

SZÜRKEVÍZ MINTÁK SZÜRÉSSSEL TÖRTÉNŐ KEZELÉSI ELJÁRÁSAINAK VIZSGÁLATA

ANALYSIS OF GREYWATER SAMPLES TREATED BY FILTRATION

Ungvári Csaba¹, Izbékiné Szabolcsik Andrea², Bodnár Ildikó³

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4

¹*csaba.ungvari31@gmail.com*

²*szabolcsikandi@eng.unideb.hu*

³*bodnari@eng.unideb.hu*

Abstract

In our research we pre-treated synthetically produced greywaters with filtration on various filters. We characterised the quality of greywater samples with several parameters. We investigated these parameters on the untreated and pre-treated samples as well. We evaluated the efficiency of the treatments by measuring the characteristic parameters. It was shown, that the most effective pre-treatment for the greywater's preparation for reuse is the filtration on silica sand or activated charcoal and silica sand combined filter media.

Keywords: *greywater, reuse, artificial bathwater, filtration.*

Összefoglalás

Vizsgálataink során szintetikus előállított szürkevizek különböző szűrőközegeken történő előkezelését végeztük el. A szürkevíz mintákat többféle vízminőségi paraméter mérésével jellemeztük. Ezeket a vizsgálatokat elvégeztük a kezeletlen illetve előkezelt mintákon is. A vízminőségi paraméterek változásainak segítségével következtettünk a különböző kezelések hatékonyságára. A vizsgálataink során kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a fürdővizek újrafelhasználásának céljából a kvarchomokból- vagy az aktív szénből és kvarchomokból álló kombinált szűrőközegezen történő szűrés bizonyult a leghatékonyabb előkezelési eljárásnak.

Kulcsszavak: *szürkevíz, újrafelhasználás, szintetikus fürdővíz, szűrés.*

1. Bevezetés

Az édesvízkészleteink végesegek, így egyre nagyobb globális problémát jelent a fokozódó vízhiány. Tovább súlyosbítja a problémát, hogy egyes édesvízlelőhelyek antropogén vagy természetes okból kifolyólag elszennyeződnek, és csak megfelelő kezelési technológiák alkalmazásával válnak felhasználhatóvá. A technológiák fejlődésének köszönhetően az energiaigénye-

inkkel párhuzamosan a vízigényünk is folyamatosan nő, így a probléma fokozódik. Ezen probléma megoldására, mérséklésére számos törekvést tesznek a szakemberek. Például a szennyezett vízforrások tisztításával illetve a sós tengervíz sótartalmának eltávolításával újabb alternatív vízforráshoz juthatunk, azonban a vízhiány fokozódása nagyobb mértékű, mint ezeknek a törekvéseknek az eredményei [1]. Ezeken túlmenően alternatív vízforrás lehet még a háztartási

szinten keletkező szürkevizek kezelése és újrahasználata is.

2. A szürkevíz

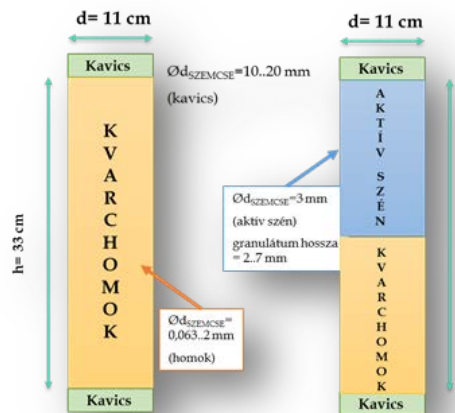
Szürkevíznek (greywater) nevezzük a háztartásban keletkező hulladékvizeket, amelyek fürdés, mosás, és konyhai tevékenységek során keletkeznek, és ezen vizek nem tartalmazzák a WC-k öblítéséből származó szennyvizeket. Egy főre vetítve az átlagos szennyvízkibocsátás 150-250 liter/nap, amelyből a szürkevíz mennyisége 75-90%-ot jelent, attól függően, hogy pl. mennyire víztakarékos az épületbe telepített WC. Európában a keletkező szürkevíz mennyisége 35-150 liter/fő/nap között mozog [2]. Ha a kezelt szürkevizet pl. a WC-öblítésre használnánk, a napi vízfogyasztás akár 30%-kal csökkenthető lenne [3]. Magyarországon az átlagos vízfogyasztás 100-110 liter/fő/nap, ami nagyobb városokban ennél több is lehet, kisebb városokban pedig 50-70 liter/fő/nap között alakul [4].

A nemzetközi szakirodalomban a szürkevizet két nagyobb csoportba sorolják, amelyet a szennyezettség mértéke alapján light és dark jelzővel illetnek. Így megkülönböztetnek egy kevésbé terhelt (light greywater) és egy terheltebb (dark greywater) típust. Az ún. „light greywater” frakció a szürkevizek kevésbé szennyezett részét jelenti, például a fürdővizeket, amelyek szappanokból, tusfürdőkből, úgynevezett detergenseket, emellett a bőrről, hajról és testről származó zsírokat tartalmaznak [5]. A mosásból vagy mosogatásból (dark greywater) származó szürkevíz nagy koncentrációban tartalmaz kémiai anyagokat a mosogató- illetve mosóporokból, fehérítők- ből, zsírokból, olajokból, ruhafestékekből származó komponenseket és emellett pl. ruhákból nem lebomló szöveteket, továbbá ételmaradékokat is [2]. A Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki Tanszékén korábban zajló kutatások során megállapítást nyert, hogy ezen frakciók

közül a fürdés, tisztálkodás során keletkező szürkevizek minőségi paraméterei állnak a legközelebb az ivóvíz minőséghez, illetve az összes keletkező háztartási szürkevíz közel 50 százalékát alkotja, [4,6] ezért ezen frakció kezelésének vizsgálatát tűztük ki célul.

3. Anyag és módszer

Vizsgálataink alkalmával a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki Tanszékén korábbi évek kutatásai során kifejlesztett ivóvíz alapú, állandó összetételű szintetikus fürdővizeket készítettünk és használtunk, melyek összetételükben jól jellemzik a háztartásokban keletkező szürkevizet. Az elkészített szintetikus fürdővizeket ezután szűréssel, mint jól ismert mechanikai szennyvízkezelési eljárás alkalmazásával kezeltük. A szintetikus fürdővízből előkezelés céljából egyenlő térfogatokat 4 féle szűrőközegen engedtük át: természetes zeoliton, kvarchomokon, aktív szén és kvarchomok, ill. természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközegen. Az általunk létrehozott szűrőrendszer elvi rajza az **1. ábrán** látható.



1. ábra. A szűrőrendszer elvi vázlata

A kezeletlen, kezelt fürdővíz és ivóvíz minták vízminősítése során következő paraméterek változását követtük nyomon: pH, zavarosság, zéta-potenciál, vezetőképesség, biológiai oxigénigény (BOI₅), kémiai oxigénigény (KOI), oldott szerves széntartalom (DOC). A minősítést követően megvizsgáltuk az említett paramétereket és azok változásából vontuk le következtetéseket.

3. Kutatás eredménye

Szürkevizet újrafelhasználásának tekintetében az irányelvek a legfontosabb minősítési paraméterként a BOI₅, pH és zavarosság értékek vizsgálatát írják elő. Az USA-ban érvényben lévő szabályozás szerint a zavarosság értéke átlagban 2 NTU, maximum pedig 5 NTU, a BOI₅ 10 mg/l alatti és a pH 6-9 közötti értékű lehet [2, 7, 8]. Ezen okból kifolyólag jelen tanulmányban a zavarosság, a pH és a BOI₅ vizsgálati eredményeit mutatjuk be részletesen.

A 4 mérésorozat során kapott paraméterek átlageredményein keresztül mutatjuk be a szűrőközegek szürkevizet összetételére gyakorolt hatásait.

A pH értéke meghatározza, hogy egy oldat savas, semleges vagy bázikus tulajdonságú, illetve az értéke alapján következtetni lehet az oldatban levő hidrogén ionok mennyiségére [8, 9]. A kezeletlen szürkevíz minta pH-ja a négy mérésorozat során átlagban 7,74-nek adódott. A szűrési eljárások ezt az értéket legtöbb esetben kis mértékben megemelték. Legnagyobb mértékben a kvarchomokon történő szűrés alkalmával emelkedett meg a pH, ekkor átlagban 8,09 lett az érték. A többi szűrőközeg esetében a növekedés nem volt szignifikáns, természetes zeoliton történő szűréskor a pH 7,91-nek, természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetén 7,96-nak adódott. Az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg a pH értékét kis mértékben csökkentette a nyers mintához

képest, ebben az esetben az átlagos szűrést követő pH érték 7,60 lett.

A zavarosság mérése során az oldatban található oldhatatlan komponensek mennyiségét mérjük, amely azért lényeges, mert az oldhatatlan komponensek nagy mennyisége káros lehet a vízi életközösségekre. A zavarosság mértékét NTU-ban adjuk meg, mely jól reprezentálja a szűrőközegek hatásfokát [8, 9]. A szűretlen minták esetén a zavarosság átlagosan 41,50 (±9,10) NTU-nak adódott. Ezen az értéken az általunk használt szűrőközegek jelentős mértékben csökkentek. A legkisebb csökkenés a természetes zeoliton történő szűrés során következett be, ezen eljárások során 22,06 (±7,78) NTU-ra csökkent a zavarosság értéke. A másik három szűrőközeg esetében a zavarosság értéke minden esetben szignifikánsan változott, a természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg használatakor az átlagos érték 2,30 (±1,54) NTU lett, míg a kvarchomok (1,56 (±0,24) NTU), illetve az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg (1,68 (±0,31) NTU) használata során minden esetben a szabályozásban megfogalmazott 2 NTU alá sikerült csökkentenünk a zavarosság értékét.

A biológiai oxigénigény azt az oldott oxigénmennyiséget jelenti, amely a vízben levő szerves anyagok aerob baktériumok általi lebontásához 5 nap alatt 20°C-on szükséges [8, 9]. A vizsgálataink során a szűretlen szürkevíz minták átlagos BOI₅ értéke 102,08 (±19,78) mg/l volt. A szűrési eljárások hatására ez az érték jelentősen nem csökkent, nem közelítette meg a határértéket, sőt a természetes zeolit szűrőközeg esetében az elszennyeződés következtében átlagosan 168,73 (±24,71) mg/l-re növekedett a fent említett érték. A legnagyobb csökkenés az aktív szén és homok kombinált szűrőközegek esetében értük el, ebben az esetben az eredeti érték a szűrés hatására 47,08 (±7,10) mg/l-re csökkent.

4. Következtetések

A kapott eredmények kapcsán megállapíthatjuk a következőket:

- A fenti eredményekből jól látható, hogy a két legfontosabb szűrkevíz újrafelhasználásra vonatkozó paraméter közül a zavarosság értékét az általunk használt szűrőközegek közül a kvarchomok szűrőközeg, illetve az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg minden esetben a határérték alá csökkentette. A természetes zeolittal történő szűrés esetén átlagosan 48%-kal, a kvarchomok ill. az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközegnél 96%-kal, a zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetében 94%-kal. Ezen adatok alapján elmondható, hogy a zeolittal történő szűrés kivételével az összes szűrési eljárás eltávolítja a zavarosságot okozó oldhatatlan komponensek nagy részét.
- A biológiai oxigén igény értékét önmagában a szűrőközegek nem voltak képesek a határérték alá csökkenteni, ezért a szűrés csak előkezelési eljárásként használható.
- A BOI_5 értéke a szűrési eljárások során a zeoliton történő szűrés kivételével mindig csökkent, a zeolit esetében a növekedést véleményünk szerint a szűrőközeg szennyezettsége okozza. A többi szűrőközeg esetében a BOI_5 csökkenése átlagban kvarchomokon történő szűrés alkalmazásánál 29%, aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközegnél 51%, zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetén 19% volt.
- A pH értékek minden esetben 6-9 közötti tartományba estek.

További kezelésként lehetséges alternatíva lehet az oxidatív kezelés, amellyel az előzetes vizsgálataink alapján 10 mg/l alá csökkenthető a BOI_5 értéke. Emellett másik

alternatíva szűrkevizek további kezelésére a koagulálás, amelynek szűréssel történő kombinálásával szintén nagy hatásokkal távolíthatóak el a szerves illetve a szervesen szennyezőanyagok a szennyvízből.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] „United Nations,” 24 november 2014. <http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtm>. [Hozzáférés dátuma: 22 október 2017].
- [2] Ghaitidak, D. M., & Yadav, K. D. (2013). Characteristics and treatment of greywater—A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(5), 2795–2809.
- [3] Penn, R., Schütze, M., & Friedler, E. (2013). Modelling the effects of on-site greywater reuse and low flush toilets on municipal sewer systems. *Journal of environmental management*, 114, 72–83.
- [4] Szerk: Ferenc, Kalmár „Fenntartható energetika”, Budapest: Akadémiai Kiadó, 2014. 167-201.
- [5] Noah, M. (2002). Graywater use still a gray area. *Journal of environmental health*, 64(10), 22.
- [6] Bodnar, I., Szabolcsik, A., Baranyai, E., Uveges, A., Boros, N. (2014). Qualitative Characterization of the Household Greywater in Northern Great Plain Region of Hungary *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 13, N.11. 2717–2724.
- [7] Boyjoo, Y., Pareek, V. K., & Ang, M. (2013). A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology*, 67(7), 1403–1424.
- [8] Boros, N.; Szabolcsik, A.; Bodnár, I.: Greywater treatment and reuse possibilities in household. Debreceni Egyetem, Proceedings of DENZERO International Conference, 2014, 193-200.
- [9] Morel A. and Diner S., Greywater management in Low and Middle-Income Countries Review of different treatment systems for households or neighbourhoods, *Swiss Federal Institute of Aquatic Scienc. and Techn. (Eawag)*, Dubendorf, Switzerland, 2006.