválasztás szempontjából a membrán pórusátmérője a meghatározó. 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 csak

a vizet engedi át, a benne oldott anyagokat nem, így gyakorlatilag ionmentes víz előállítására alkalmas³

Egyéb szűrőanyagok: egyéb szűrőanyag lehet a zeolit, amely lehet természetes (pl. klinoptiolit) vagy mesterséges (pl. citozán).

Tartály: sok kisberendezés lassan állítja elő a tisztított vizet, ezért a megfelelő használhatóság érdekében tartályt iktatnak be. Így a készülék folyamatosan tud működni, a tisztított víz a tartályba gyűlik, és innen engedhető ki, ha szükség van rá. A tartályok anyaga általában valamilyen műanyag, ezen kívül a szűrőházak és a különböző összekötő csövek is leggyakrabban műanyagból készülnek.

Bakteriológiai védelmet biztosító egységek: a leggyakrabban alkalmazott eljárások az ezüstözött aktívszén vagy gyanta, az UV-lámpa, valamint a KDF szűrőanyag (ez egy réz-cink ötvözet, amelynek rövidítése a „Kinetic Degradation Fluxion” angol kifejezésből származik), illetve a vízlágyító kisberen-

dezések esetén a tömény sóval történő regenerálás.

A vizsgálatok alapján az ezüst bevonat alkalmas lehet a baktériumok számának csökkentésére, még az olyan nehezen eltávolítható baktériumok esetén is, mint pl. a *Pseudomonas aeruginosa* vagy a *Legionella pneumophila*. A KDF egy réz-cink ötvözet. A réz baktericid hatását önmagában és az ezüsttel kombinálva is igazolták, ugyancsak alkalmas *Pseudomonas aeruginosa* és *Legionella pneumophila* baktériumok számának csökkentésére^{8,9,10}.

Az UV-lámpa egy fizikai fertőtlenítő eljárás, amely a baktériumok DNS-ét károsítja fotokémiai folyamatok által. Maximális hatás 250-265 nm hullámhossz-tartományban következik be. Kutatások alapján az élő szervezetek egy része (köztük például az *Escherichia coli* baktérium) az UV által okozott károsodás után reaktiválódhat¹¹.

A kisberendezések főbb típusai

A kisberendezések több szempont alapján csoportosíthatók. Az alkalmazási helyet tekintve lehetnek „point-of-use” (POU) típusúak, ezek csapra vagy mosdó alá szerelhető kisberendezések, a felhasználás helyén tisztítják a vizet. Ezen kívül lehetnek „point-of-entry” (POE) típusúak, amelyek a házba való belépés helyén, központilag tisztítják, kezelik a vezetékes vizet, illetve lehetnek nem beépíthetők (pl. víztisztító kancsók, tornyok)¹². Szintén csoportosíthatók aszerint, hogy milyen típusú alkalmazásra kapott engedélyt a berendezés, esetleg milyen felhasználási korlátozások vonatkoznak rá. Ezen kívül csoportosíthatók a fő vízkezelő egységük alapján¹³:

- Mechanikai szűrők: a vízkezelés kizárólag mechanikai szűrővel történik.
- RO membránt tartalmazó kisberendezések: általában több szűrőbetét található bennük, mechanikai szűrőt (leggyakrabban 5 és 1 µm-es), aktív-szén előszűrőt, RO-membránt, aktív-szén utószűrőt, bakteriális védelmet biztosító egységet (UV-lámpa, ezü-

tözött aktív-szén utószűrőként) és sok esetben tartályt tartalmaznak. A minimális keménység érdekében valamilyen módszerrel biztosítaniuk kell a kezelt vízben az ásványi anyag viszapótlását, amelyre több lehetséges módszert alkalmaznak:

- visszaszóó patron vagy patronok
- by-pass üzemmód: a kezelt és kezeletlen víz bizonyos arányú keverése
- egyéb: pl. a kezelt vízhez ivás előtt megfelelő keménységet biztosító tableta vagy por adagolása
- Ultra- vagy nanoszűrős kisberendezések: szintén membrán egységet tartalmazó berendezések, de a membrán nem RO, hanem nagyobb pórusátmérőjű nano- vagy ultraszűrő. Az ásványi anyagok, ezen belül az összes keménységet eredményező kalcium- és magnézium-ionok eltávolítása nem olyan jó hatásfokú, mint az RO membráné, így a keletkező kezelt víz jellemzően megfelel a minimális keménységre vonatkozó követelménynek.
- Aktív-szén tartalmazó kisberendezések: ezek a kisberendezések álta-

lában egyszerű felépítésűek, klór és klórszármazékok megkötésére alkalmasak.

- Vízlágyítók: kationcserélő gyantát tartalmazó kisberendezések, amelyek a keménységet okozó kalcium- és magnézium-ionokat nátrium-ionra vagy hidrogén-ionra cserélik.
- Kancsós kisberendezések: vízkezelőként aktívszén adszorbenst és ioncserélő gyantát tartalmazó, ivóvízhálózathoz nem kapcsolódó, nem beépített kisberendezések.
- Speciális berendezések: egyéb szűrőanyagot (pl. zeolitot) tartalmazó kisberendezések, vagy speciális vízkezelők pl. arzénmentesítő kisberendezés.

Kisberendezések főbb közegészségügyi kockázatai

Mikrobiológiai minőség

Több tanulmány is kitér arra, hogy az aktívszén adszorbensek elősegíthetik a baktériumok elszaporodását. Ez csökkenthető fertőtlenítő egység vagy bak-

tériumok elszaporodását gátló anyag alkalmazásával, valamint a pangó víz fogyasztás előtt történő kifolyatásával^{14,15}. A különböző kisberendezésekben biofilm is kialakulhat, amelyben akár kórokozók is megtelepedhetnek¹⁶. A kisberendezésekben észlelt baktériumszaporodás okaként több tényezőt is említ a szakirodalom: a klórtartalom lecsökkenése, tápanyagként szolgáló szerves anyag kioldódás a műanyag alkatrészekből, valamint a szerves anyag feldúsulása az aktívszén adszorbens felületén^{12,14,15,16,17}. A kutatások különböző baktériumok (elsősorban ivóvízminőségi indikátorok) jelenlétét vizsgálták, leggyakrabban a következő fekális és egyéb indikátorokat mutatták kisberendezések által kezelt vizekben: coliform baktériumok, enterococcusok, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, valamint a heterotróf összcsíraszám növekedése^{18,19,20,21}. Bár igen csekély annak a valószínűsége, hogy az indikátorok elszaporodása tényleges egészségkockázatot jelez, alapelv, hogy a kisberendezések nem okozhatják a vízminőség romlását.

Nitrifikáció kockázata

A nitrifikáció egy olyan mikrobiológiai folyamat, amely során a nitrogén redukált formája, az ammónium először nitritté, majd nitráttá oxidálódik. A nitrifikációs folyamatokban autotróf ammónium-oxidáló (főként Nitrosomonas) és nitrit-oxidáló (leggyakrabban Nitrobacter) baktériumok vesznek részt. A nitrifikáció következtében megnőhet a nitrit és/vagy a nitrát mennyisége az ivóvízben. A nitrifikálók lassan növekvő baktériumok, így leginkább a tartályokban és a vízhálózat olyan részeiben szaporodnak, ahol lassú az átfolyási sebesség²². Az aktívszén szűrőanyagokon is megfigyelhetők nitrifikációs folyamatok. Deshommest és munkatársait több vizsgálatukban is kimutatták nitrifikációs és denitrifikációs folyamatokat a kisberendezésekben^{15,12}. Egyes kisberendezésekben ammonifikációs folyamatok is kimutathatók voltak, amelyeket az ammónium koncentráció növekedése jelezett a kezelt vízben²³. A nitrit és a nitrát nagyobb koncentrációban elsősorban csecsemőkre veszélyes, methaemoglobinémiás megbetegedést okozhat²⁴.

Összes keménység és a szerves ion tartalom csökkenése

A szerves ionok és az összes keménység csökkenését több típusnál is kimutatták a publikált vizsgálatok: kationcserélő gyantákat tartalmazó kisberendezések (pl. kancsós kisberendezések) a víz összes keménységét alakító kalcium- és magnézium-ionok mennyiségét jelentősen csökkentik, beüzemelés után akár 80-90 %-kal is, de a csökkentés mértéke a szűrő életkorának előre haladtával általában mérséklődik²⁵. Az RO membránt tartalmazó kisberendezések használata szintén kis ásványi anyag tartalmú és kis összes keménységű kezelt vizet eredményez¹⁵. A kis iontartalmú víz a szervezet elektrolit-háztartásának felborulásához vezethet¹⁶. A túl kis keménységű ivóvíz tartós fogyasztása növeli a szív- és érrendszeri megbetegedések kockázatát²⁶.

Ezüst beoldódás

A Deshommest és munkatársait által végzett kísérletekben azt tapasztalták, hogy ezüstözött szűrőanyagot

tartalmazó berendezések esetén az ezüsttartalom nőtt a kezelt vízben, de mindegyik esetben az Egészségügyi Világszervezet által ivóvízre ajánlott érték²⁴, 100 µg/l alatt volt (legnagyobb érték: 43 µg/l)¹⁵. Gulson és munkatársai kancsós vízsűrőket vizsgáltak, amelyek szintén ezüstözött szűrőanyagot tartalmaztak. Eredményeik alapján akár 80 µg/l is lehet az ezüsttartalom a kezelt vízben, de a kioldódás mértéke a szűrő élettartamával együtt jelentősen (akár felére-egyharmadára) csökken a kezdeti értékekhez képest²⁵.

Műanyagokból és fémekből történő beoldódás

A kisberendezésekben leggyakrabban felhasznált műanyagok a poli-vinil-klorid (PVC), a kemény polipropilén, a polibutilén, a poliészterek és a poliuretán. Egyéb tömítőanyagként gyakori az etilén-propilén-butadién (EPDM), valamint a sztírol-butadién (SRB). A különböző műanyagokból akár szerves és szervetlen segédanyagok is kioldódhatnak. Az így kioldódó szerves anyagok egyrésztől tápanyagot biztosíthatnak a

baktériumok számára, másrésztől íz- és szagproblémákat is okozhatnak. Egyes műanyagokban akár nehézfém-tartalmú segédanyagok is előfordulhatnak, pl. PVC esetén korábban ólom- vagy kadmiumtartalmú segédanyagokat használtak, így ezek, valamint a kiinduló monomer (vinil-klorid) is bekerülhet a vízbe⁴. A műanyag alkatrészek mellett az otthoni ivóvíz utótisztítókból lehetnek réz alapanyagú szerelvények is. Boyd és munkatársainak tanulmánya alapján a vízhálózatban újonnan beépített sárgaréz alapanyagú szerelvényekből ólom oldódhat ki az ivóvízbe. Ez a jelenség a passzíváló felület kialakulásáig áll fenn, de egyes szerelvények időszakosan kiugró ólomkoncentrációkat is eredményezhetnek a fogyasztott vízben. Különösen a végfelhasználói ponthoz közeli és a mozgó alkatrészeket tartalmazó szerelvények esetén jelenthetnek kockázatot²⁷.

Egyéb vízminőségi változások

Egyes kisberendezések alkalmazása esetén, amelyekben hidrogén alapú kationcserélő gyanta van, csökkent a pH, valamint a legtöbb típus esetén csökken a szabad aktív klórtartalom¹⁵. Az RO kisberendezések használatakor a víz korrózivitása nő, pH-ja pedig csökken¹⁷, a kancsós készülékek növelhetik a kálium-, rubídium- és foszfortartalmat²⁵.

Következtetés

A kisberendezések alkalmazásából adódó, a szakirodalom alapján összefoglalt fő egészségkockázatok többsége (különösen a mikrobiológiai minőségromlás és a nitrifikáció) a megfelelő üzemeltetéssel és karbantartással csökkenthető. Ez egyrészt alátámasztja a közegészségügyi értékelés fontosságát, amely során ezek a kockázatok vizsgálatra és értékelésre kerülnek. Másrészt pedig kiemeli a lakossági tájékoztatás fontosságát a témában.

Nyilatkozatok

A szerzők nyilatkoznak arról, hogy a közlemény más folyóiratban korábban nem jelent meg, és máshová beküldésre nem került. A szerzők nyilatkozzanak arról is, hogy a cikk végleges változatát valamilyeni szerző elolvasta és jóváhagyta.

Szerzők hozzájárulása

S.Á.: a kézirat elkészítése; B.D.Zs.: a kézirat szakmai ellenőrzése; V.M.: a kézirat szakmai ellenőrzése

Anyagi támogatás

A közlemény megírása, illetve az ehhez kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői érdekeltségek

A szerzőknek nincsenek a tartalommal érintő érdekeltségeik.

Irodalomjegyzék

1. Az ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25) Kormányrendelet; [https://net.jogtar.hu/jogszabaly?-docid=A0100201.KOR; letöltés időpontja: 2019.08.01.](https://net.jogtar.hu/jogszabaly?-docid=A0100201.KOR; letöltés_időpontja: 2019.08.01.)
2. NNK által összeállított szakvéleményezési tájékoztatók: <https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/190-szakvelemenyezési-tajekoztatok; letöltés időpontja: 2020.07.17.>
- 3 Fonyó Zs. & Fábry Gy.: Vegyipari műveletti alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998
4. Öllős G.: Vízellátás-csatornázás közegészségügyi ismeretei. Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény, 2000, ISBN 963 00 6588 6
5. Kim, J. & Kang, B.: DBPs removal in GAC filter-adsorber. Water Research 42, pp. 145 – 152, 2008; <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.07.040>
- 6 .Ahmedna, M., Marshall, W., Hussein et al.: The use of nutshell carbons in drinking water filters for removal of trace metals. Water Research 38, pp. 1062-1068., 2004; <https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.10.047>
7. Woodberry, P., Stevens, G., Northcott, K. et al.: Field trial of ion-exchange resin columns for contaminants, Thala Valley Tip, Casey Station. Cold Regions Science and Technology 48; pp. 105–117, 2007; <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2006.08.001>
8. Huang, H., Shiha, H., Leeb, C. et al.: In vivo efficacy 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; pp. 73 – 80, 2008; <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.07.003>
9. Lin, YE, Vidic, RD & Yu, VL.: Individual and combined effects of copper and silver ions on inactivation of *Legionella pneumophila*. Water Research 30, pp. 1905-1913, 1996; [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(96\)00077-2](https://doi.org/10.1016/0043-1354(96)00077-2)
10. Chen YS, Lin YE, Liu YC et. al.: 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, pp.152-158, 2008; [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(96\)00077-2](https://doi.org/10.1016/0043-1354(96)00077-2)
11. Öllős G.: Csatornázás-Szennyvíztisztítás I-II. Budapest : AQUA kiadó, ISBN 963 602 542 8., 1991

12. Deshommes, E., Richer, B., Nour et al.: M.: Removal of particulate and dissolved lead by POU in a large building: implications for water quality. WQTC, November 14-18, 2010
13. Sebestyén Á.: Háztartási ivóvíz-utótisztító berendezések egészségügyi minősítése (Diplomadolgozat). Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2008
14. USEPA: Point-of-use or Point-of-entry Treatment Options for Small Drinking Water Systems. US Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, 2006
15. Deshommes, E., Zhang, Y., Gendron, K. et al.: Lead removal from tap water using POU devices. Journal AWWA, pp. 91-105., 2010; <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2010.tb10210.x>
16. Nriagu, J., Xi, C., Siddique, A., Vincent, A. et al.: Influence of Household Water Filters on Bacteria Growth and Trace Metals in Tap Water of Doha, Qatar. Scientific Reports, pp. 8:8268., 2018; <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26529-8>
17. Shrestha, J. & Li, J.: Influence of permeate from domestic reverse osmosis filters on lead pipes. Journal of Water Process Engineering, pp. 126-133., 2017; <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.06.007>
18. Wibuloutai, J., Thanomsangad, P., Benjawanit, K. et al.: Microbial risk assessment of drinking water filtration dispenser toll machines (DFTMs) in Mahasarakham province of Thailand. Water Supply 19.5, pp. 1438-1445., 2019; <https://doi.org/10.2166/ws.2019.016>
19. Moosa, M., Khan, M., Alalami, U. et al.: Microbiological Quality of Drinking Water from Water Dispenser Machines. IJESD Vol.6(9), pp. 710-713., 2015; <https://doi.org/10.7763/IJESD.2015.V6.685>
20. Chaidez, C. & Gerba, C.: Comparison of the microbiologic quality of point-of-use (POU)-treated water and tap water. Int J Environ Health Res.14(4), pp. 253-60., 2004; <https://doi.org/10.1080/09603120410001725595>
21. Miles, S., Gerba, C., Pepper, I. et al.: Point-of-Use drinking water devices for assessing microbial contamination in finished water and distribution systems. Environ Sci Technol. 1;43(5), old.: 1425-9., 2009; <https://doi.org/10.1021/es801482p>
22. AWWA: Nitrification. US EPA, 2002.
23. Murphy, HM, McBean, EA & Farahbakhsh, K.: Nitrification, denitrification and ammonification in point-of-use biosand filters in rural Cambodia. J Water Health. 8(4), pp. 803-17., 2010; <https://doi.org/10.2166/wh.2010.163>
24. WHO: Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. ISBN 978-92-4-154995-0, 2017

25. Gulson, B., Sheehan, A., Giblin, A. et al.: The efficiency of removal of lead and other elements from domestic waters using a bench-top water filter system. *The Science of the Total Environment* 196, pp. 205-216., 1997; [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(96\)05401-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(96)05401-0)
26. Catling, L., Abubakar, I., Lake, I., & Hunter, P.: A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness. *Journal of Water and Health* 06.4, 2008; <https://doi.org/10.2166/wh.2008.054>
27. Boyd, G., Pierson, G., Kirmeyer, G. et al.: Lead release from new end-use plumbing components in Seattle Public Schools. *Journal - American Water Works Association* Vol. 100, No. 3, pp. 105-114., 2008; <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2008.tb09585.x>