



Hír

CSATORNA

1999

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja

szeptember, október



TARTALOM

MaSzeSz – HÍRHOZÓ	2
Somlyódy L.: IAWQ szennyvízes konferencia Budapesten	3
Zsirai I., Kicsi G.: Bemerülő membrán bioreaktoros rendszerek alkalmazása az ipari és kommunális szennyvíztisztításban	4
Korrespondenz Abwasser rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
99/9	8
99/10	12
Buser M.: Peszticid tartalmú szennyvizek ökohatékony tisztítása bioreaktorokkal	15
Lemmer H.: Enzimek alkalmazása a zsírleválasztókban – megoldás vagy újabb problémák forrása?	18
Herédy S.: A MaSzeSz és az ATV első közös előadóülése	22
A Magyar Hidrológiai Társaság XVII. Országos Vándorgyűlése Miskolcon	23





H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Szeptemberi – októberi feladataink oroszlán részét az október 12-13-án megtartott „Első magyar szennyvíztechnikai és hulladékgazdálkodási konferencia és szakkiállítás – '99”, valamint az október 14-én megrendezett „Kis és közepes méretű települések szennyvízgyógykezelése” című, az ATV és a MaSzeSz első közös előadóülése, továbbá ehhez kapcsolódva Vác város szennyvíztisztító telepének megtekintése jelentették.

Most, hogy a rendezvényekkel kapcsolatos tennivalók hulláma lecsendesedett és az akcióink értékelése megkezdődött, örömmel közölhetjük, hogy mindkét esetben eredményes munkáról számolhatunk be. Rövid mérlegeink a következők:

„Első magyar szennyvíztechnikai és hulladékgazdálkodási konferencia és szakkiállítás '99”

Elhangzott előadások száma:	19
Konferencia résztvevőinek száma:	331 fő (ebből vidéki 245, budapesti 86)
A résztvevők szakmai megoszlása:	
36 települési önkormányzat:	46 fő
27 tervező cég:	44 fő
19 bonyolító cég:	29 fő
27 kivitelező cég:	35 fő
17 üzemeltető cég:	26 fő
46 kereskedő cég:	63 fő
19 tanácsadó cég:	32 fő
5 felsőoktatási intézmény	28 fő
9 társ szakmai képviselő	11 fő
4 államigazgatás intézmény:	17 fő
Kiállítók száma:	28 cég

Az előadások tartalmi összefoglalóját megjelentetjük írásban 1999. december hónapban.

„Kis és közepes méretű települések szennyvízgyógykezelése”

Elhangzott előadások száma:	8 db
A rendezvény résztvevőinek száma:	114 fő
A résztvevők megoszlása:	
cégek képviselői	16 fő
egyéni tagok	31 fő
felsőoktatási intézmények hallgatói	35 fő
külföldi résztvevők	32 fő

Az elhangzott előadások magyar nyelvű fordítását megjelentetjük írásban 1999. november hónapban. Az előadóülés résztvevői értékelését Dr. Herédy Sándor úr tollából jelen számunkban közöljük.

Szeretnénk még egy rövid bejelentés erejéig visszatérni az IAWQ rendezésében, szeptember 6.-9.-én megtartott „Nagy szennyvíztisztító telepek tervezése, üzemeltetése és gazdaságossága” című nemzetközi konferenciához. Következő számunktól kezdve e nagyszerű rendezvény dolgozataiból egy-egynek magyar nyelvű fordítását tesszük közzé.

Szíves figyelmét megköszönve:



Dr. Dulovics Dezső, Ph.D.
elnökségi tag

Budapest, 1999. október



Ez a kiadvány újrahasznosítható papírral készült
A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa.
(BME - Vízi-Közmű és Környezetmérnöki Tanszék)
1111 BUDAPEST, Műegyetem rkp. 3.

Megjelenik minden páros hónap utolsó hetében.

Kiadó és terjesztő: DPH Kft.
Szerkesztő: Dr. Dulovics Dezső
Tördelés: Aranykezek Bt.
Nyomás: Ofset Bt.

IAWQ SZENNYVIZES KONFERENCIA BUDAPESTEN

Az International Association on Water Quality (IAWQ) szeptember második hetében az MTA vári nagytermében tartotta a nyolcadik „Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants” című konferenciáját. A kezdeményezés a hetvenes évek elejére nyúlik vissza. Két neves szakember, Andrews és von der Emde professzorok (az Egyesült Államokból, illetve Ausztriából) elhatározták egy olyan munkacsoport létrehozását, amely azzal a kérdéssel foglalkozna, hogy a nagy szennyvíztelepek üzemelése milyen mértékben felel meg a tervezési elvárásoknak.

Az IAWQ (akkor még IAWPR) talán egyik leg-sikeresebb konferencia sorozata született meg. A házigazda a nyolcvanas évek közepéig Bécs volt. A váltóbotot 1987-ben Budapest vette át (amelyben komoly szerepe volt Benedek Pál tiszteletbeli elnökünknek), majd Prága, Bécs és ismét mi következünk.

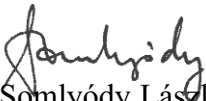
A konferenciára 150 fő jelentkezett és pontosan ennyien is vettek részt (közel harminc országból), a szakma krémje. Negyven előadás hangzott el, amelyet ugyanennyi poszter egészített ki. Az előadások időtartama 15 perc volt, amelyet szinte kivétel nélkül minden esetben 15 perces éles vita követett. A programot a próbaüzem alatti, kombinált eleven-izsapos-biofilmes Dél-Pesti szennyvíztelep meglátogatása egészítette ki, a Fővárosi Csatornázási Művek munkatársainak kiváló szervezésében.

Az előadások egy része „óriás” telepekkel foglalkozott: Washington, London, Athén, Róma, Zürich, Stockholm, Hamburg és más nagy német telepek említhetők példaként. Egy másik részük a lebontási

folyamatok megértését és modellezését célozták meg, amelyek nélkül korszerű üzemirányítás és intenzifikálás aligha képzelhető el. Külön szekció tárgyalta az eleveniszapos eljárás és az izsapkezelés „rejtelmét”. Végül, első alkalommal a konferenciák történetében, külön szekció foglalkozott a költségek és a gazdaságosság alapvetően fontos kérdéseivel.

A rendezvény egybehangzóan nagy siker volt. Szinte az összes résztvevő az utolsó pillanatig jelen volt. Érdekes előadások, Budapest és a Vár hangulata, az egykori parlament épülete, a gördülékeny szervezés és sok egyéb tényező mind hozzájárult ehhez.

Milyen volt a magyar részvétel? Tizenkét hazai szakember, négy előadás és egy poszter. Testvér-szervezetünk, a Víz- és Csatornamű Vállalatok Országos Szövetsége színvonalas, kétnyelvű Vízmű Panorámát jelentetett meg – köszönet érte. Az összkép tehát jó. Láttunk-e azonban üzemeltetőket, akik közvetlen információt kaphattak volna a legfrissebb eredményekről és az üzemelési „titkokról”, amelyeket sosem írnak le? Tervezőket? A támogatási- és költségkérdésekkel foglalkozókat? Fiatalokat, akik átveszik majd a stafétabotot? Sajnos nem, vagy alig. Úgy tűnik elszalasztottunk egy alkalmat. Sok teendő vár még ránk, hogy erős hazai szennyvizes iskolát hozzunk létre.


Somlyódy László
a MaSzeSz elnöke
akadémikus

BEMERÜLŐ MEMBRÁN BIOREAKTOROS RENDSZEREK ALKALMAZÁSA AZ IPARI ÉS KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZ TISZTÍTÁSBAN

Zsirai István és Kicsi Gábor
ZENON Systems Kft., Tatabánya

1. BEVEZETÉS

A ZenoGem® technológia egy szabadalmazott, nagy hatékonyságú, membrán bioreaktoros rendszeren alapuló szennyvíztisztítási folyamat, mely több mint tíz éve van jelen mind az ipari, mind pedig a kommunális szennyvíztisztítási területen. Az utóbbi időkig leginkább alkalmazott, magas nyomáson működő csöves membrán bioreaktoros rendszerek fokozottabb energiafelhasználása nem tette lehetővé a technológia széleskörű elterjedését a nagy térfogatú szennyvizek tisztítása esetében (pl. kommunális szennyvíz). A ZeeWeed® membránok kifejlesztése egyedülálló változást hozott a membrán-technológiában és ezáltal a ZenoGem® technológiában is. A ZeeWeed® membránok ugyanis nem nyomás alatti keresztirányú keringtetés következtében végzik a szűrést, hanem vákuum hatására, lényegesen kisebb energiafelhasználással, mint a hagyományos membrán technológiák.

A csökkent energiafelhasználás és egyéb pozitív tulajdonságainak köszönhetően egyre nagyobb tért hódít a mikroszűrés minden területén, és pedig: ivóvízkezelés, fordított ozmózis előkezeléseként, a szennyvíztisztításnál akár membrán bioreaktoros rendszerben vagy harmadlagos szűrési rendszereknél. A bővülő alkalmazási spektrum valamint a referencia telepek növekvő számának tükrében, (csak a ZENON cégnek egyedül több mint 200 ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszere működik világszerte) a membrán árak jelentősen csökkentek az utóbbi években és folyamatosan csökkennek, mely természetesen maga után vonja a technológia könnyebb elérhetőségét.

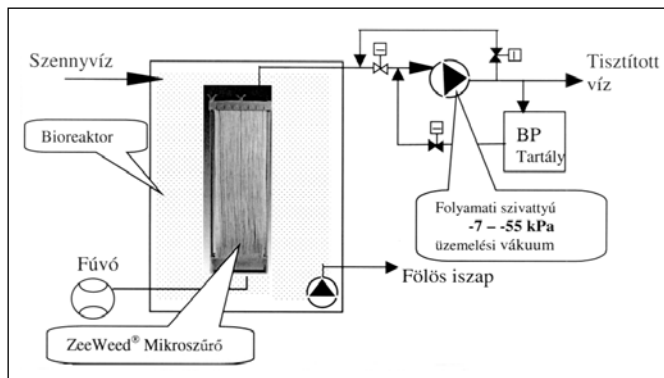
A jelen cikkben számos alkalmazási területről szeretnénk egy-egy példát bemutatni, a szennyvíztisztításban elért eredmények közreadásával, kihangsúlyozva, hogy a technológia már rég kilépett az elméleti-kísérleti fázisból és egyre nagyobb tért hódít.

2. A TECHNOLÓGIA RÖVID ISMERTETÉSE

A ZenoGem® technológia, egy eleven iszapot tartalmazó biológiai reaktorból és egy mikro vagy ultraszűrő membrán rendszerből áll. A ZenoGem® technológia kulcsa a membrán szeparátor, mely lehetővé teszi egy meg-

növelt koncentrációjú biomassza kialakulását és ez által a szerves szennyező anyagok oldott formájának fokozott lebontását a hulladék áramból. Az alkalmazott mikroszűrő vagy ultraszűrő biztosítja, hogy lebegőanyag nem kerül az elfolyó vízbe. Ez kiküszöböli a hagyományos eleveniszapos eljárások gyenge ülepedésével kapcsolatos minőségi gondokat, és megnyitja az utat a jó minőségű elfolyó víz mennyiségének növelése felé alacsony beruházási költség mellett.

A ZeeWeed® üreges szálköteg membrán modulok beemerülnek a bioreaktorba és közvetlen érintkezésben vannak a szennyvízzel és az iszappal (1. ábra). Vákuumot hozunk létre az üreges membránszálak belsejében a szűrlet (permeátum) szivattyú segítségével. A szűrt víz keresztülhalad a membránon, belép az üreges szálakba és keresztülhalad azokon a szivattyú szívó hatására. Az így nyert szűrlet, az újrahasznosítás vagy befogadóba való juttatás előtt, egy visszamosó tartályt tölt fel automatikusan. A fajlagos átszűrődés csökkenését mind a periodikus visszamosás, mind pedig a membránlevegőztetés hivatott szolgálni. A periodikus visszamosást, a változtatható fordulatszámú szűrlet szivattyúval végezzük. Az áramlás megfordítása, a PLC vezérelt automata (pneumatikus v. motoros) szelepek átállításával történik. Természetesen van olyan tervezés is, amikor külön visszamosó szivattyút szerelünk be.

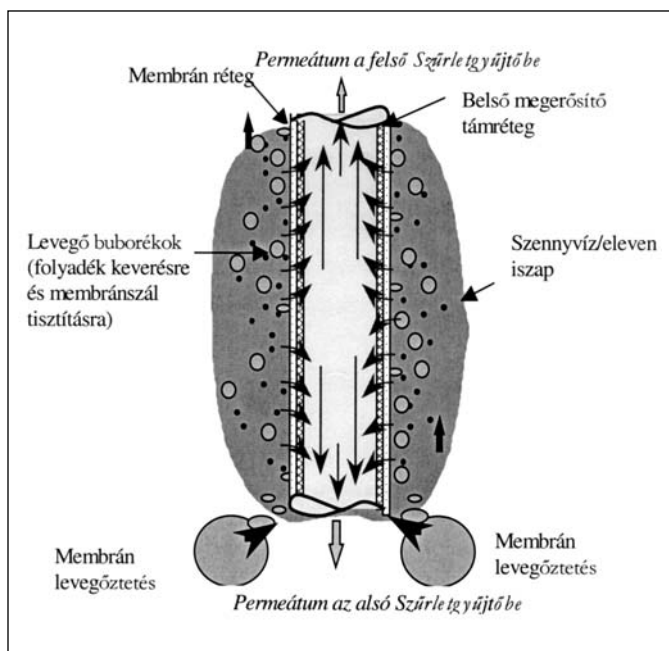


1. ábra: A ZeeWeed® ZenoGem® rendszer vázlatos folyamatábrája

A membrán modul aljába levegőztető elem van beépítve, melyen keresztül bejuttatott levegő, állandó mozgásban tartja a membránszálakat, és turbulenciát okoz. A felfelé áramló szilárd részecske/levegő/folyadék áram, nyíró

hatást gyakorol a membránszálak felületére és megakadályozza a szennyeződések lerakódását a szálak külső palástjára. A 2. ábra vázlatosan bemutatja a ZeeWeed® membránszálát üzemelés közben. A membrán modulokhoz bejutatott levegő, részben hozzájárul a biológiai folyamatokhoz szükséges oxigén ellátáshoz is, igaz nem fedezi teljesen, ezért külön levegőztető elemeket is beépítünk a bioreaktorba.

A ZeeWeed® mikroszűrő, egy 0,085 mikronos névleges és 0,2 mikronos abszolút pórusméretű, hidrophil, üreges szálú membrán, mely rendkívül tartós, magas szakító szilárdsággal és oxidáns rezisztenciával rendelkezik. A membránszálak ellenálló képességét és magas szakító szilárdságát egy ZENON által szabadalmazott belső támréteg biztosítja, melynek külső felületén helyezkedik el a membrán, mely membrán réteget szintén egy szabadalmazott eljárással visznek fel a támrétegre. A membrán modul több ilyen üreges membrán szálból áll, mely biztosítja a magas tömörítési sűrűséget, azaz a nagy membrán felületet egységnyi térfogatban. A membrán modulokat kazettákká építik össze, mely biztosítja a ZeeWeed® rendszer moduláris, kompakt jellegét. Egy folyamat (szűrlet) szivattyú, több membrán kazettát is kiszolgálhat.



2. ábra: A ZeeWeed membránszál vázlatos ábrázolása

A ZeeWeed® ZenoGem® technológia fő jellemzői az állandó elfolyó víz minőség, a csökkent alapterület, a növekedett bővítési lehetőség azonos alapterület mellett, az üzemeltetés egyszerűsége. A ZenoGem® berendezés számára a harmadlagos kezelésnek megfelelő elfolyó víz minőség a normál teljesítmény, mely megfelel az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásoknak (EU direktívák).

3. ALKALMAZÁSI TERÜLETEK - ESETTANULMÁNYOK

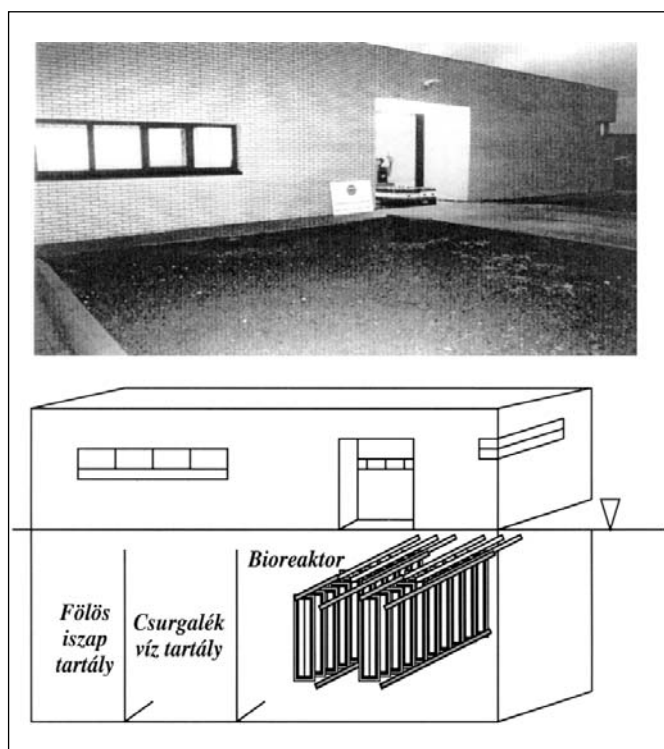
3.1 Csurgalék szennyvizek tisztítása ZenoGem® technológiával

3.1.1 Landgraaf Hulladéktároló, Hollandia – ZeeWeed® ZenoGem® MBR Rendszer

1995-ben üzemelték be a ZENON cég hollandiai leányvállalata által tervezett és gyártott, 120 m³/nap kapacitású, ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszert, a Landgraaf hulladéktároló csurgalékvizének tisztítására, Hollandiában. A ZENON cég felelős volt mind a technológiai és gépészeti, mind pedig az építészeti tervezésért és kivitelezésért.

A Landgraaf-i hulladéktároló, a kommunális hulladéktelepek második kategóriájához tartozó személtlerakó hely. Csurgalékvizének tisztítására tervezett ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszer üzemeltetését két fázisban valósították meg, melyek közül az elsőben 66 m³/nap csurgalékvizet tisztítottak és a második fázisban pedig a teljes kapacitást igénybe vevő 120 m³/nap térfogat-áramot.

A kiegyenlítő tartály, bioreaktor és a fölős iszap tartály a föld alatt lett kialakítva, míg a rendszerhez tartozó mechanikai és elektromos egységek pedig a föld felszínén épített épületben.



Landgraaf Hulladéktároló, Hollandia – Szennyvíztisztító rendszer tartalmazó épület és a föld alatt a ZeeWeed® membránokat is befogadó bioreaktor és tároló tartályok

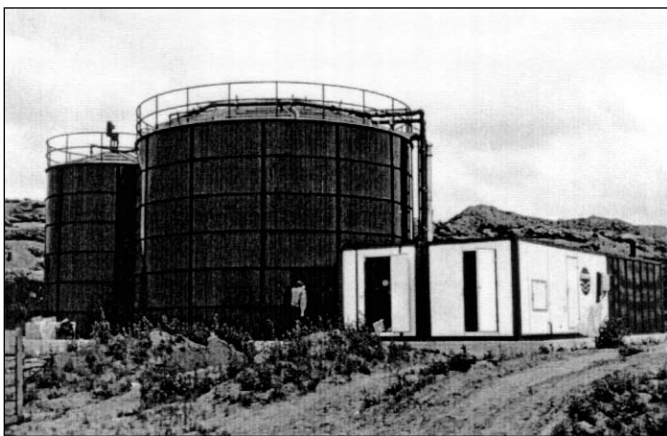
A bioreaktor két membrán kazettát tartalmaz, melyek egyenként 10 darab ZeeWeed® ZW-150 membránból áll.

A csurgalékvíz paramétereit, illetve a ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszerrel megtisztított víz mutatóit az alábbiakban ismertetjük:

PARAMÉTEREK	MÉRTÉK EGYSÉG	SZENNYVÍZ	TISZTÍTOTT VÍZ (ZENOGE ^M ® PERMEÁTUM)
KOI	mg/l	30 000	<1 600
BOI	mg/l	25 000	<20
TKN	mg/l	1 500	<20
Klorid	mg/l	3 000	-
Fenol	µg/l	2 000	-

3.1.2 Monfort Hulladéktároló, Hollandia – ZeeWeed® ZenoGem® MBR Rendszer

A Monfort hulladéktároló csurgalékvizét tisztító ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszer szemben az előbbi példában említett rendszerrel, mobil, ISO konténerekben előregyártott rendszer. A denitrifikációs és nitrifikációs tartály szerepét pedig, a földfelszínre telepített acél tartályok töltik be.



A denitrifikációs reaktor térfogata 150 m³, míg a bioreaktoré 540 m³. A két konténer közül az egyik tartalmazza a ZeeWeed® mikroszűrő membránokat (6 kazettát, egyenként 12 darab ZW-150 modullal) és a hozzá tartozó kiszolgáló egységeket (membrán fúvók, CIP rendszer, folyamati szivattyúk és légtelenítő rendszer). A másik konténer öt részre van osztva, és a következő egységeket tartalmazza: az előszűrő egységet, a feladó szivattyút és habzástgátló rendszert, az elektromos kiszolgáló egységet és vezérlést, a levegőztető rendszerhez tartozó fúvókát, valamint egy vegyszertároló részt.

A 280 m³/nap kapacitású, ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszer legalább 95% határfokkal működik a szerves szennyeződések eltávolítása tekintetében (azaz míg a kezelendő szennyvíz KOI és

TKN tartalma 3500 mg/l ill. 850 mg/l, addig a tisztított vízben a KOI és TKN koncentrációk 175 mg/l ill. 43 mg/l alatt vannak).

3.2 Gyógyszeripari szennyvíztisztítás ZeeWeed® ZenoGem® technológiával

Cosma telep – Bergamo, Olaszország

Az 50 m³/nap gyógyszeripari szennyvízáram tisztítását megvalósító, ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszert 1997 decemberében üzemelték be. A magas KOI tartalmú szennyvíz (átlagban 10000 mg KOI/l) egy felosztott beton medence rendszerbe kerül, melyben az első kettő a kiegyenlítő (50 m³) és semlegesítő (150 m³) tartály szerepét játssza, ahonnan a szennyvizet a bioreaktorba (400 m³) szivattyúzzák. A lefedett műtárgy tetején helyezkedik el, az ISO konténerben előre gyártott ZeeWeed® rendszer. A konténer egyik részében található a kiszolgáló mechanikai és elektromos egységek, míg a másikkban az eleveniszapba merített ZeeWeed® -500 membrán modulok.

Az eleveniszapot, a bioreaktorból folyamatosan át-emelik a ZeeWeed® membrán részbe, ahonnan gravitációsan visszafolyik a bioreaktorba. A földalatti műtárgyban található még egy 80 m³ fölősiszap tartály és egy 20 m³ tisztított vizet tároló tartály.



A ZenoGem® rendszer több mint 96% KOI eltávolítást valósít meg (hisz az elfolyóban az átlag KOI érték kisebb, mint 350 mg/l), míg a befolyó össznitrogén (80 mg/l) értéke 10 mg/l alá csökken. A 200 napnál magasabb iszapkor következtében az iszapmunka 0,07 kg SS/kg KOI alá csökkent.

3.3 Kommunális szennyvíztisztítás

A 86 működő telep közül a következő két példát említenék meg:

3.3.1 Kommunális szennyvíztisztító telep – Milton, Ontario

A Milton-i városi szennyvíztelepen, 1997 júniusában beüzemelt ZeeWeed® ZenoGem® Demo telep, 1000 m³/nap átlagos és 2000 m³/nap csúcs áramú előülepített kommunális szennyvíz tisztítására lett tervezve. A hidraulikai tartózkodási idő e két áramnak megfelelően 3 illetve 1,5 óra volt. A biomassza koncentrációja átlagban 15 g MLSS/l volt, de nem haladta meg a 20 g/l-t. Ennek a koncentrációnak a megtartása érdekében, napi 8,5 m³ fölösiszapot távolítottak el a rendszerből, mely 15 napos iszapkort eredményezett.



Az elfolyó víz minőségét háromszor egy héten ellenőrizték, 24 órás kompozit mintákat analizálva. Az alábbi három táblázat foglalja össze az első másfél év analitikai eredményeit:

VIZSGÁLT IDŐSZAK	MINTASZÁM	ÁTLAG (mg/l)	KÖZÉPÉRTÉK (mg/l)	>95% (mg/l)
1997 július – 1997 dec.	77	1,2	1,1	2,1
1998 jan. – 1998 június	65	0,8	0,7	2,3
1998 júl. – 1998 dec.	70	0,8	0,7	2,2
ÖSSZESEN	212	0,9	0,8	2,2

1. táblázat: Az elfolyó víz BOI₅ tartalma

Több mint 95%-a a 24 órás átlagmintáknak kevesebb, mint 2,5 mg/l BOI₅-t tartalmazott, mely igazolja az állandó nagyfokú BOI₅ eltávolítást.

VIZSGÁLT IDŐSZAK	MINTASZÁM	ÁTLAG (mg/l)	KÖZÉPÉRTÉK (mg/l)	>95% (mg/l)
1997 július – 1997 dec.	80	0,05	0,05	0,08
1998 jan. – 1998 június	65	0,04	0,04	0,06
1998 júl. – 1998 dec.	72	0,04	0,05	0,06
ÖSSZESEN	217	0,04	0,04	0,06

2. táblázat: Az elfolyó víz összes foszfor tartalma

A foszforeltávolításhoz kevesebb vegyszert (alumínium szulfát) használtak, mint a hagyományos telepen.

Az elfolyó víz ammónia-nitrogén koncentrációjának középértéke kevesebb volt, mint 0,5 mg/l, amely gyakori

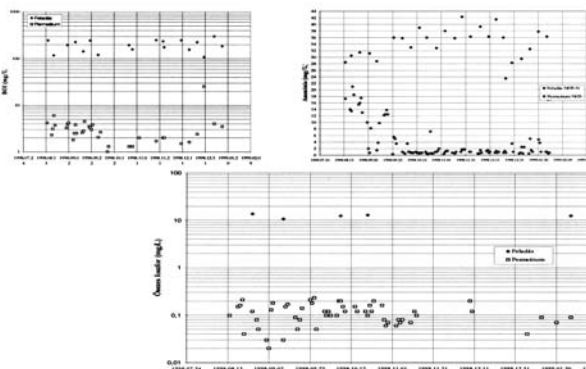
VIZSGÁLT IDŐSZAK	MINTASZÁM	ÁTLAG (mg/l)	KÖZÉPÉRTÉK (mg/l)	>95% (mg/l)
1997 július – 1997 dec.	80	0,33	0,23	0,97
1998 jan. – 1998 június	64	0,12	0,14	0,48
1998 júl. – 1998 dec.	71	0,44	0,35	1,43
ÖSSZESEN	215	0,29	0,33	1,25

3. táblázat: Az elfolyó víz ammónia-nitrogén tartalma

alacsony ammónia koncentrációra utal. Az első és a harmadik vizsgálati időszak alatt, viszont volt két periódus, amikor magasabb volt az elfolyó víz ammónia tartalma, ami megemelte a több mint 95% adatot. Az első hat hónapban ez, a működés közben alkalmazott membrántisztítási időszakban keletkezett (a megfelelő tisztítószer koncentrációval kísérleteztek), míg a másik, a vizsgált utolsó hat hónapban, melyre nincs magyarázat jelenleg. Összegezve azonban, több mint 95%-a a vizsgált mintáknak kevesebb, mint 1,5 mg/l ammónia koncentrációt mutat az elfolyóban, ami igazolja az egész éven át végbemenő nitrifikációt.

3.3.2 Kommunális szennyvíztisztító telep – Arapahoe, Colorado

A 126 m³/óra átlagos és 160 m³/óra csúcs kapacitású ZeeWeed® ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszert 1998 júliusában üzemelték be. Az alábbi, grafikonok jól illusztrálják a telep első fél évének az eredményeit.



4. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az előbbieken bemutatott példákon keresztül remélhetőleg ízelítőt tudunk adni arra, hogy egy ZenoGem® membrán bioreaktoros rendszer mire képes az elfolyó víz minőségét illetően. A telepek egyre növekvő száma pedig azt igazolja, hogy az egyre szigorodó környezetvédelmi követelményeknek ez a technológia igenis meg tud felelni. Sok esetben, az elfolyó víz, a jó minőségének köszönhetően újrafelhasználásra kerülhet, hisz minősége meghaladja a harmadfokú tisztításnak megfelelő minőséget.

A technológia első félüzemi kipróbálása Magyarországon már megtörtént, hasonló pozitív eredménnyel, mely biztosítéka a nagyléptékű megvalósítás sikerének.



Korrespondenz Abwasser 99/9

Vízvezető rendszerek

Mérőrendszer záportehermesítő csatornákhöz

Duzzasztó rendszerű Venturi csatorna

Reinhard Hassinger/Kassel

Összefoglalás

Záportehermesítő vezetékben és egyesített rendszerű csatornában az elfolyások visszaduzzasztással történő mérése, a mérőrendszerrel szemben magas követelményeket támaszt, amit az eddig rendelkezésre álló rendszerek nem kielégítően, vagy csak magas költségráfordítással elégítettek ki. Ehhez a gyakran előforduló mérési feladathoz a Kassel-i Egyetemen olyan mérési eljárást fejlesztettek ki, amely jól ismert mérési elveket új módon kombinálja. A mérendő hidraulikai jellemzők számára beépítéssel különösen kedvező hidrometriai körülmények teremthetők. Jellegzetessége, hogy a vízmélység és az áramlási sebesség mérőhelyei két különböző, egymás után következő keresztmetszetben alakíthatók ki. A vízhozam a mért értékekből a hidraulika alapegyenletei szerint számítható. Hagyományos szondák alkalmazhatók. Ez a rendszer tetszőlegesen kialakított keresztmetszetekbe utólagosan beépíthető és nincs szükség "nedves" kalibrálásra.

Címszavak: szennyvíz-elvezetés, csatornázás, záportehermesítés, elfolyás, mérési eljárás, Venturi, duzzasztás

Csőkötések öregedési folyamatának és tömörségi viselkedésének folyamatos mérése

Wolfgang Thoma/Filderstadt

Összefoglalás

Általánosan alkalmazható mérési eljárás új és régi csőkötések a rendszer természetéből következő és időfüggő tömítési minőségének meghatározására, kiegészítő lehetőséget nyújt csővezeték-rendszerek használati időtartamának, valamint anyagérték-orientált állapotminőségének megítéléséhez és szükséges helyreállítási intézkedéseknél fontos adatokat szolgáltat a teljes megoldáshoz.

Az eljárással különösen rejtett csőkötésekben roncsolásmentesen határozható meg az elasztomerek öregedési folyamata. Különböző kőgyagcső-rendszerek csőkötései helyeinél vizsgálták a szivárgást közvetlen összehasonlításban és az üzemállapotra az értékelést 2,5 °-os cső szögelfordulásnál végezték el.

Címszavak: szennyvíz-elvezetés, csatornázás, kötés, összehasonlítás, tömítés, használati idő, kutatás, minőségbiztosítás, szivárgás-előrejelzés

Szennyvíztisztítás

Populációdinamika denitrifikáló tisztítóberendezésekben metanol adagolás alkalmazásakor

Irene Purtschert/Zürich és Willi Gujer/Dübendorf (Svájc)

Összefoglalás

Eleveniszapban a populációdinamikai vizsgálatokat gyakran mikroszkopikusan végzik. A populációdinamika nyomkövetésének egy másik lehetősége a fajtaspecifikus aktivitások hosszabb időszakon keresztül és különböző üzemi körülmények közötti feljegyzése. Nagyüzemi és laboratóriumi kísérletek során vizsgálták a „metanol adagolós denitrifikáció” rendszerét. A C1-vegyület különösen a hifomicrobium sp-re mint szelektációs faktorra van hatással. A laborkísérletekből származó eredmények alapján matematikai modellt hoztak létre, amely két különböző metanolfelhasználó populációt, X_1 - és X_2 -t, vesz figyelembe. Ennek igazolása a nagyüzemi kísérletből származó adatokkal történt. A gyorsabban növekedő aerob X_1 populáció nagyobb iszaptermelést és ezáltal nagyobb metanolfelhasználást eredményez, ami végett a tisztítóberendezés üzeme szempontjából fontos, hogy lehetőség szerint kevés metanol kerüljön aerob módon lebontásra.

Címszavak: szennyvíztisztítás, denitrifikáció, metanol adagolás, modellezés, populációdinamika, szimuláció, fejlesztés, mikroorganizmus

Szennyvízelhelyezés alpesi övezetekben

Maradékanyagok az alpesi egyesület menedékházainál

Richard J. Vestner és F.Wolfgang Günthert (Neubiberg)

Összefoglalás

Alpesi területen lévő lakóhelynél a szennyvíztisztítás problémákhoz vezet az iszap eltávolítás során. A Német Alpesi Egyesület öt menedékházánál folytatott vizsgálatok alapján mindenekelőtt jellegzetes éghajlati és évszaki ingadozásokkal jellemezhető az alpesi szennyvízelhelyezés, amelynek különleges peremfeltételeit dolgozták ki. Az érzékeny alpesi természetet és a jogi előírásokat kiindulásként tekintve kerül figyelembevételre az üzemeltetők problémája, akik az iszap menedékház közeli, költségek szempontjából lehető legkedvezőbb eltávolítását kívánják. A vizsgálat azt mutatja, hogy az iszap káros anyagokkal való terhelése csekélyebb mint a kommunális iszapoké. Különböző szennyvíztisztítási eljárások esetében 15 -19 l/LE maximális fajlagos iszap-mennyiségek adódnak. Ennek ellenére az iszap házközeli kihozatalakor a nem vagy nehezen lebontható károsanyagok feldúsulásának korlátozásához a kényes alpesi világban előbb minden károsanyag-minimalizálási lehetőséget ki kell használni. Ajánlatosnak látszik minden résztvevő tapasztalatseréje, valamint ki- és továbbképzés ezen a speciális tématerületen.

Címszavak: szennyvíztisztítás, Alpok, decentralizált, hulladékkelhelyezés, törvény, vizsgálat, felhasználás

Analitikus minőségbiztosítás mérés technikai folyamatokhoz

Michael Häck/Düsseldorf, Detlef Wedi/Braunschweig és Wolfgang Marx/Solingen

Összefoglalás

Annak érdekében, hogy folyamatosan mért analitikus adatok széles körű hatósági elfogadását megkapjuk, az Analitikus Minőségbiztosításhoz - AQS (Analytische Qualitätssicherung) szabványosított utasítások szükségesek. A tanulmány Analitikus Minőségbiztosító rendszert (AQS) mutat be. Ez lényegében az "Üzemi módszerek szennyvíztisztító berendezések önellenőrzéséhez" ATV-M 704-es ajánláshoz igazodik. Az ott megfogalmazott követelmények, néhány módosítással, értelemszerűen a folyamatelemzésre is átvihetők.

A folyamatos elemzések azonosan maradó magas minősége csak gondos karbantartással teljesíthető. Ehhez szükségesek a mérőműszerek gyártója és felhasználója közötti karbantartási intézkedések egyértelmű felosztása, amelyeknek a DIN 31051 "Karbantartás - fogalmak és intézkedések" szabványra kellene támaszkodni.

Címszavak: szennyvíztisztítás, analitika, folyamat, mérés technika, minőségbiztosítás, AQS, DIN

Hulladék/iszap

Az elektronikus adatfeldolgozás mint az üzemi szintű hulladékgazdálkodás eszköze

Knut Sander, Dirk Jepsen/Hamburg és Carsten Wilkesmann/Hannover

Összefoglalás

A körfolyamatgazdálkodási- és hulladéktörvény (KrW/AbfG) 19. és 20. paragrafusai szerinti hulladékkonceptió- és hulladékmérleg rendelet (AbfKoBiV) alkalmazása keretében, de egy hulladékkontrolling szervezet üzemi megvalósításakor is nagy jelentősége van azoknak az eszközöknek, amelyekre az üzem felelős személyei támaszkodhatnak. Az üzemi konzultációs projektek tapasztalatai azt mutatják, hogy a jól tervezett szoftver megoldások az ilyen új üzemi feladatok végrehajtásához jelentős támogatást adhatnak.

A cikk a működési módokat, az elektronikus adatfeldolgozás eszközeinek alkalmazásához szükséges alapvető követelményeket és javaslatokat írja le kis- és közepes nagyságú vállalkozásoknál.

Címszavak: hulladék, menedzsment, adatfeldolgozás, támogatás, megoldás, program

Jog

Vízet veszélyeztető anyagokra vonatkozó új, adminisztratív előírás

Dirk Rottgardt/Berlin

Összefoglalás

„A vízháztartási törvényre vonatkozó általános adminisztratív előírás a vizet veszélyeztető anyagok vízveszélyeztetési osztályokba való besorolásához” kiegészítésre került. A cikk az újdonságokat mutatja be és tárgyalja a víz- és veszélyesanyag-törvény területén.

Címszavak: vízháztartási törvény, vizet veszélyeztető anyagok, osztályozás, adminisztratív előírás

Ipari szennyvíz

Peszticid tartalmú szennyvizek ökohatékony tisztítása bioreaktorokkal

Michel Buser (Pratteln/Svájc)

Összefoglalás

Az ismert vegyipari konszern mezőgazdasági célú készítményeket előállító üzemében veszélyes szennyvíz keletkezik, amelyet a helyi szennyvíztisztítóba történő bevezetés előtt aktív szénrel kell kezelni. A nagy szénfogyasztás okozta magas üzemi költségek miatt ökohatékony technológiát kerestek. Részletes vizsgálatok azt mutatták, hogy a bioreaktor-rendszer utána kapcsolt aktívszén adszorpcióval való kombinált alkalmazása gazdaságilag érdekes megoldás. Ezért 1998 tavaszán a régi berendezést erre az újszerű kombinált eljárásra cserélték le, amelynek innovatív jellemzője két bioreaktor. Széles körű mérések mutatják, hogy biocid anyagok jelenléte ellenére a bioreaktorokban a szerves anyagok 80%-os és a halogénezett vegyületek átlagosan 50%-os lebontása elérhető. Ezáltal az utánkapsolt aktívszén adszorpció berendezés szénfogyasztása a korábbi tisztán adszorpció üzem móddal összehasonlítva, több mint 90%-kal csökken, ami évente több mint 130 000 DM üzemköltség-megtakarításhoz vezet.

Címszavak: bioreaktor, ipari szennyvíz, aktívszén, hordozóanyag, peszticid

Benchmarking a szennyvízszolgáltatásban

Susanne Wibbe (Berlin)

Összefoglalás

Az 1997. negyedik negyedében indított „Benchmarking a szennyvízszolgáltatásban” projekt, amelyhez eredetileg az első fázisban tizenegy csatornamű, a második fázisban pedig 19 csatornamű vett részt Németországból, Ausztriából és Svájcban, a Bécs-i Városházán 1999. május 10-én tartott összbemutatóval sikeresen lezárult. Mindkét vizsgált folyamatra – „Csatornahálózat javítása, felújítása, bővítése” és „Anyagok beszerzése, adminisztrálása,

és elhelyezése" - számos ismeret áll rendelkezésre, amelyek megfelelő felhasználása jelentős javulásokhoz és költségcsökkenésekhez vezethet.

Címszavak: szennyvíz, gazdálkodás, benchmarking, projekt, módszer, cél

ATV/GFA Kutatási Alapok

Építőanyag-áramra vonatkozó mérlegkészítés alapelvei egy közösségre vonatkoztatva

Bernhard Gallenkemper, Klaus Gellenbeck/Münster, Stefan Bringezu, Helmut Schütz/Wuppertal, Heiko Doedens és Ralph Ciesielski/Hannover

Összefoglalás

Az építőanyagok mennyiségileg igen jelentős anyagáramot képviselnek a helyi közösségekben, ami azonban a település hulladékával vagy a víz/szennyvíz területtel szemben eddig kevésbé vizsgált és dokumentált terület és ezáltal messzemenően kivonja magát az ökológiailag és gazdaságilag motivált anyaggazdálkodás alól. Jelenleg a rendelkezésre álló adatforrások felhasználásával a már meglévő építőanyagok mennyiségi nyilvántartásba vétele csak részben valósítható meg. A magasépítésben a létesítmények szerkezete nagyon komplex. A magasépítésben évtizedekkel ezelőtt alkalmazott heterogén anyagok ezen építmények hosszú használati élettartama miatt még mindig léteznek. Ez az anyag szerint differenciált mérlegkészítésnél megnövekedett ráfordításhoz, javításnál vagy lebontásnál pedig megnehezített szelektív újrahasznosításhoz ill. ezen anyagok hasznosításakor problémákhoz vezet. A legtöbb esetben a település épületállományáról nem állnak rendelkezésre információk és ezeket speciális úton kell beszerezni. Habár a mélyépítés területén az anyagszerkezet egyszerűbb, a meglévő állapot felmérése mégis nehezebb mint a magasépítésben.

Címszavak: hulladék, anyagáram-menedzsment, építőanyag, ATV, település, mérlegkészítés

MÉLYÉPTERV KOMPLEX MÉRNÖKI Rt.

1012. Budapest, Várfook u. 14.

Tel.: 214-0380*, 355-4176, 355-5299, 355-5683, Fax: 375-4616

E-mail: melyepterv@mail.mtav.hu

A MÉLYÉPTERV Komplex Mérnöki Rt. az 1948-ban alapított Mélyépítési Tervező Vállalat (MÉLYÉPTERV) II. Komplex Irodából 1992-ben alakult Mélyépterv Komplex Mérnöki Kft. 1995. februári átalakulásával létrejött - 100%-ban magántulajdonú - részvénytársaság.

A tulajdonosok kizárólag a cég alkalmazottai. A cég tulajdonát képezi a több mint 700 m² alapterületű kétszintes tetőtéri iroda. Az állandó alkalmazottak száma 70 fő.

A társaság elsősorban a mélyépítési ágazat területén végez komplex tervezést a víziközművek hálózati rendszereinek, s azon belül pontszerű, telepszerű létesítmények megvalósításában, illetve a meglévők bővítésében, átalakításában és rekonstrukciójában.

Tevékenységi területek, szakágazatok címszavakban:

- ☞ **Vízellátás, vízgazdálkodás,**
- ☞ **Csatornázás, vízvezetés,**
- ☞ **Vízisztítás, szennyvíztisztítás,**
- ☞ **Vízszállítás-technológia, speciális szivattyútelepek,**
- ☞ **Mélyépítés, magasépítés, szerkezetépítés,**
- ☞ **Különleges mérnöki műtárgyak,**
- ☞ **Villamosenergia-ellátás, műszer-, automatika,**
- ☞ **Épületgépészet, gázellátás,**
- ☞ **Környezetvédelem.**

A társaság évről évre fejlődik, melyet kifejez az árbevétel és a vagyon növekedése, valamint a tervezési módszerek korszerűsítése terén elért eredmények. Tevékenysége elsősorban hazai nagyobb beruházásokhoz kötődik, és sok esetben dolgozik külföldi cégekkel.

G 10889



KORRESPONDENZ ABWASSER

 Abwasser
Abfall
Gewässer

Korrespondenz Abwasser 99/10

Szennyvízberendezések hulladékai

Szilárd hulladékok és vízvezető hálózatok Franciaországban

E. Lucas, A. Sermanson, J.-D. Balades, P. Berga, J.-L. Bertrand-Krajewski és P. Bourgogne/Bordeaux

Összefoglalás

A szennyvízelhelyezés maradéka az utakon lévő szilárd részecskék lerakódásából is származik. Esős időben a lemosódások szállítják ezeket a szilárd anyagokat részben a szennyvízberendezésekbe (oldóaknák, gyűjtőcsatornák, tározó medencék stb.). Mindezen lerakódás a potenciálisan mobilizálható anyagok előfordulását mutatja be. Bordeaux város körzetében ez az előfordulás évi 27 000 tonnának, azaz lakosonként 36 kg/év értéknek felel meg.

A szilárd maradékok fajlagos jellemzői: a szennyvíziszappal összehasonlítva szegények tápanyagokban és szerves anyagokban (3 - 10%), továbbá nehéz fémekkel és szénhidrogénnel terheltek. Az utakról származó maradékok értelemszerűen többnyire szennyezettek, még úttisztítás után is. Ezen túlmenően az oldóaknában a szilárd anyagok szennyeződése kisebb mint az elválasztott csatornákból származóké. A kilúgozási kísérletek azt mutatták, hogy ezek a maradékok csekély kimosási képességgel rendelkeznek. A szemeloszlási mérések magyarázzák ezen szilárd anyagok durva szemcse frakcióit (a részecskék 85-90%-ának átmérője 200 µm feletti) éppen úgy, mint az úttisztításból származó maradékok egy bizonyos homogenitását.

A maradékok sorsát illetően gazdasági és ökológiai okok miatt többé már nem lehet az elhelyezés rendelkezésre álló módjaihoz nyúlni (mezőgazdasági felhasználás, lerakás vad depóniákban és elégetés). Ma a II. osztályú lerakóhelyeken való tárolás folytatása tűnik lehetségesnek. Ennek ellenére, homokra vonatkozóan, a feldolgozó egység létesítése gazdaságos megoldásnak mutatkozhat.

A GARIH 98 tanulmány (félüzemi kísérlet) a maradékok eredetétől és végleges rendeltetésétől függően lehetségesnek tartja a feldolgozási (kezelési) lehetőségek optimalizálását.

Címszavak: szennyvíz, út, maradék, oldóakna iszapja, vizsgálat, jellemzés, nehézfém, hulladékeltávolítás

Szennyvíz és hulladék jogi elválasztása

Hans-Jörg Knäpple/Bad Dürkheim

Összefoglalás

A folyékony anyag fogalmilag egyidejűleg szennyvíz és hulladék is lehet. A hatóság, amelynek hatáskörébe a hulladék tartozik, ellenőrzési illetékességétől eltekintve a szennyvízberendezések hulladékainak elhelyezéséhez a konkrét anyagra vagy csak vízjogi vagy csak hulladékjogi alkalmazás lelhető fel. A szennyvízsajátság a szennyvíztisztítás befejezésével véget ér. Fordítva, a hulladéksajátság a hulladék szennyvízberendezésbe történő bevezetésével ér véget. Azt, hogy a bevezetés megengedhető-e, a vízjog határozza meg. Szippantójárművek, amelyekkel a folyékony anyagokat a szennyvíztisztító berendezéshez szállítják, csak akkor szennyvízberendezések ("csatorna kereken"), ha a szállított anyagokat tipikusan szennyvíztisztító berendezésben fogják tisztítani, de nincs semmilyen vezetékhez kötött csatlakozás.

Címszavak: jog, szennyvíz, hulladék, vízjog, hulladékjog, immiszió, elhatárolás

Szennyvíztisztító berendezések üzemeltetőinek hulladékjogi kötelezettségei a Niers Szennyvíz Társulás példáján

Heike Schwerdtner/Bremen, Klaus Linssen/Viersen és Wolfgang Mondry/Bremerhaven

Összefoglalás

Szennyvíztisztító-berendezések üzemeltetőinek a berendezések üzemelése folyamán keletkező hulladékokat a hulladékjogi előírás figyelembevételével kell elhelyeznie. Az 1998. december 31-iki utolsó átmeneti határidő lejártával ez átfogó és ráfordítást igénylő nyilvántartás-vezetést jelent mindenegyes kezelt hulladékra. A különböző nyilvántartási eljárások a szennyvíztisztító típusa által meghatározott hulladékok alapján kerülnek megtárgyalásra. Ezen túlmenően az éves hulladékmérleg elkészítésére és a hulladékgazdálkodási koncepciók kidolgozására vonatkozó kötelezettségek is ötéves időszakokra kerülnek meghatározásra.

Címszavak: iszap, hulladékelhelyezés, bizonylat, eljárás, hulladékjog, mérleg, koncepció

A hulladékmegbízottak követelményprofilja

Martin Deter/Bremen

Összefoglalás

A hulladékmegbízottakkal szemben támasztott követelmények nemcsak a körfolyamatgazdálkodási- és hulladéktörvényben (KrW-/AbfG), hanem más előírásban, különösen a szövetségi immissziós törvényben is megtalálhatók. A KrW-/AbfG meghatározza, hogy a berendezés üzemeltetője és a megbízott közötti viszony a szövetségi immissziós törvény 55-58. paragrafusainak előírásaihoz igazodjon. Egyéb követelmények a régi hulladéktörvény, amely 1996. október 16. óta hatályon kívül van, szabályozásain alapulnak. Ezenkívül az évek során a gyakorlati élet is kialakított a hulladékmegbízottakról szóló követelményeket, amelyek nem formailag vannak rögzítve, hanem az üzemi mindennapokban találhatók alkalmazásra. A cikk első része a megbízottak iránt támasztott jogi követelményeket mutatja be. A megbízottak személyét illető követelményeket a második rész tárgyalja.

Címszavak: hulladék, üzemi megbízott, követelmény, jog, alap, személy

Vízművi maradékok – hasznosíthatók a szennyvízberendezésekben?

Eckhard Dammann és Stefan Benzinger/Hamburg

Összefoglalás

Vízművi maradékok kezelésének és elhelyezésének növekvő mértékben kell figyelmet szentelni.

A speciálisan vastartalmú iszapok közcélú szennyvíztisztító berendezésekbe való bevezetésének különböző, összességében pozitív hatása van a szennyvíztisztító berendezések üzemére. A felvázolt hatások, mint a kénhidrogén-megkötés a szennyvízcsatornában és a szennyvíztisztító berendezés rothasztó lépcsőjében, valamint a foszfáteltávolítás világossá teszik, hogy a szennyvízberendezésbe való bevezetésnél hasznosításról beszélhetünk. Emellett a vízelőkészítő berendezésekből származó vastartalmú vizek és iszapok legfontosabb hatása a szulfidok lekötésében rejlik. A vízművi iszap szempontjából célszerű adagolási helyet valamint a mennyiséget és adagolást a szennyvízberendezések üzemeltetőivel egyeztetni.

Címszavak: szennyvíz, vízmű, maradék, iszap, hasznosítás, vas, adagolás

Rácszemét együttes elégetése a szennyvíztisztításból származó iszapok hasznosítására szolgáló berendezésben (VERA)

Harald Hanssen/Hamburg

Összefoglalás

A kommunális szennyvíztisztító berendezésekből származó rác- és szitaszemétet jelenleg még túlnyomórészt a háztartásiszemét-lerakóhelyeken deponálják – ez az elhelyezési lehetőség a települési hulladékokra vonatkozó Műszaki Utasításokban meghatározott átmeneti határidő után 2005-ben végérvényesen megszűnik. Az anyagi hasznosítás az anyag inhomogenitása miatt nem, vagy csak nagyon korlátozottan, kivételes esetekben lehetséges. Utolsó lehetőségként, mint eltávolításbiztos opció, a termikus kezelés marad.

A szennyvíztisztításból származó iszapokat hasznosító berendezés (VERA) koncepciójának kidolgozásakor a Hamburg-i Városi Csatornamű az iszap, rác- és szitaszemét együttes elégetését is tekintetbe vette. 1997 közepe óta eb-

ben, a VERA Iszapégető GmbH által üzemeltetett berendezésben a rácsszemétet a szennyvíziszappal együtt hasznosítják, jó tapasztalatok mellett.

Címszavak: hulladék, rácsszemét, termikus, kezelés, fluidizáció, emisszió, gazdaságosság

Rácsszemát- és homokfogóhulladék hasznosításának tapasztalatai a komposztálásban

Ingrid Berkner/Markranstädt

Összefoglalás

A szennyvíztisztító telepek hulladékainak, mint a rácsszemét és homokfogóhulladék, komposztálása gyakorlatilag lehetséges és a körfolyamati gazdálkodás értelmében gazdaságilag, valamint ökológiailag ésszerű hasznosítási változatot képvisel.

Emellett az adott peremfeltételek mind a keletkezési helyen, mind a hasznosítónál egymással összehangoltak, annak érdekében, hogy a szükségtelen költségeket elkerüljék és befolyást gyakorolhassanak a komposztminőségre.

Címszavak: hulladék, rácsszemét, homokfogóhulladék, komposztálás, hasznosítás, fertőtlenítés

Homokfogóhulladék és rácsszemét elhelyezésének költségei

Roland Wolf/Essen

Összefoglalás

A hulladékok előírt tárolására vonatkozó megnövekedett követelmények (Települési Hulladéokra vonatkozó Műszaki Utasítások) miatt a rácsszemét- és homokfogóhulladék elhelyezési költségei 1993-ig ugrásszerűen megnövekedtek, 1994-től pedig csökkentek. A piac kínálati (elhelyezési kapacitások) és keresleti (rendelkezésre álló hulladék) potenciálján keresztül az ilyen fejlesztések költségszerkezete a takarékosági lehetőségek feltárásához segítséget adhat.

Címszavak: hulladék, elhelyezés, homokfogóhulladék, rácsszemét, költségek, jog, cél, minőség

Enzimek alkalmazása a zsírfogókban – megoldás vagy újabb problémák forrása?

Hilde Lemmer (München)

Összefoglalás

A szennyvíztisztító telepek védelme érdekében a Vízháztartási Törvény értelmében korlátozni kell a zsírok és olajok csatornahálózatba való bevezetését. Ennek elősegítésére ma modern zsírfogókat alkalmaznak a „közvetlenül leválasztható lipofil könnyűanyagok” eltávolítására. Ezek problémamentes tisztításához már régóta piacon vannak különféle lipáztartalmú speciális készítmények, amelyek elősegítik a növényi és állati eredetű zsírok lebontását. Az ez által felszabadított hosszúláncú zsírsavak mindenesetre – a terhelés meg nem engedhető emelése miatt – stabil habok képződésével rossz hatást gyakorolnak a szennyvíztisztító telepek tisztítási teljesítményére.

Kulcsszavak: szennyvíz, zsír, leválasztó, enzim, hab, képződés

Adalék finomrácsok méretezéséhez

Gerrit Förster és Stefanie Hoff/Berlin

Összefoglalás

A rácsokra vonatkozó különböző méretezési feltételek összehasonlítása csekély pálcátávolságra jelentős eltéréseket mutat. Ez a dinamikus nyomásvesztés és a rácsterhelés eltérő figyelembevételére vezethető vissza. Egyre kisebb pálcátávolságú rácsok alkalmazásával lesznek csak ezek az eltérések lényegesek. A nyomásvesztés meghatározásához az empirikus képleteket át kellene dolgozni ill. kiegészíteni.

Címszavak: szennyvíztisztítás, mechanikai tisztítás, finomrács, méretezés, hidraulika, áramlás, rácsszemét

PESZTICID TARTALMÚ SZENNYVIZEK ÖKOHATÉKONY TISZTÍTÁSA BIOREAKTOROKKAL

Michel Buser (Pratteln/Svájc)

Összefoglalás

Az ismert vegyipari konszern mezőgazdasági célú készítményeket előállító üzemében veszélyes szennyvíz keletkezik, amelyet a helyi szennyvíztisztítóba történő bevezetés előtt aktív szénrel kell kezelni. A nagy szénfogyasztás okozta magas üzemi költségek miatt ökohatékony technológiát kerestek. Részletes vizsgálatok azt mutatták, hogy a bioreaktor-rendszer utána kapcsolt aktívszén adszorpcióval való kombinált alkalmazása gazdaságilag érdekes megoldás. Ezért 1998 tavaszán a régi berendezést erre az újszerű kombinált eljárásra cserélték le, amelynek innovatív jellemzője két bioreaktor. Széles körű mérések mutatják, hogy biocid anyagok jelenléte ellenére a bioreaktorokban a szerves anyagok 80%-os és a halogénezett vegyületek átlagosan 50%-os lebontása elérhető. Ezáltal az utánkapcsolt aktívszenes adszorpciós berendezés szénfogyasztása a korábbi tisztán adszorpciós üzemmóddal összehasonlítva, több mint 90%-kal csökken, ami évente több mint 130 000 DM üzemköltség-megtakarításhoz vezet.

Címszavak: bioreaktor, ipari szennyvíz, aktívszén, hordozóanyag, peszticid

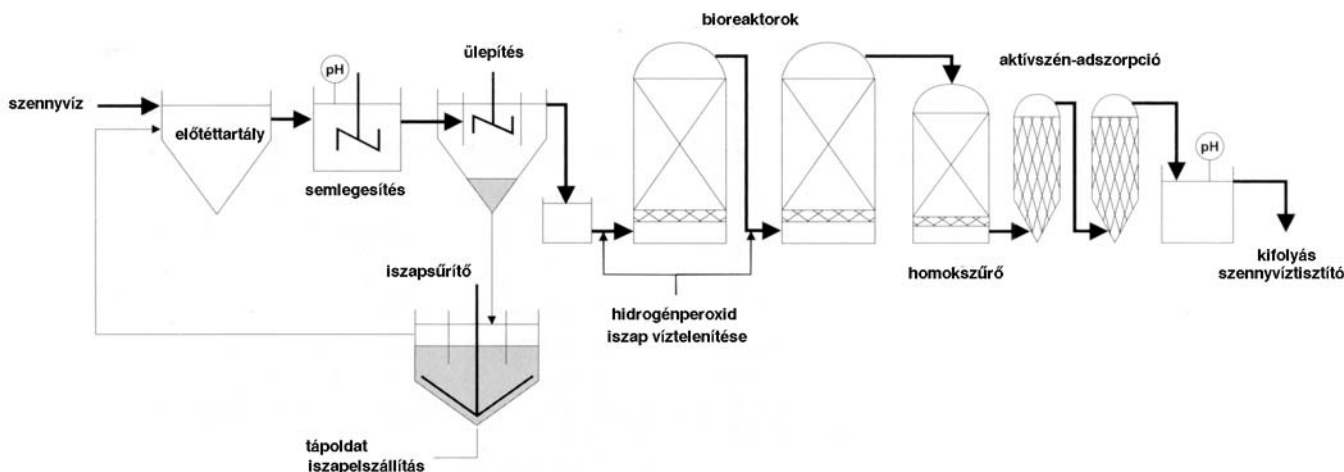
Bevezetés

Az ismert vegyipari konszern mezőgazdasági célú készítményeket előállító üzemében naponta keletkezik peszticid tartalmú szennyvíz. Ezek a szennyvizek oldó-

szereket, tenzideket, zsírokat, alkoholokat, valamint nyomokban biológiailag aktív hatóanyagokat (növényvédőszeret, peszticideket) tartalmaznak. Néhány vegyület környezeti szempontból veszélyes és nehezen lebontható anyag, amelyeket a helyi szennyvíztisztítóba való bevezetés előtt el kell távolítani. Röviddel ezelőttig szakaszosan üzemeltetett szénporos adszorpciós berendezéssel is ez történt. Sajnos, az aktívszéne nemcsak a környezetre veszélyes vegyületek, hanem probléma-mentes anyagok is adszorbeálódnak. Ez a szén rossz kihasználásához és ennek megfelelően nagy szénfelhasználáshoz vezet. Az ebből eredő jelentős üzemi költségek és a részben előregedett berendezés miatt egy jövőbe mutató és ökohatékony technológiát kerestek.

Biológia és adszorpció kombinálása

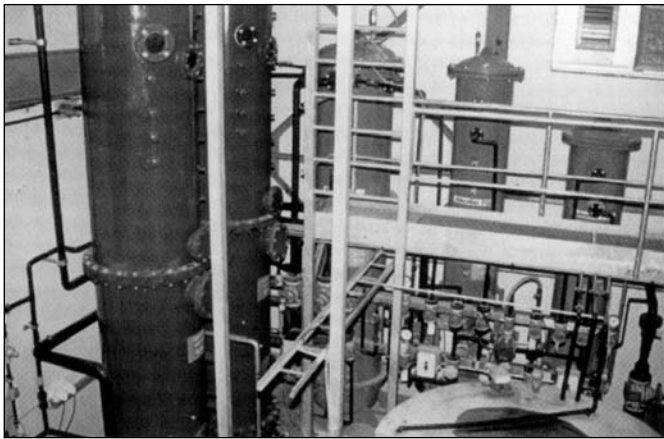
Évek óta intenzíven vizsgálják az ún. nehezen lebontható anyagok biológiai lebomlását [1-4.] A biológiai tisztítási folyamatokat a természet évmilliókon keresztül optimalizálta. Ezen energia- és erőforrás optimalizálási folyamatok előnyei a veszélyes szennyvizek tisztítására is felhasználhatók. A mezőgazdasági vegyszereket fejlesztő központban 1991 óta sikeresen alkalmaznak bioreaktort peszticid tartalmú szennyvizek előtisztítására [5, 6.] Ezen újszerű technológiával nyert jó tapasztalatok megerősítést adtak ahhoz, hogy a szóban forgó esetben a bioreaktor és az utánkapcsolt aktívszenes adszorpciós berendezés közötti, ökológiai és gazdasági szempontból is érdekes, kombináció alkalmazásra kerüljön.



1. ábra Biológiai-adszorpciós előkezelő-rendszer folyamat sémája

A berendezés működésének leírása

A berendezést nagyon rövid tervezési és megvalósítási időszak után, 1998. márciusának elején vették üzembe. A szennyvíz-előtisztító berendezés négy lépcsőből áll. A lökészerűen és erősen ingadozó összetételben keletkező szennyvíz minőségi és mennyiségi kiegyenlítődése kiegyenlítő-medencében történik. Ezt követően a szennyvizet semlegesítik, alkalmas pelyhesítő segédanyaggal a szilárd anyagokat eltávolítják és egyenletes adagokban a sorbakapcsolt két bioreaktorba szivattyúzzák.



2. ábra A berendezés üzemben a bal oldalon áll mindkét, egyenként 1 m³ reaktortérfogatú fixágyas bioreaktor, mellette a homokszűrő, és jobbra a két aktívszenes adszorber látható. A berendezésen keresztül naponta 6 m³ víz áramlik át. A berendezés teljesen automatikusan és csekély felügyeleti ráfordítással üzemel.

A bioreaktorok inert hordozóanyaggal vannak megtöltve, amelyen a különböző speciális mikroorganizmusok kötődnek. Ezen "nagy teljesítményű biológián", amely tulajdonképpen a berendezés szíve, minden lebontható anyag CO₂-re, vízre és sókra bomlik le. Oxigénforrásként a bioreaktorokba adagolt hidrogénperoxid szolgál. A biológiai lebontás gyorsítása érdekében az

üzembevétel kezdetekor a bioreaktorokat egy hasonló berendezésből származó baktériumokkal oltották be. A biológiai tisztítási lépcső után a szennyvíz homokszűrőn áramlik át, ahol a meglévő szuszpendált részecskék és különösen az együttúszó baktériumok leválasztódnak.

Az utolsó lépcsőben a nem lebontható szerves anyagok mint pl. a bioaktív hatóanyagok, aktívszénen történő adszorpcióval egészen a nyomokban való megjelenés mértékéig eltávolíthatók. Az 1. ábra a biológiai előtisztító-rendszer működési módját írja le sematikusán.

A bioreaktor tisztítási teljesítménye

A többhetes beüzemelés után több hónapon át széleskörű méréseket folytattak. A rendelkezésre álló eredmények azt mutatják, hogy biocid anyagok jelenléte ellenére a bioreaktorokban a szerves anyagok lebomlása eléri a 80%-ot. A halogenizált vegyületek is, mint pl. AOX -összegparamétert mérve, átlagosan 50%-ban lebomlásra kerülnek. Ezekből a számokból világossá válik, hogy a teljesítőképes fixágyas bioreaktorral a gyakorlatban az úgynevezett nehezen lebontható anyagok is leépíthetők.

Befolyás a bioreaktorba:

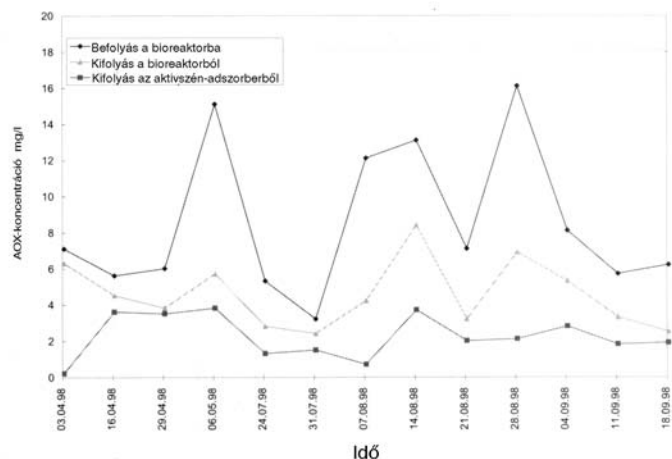
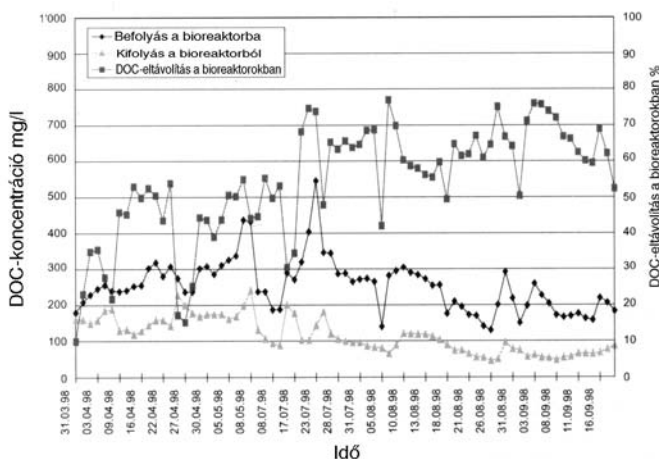
Bioreaktor térfogata:	egyenként 1 m ³
Szennyvízmennyiség:	kb. 6 m ³ / nap

Lebomlási arány a bioreaktorokban:

DOC:	max. 80%
BOI5:	> 95%
AOX:	kb. 50%
Bioreaktor fajlagos teljesítőképessége:	1,5 kg BSB5/m ³ .d

1. táblázat A fixágyas bioreaktorok tisztítási teljesítménye

Már rövid idő után a bioreaktorokban max. öt órás hidraulikai tartózkodási időnél m³ reaktortérfogatonként és



3. ábra DOC- és AOX-tisztítási teljesítmény a jobb oldali ábrából látható, hogy a halogenizált vegyületek is biológiailag mindkét bioreaktorban lebomlanak. Mivel 1998 júniusában a berendezés szervezési okok miatt üzemben kívül volt, ebben az időszakban mérésekre nem került sor.

naponként 1,5 kg BOI₅ eltávolítása volt elérhető. Ez azt jelenti, hogy nagy vízmennyiségek és nagy terhelések is kezelhetők viszonylag kicsi fixágyas bioreaktorokban. Az 1. táblázat a bioreaktorok legfontosabb teljesítményadatainak rövid összefoglalását tartalmazza.

A bioreaktorok után megmaradó, nem lebomló szerves anyagokat és hatóanyagokat az utánkapcsolt aktív-szenes adszorpciós berendezés távolítja el a szennyvízből. Megfelelő vizsgálatok mutatták, hogy az előkezelt szennyvíz toxikus hatása a helyi szennyvíztisztítóra jelentéktelen és így a közüzemi csatornahálózatba bevezethető. Összefoglalva megállapítható, hogy a berendezés több hónapja zavar nélkül és nagyon csekély felügyeleti ráfordítással, valamint igen magas önstabilitással üzemel és az összes hatósági kikötés probléma nélkül betartásra került. A 3. ábra a DOC- és AOX-tisztítási teljesítményeket foglalja össze grafikusán.

Bioreaktorok, az ökohatékony technológia

A fixágyas bioreaktorok jelentős előnye a tisztán fizikai-kémiai rendszerekkel szemben abban van, hogy a káros anyagok nagy része csekély energia- és erőforrás ráfordításával ártalmatlan vegyületekké – mint CO₂, víz és sók – lebomlik. Ezáltal az utánkapcsolt aktív-szenes adszorpciós berendezésben már csak a nem lebontható anyagoknak kell adszorbeálódni. A korábbi, tisztán adszorpciós üzemléssel összehasonlítva a kombinált üzemléssel a szénfogyasztás több mint 90%-kal csökken. Ezen ökohatékony üzemlésmód következtében az új eljárással az üzemlésköltség kerekén 65%, ill. 130 000 DM csökkenthető évente. Mivel bioreaktorokként egyszerű reaktortípusok kerülnek alkalmazásra, ez az újszerű

technológia a beruházási költségek tekintetében is a többi rendszerrel konkurenciáképes.

Kitekintés

A bioreaktorok alkalmazási területe attól függ, hogy vajon a kezelendő szennyvíz olyan anyagokat tartalmaz-e, amelyek biológiai úton lebomlanak. Ez viszonylag egyszerű laboratóriumi- és adott esetben kiegészítő félüzemi kísérletekkel megvizsgálható. Ha a biológiai lebomlás lehetősége adott, a folyamattechnikai kihívás a laborban nyert ismereteknek a gyakorlatba való átültetésében rejlik. Ha ez sikerül, mint ahogyan jelen esetben is, akkor a biotechnológiai tisztítási eljárások a tisztán fizikai-kémiai eljárásokkal szemben mind gazdaságilag, mind ökológiailag rendkívül attraktívak!

Irodalom

- [1] Young, L.Y., Cerniglia, C.F.: Microbial transformation and degradation of toxic organic chemicals, Wiley-Liss, New York, 1995
- [2] Alexander, M.: Biodegradation and bioremediation, Academic Press, San Diego, 1994
- [3] Stucki, G., Thüer, M.: Increased removal capacity for 1,2-dichloroethane by biological modification of the granular activated carbon process, Appl. Microbiol. Biotechnol. (1994) 42:167-172
- [4] Stucki, G., Thüer, M.: Experiences of a large-scale application of 1,2-dichloroethane degrading microorganisms for groundwater treatment, Environ.Sci. Technol. (1994), 29, Nr.9.S.2339
- [5] Thüer, M., Coers, K.: Biologische Behandlung kombiniert mit Aktivkohle-Adsorption für schwierige Abwässer aus der Formulierung von Pflanzenschutzmitteln, Gas- und Wasserfach (1992), 133. Jahrgang, Nr.3. S.113.
- [6] Ullmans Encyclopedia of Industrial Chemistry, Water, Biofilter Systems, Vol.B8, S. 64 ff., VCH, Weinheim, 1995

FELHÍVÁS

A Német Szennyvíztechnikai Szövetség (ATV) a folyamatban lévő „Ismeretek és technológiák átadása a szennyvíz-és hulladékgazdálkodás területén” című hároméves program keretében **1999. november 16. és 17-én Kölnben** INFOTAG néven közös cseh, lengyel, magyar, német találkozót rendez. A találkozó célja a csatornázás, szennyvíztisztítás és hulladékgazdálkodás helyzetének kölcsönös megismerése, tapasztalatcsere és az együttműködés lehetőségeinek feltárása. A rendezvényhez kapcsolódva november 18-án a Köln-Stammheimi szennyvíztisztító telep megtekintésére kerül sor.

Szövetségünknek lehetősége van e rendezvényre 10–15 tagú delegációt kiküldeni, elsősorban az érdeklődő cégek vezető dolgozóinak sorából. A résztvevőket a kiutazás költségei terhelik, míg a kinttartózkodás költségeit az ATV fedezi.

Utolsó jelentkezési lehetőség 1999. november 6-ig faxon
 a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség (BME Víziközmű és Környezetmérnöki Tanszék)
 1111 Budapest, Műegyetem rkp.3 (Fax: 463 3753) címen

ENZIMEK ALKALMAZÁSA A ZSÍRFOGÓKBAN – MEGOLDÁS VAGY ÚJABB PROBLÉMÁK FORRÁSA?

Hilde Lemmer (München)

Összefoglalás

A szennyvíztisztító telepek védelme érdekében a Vízház-tartási Törvény értelmében korlátozni kell a zsírok és olajok csatornahálózatba való bevezetését. Ennek elősegítésére ma modern zsírfogókat alkalmaznak a „közvetlenül leválasztható lipofil könnyűanyagok” eltávolítására. Ezek problémamentes tisztításához már régóta piacra vannak különféle lipáztartalmú speciális készítmények, amelyek elősegítik a növényi és állati eredetű zsírok lebontását. Az ezáltal felszabadított hosszúláncú zsírsavak mindenesetre – a terhelés meg nem engedhető emelése miatt – stabil habok képződésével rossz hatást gyakorolnak a szennyvíztisztító telepek tisztítási teljesítményére.

Kulcsszavak: szennyvíz, zsír, leválasztó, enzim, hab, képződés

Enzimek a zsírleválasztóban – probléma?

A zsírok és olajok kb. 20-30%-át teszik ki a kommunális nyersszennyvíz szervesanyag-tartalmának, ahol a zsírok és olajok fő forrását a konyhai szennyvíz és az emberi kibocsátások alkotják (Quémeneur és Marty 1994, Raunkjær et. al. 1994). A zsírok és olajok a glicerin zsírsavészterei. Nagyon hosszú láncú zsírsavakat tartalmaznak, mint pl. a palmitinsav, amely 16 szénatomból áll (C16). Ezen zsírsavak egy további jellemzője a telítettségi fok. A zsírok többnyire telített, az olajok ezzel szemben többnyire telítetlen zsírsavakat tartalmaznak. A vegyészeti írásmód esetében a telített zsírsavakat 0 jellel jelölik, mint pl. a telített palmitinsav esetén C16:0; vagy 1-essel, mint az egyszerűen telítetlen olajsavnál C18:1.

A konyhai szennyvizek legfőbb alkotórésze a palmitinsav (C16:0), a sztearinsav (C18:0), az olajsav (C18:1(n-9)), valamint a linolsav (C18:2(n-6)), amelyek növényi olajokból és állati eredetű zsírokból származnak (Segura 1988). A széklet-zsírsavakban a 18:1(n-9), a 18:0 és a 16:0-ás zsírsavak dominálnak (William et. al. 1960). A Vízház-tartási Törvény (WHG) értelmében a szennyvíztisztító berendezések védelmére korlátozni kell a zsírok és olajok bekerülését a csatornahálózatba. A pontos megengedhető zsírtartalomról még nem született egységes szabályozás, kiváltképpen a mintavétel és az elemzés számára sem állnak rendelkezésre átfogó előírások. Az A 115-ös ATV-munkalap (1994) a közvetlenül leválasztható szerves zsírok és olajok megengedhető tar-

talmát 100 mg/l-re korlátozza. A korábbi, 250 mg/l-es érték akkor lenne engedélyezhető, ha a csatorna végén a DIN 4040 szerinti zsírfogó következik. Számos kommunális szennyvíztisztító telep ezt az értéket tartja, mások jelentősen szigorúbb határértékeket követelnek meg, mint pl. Drezda városa, ahol a lipofil anyagok bevezetésére 150 mg/l a határérték (Lucke 1999), vagy a hesseni Város- és Települési Szövetség példája, ahol a „nehezen illékony lipofil anyagok”-ra vonatkozó bevezetési határérték (DIN 38409 H17) 50 mg/l (Kersting et. al. 1995). A zsírok szennyvíztisztító telepen való biológiai lebontását illetően értelmesebb megfontolásnak tűnik az izsapterhelés figyelembevétele, mint csak a koncentráció-megadása, melynek értékelése azonban a tervezőket és üzemeltetőket problémák elé állíthatják. 0,25 kg/(kg szárazanyag*d) zsírterhelés felett (Hrudey 1981) az elfolyó szennyvíz minőségi romlása várható.

A zsírok távoltartására manapság modern zsírfogókat kínálnak, amelyek a DIN 4040 szerinti méretezés esetén a „közvetlenül leválasztható könnyű lipofil anyagok” 90-96%-át eltávolítják (Bachon és Belouschek 1990). A szükséges 14 napos–1 hónapos ürités manapság már nem olyan kellemetlen feladat, mint a nyitott rendszerknél volt. Különböző cégek adatai szerint a zárt rendszerű, üritő- és öblítőberendezéssel ellátott zsírfogók segítségével a zsírok leválasztása és kezelése problémamentessé és költségkímélőbbé vált. Olyan rendszerekben történő zsírleválasztás esetén, amelyben nincs közvetlen kapcsolat a szennyvízárammal, a zsírok felúszását is megakadályozzák. A zsírfogók rendszeres üritése oda vezet, hogy a keletkező zsírok csak kismértékben oxidálódnak, ezáltal kedvezően újrafelhasználhatók, mint pl. kenőzsírok előállításához. A „frisszsír-fogó” fogalmán belül olyan berendezéseket kínálnak, amelyek egyetlen műtárgyon belül tartják vissza az ülepedő- és könnyű anyagokat, vagyis a szappanosítható zsírokat és olajokat. Ezeket a frakciókat el lehet távolítani az üzem zavarása és jelentős leszívás nélkül. A rövid tartózkodási idők meggátolják a bomlási folyamatokat és az azokat kísérő szagképződést (Kersting et. al. 1995).

Ha a felületaktív tenzidek alkalmazása által stabil emulziók keletkeznek, a DIN 4040 szerinti klasszikus zsírfogó már nem teljesíti teljeskörűen a feladatát. Ezen esetekben a szilárd anyagok leválasztása mellett a gravitációs erő elve alapján fennáll a lehetőség, hogy a finom emulziós zsírokat és olajokat flotációs módszerrel válasszuk le (Kersting et. al. 1995).

Régóta forgalomban vannak olyan speciális kombinált enzim- és baktériumkészítmények, amelyek a zsírfogókban és szennyvízcsatornáknak lévő növényi és állati zsírok lebontását szolgálják. A készítmények hatása - a cégek adatai szerint - abból áll, hogy „enzimek (lipázok) segítségével a zsírokból zsírsavakat választanak le, amelyeket mikroorganizmusok újra széndioxidra és vízre bontanak”. Ez a kémiai-biológiai folyamat gyors problémamegoldást ígér a zsírfogók üzemeltetői számára a „szagképződés, dugulásveszély, valamint növekvő ürítési- és kezelési költségek” területén.

Ezen, a gyártó cégek által környezetbarátnak feltüntetett kezelési módszerek ellen azonban sok tekintetben fenntartásokkal kell élnünk. Ezek közül a legfontosabb, hogy a kombinált enzim- és baktériumkészítmények alkalmazása annak érdekében, hogy a zsírfogót „ne kelljen üríteni”, alapvetően kérdésessé teszi a zsírfogók alkalmazását, vagyis azt, hogy zsírt leválasszanak. Bachon és Belouschek (1990) kétellyel viseltetnek a higiénia terén a baktériumkészítmények alkalmazásával szemben – amelyek gyakran aerob és anaerob spóráképzőket tartalmaznak – mindenekelőtt az élelmiszeripar területén. Másrészt jogi problémákra is utalnak: a zsírbomlásból származó termékek a csatornahálózatban és a szennyvíztisztító telepen olyan járulékos terheléshez vezetnek, amely a Vízháztartási Törvény alapelveinek ellentmond. A leválasztható zsírok biokémiai lebontása megvonja a hulladékjog által kínált hasznosítás lehetőségét. Hasonló módon nyilatkozik a tömegkonyhai szennyvizekről a „Kórházak és más egészségügyi berendezések szennyvizei” c. ATV-munkalap (jelenleg feldolgozás alatt).

De a szennyvízbiológia szempontjából is jelentős kérdések merülnek fel (Sarfert et. al. 1990). A lipázok hatása által a zsírok glicerinnel és hosszúláncú zsírsavakra bomlanak. Ez a készítmények által tartalmazott enzimek azonnali reakciójának is betudható (Kunst et. al. 1996). A zsírsavak végső aerob lebontása számára mindenesetre egy sokkal hosszabb tartózkodási idő (kb. 50 óra) szükséges (Kunst et. al. 1996), míg az alkalmazott baktériumok kielégítő anyagcsere-forgalma helyreállt. Csak ezek után lehetett optimális reakciókörülmények között lebontani a zsírsavakat széndioxidra és vízre. A vizsgálatok alapján abból lehet kiindulni, hogy a zsírfogóban található zsírtartalom jelentős csökkenése nem az aerob lebontásra, hanem a zsírok lipolitikus bomlására és transzportjára vezethető vissza (Kunst et. al. 1996). A vízoldható glicerinnel-maradékokkal ellentétben a vízben rosszul oldódó hosszúláncú zsírsavak, különösen a kemény vizek esetén, a földalkáli-kationokkal ún. „mészszappant” alkotnak, amelyek kicsapódnak a csatornahálózatban, és itt, valamint a szennyvíztisztító telepek rácsberendezéseinek összetapadás miatt problémákat okozhatnak.

A tenzidek hatása által azonban a zsírsavak emulgeált formában is eljuthatnak a szennyvíztisztító telepre. Ahogy fent már megmutattuk, ezzel a kommunális területen különösen a C16-os és C18-as láncosszal rendelkező zsírsavak kerülnek a vízfázisba. Ezek a szennyvíztisztító telepekre, különösen az eleveniszapos eljárással működő telepekre, nem kívánt hatással lehetnek. Ezt a következőkben közelebbről megvizsgáljuk.

Hab keletkezése és stabilizációja az eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken

Az utóbbi időben sok kommunális, de ipari szennyvíztisztító telep is rövidebb-hosszabb ideig találkozott az intenzív hab- és úszóiszap-keletkezés problémájával. A korábban gyakori instabil tenzidhabokkal ellentétben a ma keletkező habok nyúlósak és általában nem szüntethetők meg vízzel való lefröcsköléssel. A jelenség különösen a nitrogéneltávolító nitrifikációs-/denitrifikációs (N/DN)-medencékben és a biológiai foszforeltávolítással rendelkező (Bio-P) medencékben terjedt el (Wedi és Englmann 1991, Knoop és Kunst 1998, Lind és Lemmer 1998), és nem korlátozódik csak Németországra (pl. Dél-Afrika (Blackbeard et. al. 1986), Ausztrália (Seviour et. al. 1990), Svédország (DillnerWestlund et. al. 1996), Hollandia (Eikelboom et. al. 1998) vagy Csehország (Wanner et. al. 1998)). A habképződés emellett nem csak az eleveniszapos medencében figyelhető meg. Azokban a rothasztó tartályokban, amelyeket nagymennyiségű fölösiszappal terhelnek, is gyakran megfigyelhető a túlhabszás jelensége, ami a gázvezetékek dugulása miatt súlyos következményekkel járhat (Wedi és Wilderer 1993).

Hogyan megy végbe ez a stabil iszapképződés? A jelenséget a gázzal töltött terek képződése jellemzi, amelyek határfelülete stabilizálódik a hidrofób és/vagy felületaktív anyagok lerakódása által. Gázbuborékok a szennyvíztisztító telep számos területén találhatóak, pl. levegő- vagy oxigénbuborékok formájában az eleveniszapos medencében, gáznemű nitrogénösszetevők formájában a denitrifikációs zónában, vagy a rothasztó tartályban metán- vagy széndioxid formájában. A hidrofób szennyvízösszetevők, mint pl. a zsírok, az érkező szennyvízzel kerülhetnek a szennyvíztisztító telepre. Komoly úszóiszap-haváriák, amelyeket nagy zsírmentiségek közvetlen bevezetése idézhet elő, általában ritkák és gyakorlatilag mindig az ipari üzemek üzemzavaraira vezethetők vissza. Hab képződik azonban azoknál a telepeknél is, ahol az érkező szennyvíz nem rendelkezik túlzottan magas zsírtartalommal. A hab stabilizációjához szükséges hidrofób alkotórészek ott a hidrofób felületekkel rendelkező organizmusok jelenléte által biztosítottak. Ezek egyrészt feltűnő fonalas baktériumok lehetnek, amelyeket a mikroszkópban könnyen felismer-

hetünk (Lind és Lemmer, 1998), másrészt azonban egyes baktériumtörzsek is, amelyek mikroszkopikusan nem ismerhetők fel (Lemmer et. al. 1998). Ezen szervezetek hidrofóbiáját a lipoproteinek, lipopoliszaharidok és foszfolipidek felépítése befolyásolja a gram-negatív baktériumok, vagy polipeptidek a gram-pozitív baktériumoknál (Khan et. al. 1991). Ezen hidrofóbia szubsztrát-függő és különösen alkánok továbbá hosszúlancú zsírsavak, valamint tápanyagszegény állapotok, mint pl. foszfor- és/vagy nitrogénhiány idézhetik elő (Cairns et. al. 1982, Kjelleberg és Hermansson 1984).

A felületaktív anyag egyrészt a befolyó szennyvízzel kerül a telepre. Itt tenzidek, proteinek, lipopoliszaharidok, mindenképp azonban zsírok és olajok játszanak fontos szerepet. Továbbá ezek az anyagok bakteriális anyagcsere által is keletkezhetnek. A biogén felületaktív anyagok fontos csoportja pl. a ramnolipidek, amelyeket – ahogy azt monokultúrák vizsgálatai mutatták – tápanyaglimitáló stresszkörülmények között a szervezetek kiválasztanak, vagy amelyek a hosszúlancú alkánok és zsírsavak növekedésénél kiválnak (Rosenberg 1986, Kosaric et. al. 1990). Felületaktív anyagok nagy koncentrációjának azonban nem csak habképző hatása van. Az oxigénbevitelt is csökkenti az eleveniszapos medencében az ő hatása csökkentése által, úgy, hogy nagyobb energiabevitel válhat szükségessé.

Baktériumok monokultúráinak, amelyeket a habból izoláltunk, saját vizsgálataink alapján lehatároltunk növekedési feltételeket, amelyek között ezek a baktériumok erősítik a hab hidrofóbiáját, valamint elősegítik a felületaktív anyagok képződését. Emellett kiderült pl. a rothasztás - *Acinetobacter* baktérium esetében, hogy a szubsztrát anyaga fontos szerepet játszik: különösen kis iszapterhelésnél, vagyis a szénforrás limitálása mellett vagy a hosszúlancú alkán- és zsírsavvegyületek növekedése esetén hidrofóbbá válnak a sejtek, és a hexadekánvíz-elegyből stabil emulziót képesek termelni (Lemmer et. al. 1998).

Habproblémákkal rendelkező szennyvíztisztító telepek mikroszkopikus iszapvizsgálatainál feltűnt, hogy a legtöbb szennyvíztisztító telep eleveniszapját a fonalások - *Nostocoida limicola*, 0041-es, 1851-es, vagy 0092-es típusa mellett a *Microthrix parvicella* vagy nocardioformák Actinomyceten uralják (Lind és Lemmer 1998). Mind a *Microthrix*, mind az Actinomyceten nagyon hidrofób tulajdonságúak, és erősen bedúsulnak a felflotált iszapfrakcióban. Ha magas Actinomyceten- vagy *Microthrix-tartalmú* főlösiszapot adagolunk a rothasztó tartályba, ott ezen hidrofóbia következtében – amely a sejtfal stabilitása miatt gyakran még napokig bent marad – ugyanúgy nemkívánatos flotáció- és habképződés történik.

A monokultúrák fiziológiai vizsgálatai azt mutatták, hogy noha az Actinomyceten a szénvegyületek szempontjából széles hasznosítási skálával rendelkezik, az

eleveniszapban különösen akkor versenyképes, ha szénforrásként rendelkezésre állnak zsírok és olajok (Lemmer 1986, Lemmer és Baumann 1988). Mivel az Actinomycetes baktériumnak viszonylag magas szubsztrátkoncentrációra van szüksége, hogy nagymennyiségű biomasszát termeljen, különösen a magas zsír- és olajterhelésű telepeken található meg, vagyis leginkább ipari berendezésekben vagy megfelelő közvetett bevezetésekkel rendelkező kommunális telepeken.

Manapság a csak kommunális szennyvíztisztító telepeken különösen gyakran megtalálható fonalás baktérium, a *Microthrix parvicella* ezzel szemben nagyon szűken behatárolt tápanyagskálával rendelkezik, és alapvetően a C16-os vagy C18-as lánchosszú zsírsavakra van utalva (Slijkhuys 1983). Nitrogén, foszfor- és kénforrásként redukált vegyületekre van szüksége a *Microthrix parvicella*-nak (Slijkhuys 1983). Valószínűleg ez az oka, hogy a mai, a denitrifikáció számára anoxikus zónával, a biológiai foszforlebontás számára pedig anaerob zónával rendelkező telepeken különösen jól érzi magát. Annak ellenére, hogy a szervezet aerofil, vagyis a növekedéshez oxigénre van szüksége, a *Microthrix* arra is képes, hogy hosszúlancú zsírsavakat rövid ideig anoxikus, és anaerob körülmények között is beépítsen a sejtjeibe. Ezt Andreasen és Nielsen (1997, 1998) a mikroautoradiográfia segítségével elegánsan közvetlenül az eleveniszapban, vagyis, in situ bizonyították. Továbbá az is ismert, hogy a pH-érték lecsökkentése 7 alá a zsírsavsók oldhatóságát erősen csökkenti (Rosen 1978), úgy, hogy pl. az eleveniszapos medence nitrifikáló részében, ahol a pH-érték sejtközelben minden további nélkül lecsökkenhet 6 alá, a zsírsavak adszorpciója az iszapon könnyebbé válik (Lefebvre et. al. 1998). Ezáltal a *Microthrix*-nek a hosszúlancú zsírsavak csekély koncentrációja esetében is hatalmas versenyelőnye van.

Következtetés: az enzimek szintézisének és a zsírfogókban igenis problémát jelentenek!

A stabil habok képződése mai szennyvíztisztító telepeinken legfőképpen a hidrofób és felületaktív szennyvízösszetevők következménye. A kis iszapterhelés és a nitrogén- és foszfortápanyagok limitálása az N/DN-medencékben, valamint a Bio-P-telepeken megkönnyítik az eleveniszapos baktériumok szelekcióját, amelyek különösen alkalmasak arra, hogy erősen hidrofób sejtfelületeket termeljenek és sejthez kötött vagy a közegben kiváló felületaktív biotenzidek által emulziókat stabilizáljanak. Itt a hosszúlancú zsírsavak vagy alkánok, különösen a C16-os vagy C18-as lánchosszú fajták szénforrásként döntő szerepet játszanak.

Tehát jelentős intézkedés lenne a habképződés (különösen ott, ahol a hab az Actinomycetes és a *Microthrix* miatt keletkezett) megakadályozása érdekében, hogy a

zsírok, illetve a C16-os és C18-as zsírsavak bevitelét szigorúan korlátozzák. Ma az A 115-ös ATV-munkalap által javasolt 100 mg/l-es koncentrációlimitálás emellett igen nagyvonalú, mivel a habképződés nem feltétlenül közvetlenül a zsírok miatt alakul ki. Bonyolult adszorpciós- és lebontási folyamatok miatt a hosszúláncú zsírsavak kis koncentrációja is szelekcióhoz és a habképző baktériumok erősebb növekedéséhez vezet, és megnöveli a sejtfelület hidrofóbiáját valamint a biotenzidek termelését.

Véggövetkeztetés

A zsírok és olajok csatornahálózatba és ezzel a biológiai szennyvíztisztító telepekre való bevezetésének korlátozása a ma sokhelyütt fennálló hab- és úszó iszap-üzemeltetési problémák tekintetében különösen nagy jelentőségű. A problémák korlátozására ezért üzemeléstechnikai és biológiai szempontból a modern, kevés karbantartást igénylő zsírfogók alkalmazása vált szükségessé, hogy

- minden „leválasztható lipofil anyagot” a technika mai fejlettségi szintjén távol tartsunk a csatornahálózattól,
- a zsírfogók rendszeres és kis időközű tisztítása által a szennyvízbe való közvetlen zsírbekerülést és ezzel a szennyvíz járulékos terhelését meggátoljuk, valamint a zsírfogóból frissen kikerülő anyag ésszerű újrahasznosításra kerüljön, pl. a kenőzsír-előállításaként és nem utolsósorban
- a lipáztartalmú speciális készítményekről való lemondás által megakadályozhatjuk a hosszúláncú zsírsavak csatornahálózatba való bejutását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet a Bajor Állami Vidékfejlesztési és Környezetvédelmi Minisztériumnak a „Flóraelemzés” nevű projekt anyagi támogatásáért, a Vízgazdálkodási Kuratóriumnak és a Német Szennyvíztechnikai Szövetségnek az A 5.12-es „Eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken keletkezett habok biológiai jellemzése” elnevezésű projekt támogatásáért.

Irodalom

Andreasen, K., Nielsen, P.H.:

Application of microautoradiography to the study of substrate uptake by filamentous microorganisms in activated sludge. *Appl. Environ. Microbiol.* 1997, 63, 3662-3668.

Andreasen, K., Nielsen, P.H.:

In situ characterization of substrate uptake by *Microthrix parvicella* using microautoradiography. *Wat. Sci. Tech.* 1998, 37 (4-5), 19-26. ATV-Arbeitsblatt A 115: Hinweise für das Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage, Oktober 1994. ATV-Merkblatt „Abwasser aus Krankenhäusern und anderen

medizinischen Einrichtungen” (vorliegender Rohentwurf in der Fassung vom 13. 5. 99), in Bearbeitung. ATV-Arbeitsbericht ? Sarfert et. al. 1990.

Bachon, U., Belouschek, P.:

Fettabscheideranlagen in der betrieblichen Praxis. Anforderungen – Entsorgung – Überwachung. *Wasser + Boden* 1990, 10, 667-670.

Blackbeard, J. R., Ekama, G. A., Marais, G. V. R.:

A survey of filamentous bulking and foaming in activated sludge plants in South Africa. *J. Wat. Poll. Control Fed.* 1986, 85. 90-100.

Cairns, W. L., Cooper, D. G., Zajic, I. E., Wood, J. M., Kosaric, N.: Charakterization of *Nocardia amarae* as a potent biological coalescing agent of water-oil-emulsions. *Appl. Environ. Microbiol.* 1982, 43, 362-366.

DillnerWestlund, A., Hagland, E., Rothmann, M.:

Bulking and foaming caused by *Microthrix parvicella* at three large sewage treatment plants in the greater Stockholm area. *Wat. Sci. Tech.* 1996, 34 (5-6), 281-287.

Eikelboom, D. H., Andreadakis, A., Andreasen, K.:

Survey of filamentous populations in nutrient removal plants in four European countries. *Wat. Sci. Tech.* 1998, 37 (4-5), 281-289.

Grudey, S. E.:

Activated sludge response to emulsified lipid loading. *Wat. Res.* 1981, 15, 361-373.

Kersting, R., Saller, E., Singer-Posern, S.:

Bericht zur Entsorgung von Fettabscheiderinhalten in Hessen. Situation, Handlungsbedarf. Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umweltschutz. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, heft 187, 1995.

Khan, A., R., Kocianova, E., Forster, C. F.:

Activated sludge characteristics in relation to stable foam formation. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 1991, 52, 383-392.

Kjelleberg, S., Hermansson, H.:

Starvation-induced effects on bacterial surface characteristics. *Appl. Environ. Microbiol.* 1984, 48, 497-503.

Knoop, S., Kunst, S.:

Influence of temperature and sludge loading on activated sludge settling, especially on *Microthrix parvicella*. *Wat. Sci. Techn.* 1998, 37 (4-5), 27-35.

Kosaric, N., Choi, H. Y., Blaszczyk, R.:

Biosurfactant production from *Nocardia SFC-D*. *Tenside Surf. Detergents* 1990, 27, 294-296.

Kunst, S., Helmer, C., Atev, A.:

Einsatz von Bakterien- und Enzympräparaten in fettabscheidern. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA), VSA-ATV-Fachtagung 26. 9. 1996, Basel, Schweiz. VSA-Bericht Nr. 509 „Einsatz von biologischen Zusatzstoffen in Kläranlagen”, 1996.

Lefebvre, X., Paul, E., Mauret, M., Baptiste, P., Capdeville, B.:

Kinetic characterization of saponified domestic lipid residues aerobic biodegradation. *Wat. Res.* 1998, 32, 3031-3038.

Lemmer, H.:

The ecology of scum causing actinomycetes in sewage treatment plants. *Wat. Res.* 1986, 20, 531-535.

Lemmer, H., Baumann, M.:

Scum actinomycetes in sewage treatment plants: Part 2. The effect of hydrophobic substrate. *Wat. Res.* 1988, 22, 761-764.

Lemmer, H., Lind, G., Schade, M., Ziegelmayr, B.:

Autecology of slum producing bacteria. *Wat. Sci. Techn.* 1998, 37 (4-5), 527-530.

Lind, G., Lemmer, H.:

Biologische Charakterisierung von Schäumen in Belebungsanlagen. Teil I. Bedeutung fädiger Belebtschlamm-bakterien. *GWF Wasser/Abwasser* 1998, 139, 1-6.

Lucke, N.:

Indirekteinleiterüberwachung Notwendigkeit oder Gängelei? Tagungsvortrag „Wastewater 1999“, 18-20. Mai 1999, Teplice, Tschechien.

Quéméneur, M., Marty, Y.:

Fatty acids and sterols in domestic wastewaters. *Wat. Res.* 1994, 28, 1217-1226.

Raunkjær, K., Hvitved-Jacobsen, T., Nielsen, P. H.:

Measurements of pools of protein, carbohydrate and lipid in domestic wastewater. *Wat. Res.* 1994, 28, 251-262.

Rosen, M. J.:

Surfactants and interfacial phenomena. Wiley Interscience Publication, New York, 1978.

Rosenberg, E.:

Microbial surfactants. *CRC Crit. Rev. Microbiol.* 1986, 3, 109-132.

Sarfert, F., Eikelboom, D., Klein, B., Kowalsky, H., Lemmer, H., Matsché, N., Mudrack, K., Popp, W., Reinnarth, G., Wagner, F.:

Biologische Zusatzstoffe in der Abwasserreinigung. Bakterien – Enzyme – Vitamine – Algenpräparate. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 2.6.1. „Blähschlamm- und -bekämpfung“. *Korr. Abw.* 1990, 37, 793-799.

Segura, R.:

Preparation of fatty acid methyl esters by direct transesterification of lipids with aluminium chloride methanol. *J. Chromatogr.* 1988, 441, 99-118, zit. nach Quéméneur und Marty 1994.

Seviour, E., Williams, C., J., Seviour, R., J., Soddell, J., A., Lindrea, K., C.:

A survey of filamentous bacterial populations from foaming activated sludge plants in Eastern States of Australia. *Wat. Res.* 1990, 24, 493-498.

Slijkhuis, H.:

The physiology of the filamentous bacterium *Microthrix parvicella*. Dissertation landbouwhogeschool Wageningen, Niederlande, 1983.

Wanner, J., Ruzickova, I., Jetmarova, P., Krhutkova, O., Paraniakova, J.:

A national survey of activated sludge separation problems in the Czech Republic: Filaments, floc characteristics and activated sludge metabolic properties. *Wat. Sci. Tech.* 1998, 37 (4-5), 271-279. Wasserhaushaltsgesetz WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes vom 27.7.1957 in der Fassung der Bekanntmachung vom 12.11.1996. *Bundesgesetzblatt BGBl.* 1996.

Wedi, D., Englmann, E.:

Hinweise zur Anwendung von Anlagen zur Biologischen Phosphorelimination. *Berichte aus Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Technische Universität München*, 1991, 105, 153-176.

Wedi, D., Wilderer, P., A.:

Auswirkungen der erhöhten biologischen Phosphorelimination auf den Kläranlagenbetrieb. Fachinformationen für die Abwasser- und Entsorgungswirtschaft, Sonderband Abwasser und Kanalisation, *Jahrbuch Umwelt* 93/94, 1993, 43-51.

William, J. A., Sharma, A., Morris, J., L., Holman, R., T.:

Fatty acid composition of feces and fecaloliths. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1960, 105, 192-195, zit. nach Quéméneur und Marty 1994.

A MASZESZ ÉS AZ ATV ELSŐ KÖZÖS ELŐADÓÜLÉSE

Dr. Herédy Sándor

Szakmai berkekben nagy érdeklődés előzte meg a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség és a Német Szennyvíztechnikai Szövetség (ATV) közös előadóülését, amelyet 1999 október 14-én a BARA szálló nagytermében rendeztek. A két szövetség korábban már részt vett tudományos, nemzetközi programokban, de közös előadóülés ez volt az első a rendezvények sorában, ahol a magyar és német szakemberek tapasztalataikat kicserélhették.

Az előadóülés témaválasztása - „A kis és közepes méretű települések szennyvízgyártóközpontja” – helyesen tükrözte azt a szakterületet, ahol a két szennyvíztechnikai szövetség együttműködése a legeredményesebb lehet. Több előadó (Dr.-Ing. Ernst Billmeier professzor úr Kölnből, és Dr. Vermees László professzor úr Budapestről) a természetközeli szennyvíztisztító telepek témájával foglalkozott, és meglepő, hogy a szennyvíztechnológia és a szennyvíziparban fejlett Németországban is alkalmazzák azokat az egyszerű, környezetbarát megoldásokat, amelyek jelentősebb műszaki berendezések nélkül tisztítják kisebb települések kommunális szennyvizét. Pedig e megoldások (gyökérmezős, nádas, nyárfás, tavas szennyvíztisztítások) területigényesek, és a terület Németországban csak nagy költségekkel biztosítható. Magyarországon e tekintetben a helyzet kedvezőbb és a jövőben az EU-hoz való csatlakozás esetén, a gyenge minőségű termőföldek

parlagon hagyásával ilyen berendezések részére a terület biztosítható. A természetközeli szennyvíztisztítás költségei a mesterséges rendszereknél jóval kedvezőbbek, így ezen irányban célszerű fejlesztenünk.

A rendezvény további előadói (Dr. Dulovics Dezső, egyetemi docens a BME-ről és Christov Mainz, Északrajna-Westfália Környezeti, Térséggazdálkodási és Mezőgazdálkodási Minisztérium) és a hozzászólók rámutattak arra, hogy a tisztított elfolyó szennyvíz határértékei mások az egyes országokban. Az EU előírásoknál a német előírások szigorúbbak, és a magyar követelmények – több komponens tekintetében – még a német követelményeknél is szigorúbbak. Az EU-hoz való csatlakozás feltételei között a településeink csatornázottságának és szennyvíztisztítottságának arányszámát jelentősen kell növelnünk, ezért a környezetbarát megoldásokat, mint gazdaságos rendszereket előnyben kell részesítenünk. Ezzel párhuzamosan a kistelepek tekintetében a szennyvíztisztítási határértékeket felül kell vizsgálnunk, és összhangba kell hoznunk az EU előírásokkal.

Dipl.-Ing. Jens Jedlitschka miniszteri tanácsos úr (Münchenből) előadásában a nyomásalatti és vákuumos szennyvízelvezetés témakörével foglalkozott, amelyet Németországban a beruházási ráfordítások csökkentése érdekében bizonyos esetekben alkalmaznak. Az előadó rámutatott a beruházási megtakarítások lehetőségeire, de

ugyanakkor ismertette az üzemeltetési, főleg energiai költségek növekedését is. A magyar vákuumos csatornázásról hozzászólásában Dr. Juhász Endre úr adott tájékoztatást. A vákuumos szennyvízelvezetés hazánkban még általánosan nincs bevezetve, kényszerhelyzetben alkalmazzuk. Elterjedését nagy üzemeltetési költségei és gyenge üzembiztonsága akadályozzák.

A szennyvízelvezetés és tisztítás beruházási és üzemeltetési költségeinek alakulásával Németországban Dr.-Ing. Sigurd van Riesen úr (Hennef) foglalkozott, és előadásában részletes tájékoztatást adott a költségek megoszlásáról, továbbá a lakossági hozzájárulásokról.

Örömmel értesültek a jelenlévő magyar szakemberek a két Szennyvíztechnikai Szövetség azon bejelentett tö-

rekvéséről, hogy a jövőben a közös előadóüléseket rendszeressé teszik, és a legközelebbi ilyen rendezvény 2000 tavaszán lesz Németországban.

A közös előadóülés méltó befejezése volt a szakmai kirándulás a Váci Szennyvíztisztító Telepre, amelyet a szakszerű ismertetés és vezetés mellett mind a külföldi, mind a hazai résztvevők érdeklődéssel szemlélték meg.

Köszönetet mondhatunk a MaSzeSz-nak a németekkel közös előadóülés megrendezéséért és a velük való együttműködés megteremtéséért. A hazai környezetvédelem, a szennyvíztisztítás technikai színvonala és a magyar szakemberek látókörének fejlesztése szempontjából ez a közös munka nagy jelentőségű, mindenképpen dicséretet érdemel.

A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XVII. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉSE MISKOLCON

A Miskolci Egyetemvárosban tartotta meg 1999. július 7-én és 8-án XVII. Országos Vándorgyűlést és tudományos konferenciáját a Magyar Hidrológiai Társaság.

A nyitó plenáris ülésen, 300 főnél több résztvevő előtt, **Dr. Starosolszky Ödön** elnökletével a főhatóságok üdvözlése után **Dr. Hajós Béla**: Az árvíz- és belvízvédelem újabb tapasztalatai és fejlesztési feladatai, c. előadása hangzott el, amit **Dr. Váradi József** a vízkár-elhárítás feladataival egészített ki. Majd **Dr. Varga Miklós**: vízgyűjtő-gazdálkodás tervezés az Európai Unió tükrében címmel tartott előadást, és a plenáris ülést **dr. Pados Imre** a térségi vízgazdálkodás és az MHT Borsodi Területi Szervezete c. előadása zárta.

Ezután hét szekcióban folytatódott a Konferencia.

Az 5. szekcióban került sor a csatornázás-szennyvíztisztítás témakör megtárgyalására.

A szekciót **Dr. Horváth Lászlóné** elnök vezette le.

A felkért előadók: **Dulovics Dezsőné dr.**: Aktuális csatornázási feladatok a XXI. század küszöbén és, **Dr. Kőrösmezey László**: Szennyvíztisztításunk tegnap, ma, holnap

címmel tartottak vitaindító előadásokat, majd **Dr. Juhász Endre** vezérszónoki előadásában ismertette a beérkezett 15 dolgozatot, melyek közül 13-t a konferencia kiadványa is tartalmazott. A plenáris ülés és a bevezető előadások, valamint a vezérszónoki összefoglalók utólagos megjelentetését tervezi a Magyar Hidrológiai Társaság.

A nagyszerű konferenciát plenáris ülés zárta, ahol a résztvevők ajánlásait fogalmazták meg. A konferencia után Miskolc nevezetességeit tekinthették meg az érdeklődők, vagy fakultatív módon a Barlangfürdőben fürdölhettek meg. A konferenciát követően két tanulmányút is megszervezésre került, I. Sárospatak- Tokaj, a II. Tokaj-Tiszalök útvonalon.

Az 5. Csatornázás – szennyvíztisztítás szekció ajánlásai:

A települések csatornázása területén szemléletváltozás szükséges. A szennyvíz-elvezetés és a csapadékvíz-elvezetés elkülönült közelítése helyett elő kell készíteni és be kell vezetni Magyarországon (is) az **integrált csatornagazdálkodást**.

A szennyvíz- és csatornabírság jogszabályokon alapuló vízminőség-szabályozást haladéktalanul korszerűsíteni szükséges. Biztosítani kell az **EU Települési Szennyvíztisztítás Direktíva (91/271 EEC) átvételét és előírásainak érvényesítését**. Ezzel is összefüggésben ki kell jelölni az érzékeny és kevésbé érzékeny területeket (befogadókat).

A **szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítását akadályozó szabályozások ésszerű módosítása**, a hasznosítást elősegítő konzisztens jogszabályi környezet megteremtése szükséges.

A Szennyvíz-elvezetés, -tisztítás, -elhelyezés Nemzeti Programja keretében ki kell dolgozni a megvalósítást biztosító reális finanszírozási rendszert, annak lehetséges változatait. Ennek során gondoskodni kell a **támogatási rendszer továbbfejlesztéséről**, különös figyelemmel a **megvalósíthatósági tanulmány** jogintézményének működési **tapasztalataira**.

A Települési Szennyvíztisztítás Direktíva körében a szennyvíz-elvezetés, -tisztítás megvalósítását **kötelező önkormányzati feladattá** kell tenni.

Dulovics Dezsőné dr.

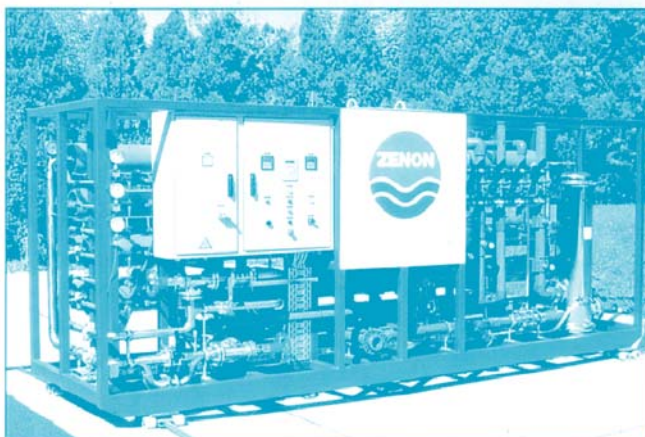


Water for the World

ZENON SYSTEMS KFT.

5 ÉVE a MAGYAR és KÖZÉP- és KELET-EURÓPAI PIAC SZOLGÁLATÁBAN

Membrán szeparációs víz- és szennyvízkezelési technológiák, berendezések



30 m³/h teljesítményű kazántápvíz előkészítő rendszer

Vízelőkészítés, vízkezelés:

- Fordított ozmózis (RO) kazán póttápvíz, technológiai vízelőkészítés, nagytisztaságú vizek előállítása erőművi rendszerekhez
- Ultraszűrés gyógyszeripari, élelmiszeripari vízelőkészítéshez
- Mikroszűrés ivóvízkezeléshez
- Mobil ivóvíztisztító berendezések katonai és katasztrófa elhárítási célokra

Szennyvízkezelés:

- Mikroszűrő alapú kombinált membrán bioreaktoros (MBR) eljárások – ZenoGem®, ZeeWeed®
- Nagyterhelésű ipari szennyvizek tisztítása (vegyipar, gyógyszeripar, élelmiszeripar, gépgyártás)
- Ipari és kommunális szennyvízkezelés
- Mobil, kompakt vagy telepített beton műtárgyas kivitel



1000 m³/nap teljesítményű ZenoGem® kommunális szennyvíztisztító

Néhány referenciánk: MOL Rt.; MVM Rt.; Magyar Honvédség; GE Lighting Tungfram; Vértesi Erőmű Rt.; Orosházi Öblösüveggyár; Hungard Rt.; Lagisza Erőmű Rt. Lengyelország; Kassai és Michalovcei Tejgyár Szlovákia; EXXON Chemicals; Volkswagen; VIS és Archimica Gyógyszergyárak, Olaszország

ZENON SYSTEMS KFT.

A Zenon Environmental Inc. Canada Közép-Európai Központja

2800 Tatabánya, Fatelepi út 3-4.

2803 Tatabánya, Pf. 353

Tel: +36-34/316-197 Fax: +36-34/316-198

e-mail: zenosys@mail.mata.vu http://www.zenonenv.com

