

D-Pesti szennyvíztelep bioszűrő tisztító-egységével elért eredmények értékelése

Oláh József¹ - Kovács György¹ - Borbélyné Jakab Judit¹ - Kucsák Mónika²

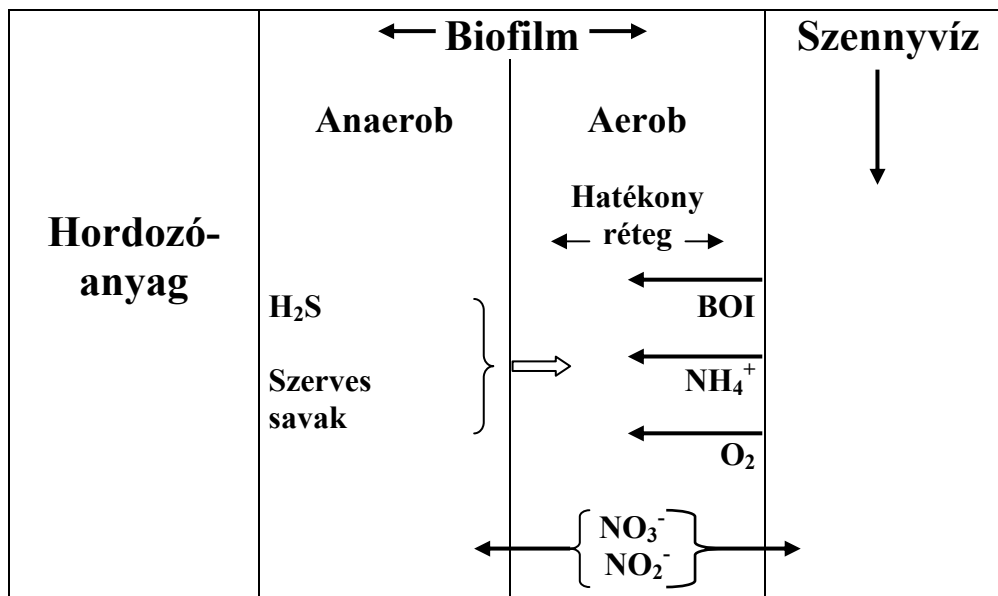
1. Bevezetés

A biológiai szennyvíztisztításban a csepegtető- és forgó tárcsás csepegtető testek alkalmazása már régóta ismert. A biofilm rendszerek tovább fejlesztésében áttörésnek tekinthető a bioszűrők és a mozgó áramló biotöltetek alkalmazása. Valamennyi hordozóanyag felületén megtelepedett baktériumok biofilmet képez és a hordozóanyagok felületén lejátszódó biológiai folyamatok azonosak.

Közleményünkben a bioszűrési technológia általános és a D-Pesti szennyvíztelep bioszűrő berendezéseivel elért konkrét eredmények értékelésével foglalkozunk.

2. Biofilm rendszer tápanyag hasznosítási mechanizmusa

Biofilm rendszerben a biomassza vékony rétegben (20 – 1000 μm) nagy fajlagos felületű, rögzített vagy mozgó, áramló hordozó anyagokra telepítve (fixálva) végzi a szubsztrát (BOI₅, KOI) lebontását.



1. ábra A tápanyag hasznosítási mechanizmusa (Öllös és Szilágyi, 1996)

Tápanyag-hasznosítás mechanizmusa:

a.) Az irreverzibilis módon biopolimerek által a hordozóanyaghoz és egymáshoz kötött sejtek a vízben lévő oldott tápanyagokat lebontva szaporodnak és a sejtanyag termékek a tisztított szennyvízzel távoznak.¹

- Aerob szervesanyag lebontás:

¹ Fővárosi Csatornázási Művek Rt.

² Ph. D. hallgató, Szent István Egyetem, Gödöllő

Szervesanyag + oxigén + nyomelemek = sejtanyag + anyagcsere termékek

- Nitrifikáció és denitrifikáció

$A_{\text{red}} + B_{\text{ox}} + \text{nyomelemek} = A_{\text{ox}} + B_{\text{red}} + \text{sejtanyag}$

b.) A sejtek felületéhez adszorbeálódott egyéb lebegő szervesanyagok és a biofilm növekedése következtében a biofilm egy része leválik és a szűrt-vízzel távozik, majd a biofilm megújulása az a.) pontban vázoltak alapján megkezdődik.

Meghatározóak a diffúziós folyamatok. Kétirányú diffúzió: oxigén és a szubsztrát a biofilmben, metabolikus termékek (anyagcsere termékek és széndioxid) a biofilmből a szűrt vízbe diffundálnak.

A biofilm felületén lejátszódó biokémiai folyamat eredményeként a bioszűrő térfogatra vonatkoztatott tápanyag lebontási sebességét (r_{eff}) *Mildenberger (1999)* nyomán a következő összefüggéssel írhatjuk le:

$$r_{\text{eff}} = \frac{r_{sm} \cdot C_S}{K_S + C_S} \cdot \frac{v_F}{K_V + v_F} \quad (1)$$

Ahol:

r_{eff}	A bioszűrő tényleges tápanyag eltávolítási sebessége (g N/m ³ nap)
r_{sm}	Maximális tápanyag eltávolítási sebesség (g N/m ³ nap)
C_S	Tápanyag koncentráció (g N/m ³)
K_S	Fél-telítési állandó (g N/m ³)
v_F	A szűrőben fenntartott áramlási sebesség (m/óra)
K_V	A hordozóanyagra vonatkoztatott konstans (m/óra)

Az (1) összefüggés szerint, ha a tápanyag és a biofilm felületén lévő baktérium koncentráció nem változik, akkor $\frac{r_{sm} \cdot C_S}{K_S + C_S}$ összefüggést egy állandóval az úgynevezett kinetikus szubsztrát

lebontási sebességgel (r_{sk}) helyettesíthetjük és így az (1) összefüggés alábbiak szerint módosul:

$$r_{\text{eff}} = r_{sk} \cdot \frac{v_F}{K_V + v_F} \quad (2)$$

Ahol:

r_{sk}	Kinetikus szubsztrát lebontási sebességi állandó (g N/m ³ nap)
----------	---

A (2) összefüggés alapján megállapíthatjuk, hogy a bioszűrő térfogat egységre vonatkoztatott, tényleges tápanyag eltávolítási sebessége (r_{eff}) kizárólag a diffúziót befolyásoló áramlási sebesség nagyságától függ. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a nagyobb teljesítmény – az r_{eff} - növelésének céljából az áramlási sebességet tetszőlegesen növelhetjük. Az áramlási sebesség túlzott növelése azt eredményezi, hogy az r_{eff} értéke ugyan nagy, de az elfolyó, tisztított szennyvízben a tápanyag koncentráció is növekszik, vagyis a tisztított szennyvíz minősége romlik. Tehát a szűrés sebességnek van egy optimuma (5 – 8 m/óra), ahol a bioszűrő hatékonyan működik és a tisztított szennyvíz minősége is jó.

Rögzített biomasszával működő legfontosabb aerob eljárásokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat Rögzített biomasszával működő legfontosabb aerob eljárások összefoglalása

Rendszer megnevezése	Áramlás iránya, rátáplálás	Hordozóanyag	Levegőztetés	Izapeltávolítás
Csepegtetőtest	Lefelé, permetezés	Zúzott kő, törmelék, láva-salak, műanyag töltet	Passzív	Passzív iszap leszakadás
Merülő csepegtetőtest	Elkevert reaktor	Korongok, hengeres testek	Passzív	Passzív iszap leszakadás
Szűrő	Egyenáram, lefelé	Szemcsés anyag	Aktív, elszívás	Aktív öblítéssel
Bemerülő bioszűrő, rögzített ágy	Szennyvíz és a levegő egyen vagy ellenáramban	Nagy fajlagos felületű szemcsés és strukturált anyagok	Aktív légbefúvás	Aktív öblítéssel
Áramló töltetű bio-ágy	Elkevert reaktor	Szemcsés és nagy fajlagos felületű, strukturált anyagok	Aktív légbefúvás	Aktív öblítéssel. Utóülepítés
Áramló, fluid ágy	Felfelé, egyenáramban	Nagy fajlagos felületű, strukturált anyagok	Aktív légbefúvás	Aktív öblítéssel
Eleveniszap és porszerű hordozóanyagra telepített biomassza kombinációja	Elkevert reaktor	Szemcsés ($\varnothing < 110 \mu\text{m}$) és nagy fajlagos felületű, strukturált anyagok	Aktív légbefúvás	Utóülepítés

3. Hordozóanyag töltet jellemzése

A hordozóanyag kiválasztásának főbb szempontjai, hogy a töltet nagy fajlagos felületű ($> 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$), kémiai és biológiailag ellenálló, ioncserélő, adszorpciós, lebegőanyag megkötő kapacitása legyen az anyagnak. Az anyag megválasztásánál törekedni kell arra, hogy ne legyen a víz és az anyag között nagy sűrűségbeli különbség (*Brandt és Hegemann, 2001*).

A fenti szempontokat a szinterezett üveg, zeolit, mordenit, vulkáni tufa és az égetett agyag, származékok elégítik ki.

4. Bioszűrőkkel szerzett általános üzemelési tapasztalatok értékelése

A bioszűrés olyan szennyvíztisztító eljárás, amelyben a heterotróf biomassza hordozóanyagra van telepítve és a szennyvíz a szűrőben alulról felfelé áramlik. A szűrőben három fázis egymással szorosan érintkezik:

- szilárd fázist a biohártya által körülfogott szemcsés szűrőanyag képezi,
- az alulról felfelé vezetett szennyvízáram, folyékony víz-fázis,
- az alulról felfelé áramoltatott gáznemű fázis a befűjt levegő, ill. az anoxikus folyamat termékeként keletkező nitrogén alkotja.

A bioszűrőket általában a biológiai szennyvíztisztítás második lépcsőjeként építik be ammónia és nitrát eltávolítás céljából.

Zhang és Bishop (1996) vizsgálatai szerint a nitrifikáló biofilmben a pH értéke $\text{HCO}_3^-/\text{O}_2$

aránytól függ, ha az arány > 5 akkor a biofilmben a pH csökkenés $< 0,4 - 0,6$. Amennyiben az arány < 3 úgy a pH csökkenés viszonylag nagy $1,4 - 1,6$. Tehát a hidrokarbonát ion koncentrációjának a pH és ezáltal a nitrifikáció optimalizálása szempontjából meghatározó szerepe van. A befolyó szennyvíz KOI koncentrációjának növekedésével ($KOI > 170$ mg/l) a nitrifikáló és a heterotróf baktériumok közötti verseny következtében a nitrifikáló baktériumok száma vissza szorul és a szén vegyületek lebontása kerül előtérbe.

Yun Chang Fu és Bishop (1995) megállapította, hogy a növekvő oxigén ellátással (O_2 koncentráció > 5 mg/l) csak a légzési sebesség nőtt, de nem növekedett az átlagos KOI eltávolítási sebesség. Ez arra utal, hogy a növekvő oxigén ellátással megnő a biomassza saját légzése, vagyis a biofilm felületén egy aerob stabilizáció játszódik le.

Brandt és Hegemann (2001) szerint a szorpció, denitrifikáció és a P eltávolítási folyamatok hatékonysága alapján lehet összehasonlítani az egyes hordozó-anyagokat. A hatékony működés megköveteli, hogy egy hordozó-anyagnak a fajlagos felülete legalább $500 - 1000$ m²/m³ legyen.

Rehbein és m.társai (1997) vizsgálatai szerint a bioszűrőn a hatékony nitrifikáció feltétele, hogy a tisztítandó szennyvízben a C/N arány $< 2,0$ és a szűrő nitrogén terhelése $2,0$ kgN/m³ nap alatt legyen.

Horn (1999) mérései szerint a nitrifikációs szűrő szubsztrát eltávolítási sebessége függ a biofilter anyagától, a gáz és folyadék, folyadék és biofilm közötti anyagátadástól és diffúziótól. A szerző modellt alakított ki, amellyel le lehet írni a bioszűrő teljesítményét, a szubsztrát és a hidraulikai viszonyokat.

Barjenbruch (1998) mérései szerint a szűrő optimális térfogati terhelését (kg/m³nap) nitrifikációnál NH₄-N-ra $0,1 - 1,5$, denitrifikációnál (NO₃-N) $0,8 - 4,0$ értékek között kell tartani. A szerző a bioszűrők alkalmazását elsősorban második tisztítási fokozatban ajánlja.

Mildenberger (1999) vizsgálatai szerint a finom szemcséjű töltet esetében az ún. film-diffúziós hatás csökken. A durvább szemcsék esetében a diffúzió javul. A biomassza növekedés finom szemcséjű anyagnál akadályozta a filmdiffúziót, míg durvább szemcsék esetében a diffúzió emelkedett.

5. A D – Pesti bioszűrési eredmények értékelése

5.1 A bioszűrők alapadatai

A telepen kialakított a BIOFOR (Biological – Fixed – Oxygen – Reactor) a bioszűrési technológia egyik formája, amelyet a telep második biológiai, tisztítási fokozatként építettek be.

A szennyvíztelep nitrifikáló (N) és denitrifikáló (DN) szűrőinek műszaki adatait *2.táblázatban* mutatjuk be. A nitrifikáló és a denitrifikáló szűrők egyértelműen tápanyag (nitrogén formák) eltávolításra vannak beállítva.

2. táblázat D – Pesti szennyvíztelep nitrifikáló (N) és denitrifikáló (DN) szűrőinek műszaki adatai

A szűrőberendezés megnevezése	A szűrő felülete	A szűrő térfogata	Szűrési sebesség	A szűrő anyag fajlagos felülete	A szűrő terhelése		Befúvott levegő mennyisége
					(kgNH ₄ -N/m ³ nap)	(kgNO ₃ -N/m ³ nap)	
	(m ²)	(m ³)	(m/óra)	(m ² /m ³)			(m ³ /óra)
Nitrifikáló szűrő (N)	560	2352	7,0	~2000	0,58	-	10 000
Denitrifikáló szűrő (DN)	227	703	14,2	~1000	-	0,35	-

5.2 A bioszűrési eredmények ismertetése

A szennyvíztelepen kétfokozatú biológiai tisztítót rendszer üzemel. Az első fokozat egy hagyományos nagy-terhelésű eleveniszapos egység, amelyben egyidejű szimultán, kémiai foszfor eltávolítást is végeznek. A második biológiai fokozatot a sorba kapcsolt nitrifikáló (N) és denitrifikáló (DN) szűrők alkotják. A szennyvíztelep technológiai vázlatát és az egyes műtárgyak kapcsolatát a 2. ábra mutatja be. A D - Pesti szennyvíztelepre befolyó, nyers és az elfolyó, tisztított szennyvizek átlagos minőségi mutatóit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat D - Pesti szennyvíztelepre befolyó, nyers és az elfolyó, tisztított szennyvizek átlagos minőségi mutatóinak összefoglalása (2001)

Szennyvíz minőségének megnevezése	pH	KOI	BOI ₅	Szerves oldószerek (extrakt)	NH ₄	Szerves-N	Összes-P	Nitrát (NO ₃)	Lebegőanyag
	(-)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Befolyó, nyers szennyvíz	7,6	536	300	47	31	9,3	7,4	1,6	835
I. biológiai fokozat elfolyó, szennyvize	7,9	64	15	-	22,5	3,7	2,0	1,0	25
II. biológiai fokozat nitrifikációs szűrőjének elfolyó, szennyvize	-	-	-	-	1,0	-	-	18,0	-
II. biológiai fokozat elfolyó, szennyvize	7,7	50	9,7	2,2	1,5	3,2	1,2	4,5	18

Az első biológiai fokozat a befolyó KOI 88 %-át, a nitrifikációs szűrő a KOI 2,6 %-át távolítja el. Tehát a szennyvíz szervesanyag tartalmának biológiai lebontását alapvetően az első nagyterhelésű eleveniszapos fokozat végzi. Az első biológiai fokozatban a nyers szennyvízzel befolyó ammónia koncentrációját 27 %-kal, a nitrifikáló bioszűrővel 68 %-kal lehet csökkenteni és a befolyó ammónia ~ 5%-a a tisztított szennyvízzel távozik.

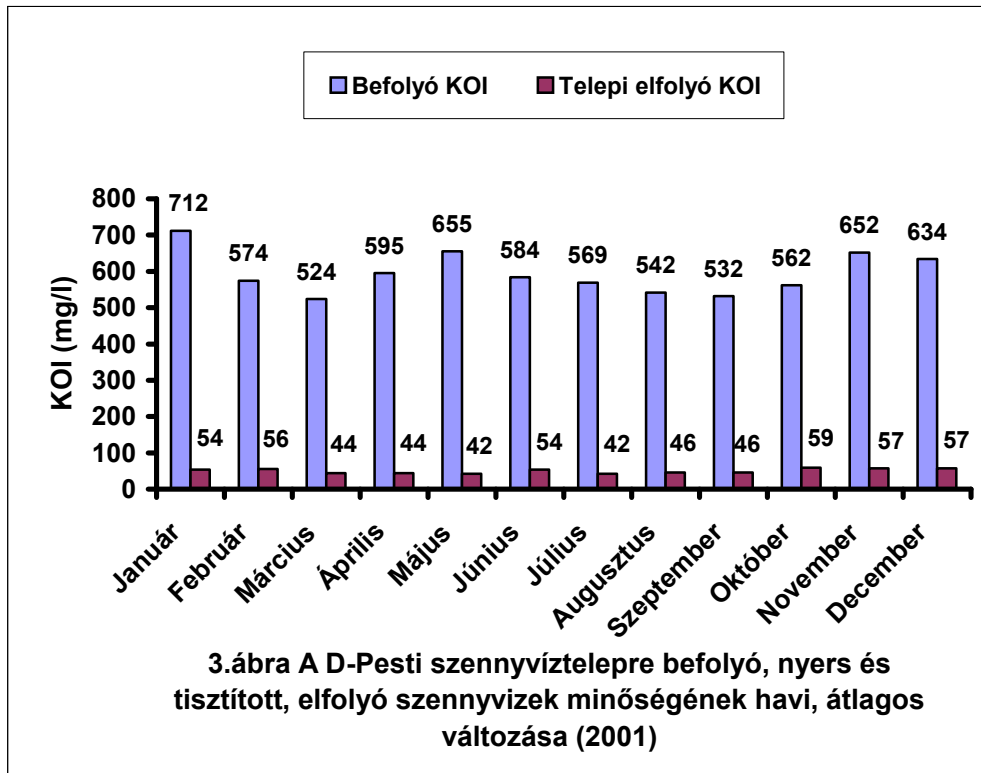
A nitrifikációs szűrőről elfolyó víz nitrát tartalma 18,0 mg/l a denitrifikációt követően pedig 4,5 mg/l érték. Ennek megfelelően az utó-denitrifikáció – metanol adagolás mellett - 75 %-os hatásfokkal megy végbe. A vizsgálati eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a szennyvíztelep második biológiai fokozata a tápanyag (N-formák) eltávolítást jó hatásfokkal végzi.

A 3. ábrán BMGE. Víz Közmű és Környezetmérnöki Tanszék jelentése alapján bemutatjuk a 2001. évre vonatkoztatva a havi átlagos befolyó, nyers és elfolyó, tisztított szennyvizek KOI koncentrációjának alakulását. Jól látható, hogy átlagok alapján a telep nagyon kiegyensúlyozottan, a határértéket (50 mgKOI/l) tartva üzemel. A téli hidegebb időszakban (októbertől februárig) az elfolyó víz KOI értéke a határértéket kissé meghaladja. A jelenség azzal magyarázható, hogy a tisztítandó szennyvíz hőmérsékletének csökkenésével (16 °C) a biológiai tisztítás hatásfoka csökken és e miatt a tisztított szennyvíz minősége kissé romlik.

6. A bioszűrési technológia kialakításának szempontjai

Bioszűrésnél a szűrő eltömődésének elkerülése végett a gondos mechanikai (homokfogás, ülepítés, zsír- és olajfogás) előtisztítás szükséges. A mechanikai, a zsír és olaj származékok az aktív biológiai felületet lefedik, és ez által gátolják annak működését. Ezen anyagoknak az aktív szűrőről történő eltávolítása, kiöblítése is kérdéses (Bubinger és Schwinning,

1992).



A bioszűrés alapvetően szervesanyagok (C- vegyületek) eltávolítására csak 2. fokozatként vagy tápanyag (N és P) elsősorban nitrogén eltávolítására (nitrifikáció és denitrifikáció) alkalmas. Nem ajánlatos a bioszűrőt, különösen a finom szemcséjű töltetűeket (nagy fajlagos felület) nagy terhelésű biológiai rendszerként üzemeltetni, mert a nagy iszap szaporulat miatt eltömődik. A fentiek miatt ajánlatos a befolyó szennyvíznél a BOI_5 -t 100 mg/l, ammónia koncentrációt (NH_4-N) 30 mg/l, a szűrő terhelését pedig 1 kg BOI/m^3 nap érték alatt tartani.

A heterotrófok (szénvegyületeket bontók) és nitrifikálók között az oxigénért verseny folyik. Az oxigén bevitel méretezésénél ezzel számolni kell. A nitrifikálók szaporodása kb. 1/10-e a heterotróf baktériumok szaporodásának. Nitrifikáció során 3,0 gTKN/ m^2 nap N-eltávolító fluxus biztosításához az oxigén koncentrációt 8 - 10,0 mg/l értéken kell tartani.

Ismeretes, hogy eleveniszapos rendszernél 0,5-2,0 mg/l oldott oxigén koncentrációt kell tartani. A bioszűrőnél a biofilm oxigén ellátását diffúzió és a nitrifikáló baktériumok oxigén ellátása céljából a biofilmen kívül (a víz fázisban) O_2 koncentrációját viszonylag magasabb értéken (5-8 mg O_2/l) kell tartani, hogy megfelelő diffúziós " hajtóerő" legyen (Öllös és Szilágyi 1996).

A bioszűrőknél általában utó-denitrifikációt alkalmaznak és a denitrifikáció céljából metanolt használnak. A metanol diffúziója lényegesen kisebb mint a nitrát ionoké és folyamatnál a kisebb diffúzió a meghatározó. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy nagyobb metanol koncentrációt kell alkalmazni, mint amit a sztöchiometrikus arány megkövetelne. Ennek pedig egyenes következménye, hogy a denitrifikációt követően KOI növekedéssel és klórozás esetében nagyobb klór fogyasztással kell számolni (Iwai és Kitao, 1994).

A bioszűrés legnagyobb előnye, hogy ellentétben a diszperz eleveniszapos rendszerrel nincs iszaplazulási, fonalásodási jelenség (bulking). Közismert, hogy a hagyományos eleveniszapos rendszerekben az utóülepítőből elfolyó, tisztított szennyvíz minősége a fonalás baktériumok

elszaporodása miatt leromlik. A bioszűrőnél soha sincs erre utaló jel pl. nagyobb biofilm "vedlés" vagy „flokk” elúszás formájában.

7. A bioszűrős és az eleveniszapos rendszerek általános összehasonlítása

Az eleveniszapos és a bioszűrős szennyvíztisztítási eljárások kapcsolatát és különbözőségét a 4. táblázatban foglaljuk össze.

Az összehasonlítás alapján megállapíthatjuk:

- A bioszűrőknél csőreaktornak megfelelő szűrőket és az eleveniszapos rendszernél pedig elkevert típusú reaktorokat vagy kaszkád típusú reaktorokat alkalmaznak.
- A bioszűrőnél nincs külön utóülepítőre szükség, mert a lebegőanyag eltávolítás az alulról felfelé történő szennyvíz áramlás hatására maga a szűrő berendezés végzi. Természetesen ebben az esetben időnként a lebegőanyag eltávolítását mosatással kell elvégezni, ez azt jelenti, hogy a szűrőt időnként az üzemből ki kell iktatni.
- A bioszűrőknél nincs szükség iszap recirkulációra (élő biomassza visszaforgatása). Az eleveniszapos és más biofilmes rendszernél recirkulációra szükség van.
- Mechanikai elő-tisztítás (rács, homokfogó, zsírfogó, előülepítő) a bioszűrők védelme miatt nagyon fontos. Az eleveniszapos berendezések előtt nem szükséges igényes előtisztítás.
- A bioszűrőnél a (szűrő magasságának megfelelően) biocönózis részlegesen szétválik. Az eleveniszapos rendszernél kevert populációnak megfelelő kultúra alakul ki.
- A bioszűrők elsősorban tápanyag (N formák eltávolítása) eltávolításra alkalmasak. Az eleveniszapos tisztítást elsősorban a szervesanyag (szén-vegyületek) lebontás céljából fejlesztették ki, de az iszapkor növelésével, anaerob, anoxikus reaktorok beiktatásával alkalmasá tették és tápanyagok (N és P vegyületek) eltávolításra egyaránt alkalmasak.
- A bioszűrőnél az oldott oxigén koncentrációt viszonylag magasabb értéken (5-8 mgO₂/l) kell tartani, hogy megfelelő diffúziós " hajtóerő" legyen. Az eleveniszapos tisztítási gyakorlatban ennél az értéknél lényegesen kisebb oxigén koncentráció értékeket (1 – 3 mgO₂/l) kell biztosítani.

4. táblázat Az eleveniszapos és a bioszűrő rendszerű szennyvíztisztítási eljárások összehasonlítása

Technológiai jellemzők	Bioszűrős eljárás	Eleveniszapos eljárás (egy lépcsős)
Reaktor kialakítása	Bioszűrő: egydimenziós jellegű szennyvíz-mozgás	Teljes elkeveredésű eleveniszapos medence
Fázis szétválasztás	A bioszűrőben történik, nincs külön utóülepítő	Utóülepítő
Iszap recirkuláció	Nincs	Az utóülepítő és a levegőztető között
Mikrobiológia jellemzése	Biocönózis részlegesen szétválk: baktériumok a hordozó-anyaghoz rögzítve. „A tápanyag keresi a baktériumokat”	Kevert populáció: baktériumok diszperz pehely rendszert alkotnak. „A baktériumok keresik a tápanyagot”
Oxigén-ellátás	5-8 mgO ₂ /l oxigén koncentrációt kell tartani megfelelő diffúziós " hajtóerő" miatt	0,5 -2,0 mgO ₂ /l oxigén koncentrációt kell tartani
Előtisztítási igény	Nagy	Kicsiny
Keverési viszonyok	Egydimenziós jellegű szennyvíz mozgás	Teljes elkeveredésű medence vagy kaskád rendszer
Terhelés kgBOI/m ³ nap vagy [kgBOI/kg nap]	0,3 – 1,0 [-]	0,3 – 3,0 [0,1 – 1,0]
Oxigén-ellátás	5-8 mgO ₂ /l oxigén koncentrációt kell tartani megfelelő diffúziós " hajtóerő" miatt	0,5 -2,0 mgO ₂ /l oxigén koncentrációt kell tartani
Szervesanyagok (C vegyületek) eltávolítása	Részleges szerves-anyag eltávolításra használható, mert a képződött iszap a szűrőt eltömíti. A nehezebben bontható anyagok eltávolítására alkalmas	A könnyen bontható szervesanyagok teljesen, a nehezen bontható anyagok részlegesen távolíthatók el.
N eltávolítás : • Nitrifikáció • Denitrifikáció	Külön álló nitrifikációs és ezt követő denitrifikációs szűrő alkalmazható. A két folyamat hatékonyan megy végbe.	A biológiai egységen belül kell kialakítani a nitrifikációs és a denitrifikációs egységet.
Foszfor eltávolítás	Koagulációs kicsapatást követően a bioszűrési folyamattal eltávolítható	Biológiai módszer és a kémiai kicsapatás külön – külön vagy együtt is alkalmazható
Iszapszaporulat (kg _{iszap} /kgBOI _{lebontott})	0,18 - 0,20	0,4 - 0,6
Iszapelvétele	Mosatással, öblítéssel	Utóülepítőtől
Üzemelési problémák	Az üzemelést zavarja: • Diffúzió korlátozó tényező • A hab-képző anyagok • Nagy lebegőanyag tartalom • A szennyező anyag koncentráció csúcsok jelentkeznek a tisztított szennyvízben	Az üzemelést zavarja: • A hab-képző anyagok • Fonalas baktériumok elszaporodása • Pehely szétesés
Helyigény	Kicsiny	Nagy

Összefoglalás

A bioszűrős tisztító rendszerek kifejlesztése nem egyszerűen az eleveniszapos tisztítás intenzifikálásának tekinthető, hanem egy teljesen új szerű technológiai megoldást jelentenek, amelyek segítségével a nitrogén-formák (ammónia, org.N, nitrát) eltávolítása hatékonyan megoldható.

D –Pesti szennyvíztelep vizsgálati eredményei alapján megállapíthatjuk:

- első biológiai fokozat a befolyó KOI 88 %-át, a nitrifikációs szűrő a KOI 2,6 %-át távolítja el. Tehát a szennyvíz szervesanyag tartalmának biológiai lebontását alapvetően az első nagy-terhelésű eleveniszapos fokozat végzi.
- A nitrifikációs szűrőről elfolyó víz nitrát tartalma 18,0 mg/l a denitrifikációt követően pedig 4,5 mg/l érték. Ennek megfelelően az utó-denitrifikáció – metanol adagolás mellett - 75 %-os hatásfokkal megy végbe. A vizsgálati eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a szennyvíztelep második biológiai fokozata a tápanyag (ammónia, nitrát) eltávolítást jó hatásfokkal végzi.
- A szennyvíztelep nagyon kiegyensúlyozottan üzemel, a tisztított szennyvíz minőségére vonatkozó határértékeket (KOI, ammónia, nitrát, foszfor) a telep átlagban tartani tudja. A téli hidegebb időszakban (December - Február) az elfolyó, tisztított szennyvíz ammónia értéke a határértéket (2,0 mgNH₄-N/l) kissé meghaladja (2,8 mgNH₄-N/l). A jelenség azal magyarázható, hogy a tisztítandó szennyvíz hőmérsékletének csökkenésével (16 °C) a nitrifikáció hatásfoka csökken.

A bioszűrési technológia alkalmazására vonatkozó általános megállapítások:

- A bioszűrés elsősorban nitrogén eredetű tápanyagok (nitrifikáció és denitrifikáció) eltávolítására alkalmas. Nem ajánlatos a bioszűrőt, különösen a finom szemcséjű töltetűeket (nagy fajlagos felület) nagy terhelésű biológiai rendszerként üzemeltetni, mert a nagy iszap szaporulat miatt gyorsan eltömődik
- A bioszűrőnél a biofilm oxigén ellátását diffúzió és a nitrifikáló baktériumok oxigén ellátása céljából a biofilmen kívül (a víz fázisban) O₂ koncentrációját viszonylag magasabb értéken (5-8 mgO₂/l) kell tartani, hogy megfelelő diffúziós " hajtóerő" legyen.
- A bioszűrőknél általában utó-denitrifikációt alkalmaznak és a denitrifikáció céljából metanolt használnak. A metanol diffúziója lényegesen kisebb mint a nitrát ionoké és folyamatosan a kisebb diffúzió a meghatározó. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy nagyobb metanol koncentrációt kell alkalmazni, mint amit a sztöchiometrikus arány megkövetelne. Ennek pedig egyenes következménye, hogy a denitrifikációt követően KOI növekedéssel és klórozás esetében nagyobb klór-fogyással kell számolni.
- A bioszűrőnél - ellentétben a diszperz eleveniszapos rendszerrel - a szűrőben a fonális baktériumok nem szaporodnak el és ennek következtében a tisztított szennyvíz minőségét az elúszó baktériumok nem rontják.

Irodalomjegyzék

Barjenbruch, M. (1998): Stand der Biofiltration in Deutschland. awt. Abwassertechnik. Heft 4, 13 – 18

BMGE. Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék: A Dél-Pesti szennyvíztisztító telep üzemének vizsgálata. Összefoglaló értékelés. Budapest, 2001, 5 – 17.

Brandt, D. – Hegemann, W. (2001): Leistungsvergleich verschiedener Trägermaterialien. Wasser.Abwasser (gwf), 142, Nr. 9, 627 – 633

Bubinger, H. – Schwinning, H-G. (1992): Grundlagen und Anwendungsbeispiele der

Biofiltertechnologie. Sonderdruck aus Wasser, Luft und Boden, Heft 5, 66 –70.

Horn, H. (1999): Modellhafte Analyse der Nitrifikation in aufwärts durchströmen Biofiltern. Wasser.Abwasser (gwf), 140, Nr. 2, 104 – 111

Mildenberger, M. (1999): Die Grenzschicht beeinflusst die Abbaurate immobiliser Mikroorganismen. Wasser.Abwasser (gwf), 140, Nr. 4, 286 –292

Oldenburg, M. – Sekulov,I. (1995): Rückhalt von Ammoniumspitzen in Festbettreaktoren. awt. Abwassertechnik. Heft 3, 28 – 30

Öllös, G. – Szilágyi, M. (1996): Bioszürés a szennyvíztisztításban. Csatornamű Információ, 1996/3, 4 – 12.

Rehbein, V. – Nerger, C. – Wilderer, P. A. (1997): Nitrifikation kommunaler Abwässer mit Biofiltration. awt. Abwassertechnik. Heft 5, 44 – 47

Shigehisa Iwai – Takane Kitao (1994): Wastewater Treatment with Microbial Films. Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster. Basel.

Tian C. Zhang – Bishop, P.L. (1996): Evaluation of substrate and pH effects in a nitrifying biofilm. Water Environmental Research, Vol.68, No7, 1107 - 1115

Yun Chang Fu - Bishop, P.L. (1995): The evaluation of respiration rate in fixed-film system under various organic loading rates. Water Environmental Research, Vol. 67, No7, 1036-1043