

IPARI SZÜRKEVÍZ VEGYSZERES KEZELÉSEL ÉS BIOFILTERES SZŰRÉSEL VALÓ TISZTÍTÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL GREY WATER TREATMENT WITH CHEMICALS AND BIOSAND FILTRATION CLEANING

Ungvári Levente¹, Keczánné Üveges Andrea²

^{1,2}Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék; 4028
Magyarország Debrecen Ótmetető utca 2-4;

¹zaleilah6@gmail.com Telefon: +36/302514335

²auveges@eng.unideb.hu

Abstract

In our research we investigated the physical and the chemical parameters of optical industry produced greywater from the point of recycling. Two different greywater treatment technologies were used: coagulation-flocculation, and biosand filtering. The colloidal contaminants stability in the greywater samples was determined from the zeta potential measurement results. Reduction was effectively identified in the turbidity and in the amount of the organic contaminants due to the effect of biosand filtering. High decrease was found in the amount of the colloid contaminants during coagulation-flocculation.

Keywords: greywater, zeta potential, coagulation-flocculation, biosand filtration.

Összefoglalás

Kutatómunkánk során vizsgáltuk az optikai iparban termelődő szürkevíz fizikai és kémiai paramétereit újrahasznosítás szempontjából, melynek tisztításához két különböző szürkevíz kezelési technológiát alkalmaztunk: koagulálás-flokkulálás, biofilteres szűrés. Kutatásaink során a zéta-potenciál mérésével kapott információkból következtettünk a kolloidális szennyezők stabilitására a szürkevíz mintákban. Megállapítottuk, hogy a biofilteres szűrés hatására a szerves szennyezők mennyisége és a zavarosság csökkent hatékonyabban, míg a koagulációs-flokkulációs kezelés során pedig kolloid szennyezők mennyisége csökkent nagymértékben.

Kulcsszavak: szürkevíz, zéta-potenciál, koaguláció-flokkuláció, biofilteres szűrés.

1. Bevezetés

Nemzetközileg meghatározott, hogy a fekete víz csak a WC-öblítésből, míg a szürkevíz minden más háztartási célra használt vizet jelenti: mosogatásból, mosásból, zuhanyzásból, fürdésből, kézmosásból származó vizeket [1]. Az

újrahasznosításra szánt szürkevíz tisztító rendszereknek négy feltételnek kell megfelelniük: gazdasági megvalósíthatóság, esztétika, műszaki paraméterek jó beállítása, környezeti fenntarthatóság [2].

A vizek minőségére kaphatunk választ, ha a benne lévő szennyezőanyagok előfordulási formáit megvizsgáljuk. Mind a keze-

lés, mind a felhasználás szempontjából fontos információkat kaphatunk [3]. A szennyező anyagok vízzel szembeni magatartásuk szerint két csoportba sorolható: oldott és nem oldott anyagok [4].

A szennyeződést tartalmazó vizek vizsgálatakor felfedezhetőek kolloidális szennyezők, melyek nem távolíthatók el egyszerű szűréssel. A zéta-potenciál mérésével az oldatban jelenlévő kolloid rendszerek felületi potenciálját adhatjuk meg [5].

A koaguláció-flokkuláció, mint vegyszeres kezelés lényege, hogy a vízmintákhoz koaguláló-flokkulálószeret adagolunk, amellyel a kolloid-diszperz állapotban levő részecskék destabilizációja és pelyhekbe tömörülése, a természetes szerves anyagok kicsapata vagy adszorpciója biztosítható [6]. A koagulációs folyamatot nagymértékben befolyásolja az oldat pH-ja, zéta-potenciálja és a koaguláns mennyisége. A módszert a szennyvíztisztításban is sikeresen alkalmazzák a lebegőanyagok eltávolítására, amely kb. 90%-os hatékonysággal távolítja el azokat [7].

A biofilteres szűrés Dr. David Manz munkásságához fűződik, aki 1988-ban fejlesztette ki Kanadában a módszert ivóvíztisztításra [8]. A technológia egyszerű és gazdaságos, illetve környezetbarát, egészségre ártalmatlan, melynek során vegyszerrel nem találkozunk a szűrt víz. Adott méretű homokágyon biofilm réteget kell létrehozni, majd ezen a homokágyon átvezetve a vízmintát a mikroorganizmusok fejtik ki tisztító hatásukat. A biofilmnek a szuszpendált részecskék és a kórokozók eltávolításában van nagy szerepe [9].

2. Anyag és módszer

A szürkevíz mintákat a Carl Zeiss Vision Hungary Kft. mosodájának gyűjtő-aknájából gyűjtöttük, amelyben több mosógépből származó mosóvíz elegyedett.

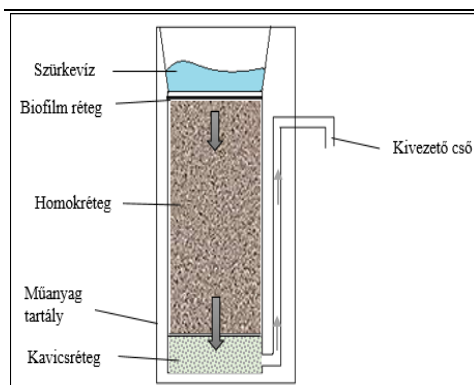
Mértük az általános fizikai-kémiai paramétereket, mint hőmérséklet, pH, fajlagos

elektromos vezetőképesség (Multiline P4 mérőbőrönd, WTW GmbH, Germany), a biológiai oxigénigényt (BOI) (OxiTop IS 12 manometrikus BOI-mérő WTW GmbH, Germany) a zavarosságot (Turb 555-IR, WTW GmbH, Germany).

A Debreceni Egyetem Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék Vízminőség-védelmi laboratóriumában az oldott szerves széntartalmat a Shimadzu TOC-VCPN, Shimadzu Corporation, Japan által gyártott készüléken határoztuk meg. A nyers és a kezelt vízmintákban a zéta-potenciált (ζ) a Malvern Instruments Ltd. által gyártott Zetasizer NanoZ készülék segítségével mértük.

A koagulációs-flokkulációs kezelésnél a kezelendő vízmintákhoz (100 cm^3) adtuk hozzá a vegyszereket (vas(III)-klorid, alumínium-szulfát) automata pipetta segítségével. Ezt követően (ARE Heating Magnetic Stirrer) mágneses keverővel 30 másodpercen át kevertük a vegyszert tartalmazó szürkevizet 4-es fokozaton. Majd a kezelt szürkevizet 45 cm^3 és 55 cm^3 mintarészletre osztottuk. Az 55 cm^3 kezelt mintából megkezdtük a zavarosság mérést és a DOC minta előkészítését, a 45 cm^3 térfogatú mintát pedig 5 percen át ülepedni hagytuk. Az ülepedett mintából 2/3-ad magasságnál vettünk vízmintát fecskendő segítségével, majd a zéta-potenciál mérő kapillárisba töltöttük.

A biofilteres szűrőt egy mindenki által élelmiszer tárolására is alkalmas PP anyagú hordóban állítottuk össze. A hordóba PVC anyagú vízvezeték csövet illesztettünk, amely a hordó aljára áramló szűrt vizet vezet ki hidrosztatikai nyomás hatására. A hordót alul kavicsal töltöttük meg, 10 cm magasan, majd ezt követte a folyami homok, amelyet 40 cm magassáig töltöttünk a hordóba (**1. ábra**). A homokrétegen hoztuk létre a biofilmet. Ezt követően adagoltuk a tisztítandó mosóvizet, majd az átszűrt tisztított vízből két literenként mintát vettünk, melynek paramétereit vizsgáltuk.



1. ábra. Biofilteres szűrő felépítése

3. Eredmények

3.1. Vegyszeres kezelés

A koagulációs-flokkulációs kezeléskor vas(III)-kloriddal illetve alumínium-szulfáttal kezeltük az optikai iparban termelődő mosodai vizet (1. táblázat). Az optimális vegyszermennyiség meghatározásakor a kezelt részletre vonatkozóan vas(III)-klorid esetében 70 mg vegyszerre volt szükség az izoelektromos pont eléréséhez (± 5 mV), míg alumínium-szulfát esetében 75 mg vegyszerre. A zéta-potenciál értéke vas(III)-klorid esetében 0,827 mV-ra csökkent, a zavarosság 82%-kal csökkent, a DOC 42%-kal, míg a biológiai oxigénigény 76%-kal a kezelés során. A vezetőképesség értéke a kezelés hatására emelkedett a kezdeti 1,53 mS/cm-ről 2,01 mS/cm-re. Az alumínium-szulfáttal történő kezeléskor a zéta-potenciál szintén a 0 mV közelébe került, tehát nagymértékben sikerült eltávolítani a koloidális méretű szennyezőket a kezelés során. A zavarosság mértéke ekkor 84%-kal, a DOC 24%-kal, míg a BOI értéke 76%-kal csökkent a kezelés során. A vezetőképesség értéke ebben az esetben is emelkedett a kezelés során 1,53 mS/cm-ről 1,80 mS/cm-re. A pH mindkét esetben lúgos tartományból a savasba tolódtól el, a vezetőképesség értéke pedig emelkedett a hozzáadott vegyszer hatására.

1.táblázat A vegyszeres kezelés eredményei

	Zéta-potenciál (mV)	DOC (mg/l)	BOIs (mg/l)
Kezelés előtt	-23,9	246,5	330
FeCl ₃ kezelés után	0,827	144,9	80
Al ₂ (SO ₄) ₃ kezelés után	2,2	189,1	80

A kezelést elvégeztük kereskedelmi forgalomban kapható koaguláló- és flokkuláló szerekkel. Két vegyszer alkalmazását próbáltuk, a vas-tartalmú (PIRAL-1) és polimerizált vas-tartalmú alumínium só (PIRAL-5) oldatokat. Az optimális vegyszermennyiség meghatározásakor ~55,5 mg (0,30 ml) PIRAL-1 oldatra volt szükség 100 cm³ minta esetén. Ekkor a DOC értéke mindössze 13%-os csökkenést mutatott. A PIRAL-1 esetében elmondható, hogy kevesebbre van szükség az izoelektromos pont eléréséhez, viszont a DOC csökkentésében nem olyan hatékony, mint az alkalmazott fém sók. A PIRAL-5 esetében ~45 mg (0,15 ml) vegyszerre volt szükség az izoelektromos pont határának (± 5 mV) eléréséhez. Ebben az esetben 26%-kal csökkent a DOC értéke. Az optimális tömegek a PIRAL-1 és PIRAL-5 esetében is vas és alumínium tartalomra vonatkoztatva vannak megadva.

3.2. Biofilteres szűrés

A biofilteres szűrés hatására bekövetkező változások láthatóak a 2. táblázatban. A szűrést követően a már átszűrt vízből két literenként vettünk mintát, a mintarészletek 2-2 literre vonatkoznak. A szűrés előrehaladtával a zéta-potenciál értékek emelkedtek, a vezetőképesség értékek csökkentek. Az oldott szerves széntartalom csökkenése minden átszűrt mintában észlelhető volt. Az DOC csökkenésével pedig egyenes arányban csökkent a biológiai oxigénigény. Mind a BOI, mind a DOC hason-

ló mértékben csökkent, mint fém sókkal (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) történő kezelés hatására. Ezzel szemben a zéta-potenciál a kezdeti csökkenést követően kismértékű, monoton növekedést mutatott a biofilteres szűrés előrehaladtával. A zavarosság értékek csökkentésében is egyértelműen hatékonyabb volt a szűrés (827,67 NTU-ról 7,00 NTU-ra csökkent) a fém sókkal való koagulációs kezeléshez képest. A vezetőképesség értéke pedig a vegyszerekkel való kezeléssel ellentétben csökkent (1,7 mS/cm-ről 1,3 mS/cm-re). A pH értéke vegyszeres kezelés során savas tartományba tolódott el, a biofilteres szűrés hatására enyhén lúgos tartományba tolódott (6,9-ről 7,7-re).

2. táblázat Biofilteres szűrés eredményei

Mintarészlet száma	Zéta-potenciál (mV)	DOC (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)
Eredeti	-18,8	217,4	375,0
1.	-10,2	52,7	10,0
2.	-10,4	36,1	10,0
3.	-10,8	32,7	10,0
4.	-11,2	33,5	20,0
5.	-12,8	31,1	45,0
6.	-11,1	81,5	90,0
7.	-13,4	83,2	120,0
8.	-13,4	98,5	120,0
9.	-14,9	123,1	120,0
10.	-15,3	100,1	125,0

4. Következtetések

Optikai iparban termelődő mosodai víz kezelésében hatékonyabbnak bizonyult a vegyszeres kezelés során a FeCl_3

(kolloidális szennyezők eltávolítása, vegyszerigény, DOC eredményesebben csökkent), szemben az alumínium-szulfáttal, PIRAL-1 és PIRAL-5-el. A leghatékonyabb módszer a szerves szennyezők eltávolításának szempontjából a biofilteres szűrés volt. A pH vegyszeres kezelés hatására minden esetben savas irányba, biofilteres szűrés esetében enyhén lúgos tartományba tolódott el.

Köszönetnyilvánítás

Az analitikai vizsgálatok elvégzését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] WHO, *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater use in agriculture*, World Health Organization, vol. 4, 2006.
- [2] Nolde, E., & Dott, W. *Verhalten von hygienisch relevanten Bakterien und Pilzen im Grauwasser-Ein-uss der UV-Desinfektion und Wiederverkeimung*. gwf Wasser Abwasser, 1991., pp.108-114.
- [3] Barkács K., Dr. Biczók Gy., Dr. Borossay J.: *Vízminősítés, vízkezelés*. Szerkesztette: Ligetvári Ferenc, Szarvas, 2000.
- [4] Husmann, W.: *Szennyvíztisztítás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [5] Patzkó Ágnes: *Kolloidika Laboratóriumi gyakorlatok*, Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged, 2012.
- [6] Bányai István: *Asszociációs kolloidok*, oktatási segédanyag, Debrecen, 2015.
- [7] Öllös Géza: *Víztisztítás-üzemeltetés*, Egri Nyomda Kft., Eger, 1998.
- [8] Basu, O. & Cleary, S. : *BioSand/Slow Sand Filtration*. University of Waterloo, ON. 2003.
- [9] Kathleen Yung: *Biosand Filtration: Application in the Developing World*, University of Waterloo, 2003.