

TARTALOM

MaSzeSz – HÍRHOZÓ	2
Somlyódy L.: Az EU vízügyi politikája: Eldördült a „startpisztoly”	3
Vermes L.: A szennyvíz- és szennyvíziszap kezelés, ill. ártalmatlanítás szabályozása a környezetvédelmi szempontok szerint, különös tekintettel a toxikus anyagokra	4
Mourato, D.: Bemerített membrános bioreaktor alkalmazása kommunális szennyvíztisztító telepek felújításához és a fordított ozmózis előkezeléseként	9
BESZÁMOLÓK	
Pap G.: Szomszédolás, hogyan mi csináljuk	15
Dulovics Dezsőné: „Csatornázás 2000” VI. Országos Közművesítési Konferencia és Kiállítás	15
Simonkay P.: Beszámoló a nyári szennyvíztechnikai gyakorlatról	16
Nyári akadémia – Sommer Akademie	17
Könyvismertetés „A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései”	18
Korrespondenz Abwasser rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
2000/8	19
2000/9	22
Teigman U., Frechen F.-B.: Utódenitrifikáció metanoladagolással felfelé áramoltatott bioszűrőben	26



H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Már visszazökkentünk a megszokott életritmusunkba, vége a nyári pihenésnek, itt vannak a dolgoz (ősz) napok.

A „nyomda ördöge” ismét közbeszólt. A HÍRCSATORNA július-augusztusi száma, hibásan augusztus-szeptember elnevezéssel került az olvasókhoz. A hibáért szíves elnézésüket kérjük.

Budapesten, a MH Művelődési Házában, 2000. szeptember 4.-5.-én – közreműködésünkkel – került megrendezésre a VI. Országos Közműkonferencia „Csatornázás 2000” címmel. A konferenciáról rövid beszámolót közlünk.

Jelen számunk „beszámolásra” sikerült. Az előző beszámolón túl – a résztvevők tollából – olvashatnak még beszámolót a Prágai Nyári Akadémiáról, a Szomszédolásról és a Hamburgi nyári szennyvíztechnikai gyakorlatról.

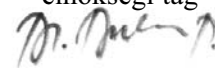
Értesítjük a Tisztelt Kollégákat, hogy az EWA – Európai Vízügyi Szövetséggel közösen megrendezett, „**Tisz-
tább vizekkel az Unióba**” című konferencia kiadványát szeptember végén postáztuk.

A KON-next Kiadó a napokban megkeresi jogi tagjainkat, hogy hirdetésekkel támogassák az ATV-DVWK-val közösen megrendezett a „Kis és közepes méretű települések szennyvízgyógykezelése” és a „Közép-nagy szennyvíztisztító telepek továbbfejlesztésének problémái” konferenciákon elhangzott előadásokat, kiadvány formájában történő megjelentetésüket. **Tisztelettel kérjük jogi tagjainkat, hogy hirdetésekkel támogassák a fenti kiadványok megjelenítését.**

Közreműködésüket megköszönve

Budapest, 2000. október 19.

Dr. Dulovics Dezső, Ph.D.
elnökségi tag




Ez a kiadvány újrahasznosítható papírral készült
A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa.
(BME - Vízi-Közmű és Környezetmérnöki Tanszék)
1111 BUDAPEST, Műgyetem rkp. 3.
Megjelenik minden páros hónap utolsó hetében.
A fordításokat Simonkay Piroska
Kiadó és terjesztő: DPH Kft.
Szerkesztő: Dr. Dulovics Dezső
Tördelés: Aranykezek Bt.
Nyomás: Ofset Bt.

AZ EU VÍZÜGYI POLITIKÁJA: ELDÖRDÜLT A „STARTPISZTOLY”

Több éves előkészítést és számos módosítást követően jóváhagyták az Európai Unió „víz-politikáját” meghatározó un. Vízügyi Keretirányelvet, amely - számos irányelvre támaszkodva - egységes jogszabályon belül szabályozza a felszíni és a felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelmét. Országhatároktól függetlenül, teljes vízgyűjtőterületre írja elő cselekvési programok koordinált elkészítését és végrehajtását. A tervezet központi gondolata a felszíni és felszín alatti vizek „jó állapotának” biztosítása, egységes környezeti és vízgyűjtő-területi szabályozási keretbe illesztve. A célok tartalmazzák az ökoszisztémák védelmét, az ivóvízellátást és a gazdasági szektorok vízellátásának fenntartását, valamint az árvizek és a szárazságok hatásainak csökkentését. A keretirányelvet erős integráló törekvés jellemző: a különböző vizek együttes védelme, a mennyiség és minőség integrálása, a szennyezések csökkentésének kombinált megközelítése, a pontszerű és diffúz terhelések szabályozása, valamint az egyéb környezeti elemekkel való hatások figyelembe vétele.

A Keretirányelv számos fogalmat definiál, amelyek megfogalmazása részben eltér a hazaitól. A „vízgyűjtő” például az a terület, amelyről minden felszíni lefolyás vízfolyások, folyók, és esetenként tavak sorozatán keresztül a tengerbe folyik. A vízgyűjtő fogalom tehát a tengerhez kötődik és így Magyarországon - a Keretirányelv bevezetése és EU csatlakozásunk után - jogilag csak rész-vízgyűjtők léteznek. A Keretirányelv a „szubszidiaritás” elvére épül. Csak olyan rendelkezéseket tartalmaz, amelyeket EU szinten kell, vagy ott legcélszerűbb szabályozni. A hazai vízügyi jogrendszer és a Keretirányelv között az a lényeges különbség, hogy az EU szabályozás csak a vízgazdálkodás egy részére vonatkozik, a vízgazdálkodás egyéb területeivel (például a gazdasági szektorok vízigényének kielégítésével) kapcsolatos jogi kérdéseket a nemzeti vízügyi jog szabályozhatja, a tagállamok sajátosságainak megfelelően.

A Keretirányelvben részletesen határozza meg a főbb feladatokat: vízgyűjtő illetve részvízgyűjtő körzetek területi kijelölése; megfelelő igazgatás létrehozása; intézkedési programok kidolgozása és megvalósítása a „jó állapot” elérése érdekében; pontszerű és diffúz szennyezések, vízkivételek becslése és egyéb emberi beavatkozások a vizek állapotára kifejtett hatásának elemzése; a vízhasználatok teljes költségeinek számbavétele, a vízgyűjtőkön a vízhasználatok gazdasági elemzése; ivóvízbázisok kijelölése vízgyűjtő-területi körzetenként, ezekre környezeti minőségi követelmények meghatározása; a vízhasználatok teljes költségének megtérítése és a „szennyező fizet” elv alkalmazása; kötelező érvényű, jogi erejű környezeti (minőségi, mennyiségi és ökológiai) célkitűzések megalkotása és betartatása; vízgyűjtő területi tervek elkészítése; a közvélemény tájékoztatása stb.

Magyarországon a vízgazdálkodás és a vizek védelme nagy hagyományokra tekint vissza. A Keretirányelvnek megfelelő szabályozás azonban nem létezik. Teendőink számosak: a fogalmak, a Keretirányelv és a mögöttes direktívák értelmezése, a törvények, a rendeletek és az intézmények illesztése, cselekvési tervek elkészítése és így tovább. Az EU a tagországok számára az egyes feladatok végrehajtását 2 és 19 év között ütemezi. Nem siettet tehát. Késlekednünk azonban mégsem szabad: az átgondolt, okos tervezés roppant időigényes.

Budapest, 2000. szeptember 30.



Somlyódy László
a MaSzeSz elnöke
akadémikus

A SZENNYVÍZ- ÉS SZENNYVÍZISZAP KEZELÉS, ILLETVE ÁRTALMATLANÍTÁS SZABÁLYOZÁSA A KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTOK SZERINT, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TOXIKUS ANYAGOKRA*

Prof. Dr. Vermes László Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar Budapest

A szennyvizek tisztításának fejlesztése és terjesztése, a közműolló zárása korunk település-, víz- és környezetgazdálkodásának egyik nagy, közös feladata, amelynek megoldása az összes felhasználható módszer ésszerű alkalmazását igényli. A megoldáshoz hozzá tartozik a szennyvíztisztítás kiküszöbölhetetlen melléktermékének, a keletkező szennyvíziszapnak ártalommentes, lehetőleg hasznosítással egybekötött elhelyezése is. Ezek az előttünk álló feladatok megkövetelik, hogy egyrészt a mesterséges tisztítási eljárások mellett a természetes módszereket is igénybe vegyünk, másrészt az ezekre vonatkozó szabályozást korszerűsítsük, a nemzetközileg elfogadott - leginkább az Európai Unió által is megkövetelt - normákhoz igazítsuk. Ez indokolja a címben is megjelölt szabályozás kérdéseinek napirendre tűzését és a helyzet áttekintését, ami azért is fontos, mert a hulladékgazdálkodásról szóló, nemrég elfogadott 2000. évi XLIII. törvény előírja a többi közt a szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésével kapcsolatos kormányrendelet megalkotását.

A jelenleg érvényben lévő, tartalmában elismerten korszerű szabályozásunk (9003/1983. Sz. MÉM-EüM-OVH közös közleménnyel közzétett *szennyvízelhelyezési szabályzat*, valamint az MI-08-1735-1990 sz. ágazati műszaki irányelv) átdolgozása megkezdődött, de az eddigi előkészületek ismeretében féltő, hogy az új szabályozás nem fedi le teljesen az érintett területet. Ha áttekintjük a szennyvizek és a szennyvíziszapok természetes rendszerekben történő kezelésének és (hasznosítással egybekötött) elhelyezésének fő folyamatait és lehetőségeit (1. Ábra), akkor az *alább felsorolt helyeken* van szükség - különösen a minőség - szabályozására ahhoz, hogy toxikus anyagok ne kerülhessenek ki a környezetbe.

- ① A csatornahálózatba bocsátható szennyvíz (folyékony hulladék) minősége.
- ② A felszíni vízbe bocsátható tisztított szennyvíz minősége.
- ③ A természetes vízi-, ill. talajrendszerekben (tovább) kezelhető/kezelendő szennyvíz minősége.
 - 3a. A vízi rendszerekben (tovább)kezelhető/kezelendő szennyvíz minősége.

3b. A talajrendszerekben (tovább)kezelhető/kezelendő szennyvíz minősége.

- ④ A természetes talajrendszerekben (tovább)kezelhető szennyvíziszap minősége.
- ⑤ A lerakással ártalmatlanítható szennyvíziszap minősége.
 - 5a. Égetéssel és a hamu végleges lerakásával ártalmatlanítható szennyvíziszap minősége.
 - 5b. Hulladéklerakón végleges lerakással ártalmatlanítható szennyvíziszap minősége.
- ⑥ A termőföldön, mezőgazdasági hasznosítással egybekötve elhelyezhető szennyvíziszap felhasználásának szabályozása.

A felsorolt pontok helyét a szennyvíz- és iszapkezelési folyamatban az **1. ábra** mutatja. A fenti szabályozások közül rendelkezünk meglévő előírásokkal és minőségi határértékekkel az 1., a 2., valamint részben a 4. és a 6. pontokon, de semmilyen szabályozásunk nincsen a többiekre, pedig kellene.

Mit kell szabályozni? Mire terjedjen ki a szabályozás?

Szennyvizek esetében

- a szennyvíz eredete és vizsgálandó minőségi mutatói
- a természetes rendszerekben kezelhető szennyvíz minősége
- az egyes rendszerekben alkalmazható fajlagos szennyvízterhelés, illetve ennek meghatározási módszere
- a mezőgazdasági (szántóföldi) hasznosítás során természetű növények köre és azok felhasználásának lehetőségei
- a hasznosítás talajtani szempontjai és követelményei
- a hasznosítás során betartandó egészségügyi és környezetvédelmi követelmények
- a szennyvízhasznosítás tervezésének, engedélyezésének és üzemeltetésének szabályai, beleértve a szükséges vizsgálatokat és nyilvántartásokat

* A MAE Mezőgazdasági Vizgazdálkodási-, valamint Talajszennyezettségi Szakosztálya és a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség közös előadójelentésén, 2000. október 10-én elhangzott előadás kivonatosa

Szennyvíziszap esetén

- a szennyvíziszap eredete, a szennyvíz minősége, amelyből az iszap származik, továbbá az iszap vizsgálható paraméterei
- a természetes rendszerekben kezelhető szennyvíziszap minősége
- az egyes rendszerekben alkalmazható fajlagos iszapterhelés és évenként szükséges területnagyság, illetve ezek meghatározási módszere
- a mezőgazdasági (szántóföldi) hasznosítás során természetközeli növények köre és azok felhasználásának lehetőségei
- a hasznosítás talajtani szempontjai és követelményei, beleértve az évenként az iszappal kivihető nehézfém mennyiségeket
- a hasznosítás időtartamának meghatározása azonos helyen a nehézfém-tartalom alapján (a káros felhalmozódás elkerülése céljából)
- a hasznosítás során betartandó egészségügyi és környezetvédelmi követelmények
- az iszaphasznosítás tervezésének, engedélyezésének és üzemeltetésének szabályai, beleértve a szükséges vizsgálatokat és nyilvántartásokat

Mindezekre a kérdésekre túlnyomórészt a jelenlegi szabályozásunk is kitér, csupán kisebb kiegészítések szükségesek, különösen az EU igényekkel konform nyilvántartások terén. Arra azonban mindenképpen ügyelni kell, hogy a szennyvíz-, illetve a szennyvíziszap (hasznosítással egybekötött) elhelyezési területeinek *mind-egyikére* legyen érvényes a szabályozás, mert ellenkező esetben a szabályozatlanul maradt terület mind a tervezés, mind a hatósági engedélyezés, mind az üzemeltetés terén sok bizonytalanságot jelent, ami az egész iszap-elhelyezés/ártalmatlanítás gyakorlatát hátrányosan érinti.

Mit ír elő az EU iszapdirektíva?

Az EU 86/278/EEC sz. direktívája - a lényeges részeket kivonatolva áttekintve - 3 féle iszapot különböztet meg (2. cikk):

- (i) háztartási vagy városi, ill. ezekhez hasonló összetételű szennyvizet tisztító telepről származó iszap,
- (ii) (egyedi) oldómedencéből, ill. hasonló berendezésből származó iszap,
- (iii) az előző kettőtől eltérő szennyvíztisztító telepről származó iszap.

3. cikk:

Az (i) pont alatti iszap a mezőgazdaságban csak a jelen direktíva szerint hasznosítható, figyelembe véve a 75/442/EEC (hulladékok) és a 78/319/EEC (toxikus és veszélyes hulladékok) direktívákat is

Az (ii) pont alatti iszap mezőgazdasági hasznosítását a tagországok olyan saját szabályozásuk alapján végezhetik, ami szükséges az emberi egészség és a környezet védelme érdekében.

Az (iii) pont alatti iszap csak akkor hasznosítható a mezőgazdaságban, ha azt a tagország saját maga szabályozza, ill. engedélyezi.

4. cikk:

Az IA, IB és IC mellékletek tartalmazzák a talajban és az iszapban megengedhető nehézfém koncentrációkat, valamint az iszappal évente maximálisan a talajba kivihető nehézfém mennyiségeket.

5. cikk:

A tagországoknak meg kell tiltani az iszap hasznosítását, ahol a talajban csak egyetlen nehézfém is meghaladja a megengedhető koncentrációt (IA melléklet), és megfelelő lépéseket kell tenniük, hogy megakadályozzák a talajban megengedhető koncentrációk túllépését az iszap hasznosítás következtében.

A tagországoknak úgy kell szabályozniuk az iszap hasznosítását, hogy a talajra előírt határértékek túllépése be ne következzen; ennek érdekében az alábbi két megoldás valamelyikét kell alkalmazniuk:

- meg kell határozniuk az iszap maximális éves adagját (t sz.a./ha.a), figyelembe véve az iszapban előírt nehézfém határértékeket (IB mell.),
- vagy be kell tartaniuk a területegységre és időegységre meghatározott nehézfém mennyiségeket a talajban (IC mell.).

6. cikk:

- a) az iszap kezelését a hasznosítás előtt, ill. a kezeletlen iszap talajba juttatásának (bedolgozásának) vagy injektálásának) feltételeit a tagországoknak meg kell határozniuk,
- b) az iszapot előállítónak rendszeresen el kell látnia a hasznosítót az összes szükséges információval, amit a IIA melléklet előír.

7. cikk:

Meg kell tiltani az iszap hasznosítását, ill. kiadagolását

- a) rét- és legelőterületen a legeltetés, illetve a betakarítás előtt legalább 3 hétig,
- b) gyümölcs- és zöldségtermesztő területen, kivéve a gyümölcsfákat,
- c) közvetlen emberi fogyasztásra termesztett zöldség- és gyümölcs-termesztő területen, ezek betakarítása előtt 10 hónapig.

8. cikk:

Az iszapot a mezőgazdaságban úgy kell hasznosítani, hogy

- az megfeleljen a termesztett növény tápanyagigényének és ne rontsa a talaj, a felszíni vizek és a talajvíz minőségét,
- 6 alatti talaj-pH esetén - ahol szükséges - csökkenteni kell az IA mellékletben előírt határértékeket.

9. cikk:

Az iszapot és a talajt a IIA és IIB melléklet szerint kell vizsgálni.

A mintavétel és az analízis módszerét a IIC melléklet tartalmazza.

10. cikk:

Naprakész nyilvántartást kell vezetni (az iszapot előállítónál), amely tartalmazza

- a) a keletkező és a mezőgazdaságban hasznosított iszap mennyiségét,
- b) az iszap összetételét a IIA mellékletben előírt paraméterekre,
- c) az alkalmazott iszapkezelés módját,
- d) az iszaphasznosító nevét és címét, valamint a hasznosítás helyét.

A nyilvántartásnak az illetékes hatóság rendelkezésére kell állnia és alapot kell szolgáltatnia a témáról (5 majd 4 évenként) készítendő jelentéshez (17. cikk)

Az iszapkezelési módszerről és a vizsgálati eredményekről az adatszolgáltatást az illetékes hatóság határozza meg.

11. cikk:

A tagország eltekinthet a 6(b) és a 10(1)b,c,d és (2) pontokban foglaltaktól a 300 kg BOI5/d (= 5000 l.e.é.) kapacitásúnál kisebb háztartási szennyvizet tisztító telepek esetén.

A direktíva további eljárási kérdésekkel foglalkozik, amelyek itt most nem lényegesek. Látható a fentiekből, hogy a tagországoktól - így csatlakozásunk után tőlünk is - megkívánt szabályozások túlnyomó részét a mi jelenlegi szabályozásunk is teljesíti, s ha összevetjük a talajra és az iszapra előírt nehézfém határérték tartományokat, azt tapasztalhatjuk, hogy a hazai határértékek minden esetben az EU határérték-tartományán belül vannak (1. táblázat).

Új szabályozásunkban meg kellene tartani mindazokat a progresszív elemeket, amelyek az eddigi hazai gyakorlatban is beváltak, így a mezőgazdaságban és a talajrendszerekben felhasználható iszap kiválasztására, a talajtól függő differenciált adag-meghatározásra, a nehézfémek felhalmozódását kiküszöbölő felhasználási időtartam számítására és az egész folyamat ellenőrzési pontjaira vonatkozó előírásokat (2. ábra), továbbá a talajok kation-kicserélő képessége szerinti kategóriákra differenciált határérték-felosztást is (2. táblázat).

Kívánatos, hogy a felvetett szempontok érvényesüljenek a hazai szabályozások folyamatban lévő kialakítása, illetve átalakítása során, és minden szóbajöhető hasznosítási/elhelyezési/ártalmatlanítási területre, továbbá minden fontos kérdésre kiterjedjenek, s ezáltal segítsek a települési szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosítását, illetve talajrendszerekben való elhelyezését. A követhető elhelyezési/hasznosítási technológiákat a 3. ábra mutatja.

1. táblázat

Szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosítása esetén az EU direktívában és a magyar szabályozásban a talajra és az iszapra megadott megengedhető nehézfém határértékek összehasonlítása

Nehézfémek	Megengedhető határérték (mg/kg sz.a.)			
	a talajban EU direktíva	Magyar szabályozás	az iszapban EU direktíva	Magyar szabályozás
Cd	1 - 3	1 - 3	20 - 40	15
Cu	50 - 140	75 - 100	1000 - 1750	1000
Ni	30 - 75	50	300 - 400	200
Pb	50 - 300	100	750 - 1200	1000
Zn	150 - 300	200 - 300	2500 - 4000	3000
Hg	1 - 1.5	1	16 - 25	10
Cr	---	75 - 100	---	1000

Forrás:

EU Council directive No. 86/278/EEC on the protection of the environment and in particular the soil, when sewage sludge is used in agriculture Ágazati műszaki irányelv: MI-08-1735-1990 a szennyvizek és szennyvíziszapok termőföldön történő elhelyezéséről

2. táblázat

Egyes elemek megengedhető maximális koncentrációi a talajban (mg/kg) a talaj kation-kicserélő képessége szerint differenciálva

Elemek	A talaj kation-kicserélő képessége (meq _v /100 g)			Német határérték összehasonlítással	Megjegyzés
	5 - 15	15 - 25	25-35		
As	7	10	15	-	
B	100	100	100	-	
Be	10	10	10	-	+
Cd	1	2	2	1.5 2	+ o
Co	50	50	50	-	
Cr	75	100	100	100	++ o
Cu	75	100	100	100 2	++ o
F	500	500	500	-	
Hg	1	1	1	2	+ o
Mo	10	10	10	-	
Ni	50	50	50	50	++ o
Pb	100	100	100	100	++ o
Se	10	10	10	-	
Zn	200	250	300	300 2	++ o
PAH	2	2	2	-	++ o

1 pH 6 felett

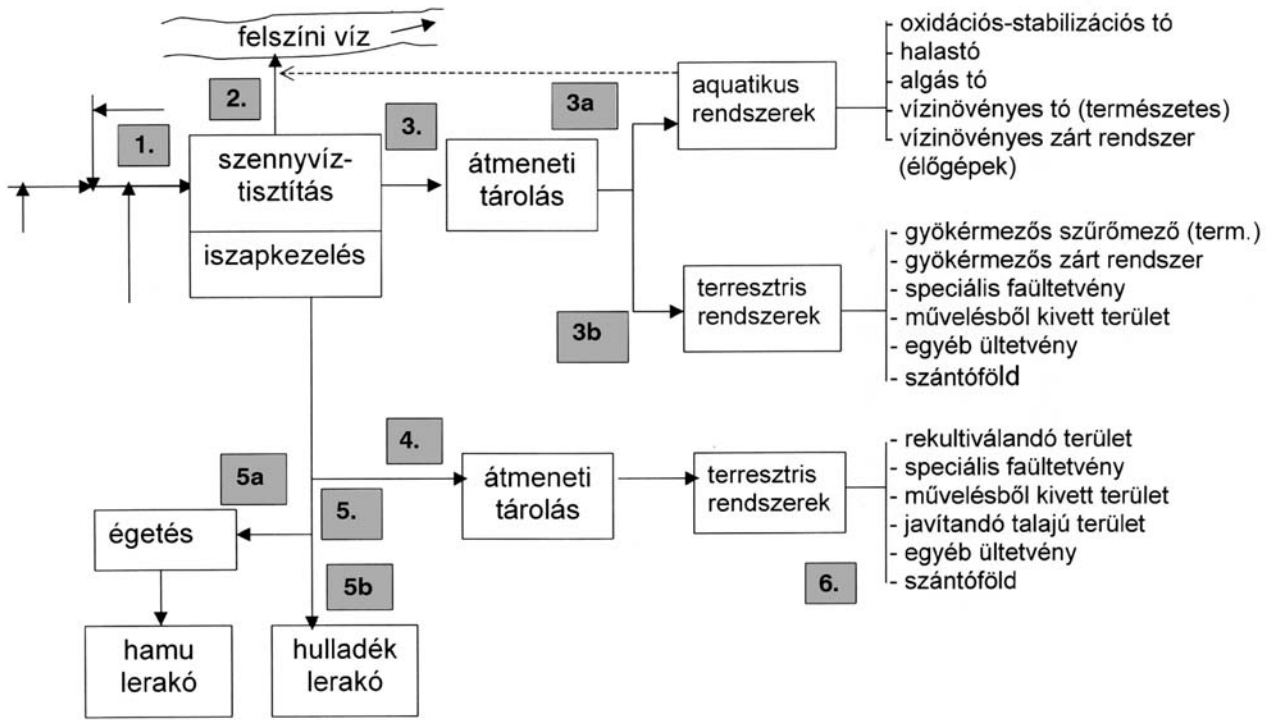
2 pH 6 alatt a közölt érték fele érvényes

+ különös elővigyázat szükséges

++ komló- és szőlőültetvényekben, valamint 5%-nál több CaCO₃-t tartalmazó talajokban 25%-kal több is megengedhető

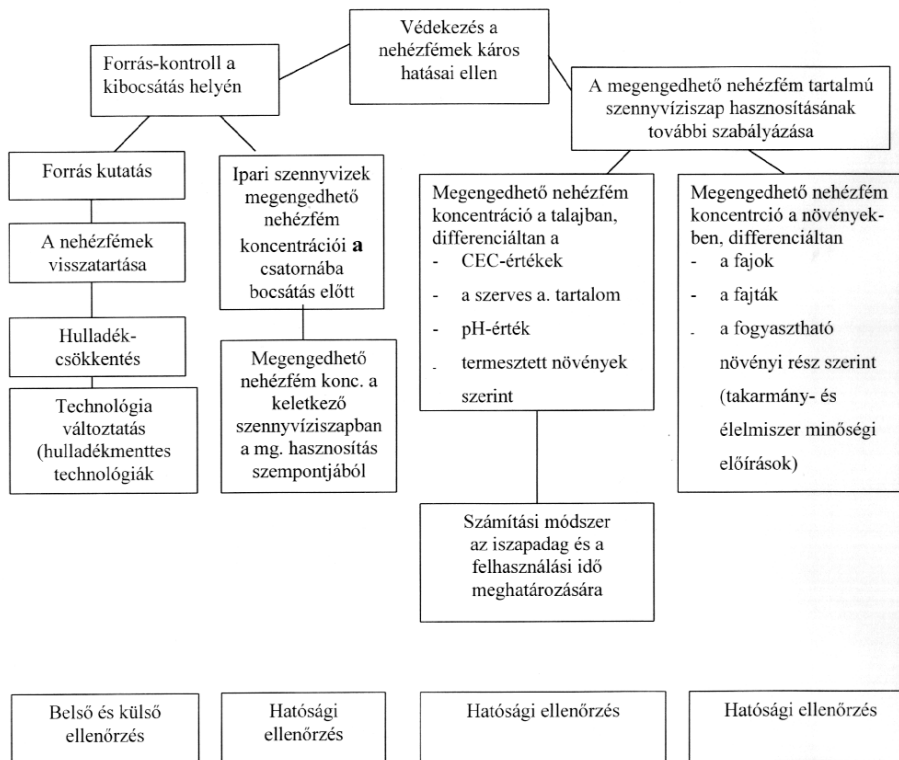
o gyepek esetében és 6,5 pH érték alatt a közölt érték fele érvényes

Forrás: A szennyvizek és szennyvíziszapok termőföldön történő elhelyezése c. ágazati műszaki irányelv, MI-08-1735-1990

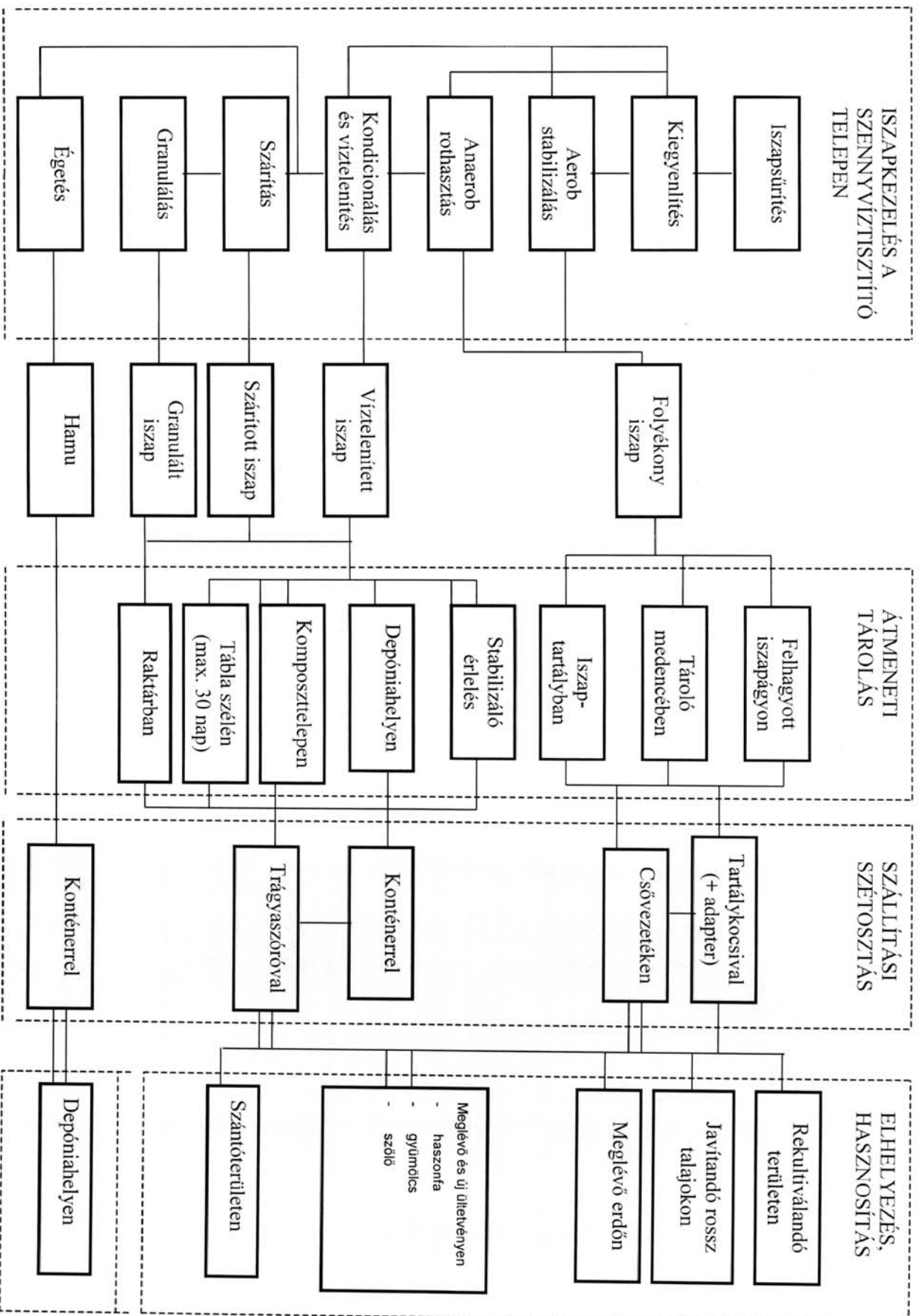


ÁRTALMATLANÍTÁS VÉGLEGES LERAKÁSSAL HASZNOSÍTÁSSAL (RÉSZBEN) EGYBEKÖTÖTT ELHELYEZÉS

1. ábra. A szennyvíz- és szennyvíziszap elhelyezés, illetve ártalmatlanítás szabályozása a környezetvédelmi szempontok szerint



2. ábra. Általános megelőzési stratégia a nehézfémek rövid- és hosszútávú káros hatásainak kivédésére a szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosítása során



3. ábra. Települési szennyvíziszapok kezelésének és mezőgazdasági elhelyezésének technológiai rendszere

BEMERÍTETT MEMBRÁNOS BIOREAKTOR ALKALMAZÁSA KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK FELÚJÍTÁSÁHOZ ÉS A FORDÍTOTT OZMÓZIS ELŐKEZELÉSEKÉNT*

(KIVONAT)

Mourato, D., ZENON Environmental Inc.

A ZenoGem® technológia nagy hatékonyságú membrán bioreaktor, melyet az eltelt évtized során csöves membránokkal üzemeltettek nagyüzemi méretekben, az ipari és kommunális szennyvíztisztítás területén. A technológiai költség-hatékony alkalmazása nagy térfogatú szennyvizek tisztítása esetén, (pl. kommunális szennyvizek) mostanában alakult ki, mivel a ZENON kifejlesztette egyedülálló, bemerített üreges szálas membránját, a ZeeWeed® modult.

Az itt tárgyalt eljárás biológiai reaktorba integrált, bemerített mikroszűrő (MF) membránrendszer, mely az eleveniszapos eljárás hagyományos ülepítőjét, a biomasszának gátat vető végleges „akadállyal” helyettesíti. A rendszer fő üzemi előnyei abban rejlenek, hogy az elfolyó tisztított víz minősége független az eleveniszap ülepíthetőségétől, és egyetlen üzemzavar sem eredményezhet lebegőanyaggal terhelt elfolyó tisztított vizet. Az iszapülepítés hiánya lehetővé teszi a bioreaktor szélsőséges feltételek közötti üzemeltetését, pl. magas biomassza koncentráció mellett üzemeltetését (15 000–20 000 mg/l), továbbá a hosszú eleveniszap tartózkodási időt (SRT > 50 nap), ami a hagyományos eleveniszapos eljárásban kivitelezhetetlen.

A nagy biomassza koncentráció mellett történő üzemelés azt jelenti, hogy a bioreaktor tartály 4-7-szer kisebb lehet, mint a hagyományos bioreaktor, ill. hogy a meglévő bioreaktor felújítható úgy, hogy 4-7-szer több szennyvizet tisztítson infrastruktúra bővítése nélkül. Ez azt is jelenti, hogy jellemző kommunális szennyvíz esetén teljes biodegradáció és nitrifikáció végezhető el 3 órás átlagos hidraulikai tartózkodási idő vagy 1,5 órás csúcsterhelés esetén.

A kialakítástól függően a berendezés mikroszűrő elfolyója meg tud felelni az elfolyóra előírt legszigorúbb kritériumoknak is (Title: 22. (Pound et al, 1997) és Floridai 5,5,3,1 kritériumok), és így ivóvíztárolóba bocsátható.

Az egylépcsős, bemerített membrán bioreaktorból származó, 2-nél kisebb SDI mutatóval rendelkező, elfolyó, feladható közvetlenül fordított ozmózis berendezésre is víztároló rétegek újrafeltöltése esetén.

A jelen tanulmány üzemi és tervezési adatokat ismeret akvifer újrafeltöltésre szolgáló félüzemi ZenoGem® rendszer és bemutató telep üzemeltetéséből, ahol a ZenoGem® eljárást arra használják, hogy közvetlenül tápláljanak fordított ozmózis berendezést anélkül, hogy szükség lenne utóülepítőkre és harmadlagos mikroszűrő berendezésekre, ezáltal jelentősen csökkentve a beruházási és üzemeltetési költségeket, miközben lehetővé válik, hogy a szennyvíztisztítótelep megkétszerezze vagy megháromszorozza tisztítási kapacitását.

1.0 A ZENOGEM® TECHNOLÓGIA LEÍRÁSA

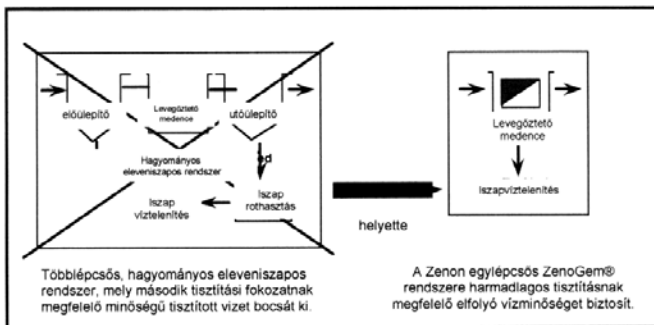
A ZenoGem® technológia biológiai reaktorba integrált mikroszűrő (MF) membránrendszerből áll. A membrán az eleveniszapos telep hagyományos utóülepítőjét helyettesíti, végső akadályt képezve a biomassza útjában. Ezt a technológiát eredetileg nagy koncentrációjú, nehezen kezelhető ipari szennyvizek tisztítására fejlesztették ki (Sutton, P.M. et al, 1983, Hare, R.W. et al., 1990, Zaloum, R. et al., 1993, Knoblock, M.D. et al., 1994). Ezek az első membrános bioreaktorok nagy energia igényű csöves membránokat alkalmaztak a biomasszának a kezelt permeátumtól történő leválasztásához.

A nagyterhelésű alkalmazások olyan membránok kifejlesztését igényelték, melyek ugyanazt a feladatot töredéknyi energiaköltséggel végzik el. Ezért a kommunális alkalmazások számára a ZenoGem® eljárás a ZENON ZeeWeed® üreges szálas membránjait alkalmazza, melyek a bioreaktorba vannak bemerítve. Ezeket az energiahatékony membránokat kezdetben cellulóz- és papír- ipari szennyvizekhez használták (Beaudoin, L. et al., 1993), de az utóbbi 4 évben már kommunális szennyvíztisztításban is használták őket (Jordan, E.J. és Senthilnathan, P.R., 1996). Ebben az esetben az a koncepció, hogy a levegőztető tartály egyben bioreaktor-tartályként és biomassza leválasztó tartályként is szolgál.

* Ismertette a California Water Environment Association éves konferenciáján, 1998. április 21-24-én, Marriott Hotel & Convention Center, Oakland, California

Ennek a rendszernek a fő üzemi előnyei abban rejlenek, hogy az elfolyó tisztított víz minősége független az eleveniszap ülephéptőségétől, és egyetlen üzemsor sem eredményezhet lebegő anyaggal terhelt elfolyó tisztított vizet. Az iszapülepítés hiánya lehetővé teszi a bioreaktor szélsőséges feltételek közötti üzemeltetését, pl. nagy biotömegtartalom mellett (10.000 - 20.000 mg/l), továbbá a hosszú iszap tartózkodási időt (SRT > 50 nap), ami a hagyományos eleveniszapos eljárásban megvalósíthatatlan.

A bioreaktoron belül elérhető nagy iszapkor (SRT) iszapprothasztást is lehetővé tesz ugyanabban a tartályban, ami a hagyományos iszapprothasztás helyettesítését eredményezheti. A berendezés kialakításától függően a ZeeWeed®-et tartalmazó bioreaktor így helyettesítheti az utóülepítőt és az iszapprothasztókat, miközben egy 5-ször kisebb bioreaktorral üzemel mint a CSTR eleveniszapos kialakítás (ld. az 1.sz. ábrát).



1. ábra. Az egylépcsős ZenoGem® technológia elvi folyamatábrája

1.1 A ZenoGem® technológia előnyei kommunális alkalmazásokban

A bemelegített membrán kombinálása CSTR bioreaktorral egy sor technológiai előnyt kínál, melyek költség-hatékony tisztításban és jobb minőségű elfolyóban nyilvánulnak meg:

- A membránok lehetővé teszik, hogy a bioreaktor nagy biotömegtartalommal üzemeljen (1%–2%), ami nagy mikroorganizmus térfogat arányt jelent. Ez viszont lehetővé teszi a kisméretű bioreaktorokban való hatékony tisztítást, így a meglévő tisztítótelepek felújítását az adott kialakításuktól függően 4-7-szeres kapacitásúra.
- A ZenoGem® technológiából származó elfolyó mentes a lebegőanyagoktól, függetlenül a biológia tisztítás hatékonyságától. Így az elfolyó mentes a mikroorganizmektól, a cisztáktól, és jelentősen lecsökkent baktérium- és vírusz számmal rendelkezik, biztosítva a jövőbeni szigorúbb előírásoknak való megfelelést.
- A lebegőanyagtól mentes elfolyó biztosítja, hogy az oldhatatlan foszfor a bioreaktoron belül maradjon, még

tovább javítva az elfolyó minőségét. Ez csökkentett timsó adagokat is jelent, mivel a követelmény most már csak az eltávolítandó foszfor mikropolyhekké alakítása.

- A membrán mindenkor a bioreaktoron belül tartja a mikroorganizmusokat, biztosítva a könnyű működtetést, valamint azt is, hogy a nehezen ülephéptető baktériumok, mint pl. a nitrifikáló baktériumok visszamaradjanak, ami nagy nitrifikációs értékeket biztosít még hideg időben is.
- Az elfolyó BOI, nitrogén, foszfor és lebegőanyag értékei igen kicsik, és megfelelnek a harmadlagos tisztítás kritériumainak anélkül, hogy további szűrőkre lenne szükség.
- A folyamat lehetővé teszi a bioreaktoron belüli iszapprothasztást. Ennek a jellemzőnek többnyire kisebb kommunális tisztítótelepek vagy ipari telepek tervezésénél veszik hasznát.
- A membránok a bioreaktorba vannak bemelegítve, ami további helymegtakarítást jelent. Általában egy ZeeWeed® vagy egy ZenoGem® telep helyigénye 10-szer kisebb, mint a harmadlagos kezeléssel kiegészített eleveniszapos tisztítótelepek,
- Modulós jellegénél fogva, a ZenoGem® eljárás lehetővé teszi a meglévő tisztítótelepek fokozatos több lépcsőben történő bővítését, miközben jó minőségű elfolyót állít elő.

2.0 A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS JELLEMZŐ TERVEZÉSI PARAMÉTEREI

2.1 A membránszűrő

A mikroszűrő membrán a ZenoGem® rendszer lelke. A ZENON nagy teljesítményű ZenoGem® berendezéseit innovatív, kis üzemeltetési költségű mikroszűrővel: a ZeeWeed® membránnal tervezi. Ez a 0,2 µm-es mikroszűrő forradalmian új mind a kialakítását illetően, mind amiatt, hogy közvetlenül a bioreaktorba van bemelegítve, de a membrán kémiai jellemzői olyanok, amelyeket a ZENON már az utóbbi évtizedben is alkalmazott nehezen kezelhető, korrozív ipari szennyvizek tisztítására.

A ZeeWeed® membrán olyan bemelegített membrán, melyet tízmodulos kazettákban helyeznek el, melyeket azután keretekre vagy tartályokba szerelnek, a berendezés méretétől függően. A település igényeitől függően a ZenoGem®/ZeeWeed® berendezéseket lehet tokozott kivitelű, különálló berendezésekként tervezni vagy nagyüzemi méretű berendezésekként, melyeket keretek segítségével függesztenek a meglévő tartályokba.

A 2. sz. ábra a kívülről-befelé áramlású üreges szál membránnal történő szűrés koncepcióját mutatja be, továbbá azt, hogyan vannak ezek a membránok közvetlenül az eleveniszapba bemelegítve, a bioreaktorban. Az

Paraméterek	ZenoGem® Elfolyó vízminőség	Eltávolítási hatások %
BOI	< 2 mg/l	> 99%
Összes lebegő anyag	< 1 mg/l	> 99%
TKN	< 2 mg/l	> 96%
NH ₃	< 0,3 mg/l	> 97%
Összes foszfor	< 0,1 mg/l	
Zavarosság	< 1 NTU	> 99%
Összes koliform	< 100 cfu/100ml	> 6 log eltávolítás
Fekális koliform	< 100 cfu/100ml	> 6 log eltávolítás

Megjegyzés: az eredményeket téli időszakban zónás hidraulikai tartózkodási idő mellett mérték

3. táblázat Jellemző kommunális ZenoGem® szennyvíztisztító telep paramétere

A fenti adatok jellemzők arra a teljesítményszintre, melyet téli feltételek között működtetve a kommunális szennyvíztisztításban el lehet várni. Meg kell jegyezni, hogy az itt közölt elfolyó adatokat két órás hidraulikai tartózkodási idő és 2°C-tól 8°C-ig terjedő szennyvízhőmérsékletek mellett nyertük. Ez hatszor rövidebb idő, mint egy meglévő hagyományos telep esetében, és az elfolyó minősége 10-15-ször jobb.

A ZenoGem® úgy is üzemeltethető, hogy denitrifikált elfolyót állítson elő, megfelelve a Floridai 5,5,3,1 kritériumoknak, feltéve, hogy oxigénhiányos zóna biztosítva van a bioreaktor elején, biomassza recirkulációs rendszerrel.

3.1 BOI eltávolítás

Átlagosan 150 mg/l BOI tartalmú jellemző kommunális szennyvíz esetén a ZenoGem® elfolyó BOI értéke a nem kimutathatóságtól 2,0 mg/l-ig terjed, ami 98% - > 99%-os BOI eltávolítást jelent. A 3.sz. táblázat összehasonlítást mutat be a ZenoGem® elfolyó és egy nagyteljesítményű New Brunswick-i hagyományos tisztítótelep elfolyója között. Bár a hagyományos telep rendelkezik biológiai aktivált bioszűrő eljárással, melyet igen hatékonyan tartanak a hagyományos biotisztító eljárások között, és kb. 12 órás hidraulikai tartózkodási idővel működik, összehasonlítása a ZenoGem® eljárással előnye két órás hidraulikai tartózkodási idővel, ugyanazzal a szennyvízzel üzemelve kimutathatók.

Dátum	Feladás	B OI _s (mg/l)			
		ZenoGem® (HRT 2h)	Permeátum Eltávolítás %	Hagyományos telep (HRT > 8 h)	Elfolyója Eltávolítás %
Március 15.	114	2,3	98	Nem meghatározott	Nem meghatározott
Március 16.	46	1,0	98	Nem meghatározott	Nem meghatározott
Március 29.	155	1,9	99	Nem meghatározott	Nem meghatározott
Március 31.	153	0,7	>99	15,4	90
Április 5.	163	1,0	99	11,9	93
Április 6.	168	0,8	>99	14,7	91

4. táblázat: ZenoGem® és hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztító telepről elfolyó BOI₅ értékei ugyanazon szennyvíztisztítása esetén

3.2 Lebegőanyag eltávolítás

Mivel a ZenoGem® elfolyó vize mikroszűrő membránon kerül átszűrésre, annak lebegőanyag tartalma (TSS) általában nem kimutatható. Még az igen nagy lebegőanyag tartalmú (>1000 mg/l TSS) feladások esetén is a membrán permeátuma kristálytiszt, lebegőanyagtól mentes marad. Így a lebegőanyag eltávolítás 100%-os, ami el is várható, mivel a membrán névleges pórusmérete 0,2 μm.

3.3 Tápanyageltávolítás

A ZenoGem® kis hidraulikai tartózkodási idővel HRT-vel, nagy SRT-vel (iszapkor) és iszapkoncentrációval üzemel, ami visszajutva, a nitrifikáló szervezeteket a bioreaktoron belül, arra kényszeríti, hogy a túlélésért még az optimálisnál rosszabb feltételek között végezzék a nitrifikálást is. Ez hatékony ammónia-nitrogén eltávolítást eredményez. Téli viszonyok között a tipikus permeátum ammónia-nitrogén értéke a nem kimutathatóságtól 0,4 mg/l-ig terjed a legmostohább körülmények között is. Télen, 2 órás hidraulikai tartózkodási idővel üzemelve, a ZenoGem® rendszer általában eléri a 96% - > 99%-os ammóniaeltávolítást, teljesítve a legszigorúbb harmadlagos tisztítási kritériumokat is.

Kívánság esetén, a berendezés nagy MLVSS értéke és az ebből adódó nagy oxigénfelvételi értékei lehetővé teszik oxigénhiányos zóna biztosításával a bioreaktoron belül a hatékony denitrifikációt. A 4.sz. táblázat a tápanyageltávolítási adatokat mutatja be, melyeken nyomonkövethető a nitrifikáció és a denitrifikáció a téli üzemelés közben. Téli körülmények között a permeátum tipikus TKN minősége 0,3-1,2 mg/l között változott, teljesítve a Floridai 5,5,3,1 és a 22. pontbéli kritériumokat.

A foszforeltávolítás a ZenoGem®-nél a magas biomassza felvétel és az oldhatatlan, mikropelyhesített foszfor hatékony szétválasztásnak kombinációja. Amikor nagymértékű foszforeltávolításra van szükség, nagyon kis mennyiségű timsó dózis kell, mivel a membrán hatékonyan választja le a nem-üledő, nagyobb mint 0,2 μm túszerű pelyhekben lévő, lebegő foszfort. A szükséges timsó mennyiség csak sztöchiometrikus adagoláson alapszik és nem a túlادagolás szükségességén, ami feltétele a nagy pelyhek létrehozásának a hagyományos ülepítőtkben történő megfelelő ülepítés elérésére.

3.4 Fertőtlenítés

A mikroszűrő berendezés hatékony fertőtlenítő eszköz, mely képes eltávolítani az oocisztákat és a baktériumokat a kezelt elfolyóból, sok esetben kiküszöbölve a további fertőtlenítés szükségességét a kibocsátás előtt. A vírusok eltávolítása a nagy koncentrációjú biomasszához való abszorpció útján történik. Ezt a jelenséget már más szerzők korábban ismertették (Fane, A.G., 1994).

3.5 Iszadmunka

A bioreaktor iszap munkája fontos tényező az elhelyezendő iszap mennyiségének felmérésében, következőképpen az üzemelési költségek előrejelzésében. A ZenoGem® rendszert lehet üzemeltetni előülepített elfolyóval, és így igen hatékony lehet a bioreaktoron belüli biotermék rothasztásában, vagy üzemelhet közvetlenül nem-előülepített szennyvízzel, ami viszont többlet fölősiszapot eredményez.

A tipikus iszadmunka nem-előülepített kommunális szennyvízzel, 50 napos iszapkorral egy ZenoGem® berendezésben kb. 0,26 kg TSS/kg lebontott BOI, nyers- és fölősiszapot kombinálva. Ha az előülepített iszap a bioreaktor előtt eltávolításra kerül, hosszabb iszapkor tartható fenn a bioreaktorban ami alacsonyabb iszadmunkát eredményez. (< 0,2 kg MLVSS/kg lebontott BOI). Ez sokkal kisebb fölősiszaptermelési mennyiség, mint a hagyományos biológiai eljárásnál, mely átlag 0,6 kg MLVSS/kg lebontott BOI mennyiséggel üzemel. Ezen kívül a ZenoGem® iszapja már 1%-2%-os szárazanyagtartalmúra sűrített iszap, ami további 2-4-szeres iszadmennyiség csökkenést és összesen 6-12-szer kevesebb iszapot jelent.

4.0 A ZENOGEM® KÖLTSÉGEI

4.1 Esettanulmány – Kommunális szennyvíztisztítótelep ZenoGem® teleppé alakításának komparatív előnyei

A meglévő telep jelenlegi tisztítóképessége: 3785 m³/d
 Jövőbeni igények: 20 000 m³/d

A jelenlegi telep elfolyójának minősége: BOI₅: >20 mg/l;
 fonalas problémák

NH₃: > 10 mg/ – nincs nitrifikáció

Jövőbeni követelmények: BOI: <10 mg/l

harmadlagos tisztítás szükséges NH₃: < 3 mg/l

ZenoGem® elfolyójának minősége: BOI₅: < 5 mg/l
 TSS: < 5 mg/l
 NH₃: < 1 mg/l
 P: < 0,1 mg/l

A meglévő telep átalakítása ZenoGem® teleppé membránok beépítésével a bioreaktorba, az alábbi előnyökkel járt:

- Biztosított lesz a teljes kapacitás minimális infrastrukturális változtatásokkal;
- Nincs szükség további földterületre;
- Ahol csak lehetőség van rá, a meglévő létesítmények kerülnek felhasználásra, minimálisra csökkentve az építési és gépészeti költségeket;
- A tisztítóképesség ötszörösére bővülő nagyobb infrastrukturális költségek és elhúzódozó telepleállítás nélkül;
- Az elfolyó minősége jelentősen megjavul a jelenlegihez képest, teljesítve a legszigorúbb Észak-Amerikai kritériumokat;
- A városnak teljesül a kommunális szennyvíztisztítási igénye nagy beruházási költségek megtakarítása mellett, miközben jobb minőségű víz keletkezik;
- Sok esetben egy régebbi meglévő telep felújítása nagy teljesítményű bioreaktorrá lehetővé teszi, hogy megtakaríthassák az új csatornákat és az átemelőállomásokat, melyekre a szennyvíz más tisztító telepekre történő szállításához van szükség (regionális költségek).

4.2 A telep ZenoGem®-mé alakításával összefüggő megtakarítások

Az 5. sz. táblázat azokat a beruházási költségeket összegzi, melyek a felújítási stratégiával összefüggésben merülnek fel telep átalakításakor mind a kapacitás növelése, mind a harmadlagos tisztítás minőségének elérése érdekében. Az eleveniszapos eljárás költségeit egy New Brunswick-i tervező cég adta meg, és ezek mind a berendezés költségeit, mind a közvetett költségeket tartalmazzák, melyek együtt jelentős összegekre rúgnak. Ezen kívül meglévő telep ZenoGem® eljárássá alakításával összefüggő alacsonyabb beruházási költségek mellett az elfolyó minősége is 10-15-ször jobb lesz.

	Hagyományos eljárás 20 000 m ³ /d \$	ZenoGem® technológia 20 000 m ³ /d \$	Megjegyzések
Épületek /Műtárgyak/ Helyszíni munka Építészet	6 000 000 1 300 000 1 200 000	200 000 200 000 50 000	Alacsony ZenoGem® költségek a meglévő műtárgyak és épületek felhasználása miatt
Technológiai berendezés Technológiai csővezetés Egyéb csővezetés elvezetés Összesítő:	8 850 000 1 450 000 650 000 10 950 000	10 656 000 325 000 300 000 11 281 000	
Elektromos Szerződés, Jótállás Helyszíni beszerelés és beüzemelés Egyéb felszerelések, 15 % tartalék Részösszeg	755 000 190 000 1 200 000 2 725 000 24 320 000	400 000 190 000 425 000 1 058 601 13 804 601	Iszaprothasztás felújítás beleértve hogy a ZenoGem® 1/3-al kevesebb fölősiszapot termel
Mérnöki tervezés és felügyelet Foldvásárlás Telepbővítési költség	3 130 000 1 500 000 28 950 000	1 000 000 1 500 000 14 804 601	Beleértve a tanácsadó mérnöki szerződést
Beruházási megtakarítás			14 145 399 \$

5. táblázat: ZenoGem® rendszerre való alakításnak és a hagyományos eleveniszapos telep kapacitásbővítésének, valamint harmadlagos tisztítási minőség elérésének beruházási költségösszehasonlítása

4.3 A ZenoGem® üzemelési költségei

A ZenoGem® eljárás üzemelési költségei eltérnek a hagyományos eleveniszapos teleppel kapcsolatos üzemelési költségektől. A ZENON nagy áramlással működő üreges szálas membránjai esetén $19\,000\text{m}^3/\text{d}$ kapacitású telepnél az üzemelési költségek nem lesznek magasabbak, mint a hagyományos telepnél. Eltérésüket a 6. sz. táblázat mutatja be. Továbbá, egyes államok, mint pl. a New York állambeli vízgyűjtő területen lévő telepek azt is fontolóra vették, hogy mikroszűrővel egészítsék ki az utóülepítőt a célból, hogy a mikrobiológiai szennyeződést a keletkezés helyén tartsák vissza.

A 6.sz. táblázat a viszonylagos üzemelési költségeket mutatja be a ZenoGem®-re és az eleveniszapos, harmadlagos tisztításként mikroszűrővel kiegészített rendszerre vonatkozóan a csak eleveniszapos rendszerrel összevetve. Ezen kívül a táblázat azt is mutatja, hol jelentkeznek megtakarítások/plusz költségek az üzemelési költségek egyes összetevőinél. Például, jól ismert tény, hogy az iszaprecirkulációs szivattyú és az utóülepítők jelentős karbantartást igénylő tételek a szennyvíztisztító telepen. Ez a költség a ZenoGem® eljárással kiküszöbölődik. A timsó mennyiségek szintén jelentős tételek azoknál a hagyományos telepeknél, ahol foszforeltávolításra van szükség, míg a ZenoGem® eljárás ennek a mennyiségnek csak a tizedrészét igényli.

A ZenoGem®/ZeeWeed®-et úgy tervezték, hogy a membránok számára szükséges levegőztetés egyenlő legyen a szennyvíz biolebontásához szükséges levegőmennyiséggel 250 mg/l BOI értékig, így a fűvő teljesítmény ugyanaz, mint a hagyományos telepnél. A villamos költségek kissé alacsonyabbak a ZenoGem®-nél annak köszönhetően, hogy egyéb tételek mellett iszaprecirkulációs szivattyú is hiányzik.

	ZenoGem®	Eleveniszapos telep	Eleveniszapos telep mikroszűrővel
Karbantartási költségek	0	1	1
Iszaprecirkulációs költségek	0	1	1
Ülepítők	1	1	1
Egyéb szivattyúk	1	1	1
Fűvők, levegőztetők	1	1	1
Egyéb berendezés	1	1	1
Membráncseré	1	0	1
Elektromos	0.85	1	1.15
Munkaerő			
Üzemeltető	0.5	1	1.25
Karbantartó	0.5	1	1.25
Vegyszerek			
Timsó foszforeltávolításhoz	0.1	1	1
Flokulálószer	0	1	1
Iszapelhelyezés			
Iszapsűrítés	0.5	1	1
Iszapelhelyezés	0.3	1	1
Összes üzemelési költségek	1	1	1.25

6. táblázat Becsült viszonylagos üzemelési költségek – összehasonlító elemzés

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők megköszönik a Saint John szennyvíztisztító telep kezelőinek, valamint a New Brunswick-i Környezetvédelmi Minisztérium munkatársainak segítségét.

REFERENCIÁK

Beaudoin, L., Martineau, D., Rocray, J., Smith, B., Carriere J. and Mourato. D. (1993), Membrános bioreaktor: új alternatíva. A dolgozatot a Cellulóz- és papíripari konferencián ismertették Montrealban (Quebec).

Fane, A.G. (1994) A mikroszűrés az ivóvízkezelés és szennyvíztisztítás területén történő alkalmazásának áttekintése. A dolgozatot a Mikroszűrési Szimpózium a Vízkészítésért nevű rendezvényen ismertették Irvine-ban (CA).

Hare, R.W., Sutton, P.M., Mishra, P.N. and Janson, A. (1990) Olajos szennyvíz membránnal fokozott biológiai tisztítása. Ismertetésre került a Vízügyvédelmi Szövetség, Water Pollution Control Federation)1990. évi Konferenciáján, Washingtonban (D.C.)

Jordan, E.J., Senthilnathan, P.R. (1996) Fejlett szennyvíztisztítás beépített membrános biorendszerekkel. A dolgozatot az AIChE, Tavaszi Országos Értekezletén ismertették, New Orleansban (LA).

Knoblock, M.D. , Sutton, P.M., Mishra, P.N., Gupta, G., Janson, A. (1992) Membrános biológiai reaktor rendszerek olajos szennyvizek tisztításához: félüzemi és nagyüzemi eredmények. A dolgozatot az 1992. évi WPCF Konferencián ismertették, New Orleansban (LA).

Zaloum, R., Carriere, J. and Mourato, D. (1993) Traitement par Bioréacteur à membrane de rejets toxiques d'une industrie de transformation de métaux. Symposium AQTE, Montreal, Quebec.



BESZÁMOLÓK

Szomszédolás, hogyan mi csináljuk

Pap Gábor

A Lajtától nyugatra élő kollégáinknál működő gyakorlat a szennyvíztisztító telepi szomszédolás.

Mit is jelent ez?

A szűkebb régió szennyvíztisztító telepeinek üzemeltetői találkozóra gyűlnek össze valamelyik telepen. Az összejött szomszédokat – akik már régről ismerik egymást hasonló találkozásokról – az egynapos továbbképzésen a Szennyvíztechnikai Szövetség által kiküldött előadó megismerteti a szakma legújabb eredményeivel. Hozzászólások keretében lehetőség nyílik bizonyos problémák megbeszélésére is. A barátság elmélyítéséről, a megfelelő kollegiális hangulat kialakításáról természetesen a házigazda megfelelő vendéglátás keretében gondoskodik.

Ezt tapasztalta az a magyar delegáció, amely ez év márciusában a MaSzeSz képviselőjében tapasztalatcserére Bajorországba utazott.

Az utazás alatt kialakult személyes ismeretség révén megszületett a szomszédolás egyik magyarországi formája. Ez egyelőre, még csak a tisztítótelepek vezetői-

nek látogatását jelentette egymás felségterületén, de kezdetnek ez is megteszi.

Május hónap folyamán a Békés Megyei Vízművek látogatást tett a szombathelyi szennyvíztisztító telepen, ahol szívélyes, baráti fogadtatás keretében módunk volt megismerni azt. Különösen lenyűgöző volt számunkra, hogy a szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezésével kapcsolatos kérdéseket a kollégák milyen remekül megoldották. Íme az első tapasztalat, aminek átvételével saját munkánk minősége javítható.

A dunántúli kollégák révén megismerkedtünk a burgenlandi „Abwasserverband Bezirk Jennersdorf” munkatársaival, akik szívélyesen végigkálauzoltak a heiligenkreuzi szennyvíztisztító telepen. Szakmai ismereteink elmélyítésére kiválóan alkalmas látogatás keretében megismerhettük, hogyan csinálják ezt odaát.

A látogatás viszonzásaként szeptember 21-én fogadtuk Békéscsabán a burgenlandi kollégákat.

Megkezdődött tehát a szomszédolás. Amely a jövőben remélhetőleg hagyományá válik.

„Csatornázás 2000” VI. Országos Közművesítési Konferencia és Kiállítás

Dulovics Dezsőné dr.

Budapesten, a MH Művelődési Házában, 2000. szeptember 4-5- között került megrendezésre a VI. Országos Közműkonferencia „Csatornázás 2000” címmel. A konferencia mottója: **„Hol tartunk ma, és hogyan tovább közös ügyünkért a csatornázás mennyiségi és minőségi építése céljából.”**

A Konferenciát az Építőipari Tudományos Egyesület (ÉTE), a Magyar Társaság a Feltárásnélküli Közműtechnológiákért (HSTT) rendezte, a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT), a Víz- és Csatornaművek Országos Szakmai Szövetsége (VcsOSzSz) és szövetségünk (MaSzeSz) közreműködésével.

Az Országgyűlés Településfejlesztési Bizottságának elnöke: Balsay István megnyitója után Rémay János – a KöViM főosztályvezetője - elnökségünk tagja – „Magyarország vízvezetési, csatornázási és szennyvíztisztítási helyzete, EU elvárások, feladatok, és lehetőségek” címmel megtartott előadását Gazdag Ibolya, a KöViM osztályvezetője „A szennyvíz- csatornázás és –tisztítás jelenlegi helyzetéről és a fejlesztés irányairól” című előadása követte. Majd Dr. Varga Miklós főigazgató (OVF), elnökségi tagunk, „A felszíni vízvezetés önkormány-

zati és vízügyi igazgatósági feladatairól és a legutóbbi idők tapasztalatainak értékeléséről” tartotta meg előadását. „A települések vízrendezési, csatornázási és szennyvíztisztítási feladatainak önkormányzati végrehajtása és finanszírozása” című előadást a Belügyminisztérium főosztályvezetője, Moré László tartotta, végezetül Dr. Balogh Tamás az Oktatási Minisztérium K+F helyettes államtitkárságáról (régebben OMFB) Hazánk K+F helyzete, a Széchenyi terv és a Kormány innovációs politikája témaköröket és összefüggéseit ismertette.

Ezen nagyívű előadások után kerültek ismertetésre a szakmai kérdések, ezen a napon 16 előadás keretében, a csatornázás tervezési, szabályozási, vizsgálati, építési és rendszertechnikai tématerületeiről

A következő nap elsősorban építési - ezen belül is főként a kitarakás nélküli módszerekkel kapcsolatos - tapasztalatok és a csőanyag, valamint akna választék bemutatása került sorra 12 előadás keretében.

A konferenciát Dr. Bartos Sándornak, a HSTT elnökének, a konferencia fő szervezőjének összefoglaló értékelése és Schröder Mihálynak, az ÉTE alelnökének sza-

vai zárták. A Konferencia ajánlásaihoz minden résztvevőtől javaslatot várnak, amit a szervezőbizottság összetésére bíztak a jelenlévők.

A konferencia jó keresztmetszetet adott a hazai csatornaépítési, diagnosztikai helyzetről, a csatornázás műszaki -szabályozási hiányosságairól, és felvetette a Magyarországi műszaki fejlődés két, egymástól eltérő kérdését, a csatornák statikai méretezését, valamint a szaghatások vizsgálatának szükségességét.

A konferencia előadásait tartalmazó ízléses kiadvány mellett, a rendezők meglepték a résztvevőket egy „Köz-művezetékek építése és felújítása I.” című, szponzorok által finanszírozott millenniumi ismertetővel.

A Konferencia résztvevőinek száma 272, a résztvevők névsora 204 főt tartalmaz, a többiek a helyszínen fizették be a részvételi díjat. A Konferencián jelentős számban találkozhattunk szövetségünk tagjaival.

A kiállítók névsora 28 céget tartalmaz.

Beszámoló a nyári szennyvíztechnikai gyakorlatról

Simonkay Piroska, BME

2000. augusztus 6-a és 25-e között lehetőségem nyílt részt venni Hamburgban a Hamburgi Csatornázási Művek (Hamburger Stadtentwässerung – röviden HSE) és a Német Szennyvíztechnikai Szövetség (ATV) közös rendezvényén, a szennyvíztechnikai gyakorlaton.

A szakmai program kiválóan volt összeállítva, szennyvíztisztító berendezéseket, csatornákat és különleges műtárgyakat egyaránt láthattunk. Nagyon hasznosnak találtam, hogy az elméleti oktatást mindig gyakorlati rész is követte. Így a résztvevőknek lehetőségük volt a hallottakat azon nyomban a gyakorlatban is megfigyelni (pl. csatornarekonstrukció, építési munkahely meglátogatása). Különösen figyelemre méltónak találtam, hogy a szennyvízgyártás határterületeibe is bepillantást nyerhetünk, ilyen volt pl. a környezetvédelmi hatóságnál tett látogatás, ahol a környezetvédelem jogi háttérét ismerhetjük meg, vagy a Georgswerder-i hulladéklerakót, ahol megfigyelhettük, hogyan tisztítják a hulladéklerakóból származó csurgalékvizet. A METHA, SARA és Hügel Francop cégnél való látogatást is nagyon érdekesnek találtam, mert itt az Elba folyóból kotort homok- és egyéb építőanyagok lelőhelyéről hallhattunk érdekes adatokat. A Hetlingen-i szennyvíztisztító telepen világossá vált számunkra, hogy a szennyvíztisztítókat szépen és tájépítészeti szempontból kifogástalanul is meg lehet építeni.

Az iszapvonal is nagyon jól követhető volt: augusztus 21-én az iszapkezelésről hallhattunk előadást, rögtön aztán pedig meglátogattuk a VERA-t (szennyvíztisztításból származó maradékok égetése), másnap pedig az Északnémet Rézgyárban azt mutatták be nekünk, hova kerül, és hogyan értékesítik a szárított és elégetett szennyvíziszapot, tehát a szennyvíziszap-hamut. Ebben az üzemben szennyvíziszap-hamu hozzáadásával rezet állítanak elő.

Arra is lehetőséget kaptunk, hogy meglátogassuk a Hamburg-Harburgi Egyetemet, és rendkívül érdekes előadást hallgathassunk a „szürke-”, „fekete-” és „sárga” szennyvíz tisztításáról, ezen kívül meglátogattuk a szennyvíztechnikai laboratóriumot is, és rengeteg információt hallottunk a külföldi hallgatók tanulási lehetőségeiről az egyetemen.

A csodálatos építészeti műemkek, a Városháza megtekintése, és a Blohm & Voss turbinaépítő cégnél tett látogatás is hatalmas élmény volt minden résztvevő számára.

Nagyon sok információt hallhattunk a Hamburgi Csatornázási Művek felépítéséről, különféle organizmumok segítségével, amit végül már mindenki kicsit unalmasnak tartott. Azt gondolom, hogy a jövőbeli vagy a már végzett építőmérnökök számára a legfontosabb a gyakorlat, nem pedig az, hogy hogyan épül fel egy hasonló szervezet.

A szervezési kérdésekhez annyit: érkezéskor a fogadásunk nagyon jól szervezett volt, minden fontos információt (a találkozás időpontja és helye, a várostérkép kivonata, Zander úr – a szervező – mobiltelefonszáma, stb.) előre, időben megkaptunk. A kísérőnk, Zander úr, nagyon kedves és segítőkész volt. A városi közlekedéshez havibérletet kaptunk, amellyel minden helyi közlekedési eszközzel (a kikötői kompokat is beleértve – ami a Magyar-, Cseh- és a Lengyelországból érkezett résztvevők számára élmény volt!) ingyen utazhattunk. Azt is nagyon jól megszervezték, hogy amennyiben olyan helyen volt programunk, hogy nem tudtunk helyi közlekedési eszközzel odautazni, két HSE-minibusszal szállítottak. A szállással viszonylag elégedett voltam, egy ifjúsági szálláson kaptunk helyet, két-, illetve négyágyas szobákban. A személyes kényelem szempontjából talán jobb lett volna, ha egyágyas- vagy legfeljebb kétágyas szobákban kaptunk volna elhelyezést. Reggelit a szálláson kaptunk, azzal minden rendben volt, ugyanez vonatkozik az ebédre is, amelyet a HSE menzáján, ill. (egész napos programok esetén) az érintett cégnél, társaságnál, hatóságnál, egyetemen vagy szennyvíztisztítón fogyaszthattunk el. A vacsora, valamint a hétfői étkezés beszerzésére munkanaponként 20 német márkát kaptunk a Német Szövetségi Környezeti Alaptól, a „Tudás- és Technológiatranszfer Németország, Lengyelország, Csehország és Magyarország között” nevű projekt keretében. Ami mindenképpen dicséretet érdemel, az, hogy a tavalyi évvel ellentétben nem különválasztva, fogadó családknál voltunk elhe-

lyezve, hanem együtt, ifjúsági szállón laktunk, így közösen szervezhettünk programokat, valamint egymás közt kiválóan gyakorolhattuk a német nyelvet, ami szintén nagyon fontos és talán a gyakorlat egyik célja is volt. (Külföldi hallgatókkal, kollégákkal való kapcsolatépítés). Talán a nyelvtudáshoz egy apró megjegyzés: a résztvevők nyelvtudását előre kell megvizsgálni! Ezt talán az egyes országokbeli mindenkor illetékes szennyvíztechnikai szövetségek vagy szervezetek dolga lehetne.

A HSE nagyon jó ötletet vetett fel: mindennap más résztvevő írt jegyzőkönyvet, ezeket a gyakorlat végén összegyűjtötte és lemásolta a szervező és mindenki postai úton, utólag megkapja az anyagot. Ezt is lehetne talán egy kicsit jobban csinálni: amennyiben a résztvevők előre megkapnák az előadás főliáinak másolatát, már az

előadások alatt jegyzetelhetnének maguknak, felírhatnák, ami valóban fontos számukra.

Az időbeli beosztás viszonylag jó volt, elegendő szabadidő maradt délutánonként, talán egy-két napon volt valamivel sűrűbb programunk.

A szervezés kulturális programról is gondoskodott számunkra: lehetőségünk volt részt venni egy musical-esten (Buddy Holly), ami nekem személyesen nagyon tetszett.

Összefoglalásképpen, az ez évi gyakorlat mind szakmai, mind nyelvi szempontból nagyon sok előnnyel járt, hadd hangsúlyozzam még egyszer, hogy a Hamburgi Csatornázási Műveknél mindenki nagyon segítőkész volt, még egyszer köszönet a támogatóknak és a szervezőknek ezért a kiváló lehetőségért!

NYÁRI AKADÉMIA – SOMMER AKADEMIE

Az idén második alkalommal rendezték meg szakterületünkön az Európai Nyári Egyetemet. A programok – a tavalyi, weimari rendezvényhez hasonlóan – három nagy témakörben kerültek megszervezésre. A szekciók a következők voltak: víztisztítás, hulladékgazdálkodás és szennyvíztisztítás.

A rendezvénynek idén Prága – a 2000-ik év európai „Kultúrfővárosa” – adott otthont. A rendezvény fő szervezői és támogatói: ATV (Németország), Bauhaus Universität Weimar, Hamburger Stadtentwässerung, AČE (Csehország) és a Prágai Vegyipari Technológiai Intézet.

A nemzetközi rendezvény résztvevői olyan frissen diplomázott fiatal szakemberek, Ph.D.-, valamint egyetemi- és főiskolai hallgatók voltak, akik tanulmányaik, kutatásaik, munkájuk során valamilyen módon kapcsolódnak a környezetvédelemhez, a környezetvédelmi technológiákhoz és a mérnöki munkához. A résztvevők Európa következő országaiból érkeztek: Németország, Lengyelország, Csehország és Magyarország. Hazánkból hatan vettünk részt a konferencián. Mindannyiunk részvételét az ATV támogatta. Az előadások angol nyelven folytak.

A Nyári Egyetem egyik célja az volt, hogy rávilágítson arra, hogy a környezetvédelem nem ismeri az országhatárokat, környezetünk védelme csak közös összefogással valósítható meg. A szervezők fontosnak tartották azt is, hogy a különböző országok fiataljai egymástól tanulhassanak, barátságokat kössenek és a későbbiekben aktívan működő európai hálózatot hozzanak létre, amely legyőzi a nyelvi határokat.

Az **első nap** előadásai a víztisztítással foglalkoztak. Hallhattunk a csehországi ivóvíztisztításról és az európai ivóvízszabványokról, valamint a hozzájuk kapcsolódó problémákról és ezek lehetséges megoldásairól.

A rendezvény **második napján** a hulladékgazdálkodás vette át a fő szerepet. Különösen érdekesnek találtuk az erősen szennyezett ipari területek rehabilitációjáról szóló cseh előadást. Ezt követően a Weimari Egyetem

egyik professzora a települési szilárd hulladék új biológiai és mechanikai kezelési módszereiről beszélt. Természetesen nem maradhatott ki a hulladéklerakók kialakítására vonatkozó EU-direktívák ismertetése sem, egybekötve a német tapasztalatokkal.

A **harmadik napot** a szennyvíztisztításnak szenteltük. Megtudhattuk, milyen szennyvíztisztítási eljárásokat alkalmaznak Csehországban; és hogyan lehet dinamikus szimulációval egy már meglévő szennyvíztisztító üzem működését optimalizálni (hamburgi példa).

A programot színesítette a két szakmai kirándulás. El látogattunk a prágai vízműbe és annak múzeumába, valamint körbesétáltunk a prágai szennyvíztisztító telepen, amely egy kis szigeten helyezkedik el. Igen érdekes és meglepő élményt nyújtott számunkra Prága első szennyvíztisztítójának megtekintése. Az épület ma múzeumként működik és a régi gőzgépek még ma is működőképeseek.

Számunkra több szempontból is hasznos volt a részvétel. Elősegítette szakmai fejlődésünket. Megismerkedhettünk más európai országok, illetve az Európai Unió víztisztításának, hulladékgazdálkodásának és szennyvíztisztításának helyzetével, szabályozásával. Ismereteinket nemzetközi tapasztalatokkal bővíthettük.

A szakmai program mellett alkalmunk nyílt a többi résztvevővel való megismerkedésre és a város megtekintésére. Szabadidőnket is kellemesen, tartalmasan töltöttük. Városnéző sétáink során igyekeztünk minél több nevezetességet felkeresni, megismerni a város történelmét és kultúráját.

Jövőre Budapest ad otthont a rendezvénynek. Igyekszünk, hogy a következő évben hozzánk ellátogató fiataloknak is hasonló élményben lehessen részük.

Köszönjük szépen a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetségnek a lehetőséget, hogy részt vehettünk a szakmai programot és ilyen felejthetetlen élményeket adó eseményen.

KÖNYVISMERTETÉS

Megjelent elnökünk, **Somlyódy László** akadémikus szerkesztésében „**A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései**” c. MTA kutatást összefoglaló könyv

A Magyar Tudományos Akadémia stratégiai kutatásai keretében készített összefoglaló mű a hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdéseit szerzői kollektíva tollából 370 oldalon, 12 fejezetet tartalmaz könyv és számos kutatásra, továbbá keretes írásra támaszkodik.

A 10. fejezet foglalkozik a települési vízgazdálkodással, ismerteti a 91/271/EEC Irányelvet, a városi szennyvizek tisztításáról és értelmezi azt a hazai feltételek tükrében.

Megállapítja:

- ...a) az Irányelv nem ír elő semminemű technológiai megoldást...
- ...b) vitára és félreértésre adhat módot az „**érzékenység**” definíciója, az „öblöket elérő folyók” kitétel helytelen interpretálása pedig egész Magyarországot minősítheti „érzékenynek”...
- ...c) az **EU** és a pillanatnyilag érvényes **hazai szabályozás sok szempontból eltér egymástól**, ezért a környezetvédelmi hatóság a két rendszer között kénytelen „lavírozni” és esetenként költségeket növelő „irracionális” határérték kombinációk is születnek...
- ...d) mivel hazánkban az ivóvízellátás alapvetően a felszín alatti vízbázisokra épül, ezért ezt kell elsődlegesen védeni. Erre a célra a „**sérülékenység**” fogalmát használjuk, és külön kiemelendő a magas talajvízállású területek megítélése...

A csatornázási és szennyvíztisztítási stratégiák megfogalmazásakor négy alternatívából („scenárióból”) indulnak ki:

- ... A) Az EU előírások „mechanikus” betartása, mely nincs tekintettel a hazai sajátosságokra, (pl. sérülékeny vízbázisokra, nagy tavakra)...
- ... B) A legdrágább változat, mikor az egész ország, mint a Duna vízgyűjtőjének részvízgyűjtője, a Fekete –tenger szempontjából érzékeny terü-

let, és a hazai érdekek megkívánják a sérülékeny területeken az EU irányelvben rögzített-hez képest költségesebb megoldások alkalmazását...

- ... C) A hazai szennyvíztisztítási keretterv szerinti mérték...
- ... D) A csatornázottság a sérülékeny és magas talajvízállású területeken 50.000 LE felett 80%, alatta pedig 65 %. Normál térségekben 50.000 LE felett nincs különbség. Ezzel szemben 10.000-50.000 LE osztályban csak 65 %, 2000 LE alatt pedig 0%.

Az alternatívákat az alábbiak szerint értékelték:

- az EU Irányelv értelmezése és a megvalósítás mi-kéntje fontos,
- a talajt érő emissziót a csatornázás határozza meg, ezért az alternatívák között alig van különbség,
- a szennyvíztisztítás költségeinek nagyságrendje a csatornázásával megegyezik,
- a csatornázás költségei érzékenyek az ellátottsági arányra, a helyi megoldásokkal komoly takarékosság érhető el,
- a környezeti feltételekben általános javulás érhető el, bár a csatornázás okozta terhelésnövekedést a felszíni vizekben a szennyvíztisztítás nem minden esetben tudja kompenzálni.

Zárszóként a szerzők megállapítják, hogy hazánk településszerkezeti és vízgazdálkodási adottságai nem teszik lehetővé a csatornázás és szennyvíztisztítás „uniformalizált” kezelését. Szükségesnek ítélik az EU Irányelveket beépítő, de a hazai adottságokon és teherviselésen alapuló, reális és hatékony akcióterv elkészítését és annak érvényesítését.

Dulovics Dezsőné dr.





Korrespondenz Abwasser 2000/08

Vízvezető rendszerek

Vízfolyások hidraulikai terhelhetősége

Az ATV-DVWK-M 153 és a BWK-tervezet M3 összehasonlítása

Volker Schardt és Erhard Meissner (München)

Összefoglalás

Az élővizek meg nem engedhető terhelésekkel szembeni védelmének biztosítása érdekében a települési bevezetések hatásainak nyomatékos és növekvő jelentőséget tulajdonítanak. A vízfolyás-terhelésének maximalizálásával kapcsolatos adatokat találhatunk a nemrég megjelent ATV-DVWK-M 153-as jegyzetben és a BWK-M3 munkalap tervezetében. Ezen tanulmány keretében megvizsgáljuk a két anyag különbségeit a hidraulikai terhelhetőség szempontjából. A vizsgálatokat számos természetes, valamint néhány mesterséges vízfolyás példáján végeztük. Első lépésként meghatároztuk a bevezethető vízhozamokat, és összehasonlítottuk azokat. Az összes figyelembe vett vízfolyás átlaga alapján az ATV-DVWK-M 153 szerint körülbelül háromszor akkora vízmennyiség vezethető a vízfolyásokba, mint a BWK-M3 jegyzettervezet szerint. Ennek alapján számítjuk ki a második lépésben a lefolyó vízmennyiségek csökkentéséhez szükséges mindenkori tározótérfogatokat.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, csapadékvíz, esővíz, vízfolyás, terhelés, hidraulikai, tehermentesítés, az immisszió figyelembe vétele

Kommunális szennyvíztisztítás

Huzamos idejű levegőztetésű eleveniszapos berendezések statisztikai méretezése

Gianni Andreottola, Paola Foladori, Marco Ragazzi (Trento/Olaszország) és Fabio Tatàno (Urbino/Olaszország)

Összefoglalás

Jelen cikk meglévő ellenőrzési adatok statisztikai feldolgozásának kivitelezhetőségére és hasznára vonatkozó gondolatokat tartalmaz, eleveniszapos berendezésekre vonatkozó megbízható méretezési scenáriók megállapítása érdekében. Ezen méretezési scenáriók teljes körű leírásához különösen a kommunális szennyvíztisztításra vonatkozó, 91/271/EWG EU-irányelv „nem-determinisztikus” adatait vettük elő. A cikkben bemutatott méretezési szimulációk közvetlenül műszaki léptékben kivitelezett olaszországi esettanulmányon, a Trient tartományban (Északkelet-Olaszország) található, huzamos idejű levegőztetésű „Ala”-eleveniszapos berendezés példáján alapulnak. A cikk további eredményei közé tartozik a HSG-2-es, huzamos idejű levegőztetésű eleveniszapos telep méretezési kritériumának alkalmazása a napi terhelések, ill. koncentrációk függvényében.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, eleveniszapos berendezés, huzamos idejű levegőztetés, méretezés

Hulladék/Szennyvíziszap

Kommunális szennyvíziszapok keletkezése, szennyezettsége és tárolása Mecklenburg-Vorpommern Szövetségi Tartományban

Baldur Schaecke (Güstrow) és Ralf Pöplau (Rostock)

Összefoglalás

Kb. 76%-os központi szennyvízelvezető-hálózatra való csatlakozási arány mellett 1997-ben Mecklenburg-Vorpommern Szövetségi Tartomány 440 szennyvíztisztító telepén 41.500 t szárazanyag-tömegű (TM) szennyvíziszap keletkezett. Ahogy azt az 1992 óta rendelkezésre álló átfogó, a szennyvíziszap szennyezőanyag-terhelésére vonatkozó vizsgálati eredmények is alátámasztják, mind az átlagos nehézfém-tartalom, mind a szerves szennyezőanyag-tartalom is messze a Szennyvíziszap-rendelet (AbfKlärV) által előírt határértékek (3-51%-os kihasználtság) alatt vannak. Ezzel a szennyezőanyag-terhelés szempontjából a Mecklenburg-Vorpommern tartományban keletkező kommunális szennyvíziszap legnagyobb része a mezőgazdaság számára „jól értékesíthető” másodlagos-nyersanyagként, trágyaként sorolható be.

Ökológiai szempontból a megfelelő kommunális szennyvíziszapok mindenképp tápanyag- és szervesanyag-tartalmuk miatt tekinthetők mezőgazdaságilag hasznosíthatónak. A Mecklenburg-Vorpommern tartományban keletkezett szennyvíziszap-mennyiségnek, 1997-ben az 50%-át hasznosították a mezőgazdaságban, 25%-át komposztálták, a szennyvíziszap-mennyiség 22%-a a szennyvíztisztító telep területén került lerakásra, kb. 3%-át helyezték el egyéb módon és kb. 1%-át visszavezették a tájépítészetbe.

Kulcsszavak: iszap, szennyezettség, szennyezőanyag, tápanyag, értékesítés, mezőgazdaság, Mecklenburg-Vorpommern tartomány

Ipari szennyvizek/Létesítményre vonatkoztatott vízvédlem

Ipari szennyvíztisztító telep eleveniszap-összetételének változásai a nitrogénlebontást gátló hatások befolyása következtében

Marion Martienssen (Halle/S.) és Rainer Naumann (Leuna)

Összefoglalás

A nitrogén nagy hatékonyságú lebontását biológiai tisztítás segítségével oldhatjuk meg. Az autotróf nitrifikáció és a denitrifikáció ismert folyamatai mellett különböző egyéb folyamatok is előtérbe kerülnek, mint pl. a heterotróf nitrifikáció, az aerob deammonifikáció, az ammónium anoxikus oxidációja és a nitrátammonifikáció.

Leuna ipari terület központi szennyvíztisztító telepének példáján mutattuk be, hogy a népesség összetételének változásai által a nitrogénlebontás és a folyamatstabilitás akkor is megőrizhető, ha az autotróf nitrifikálókat és a denitrifikáció fő folyamatait gátló hatások befolyásolják. Így az autotróf nitrifikáció hosszabb idejű hiányát a heterotróf nitrifikálók valószínűleg messzemenően pótolták. A nitrilebontás gátlása a nitrátammonifikálók mennyiségének feldúsulásához vezetett, aminek következtében elkerülhető volt a mérgező nitritkoncentrációk mennyiségi növekedése.

Legfontosabb gátló hatású összetevőként a Cumolhydroperoxid-ot azonosítottuk, amelyet a szennyvíztisztító telepre vezető egyik részáram tartalmazott.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, nitrogénlebontás, eleveniszap, összetétel

Hidrológia/Vízhasznosítás

A talajvíz tulajdonságainak nagy területre kiterjedő, 30 éves vizsgálatából levonható következtetések

Volker Schenk (Bergheim)

Összefoglalás

Sokféle szempontból megfigyelt térség talajvíz tulajdonságainak 30 éves vizsgálata azt mutatta, hogy az egyes „vízminőség-mérő pontok” nem eléggé reprezentatívak. Költségszempontra alapján is optimalizált változatokat fejlesztettek ki a mérőhálózat, mérési időszakok és az elemzés terjedelmére vonatkozóan. A kiértékelési módszert esettanulmányok segítségével világítottuk meg, és a nitráttal továbbá növényi permetező- és rovarirtó szerekkel szennyezett talajvíz jellemzőit mutattuk be.

Kulcsszavak: hidrológia, kvalitatív hidrológia, talajvíz, mérés, elemzés, adatok, kiértékelés

Élővizek/Talaj

Az élővízstruktúrák minőségét javító intézkedéseinek hatékonysága

Joachim Liebert, Stephan Fuchs, Hermann H. Hahn és Thomas Hillenbrand (Karlsruhe)

Összefoglalás

A vízfolyások meglévő ökológiai hiányosságai különböző hatások (anyagi, hidrológiai/hidraulikai, morfológiai) eredményei. A tartós és finanszírozható vízvédalom hosszú távú németországi megvalósíthatósága érdekében feltétlenül szükséges a hatékony és integrált eljárás mód. A hiányos élővízstruktúra területén pl. kidolgoztunk és ökológiai továbbá gazdasági szempontból teszteltük egy, az élővizek struktúrájának javító intézkedések hatékonyságának kidolgozására szolgáló módszert. A szerzők szerint költség-hatékonysági elemzés nyújtja a megfelelő értékelési szempontot, amely a Víz Tartományi Munkacsoport elismert minőségi osztályozására való hatások minősítéséhez nyúlik vissza. A hatékonysági elemzést az élővíz-típus alapján, a gyakorlatban végezzük el, egy scenárió alapján kiválasztott intézkedések segítségével. Azok az intézkedések, amelyek nyomatékosan az élővizek dinamikus saját fejlődését mondják ki, a szükséges költségekkel való összehasonlításban különösen nagy hatásúak.

Kulcsszavak: vízvédalom, folyóvizek, élővíz-struktúra, értékelés, javítás, költség-hatékonysági elemzés

Gazdaság

Benchmarking a holland vízgazdálkodásban

2000. márciusi állapotfelmérés

Remco J. Admiraal és Wim. R. van Heemst (Hága/Hollandia)

Összefoglalás

A holland vízgazdálkodás 1998-ban benchmarking-projektet kezdett el. Ennek során elsősorban arról van szó, hogyan lehet a saját üzemvezetés optimalizálásához segítséget találni. A második célkitűzés az volt, hogy kívülálló számára átláthatóbbá tegyük a vállalatpolitikát és –vezetést, valamint a minőséget és az árképzést. Az üzemi összehasonlítás (benchmarking) nem korlátozódik pénzügyi szempontokra (költségek és díjak), hanem minőségi szempontokat (az eredmények minősége és például a környezeti terhelés) is figyelembe vesz. A perspektívák rangsorának szempontjából a Kaplan és Norton által kidolgozott Balanced-Score-Card-módszert alkalmazzák. 2001 márciusában hoztuk nyilvánosságra a projekt eredményeit, itt a projekt háttérét, szervezetét, tervezését és tartalmát mutatjuk be.

Kulcsszavak: gazdaság, kormányzat, szennyvízelhelyezés, benchmarking, anyagiak, minőség, vízgazdálkodás, Hollandia

ATV-DVWK/GFA-kutatási alapok

Csatornaszakaszok teljesítőképességének befolyásolása az aknák szerkezeti változtatásával*

Johanna Merlein és Franz Valentin (München)

Összefoglalás

A csatornahálózat aknái a csatorna teltsége esetén járulékos energiaveszteségeket okoznak. Ahogy azt modellkísérletek segítségével is kimutatták, ezen veszteségeket perforált fedlap beépítése segítségével az aknában lévő padkák magasságáig csökkenthetjük. Kifejlesztettünk egy matematikai modellt, melynek segítségével duzzasztott csatornaszakasz esetén a fedlappal rendelkező vagy nélküli aknák befolyása időben változó feltételek mellett is számítható.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, csatornázás, akna, duzzasztás, számítás, modell, kísérlet

* Az ATV és a GFA kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt.



Korrespondenz Abwasser 2000/09

Vízvezető rendszerek

Bevezetés a beszivárgási hányad számításába, terepi körülmények között – Gyakorlatorientált eljárás a csapadékvíz-beszivárogtató berendezések szivárgási teljesítményének becsléséhez

Guido Winzig, Jens Tüselmann, Wolfgang Burghardt, Dietmar Twer és Oliver Steinberg (Essen)

Összefoglalás

A talajok szivárgási teljesítményének meghatározásához, centralizált beszivárogtató berendezések méretezési és építési alapjaihoz, vagy közvetett mérési adatokat használnak, mint pl. a szemeloszlási-görbék alapján meghatározott vízvezető képesség, vagy a szükséges értékeket terepi- és laboratóriumi vizsgálatok alapján állapítják meg. Mind a közvetett mérési módszerek, mind pedig a terepi- és laboratóriumi módszerek nagyon különböznek egymástól. Különösen a felületi szivárgási teljesítmény megállapításához használatos terepi méréseknek van több nagyságrendi ingadozása. Ez a tény nagyon megnehezíti a szivárgási képesség becslését, és gyakran a beszivárogtató berendezések helytelen méretezéséhez vezet.

A beszámoló bemutatja a talajok szivárgási teljesítményének gyakorlatközpontú meghatározási módszerét, amely lehetővé teszi, hogy a különböző felületeket helyesen ítéljük meg csapadékvíz-szivárogtatói képességük szempontjából.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, szivárogtatás, talaj, csapadékvíz, méretezés, ATV-A 138

Kommunális szennyvíztisztítás

Utódenitrifikáció metanoladagolással felfelé átáramoltatott bioszűrőben

Ursula Telgmann és Franz-Bernd Frechen (Kassel)

Összefoglalás

1997 februárja és szeptembere között a kasseli szennyvíztisztító telepen denitrifikációs kísérleteket végeztek fixágyas BIOFOR rendszerű reaktor (bioszűrő) segítségével, félüzemi méretben. Az utókapcsolt denitrifikáció metanoladagolással működött. A legnagyobb szűrési sebesség és a költséghatékony paraméterek meghatározása mellett több sajátos szempontot is megvizsgáltak és dokumentáltak. Itt különösen a bevezető szakasz foszfátlimitálása, a szilárdanyag-visszatartás és a kevert szennyvíz lökésszerű terhelései emelhetők ki. A 21 m/h-s legnagyobb sebességű záró kísérleti szakaszban tartós szárazidei üzemet értek el, a jövőbeli határértékek betartásának bizonyításával. A kevert szennyvíz szennyezőanyag-terhelés lökései esetében az elfolyási koncentrációk rövid ideig tartó emelkedése következett be. Az utólagos denitrifikációs félüzemi kísérletek bemutatták a fixágyas technológia lehetőségeit és határait.

Kulcsszavak: metanollal történő denitrifikáció, bioszűrő, kevert szennyvíz-terhelés, metanologény, iszaptermelődés

Eleveniszapos berendezések méretezése

Az új és a régi ATV-A 131 összehasonlítása

Norbert Meyer (Wiesbaden)

Összefoglalás

Az „Egylépcsős eleveniszapos berendezések méretezése” c. ATV-DVWK-A 131-es új munkfüzet az átdolgozott számítási tételek és a megemelkedett üzemi hőmérséklet következtében változásokat hozott a méretezésben. A következő beszámolóban bemutatunk néhány számítási példát. Ennek segítségével átadjuk azt a szemléletet, hogy milyen irányban változnak a fontosabb adatok, és milyen kihatással vannak e változások, pl. a méretezési határesetekre. Az alkalmazott méretezési program engedélyezi az ATV-A 131 (1991) szerinti, BOI_5 -alapú, vagy az ATV-DVWK-A 131 (2000) szerinti, BOI_5 vagy KOI alapján történő méretezést.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, eleveniszapos eljárás, ATV-DVWK-A 131, szoftver

Hulladék/szennyvíziszap

Kommunális szennyvíziszapok javított lebontása kétlépcsős nagyterhelésű rothasztó berendezésekben

Brigitte Kempter, Ulrike Schmid-Staiger és Walter Trösch (Stuttgart)

Összefoglalás

Különböző szennyvíziszapokat alakítottak át biogázzá kétlépcsős berendezésben folyamatos feltételek és 11 napos hidraulikai tartózkodási idő mellett. A lebontási határfok és a térfogati terhelés között összefüggés mutatkozott. A lebontási fok növekvő térfogati terhelés esetén maximum 55%-ra nőtt, 600 NI/(kg szerves $TS_{bevezetett}$) mértékű biogáz-termelés mellett.

Kulcsszavak: iszap, rothasztás, nagy terhelés, lebontás, kaszkád

Ipari szennyvizek/berendezésre vonatkoztatott vízvédelem

Textilfestő gyár kevert szennyvizének újrahasznosítása

Klaus Waizenegger (Tuttlingen), Joachim M. Marzinkowski (Wuppertal), Peter Fiedler (Lützen), Frank Brille (Wuppertal), Hans-Dieter Saier (Wuppertal), Siegfried Pahl (Wuppertal), Thomas A. Peters (Neuss) és Georg Baum (Tuttlingen)

Összefoglalás

Tárcsás merülőtestes biológiai tisztítás és mikroszűrés kombinációja segítségével tisztították a textilnemesítésből származó szennyvizet. A berendezést egy évig félüzemi méretben ($Q=3 \text{ m}^3/\text{h}$) üzemeltették. Még 5,1-es KOI/ BOI_5 arány mellett is nagyobb, mint 50%-os, állandó biológiai KOI lebontást értek el. $0,18 \text{ kWh/m}^3$ és $0,29 \text{ kg TS/kg}$ σ $0,29 \text{ kg TS/kg}$ nagyobb, mint 50% ΔKOI esetén az alacsony iszaptermeléssel járó KOI-lebontás energetikai szempontból kedvező biológiai fokozatáról van szó. Az utólagos mikroszűrés segítségével 74% feletti értékre nő a KOI-eltávolítás. Az így tisztított szennyvíz újrahasznosíthatóságát a maradék színezőanyag és sótartalom ellenére bizonyították, oly módon, hogy 1000 m bélésanyagot színeztek kifogástalanul kényes világos bézs színűre.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, textilipar, festőüzem, újrahasznosíthatóság, kísérleti berendezés, mikroszűrés, tárcsás merülőtest

Hidrológia/Vízgazdálkodás

Az Emscher-rendszer revitalizációja

A kétéltűek védelmének esélyei és kockázata a Ruhr-vidék vonzáskörzetében

Detlef Münch (Dortmund)

Összefoglalás

A Ruhr-vidéken még megtalálható 13 kétéltűfaj 85%-a az Északrajna-Westfália tartományra vonatkozó időszerű vörös lista szerint veszélyeztetett, sőt, kihalással fenyegetett. Két kétéltűfaj éppen mostanában halt ki ezen a területen. A keresztes varangy (bufo calamita) ráadásul egész Északrajna-Westfália tartományban, és a tüzes szalamandra (Salmanadra salamandra) a Ruhr-vidéken erősen veszélyeztetett, mivel az életterüket megzavarták, ill. vizeiket megváltoztatták. Új tavi- és természetes környezet megteremtése a 20. század elején a betonozott szennyvízcsatornává átalakított Emscher folyó ökológiai revitalizációja segítségével ezért esélyt jelenthet a kétéltűvédelem számára, nevezetesen az Emscher holtágának, illetve az egykori Emscher-mocsarak jellegzetes fajai, a keresztes varangy, és az Emscherbe torkolló folyók mentén pedig a tüzes szalamandra számára is.

Kulcsszavak: vízvédelem, Emscher, revitalizáció, kétéltűek

Élővizek/Talaj

Golfpálya öntözése tisztított szennyvízzel

Norbert Könemann (Immenhausen)

Összefoglalás

A Kassel közelében fekvő „Gut Escheberg” nevű golfpályát szennyvíztisztításból származó tisztított szennyvízzel öntözik. A biológiailag tisztított szennyvizet a szennyvíztisztító elfolyásából veszik. A szennyvíz hidrogén-peroxid-dal történő előzetes fertőtlenítés után visszaöblíthető-szűrőn folyik keresztül (100 µm-es pólusméret). A kezelés után UV-sugárzással fertőtlenítik. Ezek után a szennyvizet 3,5 km hosszú nyomóvezetéken szállítják a golfpályához. A szennyvíz itt először növényzettel betelepített talajtesten áramlik át, végül pedig tározótóban kerül elhelyezésre.

Az 1998-as szezonban kb. 10.000 m³ tisztított szennyvízre volt szükség. A tisztítás és a szállítás fajlagos díja 1,07 DM/m³-t tett ki.

Kulcsszavak: talaj, öntözés, tisztított szennyvíz, tisztítás, fertőtlenítés, talajszűrő

Gazdaság

A svájci szennyvízgazdálkodás menedzsment-rendszerei

Jürg Wiesmann (Zürich/Svájc)

Összefoglalás

Svájcban a közpénzek hiánya adta meg a kezdő lökést a hatékonyabb, ügyfélközpontúbb közigazgatásra irányuló fáradozások elindításának. A „New Public Management” nevű, Új-Zélandról és Hollandiából származó, hatékonyságközpontú közigazgatási irányítást Svájcban jó kiindulópontnak tekintették a kormányzati munka megújítása érdekében.

Független szakmai egyesületek magukhoz ragadták a kezdeményezést, hogy szakmai megoldásokat kínáljanak fel az átalakított menedzsment-rendszer számára. Májig az ISO 9000 és/vagy az ISO 14000 szerint minősített szennyvízgazdálkodással foglalkozó vállalatok meg vannak győződve róla, hogy fontos lépést tettek a még sikeresebb vállalkozás felé. Belátható, hogy néhány éven belül számos piacvezető vállalat átfogó menedzsment-rendszerrel rendelkezik majd, amely megfelel a saját igényeinek.

Kulcsszavak: gazdaság, menedzsment-rendszer, Svájc, ISO 9000, ISO 14000, minősítés, szennyvíztisztító berendezés

ATV-DVWK/GFA-kutatási alapok

Szivárgásra és csapadékvíz-tisztításra vonatkozó vizsgálatok vidéki térségben*

Ulla Leinweber és Theo G. Schmitt (Kaiserslautern)

Összefoglalás

Az egyesített rendszerű csatornahálózatban történő csapadékvíz-kezelést Németországban az ATV A 128-as munkafüzet előírásainak megfelelően, csapadékvíz-tehermentesítő műtárgyak, elsősorban csapadékvíz-túlfolyó medencék beiktatásával végzik, amely legfőképpen a (nagy-)városi csatornahálózatok vizsgálatának és mérési programjainak felismerésein alapul. A vidéki szerkezetű vízgyűjtő területek vizsgálata során ugyan felismerhetők bizonyos törvényszerűségek az egyes szennyező anyagokra vonatkozó kismértékű csökkenésére, ez azonban nem vezethet szükségszerűen az értékek általános csökkentéséhez.

A megvizsgált településeken világossá vált, hogy a csapadékvíz-gazdálkodási intézkedések átalakításának első pillantásra inkább kedvezőtlenül alakuló peremfeltételei ellenére, a beszivárogtatás és a késleltetett elvezetés kombinációja segítségével jelentős csatolási potenciált kapunk. Szennyezőanyag-terhelés-számítás segítségével bizonyítható volt, hogy területek lekapcsolódása által egyrészt csökkennek a tehermentesítendő mennyiségek és -szennyezőanyag-terhelések, másrészt pedig emelkedhetnek a KOI- és ammónium-koncentrációk a megváltozott keverédei viszony és a csapadékvíz-lefolyásban megnövekedett koncentrációk következtében.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, beszivárogtatás, csapadékvíz, vidéki térség, ATV-A 128, szennyezőanyag-terhelés-számítás



„PANNON-VÍZ”

Víz- Csatornamű és Fürdő Rt.

9025 Győr, Bercsényi liget 1.

Tel/Fax : 96/329-047, 96/326-566

SZOLGÁLTATÁSAINK:

VÍZTERMELŐ KUTAK KAMERÁS VIZSGÁLATA

150 mm átmérő felett, 200 m mélységig, videófelvétel és szakvélemény készítése,

CSATORNAHÁLÓZATOK KAMERÁS VIZSGÁLATA

180 mm átmérő felett, videófelvétel, lejtésdiagram, mérési jegyzőkönyv és szakvélemény készítése

* Az ATV és a GFA kutatási alapjainak támogatásával.

UTÓDENITRIFIKÁCIÓ METANOLADAGOLÁSSAL FELFELÉ ÁTÁRAMOLTATOTT BIOSZŰRŐBEN

Ursula Teigmann és Franz-Bernd Frechen (Kassel)

Összefoglalás

1997 februárja és szeptembere között a kasseli szennyvíztisztító telepen denitrifikációs kísérleteket végeztek fixágyas BIOFOR rendszerű reaktor (bioszűrő) segítségével, félüzemi méretben. Az utókapcsolt denitrifikáció metanoladagolással működött. A legnagyobb szűrési sebesség és a költséghatékony paraméterek meghatározása mellett több sajátos szempontot is megvizsgáltak és dokumentáltak. Itt különösen a bevezető szakasz foszfátlimitálása, a szilárdanyag-visszatartás és a kevert szennyvíz lökészerű terhelései emelhetők ki. A 21 m/h-s legnagyobb sebességű, záró kísérleti szakaszban tartós szárazidei üzemet értek el, a jövőbeli határértékek betartásának bizonyításával. A kevert szennyvíz szennyezőanyag-terhelés lökései esetében az elfolyási koncentrációk rövid ideig tartó emelkedése következett be. Az utólagos denitrifikációs félüzemi kísérletek bemutatták a fixágyas technológia lehetőségeit és határait.

Kulcsszavak: metanollal történő denitrifikáció, bioszűrő, kevert szennyvíz-terhelés, metanoligény, iszaptermelőds

1. Bevezetés

A szennyvíz élővizekbe való bevezetéséről szóló törvény az 5.000 LE-feletti kommunális szennyvíztisztító telepek esetén nagymértékű nitrogénlebontást követel meg. A Szennyvízrendelet (AbwV, 1997. március 21.) minimális követelményei 10 mg/l-es $\text{NH}_4\text{-N}$ és 18 mg/l-es öN_{anorg} értékeket javasol, egyes esetekben még ennél is nagyobb követelményeket állít. A kasseli központi szennyvíztisztító telep üzemeltetői számára a tisztított szennyvíz nitrogéntartalmára 18 mg/l-es öN_{anorg} , és 5 mg/l-es $\text{NH}_4\text{-N}$ -határértékeket fogalmaztak meg, amelyek a jövőben a május 1-október 31 közötti időszakban tartandók be. A szén- és foszfátlebontásra egész évben a következő követelmények érvényesek: 65 mg KOI/l, 15 mg $\text{BOI}_5\text{/l}$, és 1 mg öP/l .

A jelenlegi berendezésben, amely hagyományos, nitrifikáló eleveniszapos berendezés, a hiányzó denitrifikációs fokozat miatt 20-40 mg/l-es nagyságrendű öN -elfolyási értékeket mértek. Az eleveniszapos berendezés bővítésének alternatívájaként szóba került a bioszűrőben létesítendő, utókapcsolt denitrifikáció általi bővítés lehetősége. A bioszűrő-berendezések legnagyobb előnye, hogy kicsi a területigényük, ez az igény a hasonló teljesítményű eleveniszapos berendezésekkel összehasonlít-

va 75%-kal kisebb is lehet. Ez különösen a drága és nehezen megmunkálható építési telkek, korlátozott lehetőségek és/vagy kritikus helyszín esetén lehet jelentős. A nitrifikáció elvezetésénél hiányzó szénforrás miatt az utókapcsolt denitrifikációhoz szükség van külső szénforrás alkalmazására. A lehetséges belső maradékanyagoknak (esetleg savasítás vagy hidrolízis eredményeképpen) és a különböző iparágakból származó külső szénforrásoknak megvan az a nagy hátrányuk, hogy a szerves vegyületek koncentrációja és lebomlása erősen ingadozhat, és gyakran tartalmaznak nehezen lebontható KOI-maradék összetevőket. Az egyéb ipari szénforrásokkal való összehasonlítás alapján kedvezőbb költségek és a kis fajlagos iszaptermelés miatt a metanolt választották. Félüzemi méretű kísérleteket kellett elvégezni, a méretezési alapok meghatározása, az üzembiztonságra és a jövőbeli határértékek betartására vonatkozó elfolyási koncentrációk értékelése, valamint a költségekre vonatkozó üzemi adatok meghatározása érdekében. Különleges üzemeltetés-technológiai szempontok, mint pl. két szűrőanyag közti választás és a bevezető szakasz lefolyása, szintén a vizsgálat tárgyát képezték.

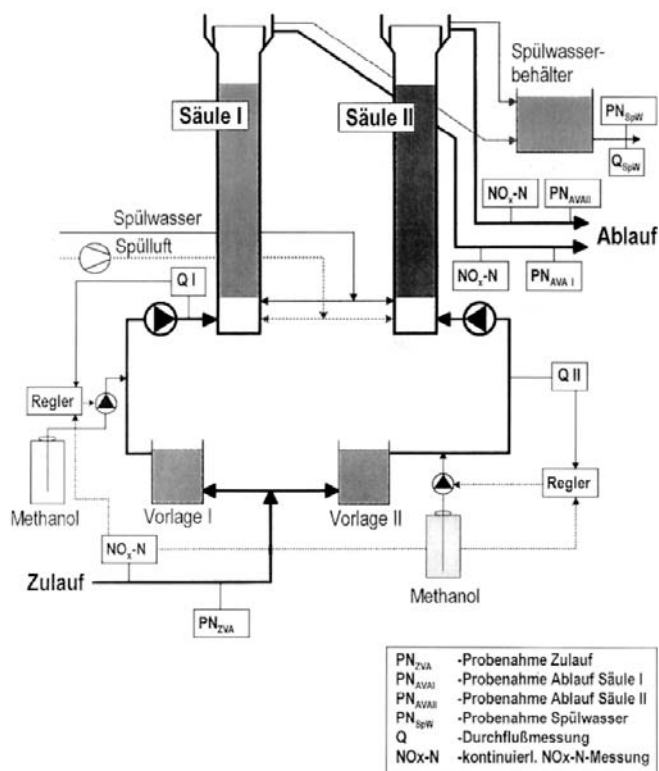
2. Kísérleti berendezés

A kísérleti berendezésnél két BIOFOR-rendszerű, felfelé átaramoltatott, párhuzamosan terhelt fixágyas reaktorról van szó (Philipp Müller, Stuttgart). Szűrőanyagként különböző átmérőjű BIOLITE-et (hőkezelt, duzzadóagyagot) használtak, a szűrőágy-vastagság 3 m-es volt. A terhelés a kasseli szennyvíztisztító telep utóülepítőjéből elfolyó szennyvízzel történt, amelyhez a reaktorba való belépés előtt metanolt került adagolásra. Az **1. táblázat** a kísérleti berendezés legfontosabb adatait tar-

1. táblázat: A kísérleti berendezés adatai

	I. oszlop	II. oszlop
Összmagasság	5 m	5 m
Szűrőágy-magasság	3 m	3 m
Átmérő	0,5 m	0,5 m
Szűrőfelület	0,2 m ²	0,2 m ²
Töltőanyag	BIOLITE 2,5-4,6 mm, 10 cm támasztórétegen	BIOLITE 4-8 mm, támasztóréteg nélkül

talmazza, az **1. ábra** a berendezés folyamatábráját mutatja, az összes számottevő mérési- és mintavételi helyet feltüntetve. A próbaüzem során az elfolyásnál és a két oszlop befolyásánál, a kísérleti cél függvényében 24 órás kevert mintákkal (mennyiségarányosan), 8 órás és/-



1. ábra. Párhuzamosan kapcsolt kísérleti berendezés
 (Säule – oszlop, Spülwasserbehälter – öblítvív-tároló, Ablauf – elfolyás, Spülwasser – öblítvív, Spülluft – öblítőlevegő, Regler – szabályozó, Methanol – metanol, Vorlage – előtét, Zulauf – befolyás, PN_{ZVA} – befolyási mintavétel, PN_{AVAI} – I. oszlop elfolyásánál vett minta, PN_{AVAII} – II. oszlop elfolyásánál vett minta, PN_{SpW} – öblítvív-ből vett minta, Q – vízhozam-mérés, NO_x-N – folyamatos NO_x-N-mérés)

vagy 2 órás kevert mintákkal, valamint folyamatos NO_x-N-mérőegységekkel történt. Az öblítvív-ből minden öblítési folyamatnál reprezentatív kevert mintát vettek. A kísérleti berendezés 1997 február eleji üzembe

helyezése után a metanolt először állandó mennyiségben, a 23. mérési naptól kezdve az NO_x-N-befolyási terheléssel egyenesen arányosan adagolták. A 43. (II. oszlop), ill. az 50. (I. oszlop) mérési naptól kezdve a metanollal együtt foszforsavat adagoltak az oszlopok befolyási zónájánál, úgy, hogy a hátralevő vizsgálati időtartamban legalább 0,5 mg/l szerves PO₄-P-t mértek a szűrőoszlopok elfolyásánál. Ez az intézkedés a denitrifikáció nyilvánvaló foszfátlimitálása miatt vált szükségessé (lásd 3.1-es bekezdés, „Bevezető szakasz”). A szűrőbeni kivált szilárd anyagok kiöblítése érdekében a szűrőoszlopokat általában naponta egyszer utóülepített szennyvízzel öblítették. Az öblítési folyamatot a vizsgálat ideje alatt növekvő terheléssel intenzifikálták, a nagyon nagy terhelésekkel dolgozó III. kísérleti szakaszban naponta kétszer öblítették.

Az egész vizsgálati időszak hat szakaszra tagolható, különböző szűrési sebességek és/vagy különböző metanoladagolás szerint: hathetes bevezető szakasz után három kísérleti szakasz következett, fokozatosan növelt szűrési sebességgel, végül két kísérleti szakasz során a szennyvíztisztító telep elfolyási mennyiségével arányos szűrési sebességű üzem következett. A 2. táblázat áttekintést nyújt a kísérleti szakaszokról és a mindenkori fő vizsgálati pontokról, valamint a jellemző üzemi körülményekről.

3. Kísérleti eredmények

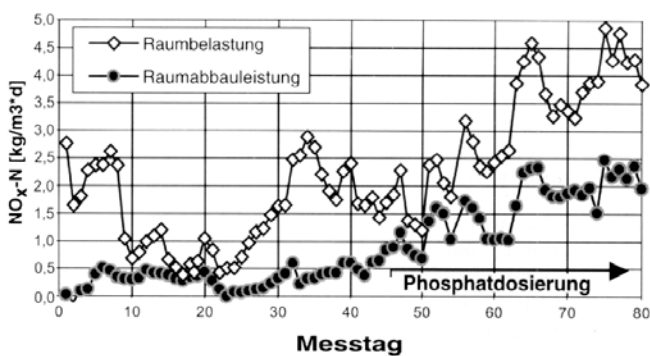
3.1 Bevezető szakasz

A kísérleti berendezést 1997 február elején, 10 °C körüli hőmérséklet mellett helyezték üzembe. Háromnapos etanoladagolás után metanolt adagoltak, ami mindkét

2. táblázat: A kísérleti szakaszok áttekintése

Mérési nap	Kísérleti szakasz	Fő vizsgálati pontok	Üzemi körülmények
1-46	Bevezető szakasz v _F állandó	Mikroorganizmusok adaptációja Szűrőanyag kiválasztása	I. és II. oszlop üzeme Adagolás: csak a feleslegben, 23. naptól: 4 g metanol/g NO _x -N _{ZVA} Foszforszorbentás Szűrési sebesség: 11-15 m/h
47-80	I v _F állandó	Szűrőanyag kiválasztása Maximális szűrési sebesség Fajlagos metanolfogyasztás Fajlagos iszaptermelődés	I. és II. oszlop üzeme A szűrési sebesség fokozatos növelése: 11-15-17 m/h Adagolás: 2,2 g metanol/g NO _x -N _{ZVA}
81-106	II v _F állandó	Maximális szűrési sebesség Fajlagos metanolfogyasztás Fajlagos iszaptermelődés	II. oszlop üzeme A szűrési sebesség fokozatos növelése: 17-19-23 m/h Adagolás: 3,7 g metanol/g NO _x -N _{ZVA}
109-142	III v _F állandó	Maximális szűrési sebesség Fajlagos metanolfogyasztás Fajlagos iszaptermelődés	II. oszlop üzeme A szűrési sebesség fokozatos növelése: 23-26-29 m/h Adagolás: 3,8 g metanol/g NO _x -N _{ZVA}
155-162	IV v _F arányos	Elfolyási koncentrációk, különösen terhelési csúcsok esetén Fajlagos metanolfogyasztás Fajlagos iszaptermelődés	II. oszlop üzeme A szűrési sebesség arányos a kasseli szennyvíztisztító telep elfolyásával: v _{Fmin} = 5 m/h, v _{Fmax} = 26 m/h Adagolás: 4,2 g metanol/g NO _x -N _{ZVA}
163-232	V v _F arányos	Elfolyási koncentrációk, különösen terhelési csúcsok esetén Fajlagos metanolfogyasztás Fajlagos iszaptermelődés	II. oszlop üzeme A szűrési sebesség arányos a kasseli szennyvíztisztító telep elfolyásával: v _{Fmin} = 10 m/h, v _{Fmax} = 21 m/h Adagolás: 2,6 g metanol/g NO _x -N _{ZVA}

oszlopban kereken 0,5-ről 1,2 mg/l-re történő (24 órás minta), rövid idejű nitrattartalom-emelkedéshez vezetett. Míg általában a bevezető szakaszban a biomassza fokozatos növekedése figyelhető meg, a térfogati lebontási teljesítmény megfelelő emelkedése mellett, a kasseli kísérleti berendezésben a nitrát befolyási koncentráció-értékei (az elfolyásnál: 15-30 mg/l) hat hetes időszakon belül kereken csak kb. 3 mg/l-rel csökkentek. A metanol jellegéből adódóan bizonyos, legfőképpen hőmérsékletfüggő adaptációs idő várható a denitrifikáló biocönózis számára. Ez a tartósan alacsony lebontási teljesítmény azonban szokatlan volt. Csak a foszfátadagolás során kezdődött a denitrifikációs teljesítmény közvetlen, egyértelmű emelkedése (lásd **2. ábra**). A kasseli szennyvíz-



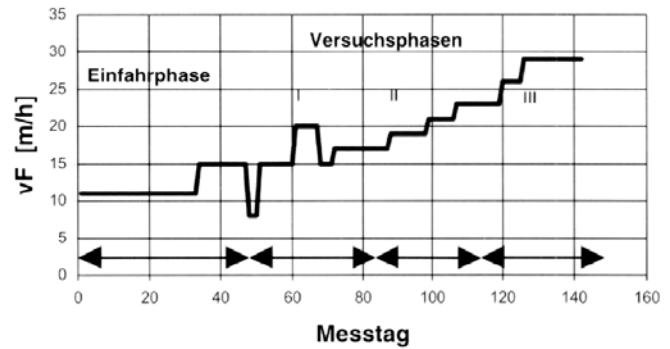
2. ábra. Párhuzamosan kapcsolt kísérleti berendezés

(Säule – oszlop, Spülwasserbehälter – öblítővíz-tároló, Ablauf – elfolyás, Spülwasser – öblítővíz, Spülluft – öblítőlevegő, Regler – szabályozó, Methanol – metanol, Vorlage – elötét, Zulauf – befolyás, PN_{ZVA} – befolyási mintavétel, PN_{AVAI} – I. oszlop elfolyásánál vett minta, PN_{AVAI} – II. oszlop elfolyásánál vett minta, PN_{SPW} – öblítővízből vett minta, Q – vízhozam-mérés, NO_{X-N} – folyamatos NO_{X-N} -mérés)

tisztító telep elfolyásának foszfortartalma, amely tartós csapadék esetén 0,2 mg/l-es érték alá csökkent, nyilvánvalóan limitáló hatással volt a bioszűrők biológiai forgalmára. Mivel a foszforra vonatkozó határérték betartása nem volt közvetlen célja a kísérleteknek, a következő kísérleti szakaszokban a foszfátot túladagolták.

3.2 Állandó szűrési sebességű kísérleti szakaszok

Három hónapos időszakon belül (I-III. kísérleti szakasz) a szűrési sebességet fokozatosan 15 m/h-ról végül 29 m/h-ra növelték (**3. ábra**), ami nagyságrendileg állandónak tekinthető koncentrációk mellett a térfogati terhelés megfelelő növekedéséhez vezetett. Ezeknek a kísérleti szakaszoknak a célja a legnagyobb mértékű lebontási arány meghatározása volt, amely az elfogadható elfolyási koncentrációk betartása (a határértékek figyelembe vétele) mellett elérhető. Kiegészítőleg az I. kísérleti szakaszt használták a szűrőanyag kiválasztásához. Mivel a denitrifikációval kapcsolatban mindkét oszloppal körülbelül azonos eredményt céloztak meg, azonban az I. oszlop gyengébb szilárdanyag-visszatartást mutatott, a további kísérleteket a II. oszloppal végezték.



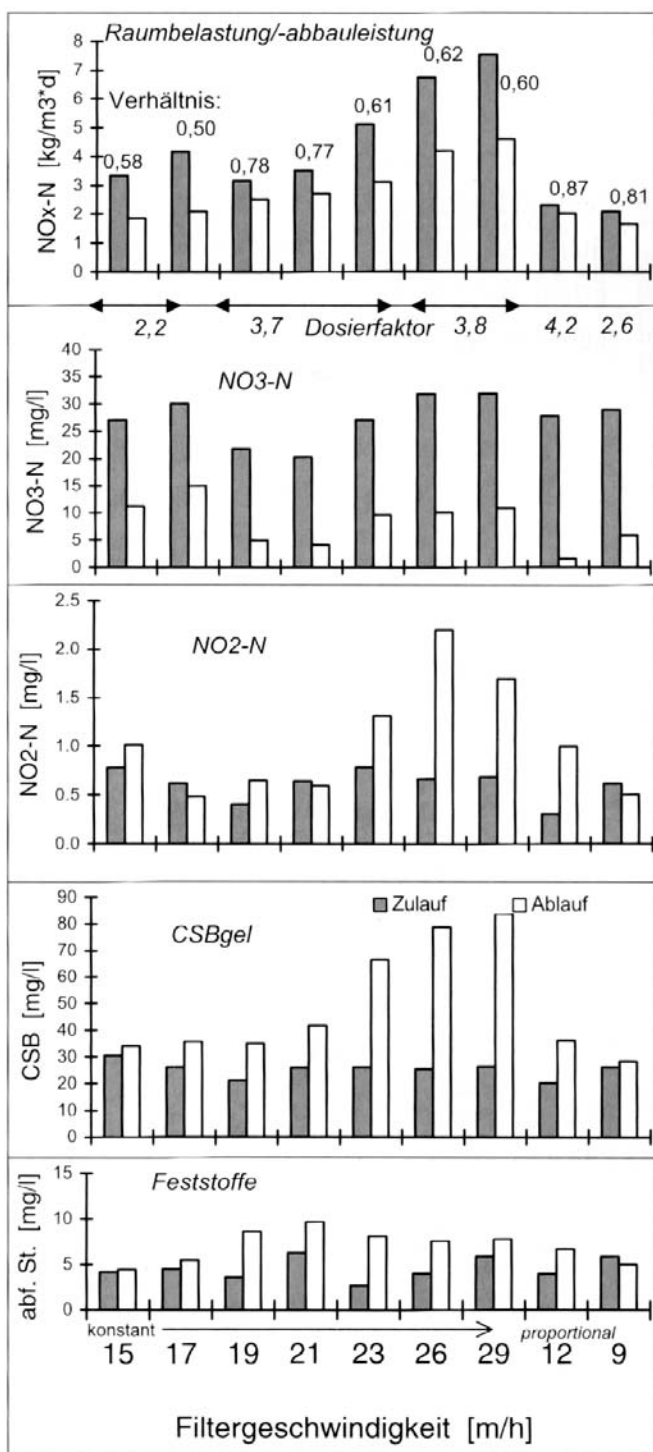
3. ábra: A szűrési sebesség növelése, II. oszlop

(Versuchsphasen – kísérleti szakaszok, Einfahrphase – bevezető szakasz, Messtag – mérési nap)

A **4. ábrán** a II. oszlop legfontosabb paramétereit ábrázoltuk az I.-III. kísérleti szakasz szűrési sebességeinek függvényében, összehasonlításképpen azonban felrajzoltuk ezen kívül a IV. és V. kísérleti szakasz átlagos (vízhozammal arányos szűrési sebesség) értékeit is. Amennyiben különleges kérdésekben is szükség van a mérési értékek differenciált szemléletére, ezen átlagértékek értékes áttekintést nyújtanak a jelentősebb összefüggésekről:

1. Az NO_3-N térfogati terhelést kereken 3,3-ról 7,6 $kg/m^3 \cdot d$ -re növelték. Minél több metanolt adagoltak a befolyási terhelés függvényében (adagolási tényező), annál nagyobb volt a következőkben a denitrifikált NO_3-N -befolyási terhelés aránya. Az adagolási tényező növelésével annak megfelelően a lebontási teljesítmény/terhelés arány, 19 m/h szűrési sebesség felett, 0,50-ről 0,78-ra növekedett. Egyébként a 23-29 m/h-s szűrési sebességek mellett a nagy adagolási tényezők ellenére ez az arány kisebb volt, akkor is, ha az abszolút lebontási teljesítmény 4,5 $kg/m^3 \cdot d$ értékű volt. Nyilvánvalóan nem alakult át teljes mértékben az adagolt metanol, ami a megnövekedett KOI- és NO_3-N -elfolyási koncentrációkban is megnyilvánult. Ezzel szemben a biomassza a IV-es és V-ös kísérleti szakaszban viszonylag kisebb terhelések mellett teljesen elfogyasztotta a metanolt, így az arány nagymértékben javult 0,80-ra.

2. Az NO_3-N -elfolyási koncentrációk kezdetben 17 m/h-s szűrési sebességnél a kis adagolási tényező miatt átlagosan 10 mg/l felett voltak. Az értékek 19 m/h-s szűrési sebesség felett és egyidejű nagyobb mértékű metanoladagolás mellett, vagy a nagyobb csapadék által befolyásolt kisebb befolyási koncentrációk mellett csökkentek. A metanol fent leírt nem teljes mértékű átalakulása 23 m/h felett nem vezetett nagyobb NO_3-N -hez, hanem növekvő NO_2-N - és KOI-elfolyási értékekhez. 29 m/h esetén végül az NO_2-N -koncentrációk átlagosan 2,3 mg/l-es és a KOI-koncentrációk 84 mg/l-es értéket mutattak. Ezen elfolyási koncentrációk a megfelelő szűrési körülményekkel rendelkező nagyüzem számára elfogadhatatlanok voltak, és az állandó szűrési sebességgel folytatott kísérleteket leállították.



4. ábra. Kiválasztott paraméterek különböző szűrési sebességek esetén

(Raumbelastung/-abbauleistung – térfogati terhelés/-lebontási teljesítmény, Verhältnis – arány, Dosierfaktor – adagolási tényező, CSB – KOI, Zulauf – befolyás, Ablauf – elfolyás, abf. St. – elfolyó anyagok, Feststoffe – szilárd anyagok, Filtergeschwindigkeit – szűrési sebesség, konstant – állandó, proportional – arányos)

3.3 Vízhozammal arányos szűrési sebességekkel folytatott kísérletek

Az állandó szűrési sebességgel végzett kísérleti eredmények kiértékelése a szűrőoszlopok vízhozammal arányos üzemének bevezetéséhez vezetett, 21 m/h-s maximális

szűrési sebesség mellett, a kasseli szennyvíztisztító telep 2400 l/s-os vízhozamának megfelelően. Az utolsó, V. kísérleti szakasz során az üzemi körülményeket úgy választották, ahogy azok a kasseli szennyvíztisztító telep nagyüzemi átalakítására lennének érvényesek. A minimális szűrési sebességet 5 m/h-ra, később 10 m/h-ra korlátozták. Ebben az V. kísérleti szakaszban részletes méréseket végeztek mind száraz időjárás, mind csapadékesemény esetén. Különösen érdekes ebben a szakaszban a bioszűrő lebontási viselkedése nagy terhelésű csapadékos idő alatt.

Száraz időjárás esetén a szűrési sebesség 5 és 13 m/h között változott, ezzel az első, I-III. kísérleti szakaszokban beállított állandó sebességek alsó tartományában volt. A 40 mg NO₃-N /l-es befolyási koncentrációk mellett a fixágyat aztán 4 kg/m³·d-al terhelték. Átlagosan 5,5 mg NO₃-N /l-es elfolyási koncentrációk és 30 mg KOI /l-es értékek mellett a szárazidei elfolyási koncentrációkra vonatkozó követelményeket a két órás minta esetén is problémamentesen be lehet tartani (3. táblázat). Nagyobb értékeket, kerekén 10 mg/l-ig, a 2 órás minta során alkalomadtán közvetlenül az öblítési folyamat után mértek.

3. táblázat: A jövőben megkövetelt és az V. kísérleti szakaszban mért elfolyási koncentrációk

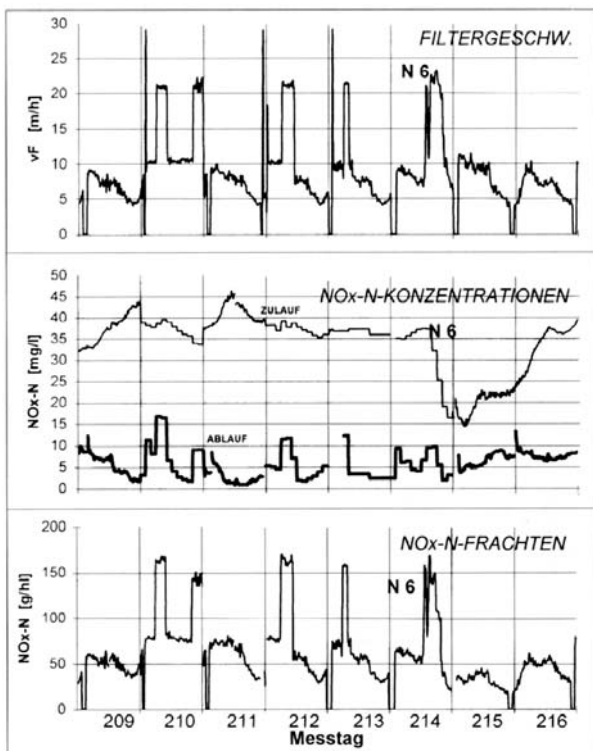
	öKOI	BOI ₅	Nszervetlen	NH ₄ -N	öP
	[mg/l]				
Érkező koncentrációk	65	15	18	5	1
Szárazidei 24 órás átlag	30	4	6,4	0,3	¹⁾
Szárazidei 2 órás maximum	47	11	10,4	1,4	¹⁾
Természetes csapadékesemények, 2 órás maximum	50 ²⁾	13	13,7	3,8	¹⁾
Mesterséges csapadékesemények, 2 órás maximum	65 ²⁾	20	19,8		¹⁾

¹⁾: Foszfátadagolás miatt nem mérhető

²⁾: KOI_{gel}

Más volt a helyzet csapadékesemény esetén. A csapadékesemény kezdetekor a nagy szennyvízhozamok nagyobb koncentrációk esetén a szennyvíztisztító elfolyásánál is jelentős szennyezőanyag-terheléslökéseket eredményeznek, mielőtt ezek a koncentrációk a hígítás hatására csökkennének. Mivel a határértékeket a két órás minta esetében is be kell tartani, az ehhez hasonló csúcs-terheléseket le kell csökkenteni. A terhelés a fixágyban történő dugattyú áramlás miatt nem egyenlíthető ki hidraulikailag úgy mint a teljesen átkevert tankreaktor esetén. Az ilyen csapadékesemények időbeli lefolyását, a terhelés nagyságát, valamint a kísérleti berendezés lebontási teljesítményét két órás kevert minták alapján állapították meg. Mivel az évszakos váltakozást mutató, júliustól szeptemberig tartó tartós száraz időszakok miatt kevés „természetes” csapadékesemény történt, több „mesterséges” csapadékeseményt szimuláltak a szűrési

sebesség kézi növelésével. Az **5. ábra**, például 8 napos, kiválasztott időszakon belül mutatja a szűrési sebesség változását, az $\text{NO}_x\text{-N}$ -befolyási terheléseket és az $\text{NO}_x\text{-N}$ -koncentrációkat, az $\text{NO}_x\text{-N}$ (az $\text{NO}_3\text{-N}$ és az $\text{NO}_2\text{-N}$ összege) ebben az időszakban gyakorlatilag az öN_{anorg} -nek felel meg, mivel az $\text{NH}_4\text{-N}$ -koncentrációk 1 mg/l alattiak voltak. A szűrési sebesség lecsökkenése és a nap elején fennálló rövid idejű nagyobb értéke az öblítési folyamatra vezethető vissza. A négy „mesterséges” két órás terhelési csúcsot, amelyek többnyire legalább a korábban mért terhelés megkétszereződését okozták, a szűrési sebesség maximális értékre (21 m/h) való emelése okozta. A „természetes” csapadék esetén (itt pl. a 214. mérési nap, N 6-os esemény) a koncentrációk kettő-négy órás időszak után felhígultak a szennyvíztisztító telepre való kevert szennyvíz-hozzáfolyás következtében, azonban a „mesterséges” események során megmaradtak a nagy koncentrációk. Ezen eseményeket ezért két óránál hosszabb ideig szimulálták.



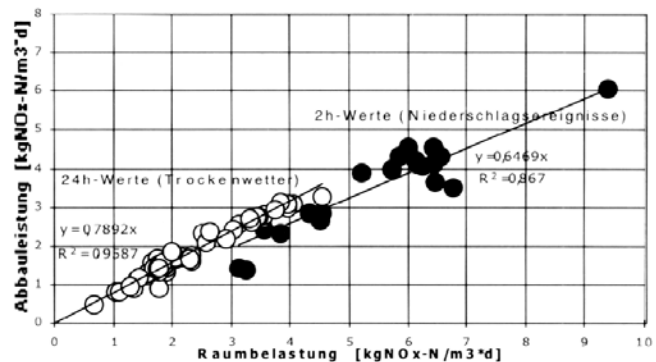
5. ábra. A szűrési sebességek, az $\text{NO}_x\text{-N}$ -koncentrációk és terhelési-hányadok lefutása

(N – természetes csapadékesemény) (Filtergeschwindigkeit – szűrési sebesség, $\text{NO}_x\text{-N}$ -Konzentrationen – $\text{NO}_x\text{-N}$ -koncentrációk, $\text{NO}_x\text{-N}$ -Frachten – $\text{NO}_x\text{-N}$ -hányadok, Messtag – mérési nap)

Az V. kísérleti szakaszban összesen hét „természetes” csapadékesemény történt, 5,4-6,4 $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ -os (24 órára átszámított) terhelési csúcsokkal. Az elfolyási koncentrációk a kettő-négy órás terheléslökések ideje alatt általában 8-10 $\text{mg NO}_3\text{-N}/\text{l}$ -re növekedtek, ezzel mégis jelentősen a megkövetelt 18 mg/l -es határérték alatt voltak. Ezek után a befolyásnál bekövetkező hígulás a fix-

ágynál elfolyó víz koncentrációinak hígulását okozta. Végül meg kell jegyezni, hogy a 40 mg/l -es, legnagyobb koncentrációk és a maximális szűrési sebesség együttes fellépése csak egyszer következett be, mert a hét természetes esemény során a szennyvíztisztító telep elfolyása nem emelkedett közvetlenül a maximális értékre. A „mesterséges” eseményeknél ezzel szemben többször szimulálhattunk 6,8 $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ -os maximális terhelést, mivel a befolyási koncentrációk nem hígultak fel. 10 és 20 $\text{NO}_3\text{-N mg}/\text{l}$ -es elfolyási koncentrációkat észleltek.

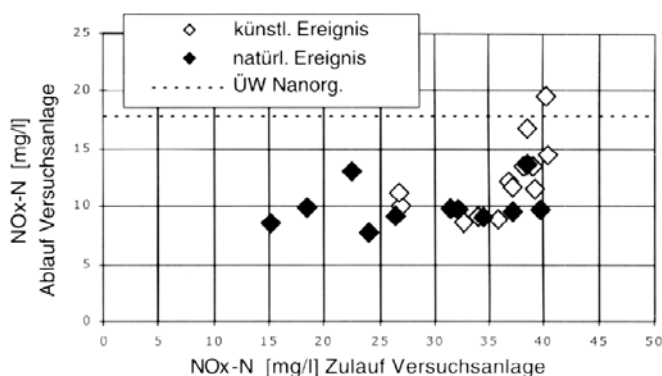
A **6. ábrán** az V. kísérleti szakasz alapján a térfogati lebontási teljesítményt a térfogati terhelés függvényében ábrázolták. Különbözőképpen jelölték egyrészt minden csapadékesemény két órás értékeit, átszámítva 24 órás terhelésre, másrészt a 24 órás értékeket (száraz idő esetén). Látható a térfogati lebontási teljesítménynek a terheléstől való jelentős függése (az arányt a metanoladagolás is meghatározza), valamint a két órás értékek regressziós egyeneseinek kismértékű növekedése a felső terhelési tartományban. Azonban a kerekén 6 $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ -os térfogati terheléskor és a kb. 4 $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ -os lebontási teljesítmény esetén mindig betartották a 18 $\text{mg öN}_{\text{anorg}}/\text{l}$ -es határértéket. Két szimulált csapadékesemény során nem érték el a 4 $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ -ot és túlléptek a 16 $\text{mg NO}_x\text{-N}/\text{l}$ -es értéket, ami 1-2 mg/l -es lehetséges maradék $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalom figyelembe vételével megközelíti a határértéket.



6. ábra. A térfogati lebontási teljesítmény a terhelés függvényében, V. kísérleti szakasz

(Abbauleistung – lebontási teljesítmény, Raumbelastung – térfogati terhelés, 2h-Werte (Niederschlagsereignisse) – 2 órás értékek (csapadékesemények), 24h-Werte (Trockenwetter) – 24 órás értékek (száraz idő))

Az elérhető elfolyási koncentrációk tekintetében a **7. ábrán** ábrázolták minden csapadékeseményre vonatkozóan az elfolyási koncentrációkat az érkező koncentrációk függvényében, a mesterséges és a természetes eseményeket különbözőképpen jelölték. A mesterséges eseményeknél kiindulás volt a 21 m/h -s maximális szűrési sebesség, a természetes eseményeknél olyan 2 órás értékeket választottak, ahol a szűrési sebesség értéke legalább 17 m/h volt. Egyértelmű, hogy a mindenkor mért térfogati lebontási teljesítmény 36 mg/l -es beérkező



7. ábra. Az NO_x-N-befolyási- és elfolyási koncentrációk közötti összefüggés csapadékesemények esetén, két órás értékek

(Ablauf Versuchsanlage – kísérleti berendezés elfolyása, künstliches Ereignis – mesterséges csapadékesemény, natürliches Ereignis – természetes csapadékesemény, ÜW Nanorg – a szervesetlen nitrogén megengedett határértékei, Zulauf Versuchsanlage – a kísérleti berendezés elfolyása)

koncentrációk (ami 503 g/m³·2h-nak felel meg) mellett elegendő a jelentősen a 14 mg NO_x-N /l-es határ alatti koncentrációk eléréséhez. 36 és 40 mg/l közötti koncentrációk esetén, mesterséges eseménykor nem mindig tartották be a határértéket. A megnövekedett NO_x-N-elfolyási koncentrációk ingadoztak a metanol nem teljes átalakulása miatt, miáltal a KOI- és BOI₅-értékek az elfolyásban megnövekedtek. A KOI_{gel}-re 65 mg/l-ig, a BOI₅-koncentrációkra 15 mg/l feletti értékeket mértek (megkövetelt határérték: 65 mg KOI /l, 15 mg BOI₅/l). A 3. táblázat összefoglalja a jövőben megkövetelt és a mért elfolyási koncentrációkat.

3.4 Szilárdanyag terhelés

Az V. kísérleti szakaszban a szilárdanyag-terhelés a kísérleti berendezés befolyásánál átlagosan 5,9 mg/l körüli volt, a 10 mg/l-es érték alatti elfolyási koncentrációk (átlagérték 5,0 mg/l) ugyancsak kicsik voltak. Ez a befolyás kis szilárdanyag-terhelésre és a csökkentett nitrát-terheléssel kapcsolatos kis biomassza-termelődésre vezethető vissza. A csapadékesemények során az V. kísérleti szakaszban általában az utóülepítés elfolyási szilárdanyag-tartalmának kereken 5 mg/l-ről 8-10 mg/l-re való növekedése következett be, amely a kísérleti berendezésben újra lecsökkent. Az eleveniszap kiváló ülepíthetőségi tulajdonságai miatt ebben a kísérleti időszakban

nem léptek fel nagyobb terhelések az utóülepítő medencében a kevert szennyvíz-terhelés okozta szilárdanyag-kimosódás miatt. A szennyvíztisztító telep személyzetének tapasztalatai alapján az év során ingadoztak az iszaptulajdonságok paramétereinek értékei, különösen hőmérsékletváltozásokra érzékeny kasseli eleveniszap hajlamos az úszóiszap képződésre. Ezt azonban az V. kísérleti szakasz során nem tudták megfigyelni és szimulálni sem. A jelentősen nagyobb nitrátterheléssel és megfelelően nagyobb biomassza-termelődésű I.-III. kísérleti szakaszok során az elfolyási szilárdanyag-koncentrációk mindig valamivel nagyobbak voltak, mint az érkező oldalon (4. ábra). Az öblítési folyamat üzemeltetési szempontból fontos optimalizálására, amely a szilárdanyag-, NO₃-N- és NO₂-N-csúcsok elkerülése érdekében fontos, ezen a helyen csak utalás történik.

3.5 Iszaptermelődés és metanoladagolás

Iszaptermelődés

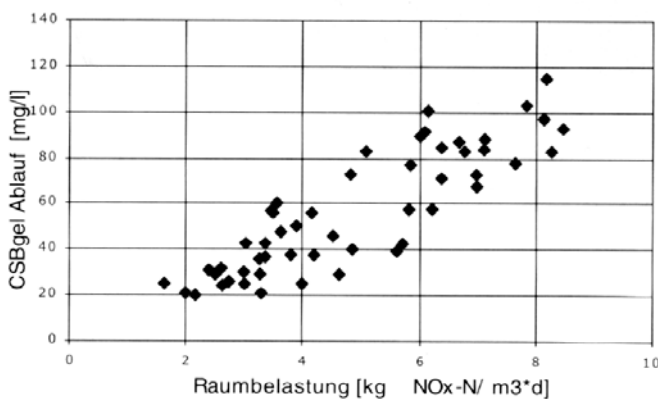
A metanol nem csak a kis beszerzési ára, hanem a csekély iszaptermelődés miatt alkalmazzák a denitrifikáció elősegítésére szívesen külső anyagként a szennyvíztisztításban. Míg az elméleti biomassza-termelés 0,53 g TS_{DENI}/g N_{DN} értékű, a bioszűrőkön a gyakorlatban tapasztalt fölösiszap-termelődés 0,6-0,9 g TS_{DENI}/g N_{DN} nagyságrendben adható meg (Pöpel/Kristeller, 1996, [1]; Lemmer/Zaglauer/Metzner, 1997, [2]; Nyberg et al., 1992, [3]), azonban szokatlanul magas, 1,9 g TS_{DENI}/g N_{DN}-s értékeket is számítottak (Böhm / Wilderer, 1996, [4]; Koch et al., 1996, [5]). A kasseli szennyvíztisztító telepen folytatott kísérletek során keletkező iszapmennyiség számításához az öblítővíz folyamatos vizsgálata segítségével megállapítható volt öblítési folyamatonként a kiöblített szilárdanyag-tartalom. A be- és elfolyásnál a szennyvíz által tartalmazott szilárdanyag-hányad egyidejű megállapítása mellett így minden egyes mérési napra készítették egy tömegmérleget a denitrifikáció során termelődött TS_{DENI} biomasszáról (4. táblázat). A kasseli szennyvíztisztító telepen a normálüzem számára így megadható a fajlagos fölösiszap-termelődés az V. kísérleti szakasz üzemi beállításai alapján, amely érték 0,68 g TS_{DENI}/g N_{DN}. A szerves hányad (oTS) 80% körüli volt.

4. táblázat: Fölösiszap-termelődés a denitrifikációból

Kísérleti szakasz	Iszaptermelődés TS _{DENI} [g/d]	Denitrifikált nitráthányad N _{DN} [g/d]	Fajlagos iszaptermelés g TS _{DENI} /gN _{DN}
I	895	1084	0,83
II	1515	1412	1,07
III	1774	2352	0,75
IV	971	1288	0,75
V	723	1067	0,68

Metanoladagolás

A metanoladagolás kezdetben állandó értékű volt, azzal a céllal, hogy a szükséges mértéken felüli szubsztrátadagolással a lehető leggyorsabb biomassza-növekedést idézzék elő. Ez a még hiányzó átalakulás miatt meg-növekedett KOI-elfolyási-koncentrációkat okozta, amelyeket aztán az $\text{NO}_x\text{-N}$ -érkező terheléssel (folyamatos $\text{NO}_x\text{-N}$ -mérés!) arányos adagolás kezdetével a 60 mg/l-es érték alá csökkenthettek. Az adagolt metanol és az érkező $\text{NO}_x\text{-N}$ -terhelés arányát *adagolási tényezőnek* nevezik. A metanoladagolás és a metanolfogyasztás számára a leolvasási pontatlanság beállítása érdekében átlagértékeket képeztek az egyes kísérleti szakaszok időtartamára. Az adagolás átlagosan 2,2-ről 3,7 g metanol/g $\text{NO}_x\text{-N}_{\text{ZVA}}$ -ra való emelése által a II. kísérleti szakasztól kezdve előirányozhatták a lebontási teljesítmény növelését és a kisebb elfolyó $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrációkat (lásd 4.ábrát is). Egyébként a KOI-elfolyási értékek ezek után a szűrési sebesség (és ezzel az $\text{NO}_3\text{-N}$ -terhelés) növelése által 23 m/h felett egyre növekedtek. Összességében, ahogy a **8. ábra** is mutatja, a II. és III. kísérleti szakasz alapján ($v_F = 23\text{-}29$ m/h) levezethető a KOI_{gel} -elfolyási koncentrációknak az $\text{NO}_3\text{-N}$ -térfogati terheléstől való függése. Növekvő terhelés esetén arányosan több metanolt adagoltak, amely nem került teljes felhasználásra.



8. ábra: A KOI-elfolyási koncentrációk a szűrőoszlopok térfogati terhelésének függvényében
(CSB_{gel} Ablauf – KOI_{gel} -elfolyás, Raumbelastung – térfogati terhelés)

A denitrifikációhoz szükséges elméleti metanoligény a biomassza-termeléssel együtt 2,5 g metanol/g $\text{NO}_x\text{-N}_{\text{DN}}$, a gyakorlatban a hasonló méretű berendezésekben 3,0 g metanol/g $\text{NO}_x\text{-N}_{\text{DN}}$ értékeket mértek (Pöpel / Kristeller, 1996 [1]; Lemmer/Zaglauer/Metzner, 1997, [2]; Böhm/Wilderer, 1996, [4]; Koch et al., 1996, [5]);Purtschert/Gejer), 1999, ahol az érkező víz oxigéntartalmát nem mindig adják meg. Az érkező oxigént a denitrifikáció kezdete előtt metanol hozzáadása mellett kereken 0,5 mg/l-es érték alá kell csökkenteni. Az **5. táblázat** mutatja a számított értékeket, az oxigén denitrifikációjához szükséges metanoligényt a megadott fajlagos metanoligény tartalmazza, mivel az átlagos, 4-5 mg/l-es oxigénkoncentrációk a szokásos gyakorlati körülményeknek feleltek meg, és ezért azokat a normálüzemi átalakítás esetén is figyelembe kell venni.

Egészen egyértelműen jelentkezett a nagyobb adagolási tényezőkhöz tartozó nagyobb metanoligény. Az I. kísérleti szakasz nagy értéke valószínűleg a biomassza kialakulásának magasabb igényére vezethető vissza, mivel az átalakulási teljesítmény és ezzel a növekedés csak ebben a szakaszban emelkedett.

Összhangban más szerzőkkel (Lemmer / Zaglauer / Metzner, 1997) nyilvánvalóan létezik optimális adagolási tényező a 2,5 és 3,0 g metanol/g $\text{NO}_x\text{-N}_{\text{ZVA}}$ közti tartományban. A kasseli szennyvíztisztító telep normálüzemének fajlagos metanoligénye az V. kísérleti szakasz üzemi beállításai alapján 3,27 g metanol/g N_{DN} értékben adható meg.

4. Összefoglalás

1997 februárja és szeptembere között a kasseli szennyvíztisztító telepen denitrifikációs kísérleteket végeztek BIOFOR rendszerű fixágyas reaktorban, félüzemi méretekben. A kísérletek során a bevezető szakaszt foszfátlimitálás lassította. A szűrési sebesség állandó emelése által meghatározott kísérleti körülmények között maximális szűrési sebességet állapíthattak meg a normálüzem számára. A további kísérletekben a szennyvíztisztító telep vízhozamával arányos szűrési sebességű félüzemi berendezés száraz időjárás esetén stabil denitrifikációs folyamatot mutatott, kielégítő térfogati lebontási teljesítménnyel, a határértékek biztos betarthatósága érdeké-

5. táblázat: A különböző kísérleti szakaszok adagolási tényezője és metanolfogyasztása

Kísérleti szakasz	Adagolási tényező g metanol/g $\text{NO}_x\text{-N}_{\text{ZVA}}$	Fajlagos metanolszükséglet g metanol/g N_{DN}
I	2,24	3,79
II	3,73	4,92
III	3,78	4,71
IV	4,16	4,27
V	2,61	3,27

ben. A térfogati lebontási teljesítmény elsősorban a térfogati terhelés és a metanoladagolás függvénye volt. A száraz idő és a kevert szennyvíz-terhelés közti átmenet csúcsterhelései, 21 m/h-s, maximális szűrési sebességgel, két-négy óra hosszáig megnövekedett elfolyási koncentrációkhoz vezettek: „mesterséges” csapadékeseményeknél, nagyon nagy, 36 mg NO_x-N /l feletti érkező koncentrációknál, és 21 m/h-s, maximális szűrési sebességek mellett, a 14 esetből kettőben túllépték a 16 NO_x-N mg/l elfolyási koncentráció-határértéket. A hét „természetes” csapadékesemény során az elfolyási koncentrációk a két órás kevert mintában ugyan megnöttek, de még mindig megfelelően kicsik maradtak. A mesterséges események eredményei ezzel a módszer terhelési hatáira utalnak. A valóságban a maximális koncentráció és a maximális vízhozam kombinációja pusztán a „természetes” események egyikénél lépett fel, ahol betartották a határértéket.

Ezen eredményekre számítani kell a normálüzem kiépítésekor. A fixágyas-reaktor denitrifikációs üzeme metanoladagolással folyamatos NO_x-N- és vízhozam-mérést követel a terhelésarányos adagolás érdekében. A metanol túlادagolásának elkerülése érdekében nem ajánlott túllépni a 2,5-3 g metanol/g NO_x-N_{ZVA} adagolá-

si tényezőt, amely a szűrőre érkező szennyvíz oxigéntartalmától is függ. Folyamatos NO_x-N-mérés segítségével különösen a vegyileg pontosan meghatározott szubsztrát, a metanol jelent a fixágyban „kemény” előrelépést a rögzített határértékek mellett.

Irodalom

- [1] Pöpel, H. J., Kristeller, W.: Nachgeschaltete Denitrifikation im Fliessbett mit Methanol in Frankfurt-Niederrad, 3. GVC-Kongress: Verfahrenstechnik der Abwasser- und Schlammbehandlung, Würzburg, Reprints band 1, S. 109-122, 1996
- [2] Lemmer, H., Zaglauer, A., Metzner, G.: Denitrification in a methanol-fed fixed-bed reactor. part 1: physico-chemical and biological characterisation, *Wat. Res.* 31, Nr. 8, 1897-1902, 1997
- [3] Nyberg, U., Aspegren, H., Andersson, B., la Cour Jansen, J., Villadsen, I. S.: Fullscale application of nitrogen removal with methanol as carbon source. *Wat. Sci. Tech.* 26, 1077-1086, 1992
- [4] Böhm, B., Wilderer, P.: Denitrifikation in Biofiltern mit externen Kohlenstoffquellen, 3. GVC-Kongress: Verfahrenstechnik der Abwasser- und Schlammbehandlung, Reprints Band 1, 14-16. Oktober 1996, S. 91-108
- [5] Koch, G., Siegrist, H., Gujer, W.: Denitrifikation mit Methanol in der Flockungsfiltration, *gwa* 11, S. 21-28, 1996
- [6] Purtschert, I.; Gujer, W.: Populationsdynamik bei Methanoleinsatz in den denitrifizierenden Kläranlagen, *Korrespondenz Abwasser* (46) Nr.9, S.1380-1389, 1999.



AČE KONFERENCIA BRÜNNBEN

Az AČE (Cseh Szennyvíztechnikai Szakértők Szövetsége) egynapos nemzetközi részvételű konferenciát rendezett Brünnben, a Nemzetközi Vásárral egyidőben, az Enviro Brno környezetvédelmi kiállítás részeként, 2000. október 25-én.

A konferencia a 2000-10.000 LE nagyságú települések csatornázásának és szennyvíztisztításának kérdéskörével foglalkozott.

A konferencia programja az alábbi volt:

- 10.00 A konferencia megnyitója- Prof. Dr. Wanner az AČE CR elnöke
 10.15 A Szlovák Köztársaság helyzetképe – Dr. Bodík AČE SR
 10.45 Németországi helyzetkép – Dr. Schröder ATV-DVWK
 1130 Magyarországi helyzetkép- Doc. Dr. Dulovics MaSzeSz

12-13.30 ebédszünet

13.30 Lengyelországi helyzetkép- Prof. Dr. Miksch SEOGW-S, PSITZ

14.30 Ausztriai helyzetkép- Prof. Dr. Kroiss ÖWAV,

15.15 Csehországi helyzetkép- Prof. Dr. Wanner

15.45 A konferencia záró összefoglaló értékelése Prof. Dr. Wanner

A kollégialis légkörben megtartott konferencián az előadók bemutatták országuk csatornázásának és szennyvíztisztításának helyzetét, kiemelve a kistelepülések csatornázásának sajátosságait és a kis szennyvíztisztító berendezések szokásosan alkalmazott technológiáit.

Az egyes előadások élénk vitára készítették a hazai és a nem kevés számú külföldi résztvevőt, akik igen hasznosnak tartották a tapasztalatcsere érdekében megtartott konferenciát és elhatározták, hogy az EU-hoz való csatlakozás feltételeinek megteremtése érdekében a továbbiakban hasonló konferenciákat fognak szervezni.

DDD.

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.matav.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,**
- ☞ **Víztisztítás, 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.

Kedves Kollégák! Tisztelt Igazgató Úr/Asszony!

A HÍRCSATORNA szerkesztősége felhívja szíves figyelmüket,
hogy helyet kívánunk biztosítani az Önök hirdetéseinek.

Két színben megjelenő hirdetéseink ára a következő:

MÉRET			Szöveg között	Belső borítón	Külső borítón
1/1	álló	183.260 mm	100 000 Ft	180 000 Ft	200 000 Ft
	fekvő	260.183 mm			
1/2	álló	89.260 mm	60 000 Ft	100 000 Ft	120 000 Ft
	fekvő	183.128 mm			
1/3	álló	58.260 mm	50 000 Ft	70 000 Ft	85 000 Ft
	fekvő	183.84 mm			
1/4	álló	89.128 mm	45 000 Ft	60 000 Ft	60 000 Ft
	fekvő	128.89 mm			
1/6	álló	58.128 mm	30 000 Ft	-	-
	fekvő	120.62 mm			
1/8	álló	42.128 mm	25 000 Ft	-	-
	fekvő	89.62 mm			

Az árak az ÁFÁT nem tartalmazzák. A hirdetéseket nyomdakész filmen kérjük.

Egyéb esetben 10% technikai költséget számítunk fel.

**A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség tagjai
–20%-os árkedvezményt kapnak
az árlista áraiból.**

Az egy naptári éven belül másodszer megjelenő hirdetés –20%-os,
és minden további megjelenés újabb –10%-os árkedvezményt kap.

Információ a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Titkárságán.

Fax: 463 37 53, telefon: 463 37 11 Vajda Katalinnál.



ZENON SYSTEMS KFT.

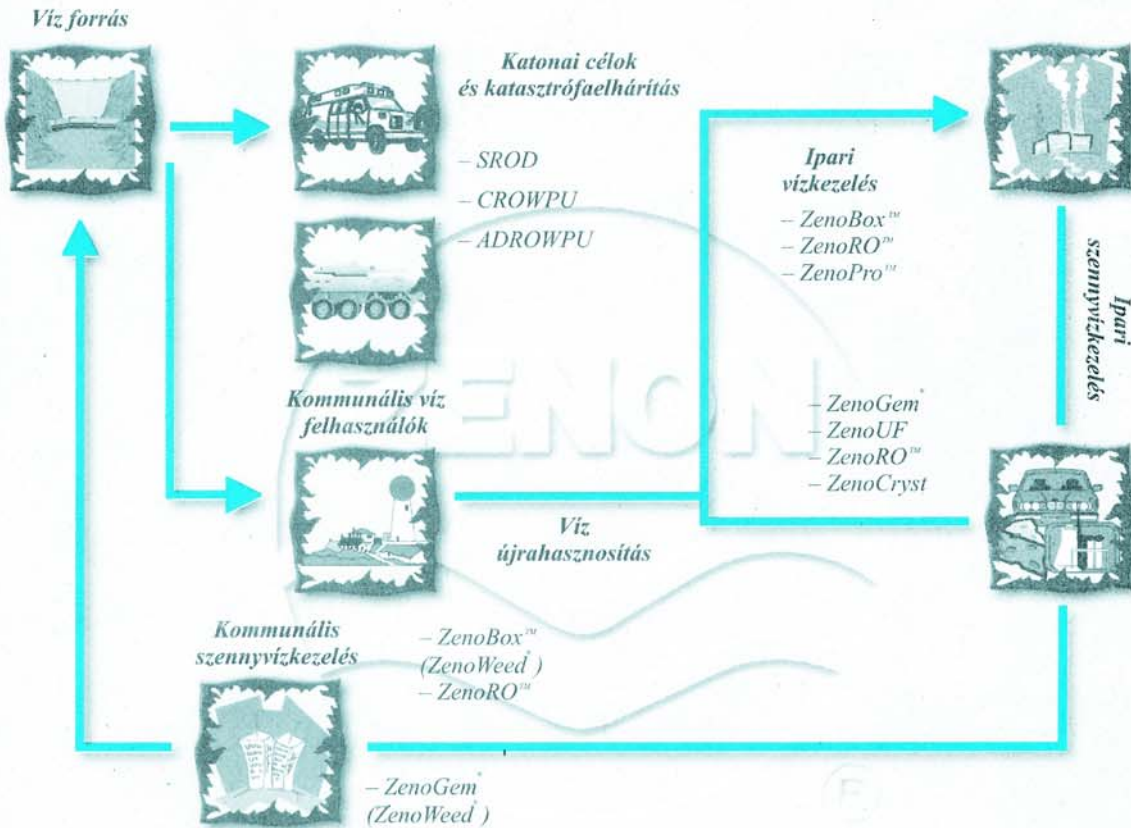
2803 TATABÁNYA, VIGADÓ U. PF. 353

Telefon: (34) 512-520 – Fax: (34) 512-525

E-mail: tblanka@zenonsystems.hu – http://www.zenonenv.com

IPARI ÉS KOMMUNÁLIS VÍZKEZELÉS MEMBRÁN TECHNOLÓGIÁVAL

Termékek és szolgáltatások



Vízkezelés



Szennyvízkezelés

