



Hír

CSATORNA

1999

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja

július, augusztus



TARTALOM

MaSzeSz – HÍRHOZÓ	2
Dulovics Dné: Aktuális csatornázási feladatok	3
Lakosi I.: A szombathelyi víztelenített szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezése és hasznosítása	8
Voltunk az IFAT-on Stehlik J.; Kollár Gy.	11
Korrespondenz Abwasser rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
99/7	13
99/8	17
Schmidt, Iatall: Újszerű, egylépcsős eljárás alkalmazása a szennyvíz nitrogéntartalmának eltávolítására	19
Wett B.: Biocos-berendezés szimulációs elemzése	25
Ingerle K.: Biocos szennyvíztisztítók	30
EWPCA Eseménynaptár 2000	37





H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Tombol a nyár, de a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség munkája nem állt le. Tájékoztatjuk a Tisztelt Kollégákat a nyári tevékenységről.

10 – 10 egyetemista, ill. főiskolás kollégát küldtünk ki termelési gyakorlatra Németországba és a Weimarban megrendezésre kerülő Nyári Egyetemre.

Fő tevékenységünk az október 12.-15. között megrendezésre kerülő **„Első magyar szennyvíztechnikai és hulladékgazdálkodási konferencia és szakkiállítás – ’99”**, valamint a **„Kis és közepes méretű települések szennyvízszolgáltatása”** című, az ATV és a MaSzeSz közös előadó ülés megrendezésére összpontosult.

A termelési gyakorlaton és a Nyári Egyetemen szerzett tapasztalatokról következő számunkban részletesen beszámolunk. Rendezvényeinkről pedig jelen számunkban találnak szükséges információt.

Elnökségünk a nyár folyamán nem ülésezett, következő ülésére szeptember első felében kerül sor.

Szeretnénk tájékoztatni Tisztelt Tagságunkat, hogy röviden megjelenésünk után, Fővárosunkban, az IAWQ rendezésében, szeptember 6.-9.-én sor kerül a


„Nagy szennyvíztisztító telepek tervezése, üzemeltetése és gazdaságossága” című nemzetközi konferenciára, melyen a részvételt Tagságunknak melegen ajánljuk.

Címünkben, a Vízellátás és Csatornázás Tanszék új elnevezése miatt, bekövetkezett apró változást kérjük a következőkben figyelembe venni:

Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség
(BME – Víziközmű és Környezetmérnöki Tanszék)
1111 BUDAPEST, Műgyetem rkp. 3.
Telefon: 463 1533, fax: 463 3753.

Budapest, 1999. augusztus

Közreműködésüket megköszönve:


Dr. Dulovics Dezső, Ph.D.
elnökségi tag



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

AKTUÁLIS CSATORNÁZÁSI FELADATOK

*Dulovics Dezsőné dr. főiskolai tanár,
Ybl Miklós Műszaki Főiskola*

1. Bevezetés

Az idei és a tavalyi év csapadékos időszakai és elöntései, valamint a keletkező károk ráirányítják a figyelmet a csatornázásra, ezen belül a csapadékvíz-elvezetés hazai problémáira - megoldatlanságára.

Az EU-hoz való csatlakozás igénye örömteli csatornafejlesztései és az e téren várható további feladatok mellett - figyelembe véve a „Települések csatornázási rendszerei” c. EN 752 nemzeti szabvánnyá honosításából származó következményeket is - nem szabad elfelejtkezni a csapadékvíz-elvezetés fejlesztéséről.

Indokolt ez azért is, mivel a települések kül- és belterületén a lefolyási viszonyok jelentősen megváltoztak, ennek hatásait a korábbi száraz időszakokban még nem lehetett érzékelni, napjainkban azonban a heves, nagy csapadékok miatt az elvezető rendszerek nem tudnak megfelelni feladatuknak. A nyíltárcokat az önkormányzatok nem ellenőrzik, s a lakosság számos helyen betömte, azok nem képesek a vízvezetést biztosítani.

2. A csatornázással kapcsolatos feladatok az EU csatlakozás tükrében

A XXI. század küszöbén a csatornázás területén a fő feladatokat az EU csatlakozás feltételeiből és az ebből fakadó kötelezettségekből fogalmazhatjuk meg (Dulovicsné, 1999).

Ebben a vonatkozásban több oldalról közelíthetjük a legfontosabb teendőket, úgy mint:

- vízellátás – csatornázás – szennyvíztisztítás – vízminőségvédelem jelenlegi helyzete, kölcsönhatásai,
- a műszaki szabályozás harmonizációs előírásai, és az ezekhez való felzárkózás,
- a jogi szabályozásból következő felzárkózási feladatok,
- a csatorna kiépítés felzárkóztatása az európai előírásoknak megfelelően,
- a kiépített csatornák európai követelményeket kielégítő üzemeltetése, helyreállítása és rekonstrukciója,
- a szellemi tőke áramoltatása, a hazai tapasztalatok nemzetközi és az európai tapasztalatok hazai gyors hasznosítása.

A fentieket egymástól elválasztani nem lehetséges.

Az EU országaihoz képesti viszonylagos elmaradott-

ságunk a csatornázással és szennyvíztisztító kapacitásokkal való ellátottság terén hosszabb idő óta reflektorfényben áll, számtalan tanulmány, cikk, előadás foglalkozott a felzárkózás ellátottsági kérdéseinek, a közműollónak elemzésével, feladatainkkal, költségekkel, így most azt csak érinteni szeretném. Részletesebben tárgyalnám a harmonizációval összefüggő szabványosításból és a EU által alkalmazott csatornázási rendszerek különbözőségeiből, valamint az üzemeltetésből, helyreállításból és rekonstrukcióból fakadóan előttünk álló változásokat.

3. A csatornázás alkalmazható rendszerei, és a kiválasztásuk lehetőségei tekintettel az európai gyakorlatra

Az utóbbi években a csatornázás-szennyvíztisztítás egymástól elválasztott tárgyalása helyett előtérbe került az **integrált csatornagazdálkodás**, mely fogalom a vízkivételről a befogadóba helyezéssel tartalmazza mindazokat a technikákat és technológiákat, melyekkel a felhasznált, valamint a vízgyűjtő-területről lefolyó vizeket vezetjük, kormányozzuk, tisztítjuk, újrafelhasználjuk és a befogadóba vezetjük.

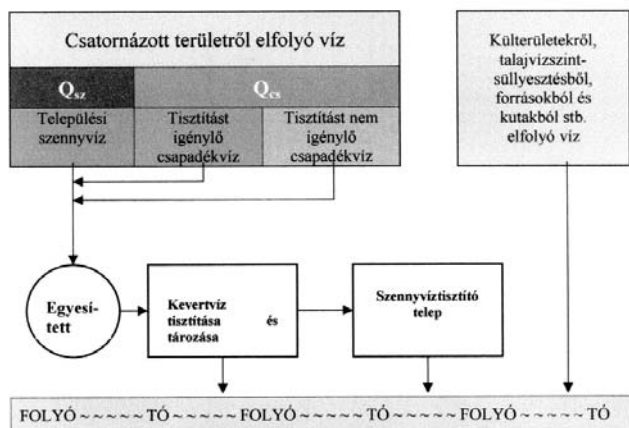
Az EU országaiban a csatornázás egészét vizsgálva, a következő csatornázási rendszereket különböztetik meg (ATV 1999):

- egyesített rendszer (1. ábra),
- elválasztott rendszer (2. ábra),
- javított vegyes (egyesített) rendszer (3. ábra),
- javított elválasztott rendszer (4. ábra).

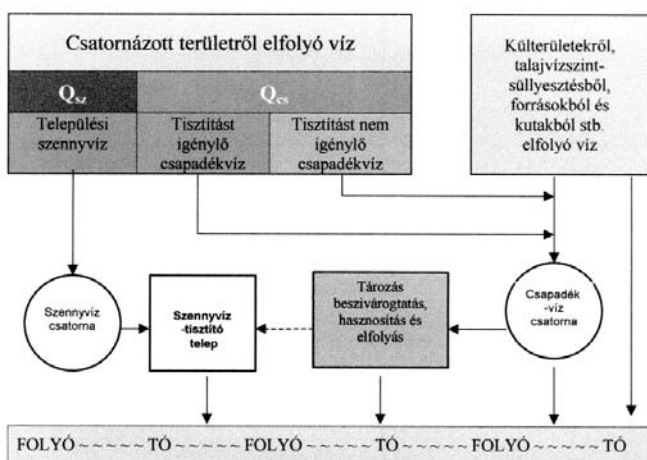
3.1. A klasszikus rendszerek

A csatornázás klasszikus rendszerei az *egyesített és elválasztott* rendszerek (Öllös, 1990).

Az 1. ábra szerinti *egyesített* rendszer lényege, hogy a települési szennyvíz és a települési vízgyűjtő – területre hulló összes csapadékvíz, függetlenül attól, hogy igényel-e tisztítást, egy közös csatornahálózatban kerül elvezetésre. A szennyvíztisztító telep terhelésének csökkentése érdekében zápor- és vészkiömlőket építenek a hálózatra, melyek bizonyos hígítás felett közvetlenül a befogadóba juttatják a hígított vizet. A nem szennyezett víz, úgymint a külvizek, talajvízszint-süllyesztésből származó vizek, források, kutak stb. által szállított vizek általánosságban a rendszerbe nem vezethetők, azokat közvetlenül a befogadóba helyezik el.



1. ábra Egyesített rendszerű csatornázás sematikus diagramja



2. ábra Elválasztott rendszerű csatornázás sematikus diagramja

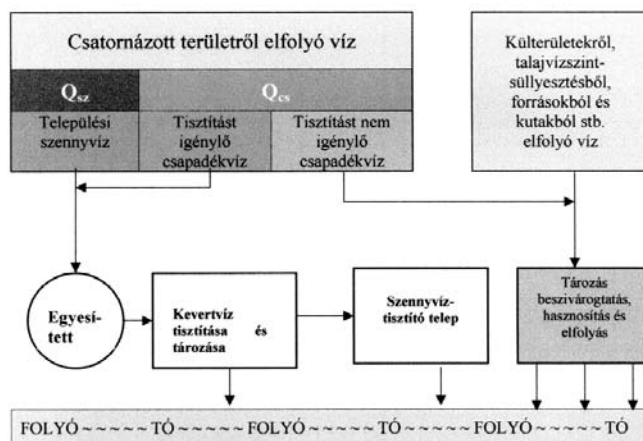
A 2. ábrán bemutatott *elválasztott* rendszer legalább két csatornahálózatból áll, az egyik – a szennyvízcsatorna – vezeti le a települési szennyvizet, míg a másik – a csapadékcsatorna – a település vízgyűjtőjére hullott összes csapadék vizet, függetlenül attól, hogy igényel- e tisztítást. Bevezethető ebbe a csapadékcsatornába a tisztítást nem igénylő külvíz, talajvízszint-süllyesztésből eredő víz és a források, kutak vize stb. is. A csapadékcsatornát lehetséges tározással, beszivárogtatással, újrahasználattal terhelmentesíteni.

Figyelemre méltó, hogy a csatornákat használó emberek nem ismerik a bekötés szabályait az elválasztott rendszerekbe (Kiss,1999). A DRV Rt.-nél a fogyasztók 57%-a tudja csak, hogy a csapadékvíz a kommunális szennyvízcsatornába nem köthető be. Ebből fakad pl. a Velencei tóba a szabálytalan bekötésekből eredő szennyvízbeömlés ez év nyarán, ami jelentős csökkenést okozott az idegenforgalmi bevételekből, a vendégek pánik-szerű „elmenekülése” következtében.

3.2. A javított vegyes (egyesített) rendszer

A *javított vegyes (egyesített)* rendszer a 3. ábra alapján a települési szennyvizet és a (kezdeti) tisztítást igénylő

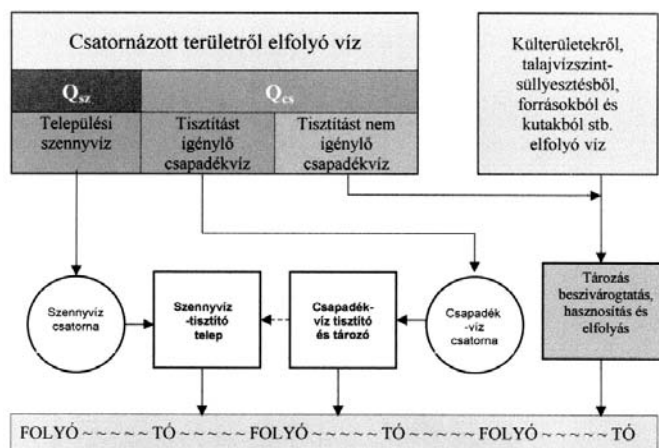
csapadékhányadot a záportúlfolyás és tározás leválasztása után szennyvíztisztító telepre vezeti. A tisztítást nem igénylő belterületi csapadékvíz, a külvíz, talajvízszint-süllyesztésből eredő víz, források és kutak vize stb. tározás, beszivárogtatás, és hasznosítás útján csökkentve, vezethető a befogadó(k)ba.



3. ábra Javított vegyes (egyesített) rendszerű csatornázás sematikus diagramja

3.3. A javított elválasztott rendszer

A *javított elválasztott rendszer*, mint ahogyan azt a 4. ábra szemlélteti a települési szennyvizet a szennyvízcsatornán keresztül a szennyvíztisztítóba, míg a tisztítást igénylő csapadékvizet csapadékcsatornába vezeti, ahonnan az a csapadékvíz tisztító műbe, majd a befogadóba kerül. A tisztítást nem igénylő csapadékvizet tározás, beszivárogtatás, vagy újrahasználat útján csökkentve, közvetlenül vezetik a befogadóba, a külterületi lefolyással, a talajvízszint-süllyesztésből, forrásokból és kutakból eredő vízzel együtt.



4. ábra Javított elválasztott rendszerű csatornázás sematikus diagramja

4. Az EU szabványok honosításának helyzete és az ebből következő feladatok

Jelenleg folyik az EN 752. Települések csatornázási rendszerei c. szabvány MSZ-szé honosítása. Ennek első kötete (EN 752-1: 1995, Általános előírások és fogalom-meghatározások) még csak az egyesített, elválasztott és javított vegyes (egyesített) rendszert tárgyalja, mégpedig ez utóbbit a javított elválasztott rendszernek megfelelő tartalommal. Kiadása óta született meg az előzőekben ismertetett rendszerosztályozás (ATV, 1999). Mivel a szabványosításban kötelező az EU harmonizált szabványok változtatás nélküli átvétele, ezért az MSZ-EN már megjelenése pillanatában a legkorszerűbb osztályozástól elmarad, és csak az EN 752-1 módosítása után lehetséges a fenti fogalomrendszert használni.

A további fejlesztési elképzeléseket kell maga után vonjon az EU csatlakozással összefüggésben az európai szabványosítás hazai honosítása (EN 752-1-4) miatt a hidraulikai méretezésben jelentkező néhány, a jelenlegi gyakorlattól eltérő előírás.

Az egyik legjellegzetesebb változás, hogy

- a túlterhelés és elöntés,
- a vizek szennyezése elleni védelmen túl,
- a szennyvíz berothadása elleni védelmének vizsgálatát is

a hidraulikai méretezés feladatkörébe kell majd sorolni.

Ez utóbbi feladat elvégzésének metodikáját, az **összegyülekezési idők és szükséges beavatkozások** meghatározása érdekében a szakirodalom is (Dulovicsné et al. 1998) ismerteti.

4.1. A biztonság növelése a csapadékcatornázásban

A méretezés szempontjából azonban bizonyos mértékű változást eredményez az a körülmény is, hogy a **túlterhelés és elöntés** elleni védelem során két eset vizsgálata jöhet szóba,

- a mértékadó csapadék gyakoriság (1-10 év) esetén nem léphet fel túlterhelés,
- az elöntési gyakoriság (10-50 év) számítása során az előírt értékeket be kell tartani. A nagyobb vízvezető rendszerek esetében a túlterhelés gyakoriságának korlátozására lefolyás-szimulációs modelleket célszerű alkalmazni.

A vízvezető rendszert tehát méretezni kell meghatározott intenzitású és előfordulási gyakoriságú csapadék események okozta elöntés és túlterhelés elleni védelemre, miközben a visszaduzzasztás hatását figyelembe kell venni. Ebből a szempontból figyelemreméltó megvizsgálni az egrí 1998-as elöntések tapasztalatait (Dulovics et al. 1998).

Az 1998. VI. 11-i 22 mm-es, a VI.28-i 26 mm-es, a VII. 24-i 25 mm-es és a VII. 25-i 72 mm-es csapadék-

magasságú záporok hatására **Egerben**, a Széchenyi utca környezetében elöntések jöttek létre. Ezen elöntések okainak megállapítása céljából vizsgáltuk felül az 1998. évben, június 5-én átadott, és az azóta többször elöntött sétáló utcai díszburkolat építésével összefüggő csatornarendszer két fő elemét:

- az ACO DRAIN felszíni vízvezető rendszer terhelhetőségét és
- a befogadó 1-0-30 csatornarendszer kapacitását.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai:

- Az ACO DRAIN vízvezető rendszer az adott helyen, alulról nem befolyásolt állapotban a saját vízgyűjtőterületén összegyülekező csapadékvizet el tudja szállítani.
- A Tervező nem vizsgálta a befogadó csapadékrendszer vízvezető képességét és hidraulikai vizsgálat nélkül határozta meg a rekonstrukció alá vont csatornák méretét. A hidraulikai vizsgálat bizonyága szerint a Bródy Sándor és Sándor I. utcák közötti szakasz túlterhelés nélkül nem felel meg.
- A 4 éves gyakoriságú csapadék intenzitásánál kisebb intenzitással számol az ACO – Hidraulik méretezési program.
- A 4 éves gyakoriságú csapadék túlnyomással elszállítható az 1-0-30 csatornarendszerrel várhatóan az Eger patak 157,00 m. Bf-i vízállásáig. Ennek azonban feltétele, hogy a rendszert csak a saját vízgyűjtő területéről összegyülekező csapadékvíz terhelje.
- A tavaly nyári és az ez évi elöntések arra figyelmeztetnek, hogy célszerű volna a város egész csapadékcsatornázásának a felülvizsgálata és az e tárgy körben rendelkezésre álló rekonstrukciós illetve fejlesztési-tervek aktualizálása.

4.2. A záporkiömlőkön túlfolyó vizek minősége

A **vizek szennyezése** elleni védelem során az összegyűjtött víz befogadóba történő bevezetésekor minden esetben ki kell elégíteni az illetékes hatóság minőségi, mennyiségi és a gyakorisággal szemben támasztott követelményeit, ideértve a csapadékvíz-elvezető csatornának, egyesített rendszerű csatornák záporkiömlőinek, szivattyútelepeknek és a szennyvíztisztító-telepeknek a bevezetéseit. A méretezést úgy kell elvégezni, hogy a befogadót ne terheljék öntisztuló képességén felül.

Két egyszerű kiindulási feltételt lehet az egyesített rendszerek záporkiömlőinél alkalmazni, ha a tehermentesítés csak akkor következik be:

- amikor a csapadérintenzitás átlépi a vízzáró felületekre vonatkoztatva a 10-30 l/s.ha kritikus értéket, illetve
- amikor a keverékvízben a szárazidei szennyvízhozam 5-8-szoros hígítása létrejön.

4.3. Mértékadó üzemi helyzet

A mértékadó üzemi helyzet megítélésében is tapasztalható bizonyos változás.

A hazai műszaki szabályozás az elválasztott rendszerű szennyvízcsatornákra, az átlagos terhelés esetén $v > 0,4$ m/s-os sebességkritériumot szabott meg, az önöblítés folyamatának biztosítására. Az EN (MSZ) 752-4 szerint a kisebb átmérőjű vízlevezető csatornáknál az óracúcs szennyvízhozam esetén $v > 0,7$ m/s-os sebességet kell önöblítő sebességnek elfogadni.

Amennyiben a tartós feliszapolódás elkerülhetetlen, a lecsökkent keresztmetszvény következtében várható veszteséget, az energiaveszteségek számításánál figyelembe kell majd venni.

A fenti változásokat a csatorna méretezésébe, ill. méretező programjainkba be kell építeni.

5. A „megfelelőség” biztosítása a csatornázás terén

Az EU csatlakozás feltétele a „megfelelőség” a csatornázás egész területén, így a tervezésen túlmenően az üzemeltetés, helyreállítás, rekonstrukció, építés és fejlesztés terén. Ezért a szokásosan vizsgált közműöllő záráson túlmenően a figyelmet a csatornázás egészére ki kell terjeszteni.

5.1. A fenntartható csatornagazdálkodás az üzemeltetésben

A csatornák üzemeltetése során a vízlevezető képesség fenntartása az egyik legkiemeltebb feladat. A fenntarthatóságot a tisztító-eszközök életciklusának egészén kell vizsgálni. A tisztítóeszközök életciklusa három szakaszra bontható, úgy mint (Lorentzen 1999):

- előállítás,
- használat és a
- berendezés végső elhelyezése.

A tisztítás során négy féle eszköz használata jöhet szóba:

- a nagynyomású öblítési technika,
 - a víz újrafelhasználása nélkül,
 - a víz újrafelhasználásával,
- a göttingeni golyók,
- a Hydrass-Valve öblítő csappantyúk,
- „Drehbogen” szabályozástechnika.

A tisztítási módszer használata szempontjából a fenntarthatóságot figyelembe véve, vizsgálni kell a teljesítményt, a kifejlesztett energiát, a felhasznált vizet, a személyzetigényt és munkakörülményeket, a költségeket és a végső elhelyezést.

A hivatkozott tanulmány végső értékelésével vitatkozva kifejteném, hogy korábbi üzemi méretű kísérleteink tapasztalataira támaszkodva (Duloviczné, 1985), a

göttingeni golyókat csak kitisztított csatornák tisztántartására lehet és szabad használni. Ily módon nem nélkülözhető a nagyobb technikai felszerelést igénylő tisztítóeszközök használata a golyós csatornatisztítás esetében. Vagyis nem hasonlítható össze energiafelhasználás, végső elhelyezés stb. szempontból ez a tisztítóeszköz a nagynyomású gépekkel, mivel azokat teljes egészében nem tudja kiváltani. Egyetértve a tanulmány írójával, az első három technika egymást kiegészíti és mindig az alkalomhoz legjobban illőt kell alkalmazni közülük.

A „Drehbogen” szabályozástechnika a felduzzasztott víz energiakészletét használja ki a lerakódott szennyeződések elmosására. Nincs tisztavíz igénye, mivel a csatornában folyó szennyvizet használja öblítésre, az energia továbbítására. Energiaigénye is takarékos, mivel függőlegesbe állítva a felduzzasztott víz energiakészletét használja fel.

5.2. Csatornák helyreállítása és rekonstrukciója

Az ez évben Sopronban megtartott III. Víziközmű-hálózati Konferencia bebizonyította, hogy míg a vízellátásban rohamléptekkel haladt előre a hálózatminősítés, a számítástechnika és a GIS igénybevételével, addig a hazai csatornázás e területen lemaradt, noha az Ybl Miklós Műszaki Főiskola Közmű és Mélyépítési Tanszéke már 1982-ben (Duloviczné, 1982) javaslatot dolgozott ki többek között a csatornahálózat javítási munkák számítógépes feldolgozása és nyilvántartása, továbbá rekonstrukcióinak előkészítése érdekében. Majd később is jelent meg csatornahálózat minősítési modelleket közlő hazai szakirodalom (Bartos et al. 1989). A vízellátó hálózatok minősítő modelljeit (Kereszturi, P. 1999) kis átalakítással használni lehet a csatornahálózatok minősítésére és rekonstrukció-előkészítésére is.

A helyreállítás illetve rekonstrukció módszerei között egyre jelentősebb szerepet kapnak Európában a kitararás nélküli eljárások, arra való tekintettel, hogy az előregedett, elavult csatornaszakaszok főként a nagyforgalmú belvárosi területeken található, ahol a forgalom fenntartása az építési munkák alatt szükségszerű. Ezért nagy jelentőséget kell tulajdonítani a hazánkban is már sikerrel alkalmazott NO DIG eljárásoknak, és terjedésüknek.

A víziközművek rekonstrukciója évek óta elmarad a műszakilag indokoltól (Hajós, B. 1999). Oka nemcsak a pénzühiány, hanem hogy sok esetben az önkormányzatok nemcsak hogy alacsony díjat – ami nem tartalmazza a felújítási hányadot- állapítanak meg, hanem emellett a rekonstrukcióra fordítható pénzt is sokszor másra, pl. a lakossági díjtámogatásra fordítják. Ezért a létesítmények elhasználódása fokozódik, az erre visszavezethető üzemzavarok gyakorisága, az elhárítással kapcsolatos ráfordításigény nő. Európához viszonyított lemaradásunk e téren is jelentősre tehető, noha megfogalmazott

EU-elvárások e tekintetben nincsenek. Összehasonlító adatok az egységnyi csatornahosszra jutó meghibásodások számában, átlagos életkorban és a rekonstrukcióra fordított hányadban állnak rendelkezésre.

6. Összefoglalás, javaslatok

Hazánkban a XXI. század küszöbén, a csatornázás terén sokféle feladat fogalmazható meg. Az elmúlt időszakban minden fórumon az EU-hoz való felzárkózás legfontosabb feladataként a szennyvízcsatornával és szennyvíztisztítással való EU-konform **ellátottság növelését** jelölték meg. Ez valóban tervezői, építési, beruházói és pénzügyi szempontjából a legnagyobb feladat, hiszen ez utóbbit hozzávetőleg 1000 milliárd forintba becsülték. Ezzel a kérdéskörrel számtalan fórum foglalkozott és foglalkozik permanensen. A szennyvízelvezetés, -tisztítás terén a mennyiségi és minőségi fejlesztést a rendszeresen aktualizált kerettervek, valamint a megyei városok és a főváros szennyvíztisztításáról szóló Kormányprogram figyelembevételével kívánatos végrehajtani.

Nem foglalkozunk kellő mélységben – elsősorban pénzügyi miatt – a **csatornagazdálkodás fejlesztésével**, ezen belül a **csapadékkérdés megoldásával**, noha az utóbbi időszak csapadékeseményei és elöntései felhívták a figyelmet azokra a károokra, melyek a csapadékvíz elvezetés nem kellő kiépítésének, vagy éppen kiépíthetlenségének következményei. Fejlesztést igényel a számítógépes csapadékmodellezés, -mérétezés is.

Az EN-ek MSZ-szé honosítása néhány ponton szükségszerűen befolyásolni fogja a tervezési metodikát, és így a csapadékok figyelembevételét is. Tekintettel azonban arra, hogy a fejlődés az EU országokban töretlen a mi szakterületünkön, látni kell, hogy a honosítás időbeli lemaradása nem lehet gátja a folyamatos fejlődésnek, és a nemzeti szabványok kidolgozásának.

Bár az **üzemeltetésre és helyreállításra** vonatkozó EN-ek később kerülnek honosításra, nem állhatunk meg a csatorna – üzemeltetésben, (lefolyás)szabályozásban, tisztításban a legkorszerűbb technológiák átvétele és kidolgozása terén sem, ennek érdekében elemezni szükséges a fenntartható fejlődés elveit figyelembevevő megoldásokat, vizsgálva azokat energia-, víz-, munkaerő-igény és környezetszennyezés szempontjából egyaránt.

A rekonstrukcióval és helyreállítással kapcsolatosan konkrét elvárás az EU részéről nem fogalmazódott meg, mégis e téren is felzárkózásunk igénye megemlíthető, ismerve a hazai hálózatok életkorát, anyagát, hosz-

szát, összetételét. Ennek anyagi alapjait olyan díjrendszer teremtheti meg, mely fedezetet nyújt az üzemeltetők költségeire, az **amortizációra** és a szükséges nyereségre.

Túl nagy költséget nem jelent, de nagyon fontos a **csatornázás nyilvántartását, minősítését** a vízellátással azonos színvonalra fejleszteni, a teendők rangsorolása és a prioritások meghatározása és az üzemeltetés színvonalának fejlesztése érdekében.

Végül, de nem utolsósorban említeném azt a **bővítendő szakmai nemzetközi együttműködést**, amit a nemrég alakult Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség is kifejt a német szakirodalom közzétételével, az egyes külföldi rendezvényeken való tömegesebb részvétel szervezésével és támogatásával, továbbá a szellemi energiák hazai köztudatba áramoltatásával.

Felhasznált irodalom

1. Dulovics, Dné (1999): Aktuális csatornázási feladatok a XXI. Század küszöbén MHT XVII. Országos Vándorgyűlése Miskolc, Kiemelt előadás.
2. ATV (1999): ATV Standard ATV-A 105E (1997), Selection of the Drainage System. ATV Yearbook 1999-2001. pp.35-40.
3. Öllös, G. (1990): Csatornázás-Szennyvíztisztítás. I. Csatornázás. K+F eredmények. Budapest.
4. Kiss I. (1999): Fogyasztói véleményfelmérés a DRV Rt.-nél. Vízmű panoráma VII./3. pp. 30-34.
5. EN-752-1(1995) : Drainage systems outside buildings. Definitions.
6. Dulovics, Dné.,Dulovics, D.(1998): A térségi szennyvízelvezető rendszerek szaghatás problémái, MHT. XVI. Országos Vándorgyűlése, Kecskemét. pp. 374-385.
7. Dulovics,D.,Dulovics Dné (1998): Eger Széchenyi utca és térségének elöntésvizsgálata. Szakértői vélemény. Kézirat.
8. Lorentzen, A(1999): A szennyvízcsatornák tisztítására szolgáló eszközök átfogó összehasonlítása, HÍRCSATORNA március-április. pp.14-22.
9. Dulovics, Dné (1985): Feliszapolódás mérése, modellezése, illetőleg megelőzése szennyvízcsatornáknban, Csatornamű Információ, I. pp.10-21.
10. Dulovics, Dné (1982): Közműhálózat javítási munkák számítógépes feldolgozása és nyilvántartása, Kutatási jelentés. Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Közmű és Mélyépítési Tanszék, Budapest.
11. Bartos, S., Mészáros, P., Solti, D. (1989): Csatornahálózatok rekonstrukciója. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
12. Keresztúri, P. (1999): Vízelosztó hálózatok rekonstrukciós modelljei, különös tekintettel a csőhálózati rekonstrukció gazdasági hatásaira. BME. Szakmérnöki Diplomatervezés. Budapest.
13. Hajós, B. (1999): A vízellátás és csatornázás jelenlegi helyzete és jövő feladatai. Vízmű panoráma, VII. évfolyam különszám, pp.4-5.

A SZOMBATHELYI VÍZTELENÍTETT SZENNYVÍZISZAP MEZŐGAZDASÁGI ELHELYEZÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSA

Lakosi Ilona, okl. mérnök
VASIVÍZ Rt.

Szombathely Megyei Jogú Város és 33 környező település szennyvíztisztító telepe 45.000 m³/d kapacitású, teljes biológiai tisztítást végez tápanyag-eltávolítással (denitrifikáció, vegyszeres foszforeltávolítás). A telep terhelése jelenleg 25-30.000 m³/d.

A szennyvíziszap a beérkező szennyvíz minőségének megfelelően települési - kommunális - jellegű.

1. ISZAPKEZELÉS

1.1. A szennyvíztisztító telepi iszapkezelési technológia

A szennyvíztisztítási technológiából adódóan kevert iszap (nyers és fölősiszap keveréke) keletkezik, amely a szennyvízvonalból, az előületéből kivéve először a folyamatos üzemű pálcás iszapsűrítőkbe kerül – 2 db 200 m³-es, 1 db 500 m³-es –, majd onnan az iszapkiegyenlítőbe, ahol a homogenizálás történik meg. Ezt követi az iszapvíztelenítés centrifugával, illetve centripresszel.

A telepen naponta keletkező sűrített iszap mennyisége 270 m³/d.

Az iszapkiegyenlítő medencéből a 3-4%-os szárazanyag tartalmú sűrített iszap őrlő és daraboló egységen keresztül térfogatkiszorításos elven működő CSN szivattyúkkal kerül elvételre. A víztelenítés előtt a feladott

iszap mennyiségét DANFOSS típusú, távadós indukciós áramlásmérő méri.

Az iszap kondicionálására MAGNAFLOK 1440 polielektrolit kerül felhasználásra. A polielektrolit 0,1%-os oldatának előállításra, adagolásra PROMINENT típusú berendezéssel történik. Az adagolt polielektrolit mennyisége: 0,1-0,15 kg PE / sűrített iszap m³.

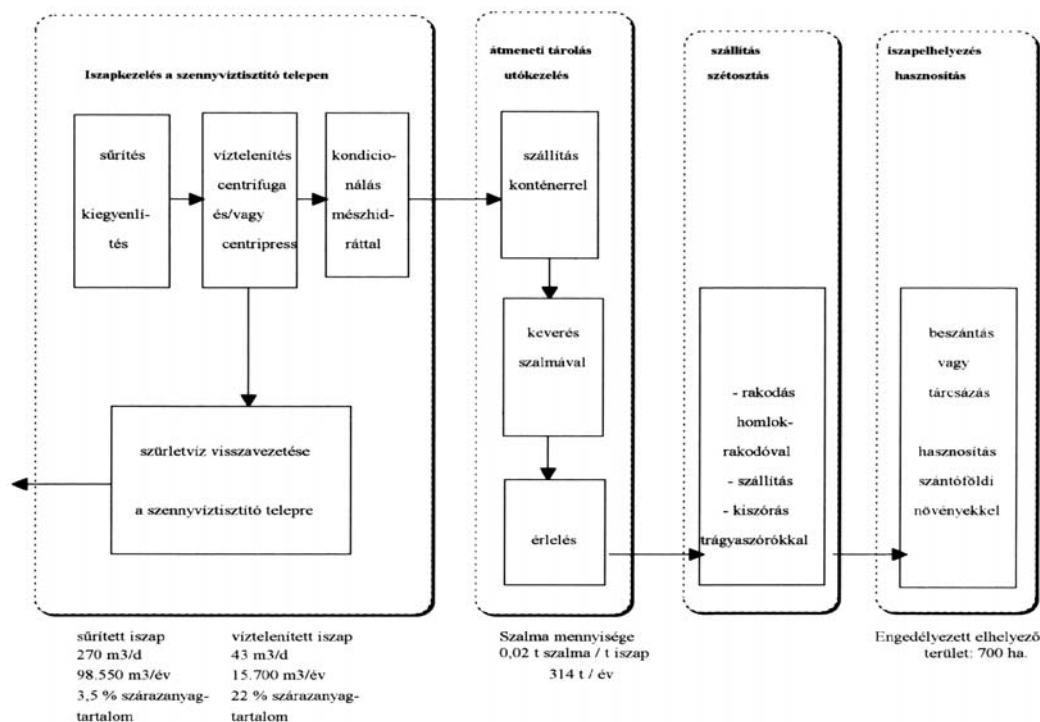
Az iszap víztelenítését 1 db KHD HUMBOLDT WEDAG gyártmányú S2-11 típusú, valamint 1 db BIRD HUMBOLDT gyártmányú CP-30.44 St. típusú centripresz berendezés végzi, melyek párhuzamosan is üzemelhetnek.

A víztelenítés során a feladott iszap szárazanyag-tartalmának és az adagolt polimer mennyiségének függvényében 20%-os szárazanyag-tartalmú centrifugátum kerül előállításra.

A víztelenített szennyvíziszap utókezelése, stabilizálása mészbekeveréssel történik – 6,0 kg CaO/m³ víztelenített iszap adagolásával.

A bekevert iszap (22% szárazanyag-tartalmú) gyűjtése és az átmeneti iszaptárolóba szállítása 5 m³-es úrtartalmú konténerekben történik.

A szennyvíziszap-kezelés és elhelyezés technológiai blokk-sémáját az 1. ábra mutatja.



1.2. Az iszapvíztelenítés üzeme

Az iszapvíztelenítő centrifuga kapacitása 18 m³ sűrített iszap/óra, a centripresz kapacitása 22 m³ sűrített iszap/óra.

A naponként képződő 270 m³ sűrített iszap víztelenítése 2 műszakban a hét öt munkanapján történik, hétvégen az iszap a sűrítőkben betárolásra kerül.

1.3. A víztelenített szennyvíz iszap mennyisége, minősége

A szennyvíztisztító telepen évente 17-18.000 m³ mészszel bekevert 22% szárazanyagtartalmú, 71-72% szervesanyagtartalmú víztelenített iszap keletkezik, ami szántóföldi felhasználásra kerül. Az iszap minőségének vizsgálata 1980. óta folyamatos, amit az Rt. laboratóriuma, a Vas Megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomás és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat végez el. A vizsgálati paraméterek nem haladják meg az 54/1994. (X. 19.) FM rendelettel kötelezően alkalmazandó MI-08-1735-1990. számú Műszaki Irányelvekben előírt határértékeket.

2. AZ ISZAPELHELYEZÉS TECHNOLÓGIÁJA

2.1. Átmeneti tárolás, kezelés

A mezőgazdaság fogadóképességéig a keletkezés és felhasználás közötti időszakban az iszap átmeneti tárolásáról gondoskodni szükséges. Erre a célra kiépítésre került az elhelyező területek súlypontjában Vép község határában egy 100x100 m területű betonozott tároló, amely minden időjárási körülmények között megközelíthető.

Ezen tárolóban a féléves iszapmennyiség betárolása lehetséges.

A szennyvíztisztító telepről kiszállított iszap a tárolóhelyen szalmával – amit a felhasználó mezőgazdasági üzemek biztosítanak – bekeverésre kerül, ezáltal a tárolás körülményei kedvezőbbé válnak, ugyanakkor a kiszóráshoz agronómiailag szükséges konzisztencia is biztosítható. A tárolóhelyen a munkálatokat (szalmaterítés, iszapterítés, felrakás, prizmakialakítás) egy tolólapos markolós munkagép végzi.

Jó időjárási és közlekedési feltételek esetén az iszap átmeneti tárolása közvetlenül a felhasználandó mezőgazdasági tábla szélén trágyaszarvas szerűen történik. Itt minden esetben a tábla agronómiai iszapfogadó képességének megfelelő mennyiség kerül betárolásra.

A mezőgazdasági táblák széléin létesített iszapprizmák kialakításánál ugyanazok a feladatok kerülnek elvégzésre, mint a kialakított tárolónál.

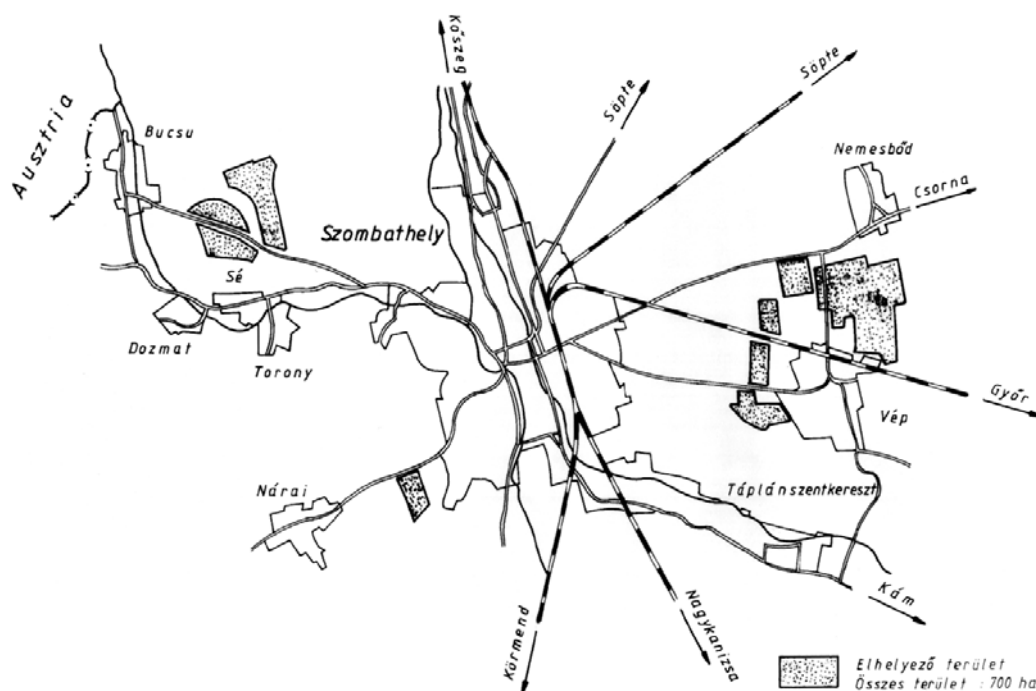
A táblák szélén kialakított tárolók helyének kijelölésekor a szabványban rögzített előírásokat (elsősorban a védőtávolságok tekintetében) be kell tartani.

3. SZÁNTÓFÖLDI FELHASZNÁLÁS

A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása szempontjából alapvető feltétel az elhelyező területeken a talaj tulajdonságainak ismerete. Ezekről a talajtani szakvélemény ad részletes leírást.

Szombathely térségében (Bucsu, Torony, Vép) községek határában a várostól átlagosan 10-15 km távolságban 700 ha bevizsgált és engedélyezett terület áll rendelkezésre a víztelenített szennyvíziszap elhelyezésére.

Az elhelyező területekről a 2. ábra ad tájékoztatást.



A térségben működő mezőgazdasági üzemekkel létrejött szerződések alapján az átmeneti tárolókból az iszap felrakása, trágyaszórával a talajfelszínre terítése – a talajtani szakvéleményben meghatározott dóziszokban, minden év első negyedévében összeállított agronómiai terv alapján – talajba forgatása a felhasználó feladata.

Az utóellenőrzéseket – talaj, talajvíz, növényanalízis – az illetékes hatóságok folyamatosan végzik. A rendszeres vizsgálatokból levonható következtetések az alábbiak:

- A talajtani szakvéleményben előírt dóziszok betartása mellett a talajnak kémhatása kedvező irányban változott, a talajok telítettsége nőtt.
- A toxikus fémek a várható mértékben növekedtek, mennyiségük azonban a megengedethez képest igen alacsony maradt.

4. KÖLTSÉGEK

Az iszapkezelés és elhelyezés közvetlen költségeit az alábbi táblázat mutatja 3,5% szárazanyagtartalmú, sűrített iszapra illetve 22% szárazanyagtartalmú, víztelenített iszapra vetítve.

Költség összetevő	Fajlagos költség [Ft/m ³]	
	Sűrített iszap	Víztelenített iszap
Villamos energia	73	460
Vegyszer	394	2482
Szállítás, kiszórás	205	1294
Bér- és járulékok	48	302
Laborvizsgálat	8	50
Értékesítés	74	466
Összes közvetlen költség	802	5054

Az iszapkezelés közvetlen költsége 1 m³ tisztított szennyvízre vetítve 8,7 Ft/m³.

5. AZ ISZAPELHELYEZÉS GYAKORLATI TAPASZTALATAI

1. A szennyvíziszap deponálásánál, kihelyezésénél alapvető fontosságú annak stabilizáltsága, konzisztenciája. A bekeverésnél, a deponálásnál, majd a kiszórás kori felrakásnál az iszap magas szervesanyagtartalmából (stabilizátlanságából) következően jelentős szaghatással kell számolni, ami kedvezőtlen időjárási viszonyok mellett lakossági panaszhoz is vezethet. A szalmabekeverés a deponálhatóság javításához és trágyaszórával való egyenletes szétteríthetőség biztosításához szükséges.

A szalmabekeverés jelentős költségnövelő tényező, ugyanakkor a partner gazdaságok nem mindig tudják biztosítani a szükséges mennyiséget.

2. Szombathelyen 1980. óta folyik a szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezése, az akkor bevizsgáltatott összes terület termelősövetkezeti tulajdonban volt. Jelenleg a területek magántulajdonban vannak, a mezőgazdasági üzemek, mint bérlők gazdálkodnak az adott területen. Tulajdonos változás miatt Torony térségében lévő elhelyező területeinkre hosszútávon gyakorlatilag nem számolhatunk. Az elhelyező területek tulajdonviszonyai vonatkozásában igen nagy az üzemeltető kiszolgáltatottsága.
3. A mezőgazdasági üzemekkel szerződéses viszonyban állunk, feladatuk az iszap kiszórása, beszántása. Az üzemek gazdasági helyzete folyamatosan romlik, gépparkjuk fejlesztésére lehetőségük nincs. A meglévő gépeiket pedig elsősorban – érthetően – saját céljaikra, vetés, betakarítás, szerves trágyaszórás stb. használják. Az iszapkiszórást folyamatosan ígérik, de lehetőségük nincs rá. Így állt elő például az idejelenlegi helyzet is, hogy körülbelül 10.000 m³ iszap van betárolva. A helyzetet súlyosítja a rendkívüli csapadék mennyiség is.

4. A mezőgazdasági üzemek ismerik a szennyvíziszap trágyaértékét, a növény tápláláshoz szükséges makro-, mezo- és mikroelem tartalmát, az itt jellemző savanyú talajokra a kalcium kedvező hatását, ezért keresik a felhasználási lehetőséget. A kiszórás, beszántás költségeit pedig a közmű üzemeltető viseli. Manapság térségünkben a trágyaérték megfizetése elképzelhetetlen.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Szombathely és térsége szennyvíztisztításából keletkező szennyvíziszap környezetbarát elhelyezése hosszú távon a mezőgazdaságban lehetséges.

A több évig tartó kutatási tevékenység és az azóta folyó rendszeres ellenőrzés garancia arra, hogy a termőföld és a talajvíz szennyezése nem következett, következhet be.

Ennek biztosítására további fejlesztések szükségesek. Céljaink között szerepel a szennyvíziszap telepen belüli biológiai stabilizálásának megoldása, a víztelenítés hatékonyságának javítása, a mezőgazdasági idénymunkáktól független gépipari háttér megteremtése és az elhelyező területek bővítése.

VOLTUNK AZ IFAT 99-en (2. rész)

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség - a Német Környezetvédelmi Alap (DBU) támogatása jóvoltából - 36 szakembernek biztosította az IFAT 99-en való részvételét.

A kiutazók élményei alapján, szeretnénk bemutatni ezen impozáns kiállítást, szakvásárt és konferenciát. Olvassák szeretettel a résztvevők további rövid beszámolóit.

Dr. Stehlik József, tervező, Budapest

Ez évben a MaSzeSz egyes képviselői – közöttük én is – meghívást kaptak az ATV-tól Münchenbe, a megújult IFAT szakkiállítás néhány napos látogatására.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani többi társam nevében is az ATV vendéglátásáért.

A MaSzeSz vezetősége tovább növelte a kiállítás megtekintésének jelentőségét azzal is, hogy megszervezte két szennyvíztisztító telep szakmai látogatását is.

A Linz-i nagyméretű városi szennyvíztisztítón- melyet legutóbb 10 évvel ezelőtt láttam- a telep növelését nem, de a környezet és a víz fokozott védelmét lehetett tapasztalni.

A Németországban megtekintett Vilshofen-i szennyvíztisztító telep – mely a Duna mellett fekszik – kitűnt a rendkívül jól tájba illesztett műtárgyaival.

Az IFAT-on látottak a szennyvíztechnológus szemével röviden a következőkben foglalhatók össze:

1. **Mechanikai/fizikai** eljárások közül kitűnt a kiállított szennyvízrácsok nagy száma (64 db.), mely közül az egyik vezetőtípus a „lépcsős”- step screen. Igen sok gépi homokfogó és homokmosó (38 db) volt látható.

2. Feltűnő volt a kisméretű **zsebtelepek** nagy száma (60 kiállító). Ezek közül jó néhány kedvezően lenne Magyarországon is használható, ha az árak nem lenne „nyugati” szintű. Igen sok előregyártott, részben acél-szerkezetű kis szennyvíztisztító került bemutatásra (66 db) A kisberendezések terén társas merülőtestes biológiai tisztítóberendezésből 32 db jelent meg.

3. **Fiziko-kémiai** eljárások elsősorban az ivó- és iparivíz kezeléseket szolgálták. A szennyvíztisztításnál figyelemreméltó volt, hogy a foszfor kémiai eltávolításával 60! kiállító jelent meg.

Feltűnő volt az 58 db membránszűrő berendezés, mely mutatja az ipari szennyvizek, sokszor igen „tökéletes” tisztításának szükségességét.

4. A **biológiai** eljárásoknál dominált a jelenleg igen divatos eleveniszapos eljárás, melyet példáznak az alábbi számok:

levegőztető berendezések 90 db,

nitrifikáció 100 db,

denitrifikáció 98 db,

de érdekes volt az 50 db anaerob eljárás, illetve berendezés is.

5. **Iszap stabilizálásnál** uralkodó az anaerob eljárás, bár 20 kiállító jelent meg aerob termofil kezeléssel.

6. **Iszapvíztelenítésnél** nem volt uralkodó gép, vagy eljárás. A három fő géptípus (centrifuga, szalag-szűrőprés, kamrás prés) közel egyforma – 33 – darabszámmal került bemutatásra.

7. **Iszapszárító** berendezéseket 40 cég mutatott be. Ezek közül legtöbb a dobszárító berendezés (24 db.), míg iszapégető berendezés (kazán) pedig 23 db volt.

8. **Gázhasznosító** berendezések (gázgenerátorok) jelentőségét bizonyította 30 kiállított termék.

9. **Iszaphasznosítással** (mezőgazdasági és egyéb) összesen 33 kiállító foglalkozott, igazolva a kérdés jelentőségét.

10. Végül, de nem utolsósorban a **telepek tervezésének** ajánlatával 150 !!! kiállító jelentkezett.

Mindent összevetve, egy tervező – MaSzeSz tag részéről megállapítható, hogy

nincsen új a nap alatt,

rendkívül nagy a kínálat a művelti egységeket kielégítő gépekben és berendezésekben,

nagyon szükséges a tervező, de az üzemeltető részéről is, hogy a korszerű berendezések minél szélesebb skáláját ismerje, hogy adott esetben a műszaki – gazdasági – környezetvédelmi szempontokból legkedvezőbbeket alkalmazza feladata megvalósításában.

Dr. Kollár György, egyetemi oktató

1999. 05.05-én indult el csoportunk Budapestről. Már az utazást kihasználva, az első szakmai programunk a Linz melletti **Astenben** működő PURATOR- regionális szennyvíztisztító telep megtekintése volt. A telep szervesanyag terhelése: 44 ezer kg BOI₅/d, a tisztításra kerülő szennyvíz hozama: 2,2-8,8 m³/s, a biológiai tisztítóegységre rávezetett maximális vízhozam 4,4 m³/s. A **mechanikai** tisztítási fokozat csigaszivattyúból, négy homokfogó medencéből, két előülepítőből áll, 13.800 m³ térfogattal. A **biológiai** tisztítás négy – egyenként 11.000 m³ hasznos térfogatú - eleveniszapos medencében történik, a levegőztetést finombuborékos légbefúvás biztosítja. A nyolc utóülepítő összesen 70.000 m³ befogadóképességű.

Az **iszapkezelés** három rothasztó toronyban történik, gáztermelésük 12.000 Nm³/d, az iszapvíztelenítés membrán- és szalagszűrőpréssel folyik.

A következő megállónk a **Vilshofeni Városi Szennyvíztisztító** telep volt, melyet 37.000 LE kapacitással terveztek és építettek ki. Az érkező szennyvízhozam: 335-720 m³/h, azaz 93-200 l/s között változik. A nyers szennyvíz szervesanyag terhelése 225 kg BOI₅/d-re becsülhető. A rácsház szippantott szennyvíz fogadóval és rácsszemét prüssel van ellátva.

A fekália gyűjtő akna 100 m³ űrtartalmú, excentrikus és merülőszivattyúval van ellátva, 70 m³/d hasznos térfogatú, turbókompesszorral levegőztetett homokfogó működik a telepen. A 18,50 m hosszú és 1,40 m szélességű lebegőanyag leválasztó szilárd anyagait excenter csigaszivattyú továbbítja a rothasztóba. A nyers- és a recirkulációs iszapkeverő kamra levegőztetéssel működik.

A **biológiai** tisztítás a két 11.000 m³-es eleveniszapos medencében történik, melyben szintén finombuborékos légbefúvás biztosítja a levegőztetést. Utóülepítő, iszap elősűrítő, 3000 m³ térfogatú fűtött iszaprothasztó működik a telepen, az iszapvíztelenítést 1 db. centrifuga szolgálja. Kisnyomású gáztartály és folyékony gáz tároló üzemel, mely szükség esetén a fűtés, és a két gázmotor ellátására szolgál.

Megítélésem szerint nagyon hasznos volt a két telep megtekintése.

A következő napokban az **IFAT 99** kiállítás megtekintése volt a program. Leírhatatlan az ott látott számtalan berendezés, technológia, ezért csak a számomra legérdekesebbeket ragadom ki.

Az **AQUALITIC GmbH & Co.** hordozható fotométerek, zavarosságmérők, KOI reaktor és mérő-, flokkulálóberendezések gyártásával és forgalmazásával foglalkozik, melyeket be is mutatott.

A **Roediger** cég vákuumtechnikai berendezéseivel hívta fel magára a figyelmet.

A **Lurgi Aktivkohle GmbH** a vízkezelésben és a szennyvíztisztításban használatos aktív szén regenerálási technológiáját mutatta be.

A Frankfurt melletti **Isco STIP GmbH** a folyamatosan mérő- és regisztráló műszereivel tűnt ki, a BOI₅, KOI, On-line Toximeter, vezetőképesség-, összes foszformérők, nitrit-,nitrát-, ammónium-,ionmérők, melyek spektrofotometriás elven működnek.

WATERLINK Zickert Produkts svéd cég igen szellemes elven működő kotróberendezéseit mutatta be, melyek mind víztisztító, mind szennyvíztisztító telepek elő- és utóülepítőiben alkalmazhatók.

Összességében nagy élmény volt számomra ez a lehetőség, és remélem, lesz alkalmam kamatoztatni az ott látottakat a további munkáimban.



„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



Korrespondenz Abwasser 99/7.

KIADÓI ELŐSZÓ

További technológia-transzfer

1999. május 6-án találkoztak az „Ismeretanyag- és technológiatranszfer a szennyvíz- és hulladéktechnika területén Lengyelországban, a Cseh Köztársaságban és Magyarországon” DBU-projekt szaktanácsának résztvevői, hogy összefoglalják az első és megtervezzék a második projektszakaszt (kezdés: 1999. július 1-én). Nem csak a három partnerország egyesületei, hanem a támogató alapítvány és a Környezetvédelmi Minisztérium is legnagyobb elégedettségét fejezte ki az eddigi eredményekkel kapcsolatban.

Ahogy már említésre került, Lengyelországi, Magyarországi és Cseh Köztársaság-beli, kiválasztott egyetemek és minisztériumok kapják rendszeresen a „Korrespondenz Abwasser” c. szakfolyóiratot és az ATV (Német Szennyvíztechnikai Szövetség) CD-ROM-jait. A szakfolyóiratokban minden kiadásban időszzerű fordításban szakcikkek kerülnek közlésre, az ATV szakosztárra ezen három nyelven bővítésre kerül, az ATV-szabványokat lefordítják és magyarázzák, egyesületi ülések, valamint szakmai kirándulások és vásárlátogatások kerülnek (és kerültek a közelmúltban) megszervezésre, így pl. az IFAT-on Münchenben országoként 20 fő vett részt.

Nyáron ezekből az országokból 10-10 ifjú szakember vesz részt a weimari Nyári Akadémián, amely egy három hetes németországi gyakorlat záró rendezvénye. Októberben a Cseh köztársaságban, Brünn-ben a környezetvédelmi szakvásár és szakmai kirándulással egybekötve, úgyszintén októberben Budapesten az első magyar-német közös ülészak, a német-lengyel pedig november elején Görlitzben kerül megrendezésre.

Ezen túlmenően a tervezett tevékenységekről is szót kell röviden ejteni: lengyel, cseh és magyar egyesületek támogatása német cégeknek szakfolyóiratokban való hirdetései által; külföldi cégek hirdetéseinek megjelentetése a „Korrespondenz Abwasser”-ben (ugyanaz érvényes külföldi cégek 2000-es szaknévsorára); szemináriumok rendezése a három országban ATV-tervek felhasználásával; külföldi és német felek részvételével szemináriumok rendezése Lengyelországban, a Cseh Köztársaságban, Magyarországon és Németországban: struktúrák, koncepciók, együttműködések terén – lengyel/cseh/magyar és német oldalról –, tapasztalatcserék.

Kelet-európai szakértők az IFAT-on

Az „Ismeretanyag- és technológiatranszfer a szennyvíz- és hulladéktechnika területén Lengyelországban, a Cseh Köztársaságban és Magyarországon” DBU-projekt keretében 20-20 fő vett részt ezekből az országokból a Münchenben megrendezett IFAT-on. Polgármesterek, egyetemi oktatók, minisztériumok és mérnöki irodák képviselői vettek részt Magyarországról, Lengyelországból és a Cseh Köztársaságból. Lehetőségük volt az IFAT mellett egy sor szimpózium meglátogatására, és intenzív kapcsolatok kiépítésére. A tetőpontot a „nemzetközi találkozások” fogadás jelentette, ahol egy magas rangú palesztin küldöttség és német cégképviselek valamint szakértők csoportja (100 feletti létszám) is részt vett.

Vízvezető rendszerek

Csővezetékek lejtésének megállapítása optikai ellenőrzés mellett

Thomas Hautmann (Blaichach)

Összefoglalás

A csatornahálózat építéstechnikai állapotfelvételének hagyományos módszerei, mint pl. a TV-ellenőrzés vagy a nyomáspróba, csak csekély számú építési hibát fedez fel. A lejtések TV-s felügyelet melletti felvétele azonban a csatorna magassági elhelyezkedését is megmutatja, és minőségileg értékelhetővé teszi. A cső kezdő- és végpont közötti pontos elhelyezkedésének megállapítását eddig legtöbbször becslések vagy a videoszalag kiértékelése alapján végezték. A lejtések megállapítására szolgáló rendszer a lefektetett csőrendszer minden centiméterének vizsgálatát lehetővé teszi. Felismerhetőek egy ezrelék törtrészének nagyságrendjében fennálló eltérések is. Referenciavizsgálatok azt eredményezték, hogy 0,5 és 2 ‰ közötti pontosság érhető el. A kezdő- és végakna abszolút magasságának figyelembe vételével, korrekciós számításokkal tízszeresére növelhető a pontosság. *Kulcsszavak: csatorna, csatornázás, csatorna-TV, felügyelet, lejtés*

Szennyvízcsatornák helyreállítása

Dietrich Stein (Bochum)

Összefoglalás

A nem kellő vízzáróságú csatornák által okozott talaj- és talajvíz-szennyeződések megelőzése és a csatornahálózat működőképességének megőrzése érdekében, de népgazdasági okokból is, a hibás csatornákat helyre kell állítani, vagyis meg kell javítani, renoválni vagy fel kell újítani. A következő cikk útmutató a helyreállítás kidolgozásával, kivitelezésével és ellenőrzésével kapcsolatban, a DIN EN 752-5-ös szabvány szerint, valamint rámutat a helyreállítás építési módszerének fejlettségi fokára. Ezen túlmenően bemutatja a módszer kiválasztásának lehetőségeit, a csatornázás sokrétű feltételrendszerének, valamint az építési pályázatok kiírásánál és odaitélésénél.

Kulcsszavak: szennyvízvezetés, csatornázás, helyreállítás, szabályzat, javítás, felújítás, módszer

Szennyvíztisztítás

Biocos-berendezés szimulációs elemzése

„Ciklikus utótisztítás” vagy „átáramoltatott SBR-reaktor”

Bernhard Wett (Innsbruck/Ausztria)

Összefoglalás

Matematikai modell egy lehetséges alkalmazási területe egy tisztítóberendezés méretezésének igazolása. A szimulációs számítás további célravezető feladatai egy éppen üzembe helyezett berendezés elemzése és a specifikus viszonyok ábrázolása. Az output- és elsősorban a state-változók (rendszeren belüli állapotváltozók) részletes áttekintés által mélyül el a folyamat megértése és teremődik meg az üzem optimalizálásának kiindulópontja dinamikus lefolyási- és peremfeltételek hatása alatt. Különösen újonnan kifejlesztett módszer (mint az itt bemutatott Biocos-módszer) esetén mutat be a dinamikus szimuláció érdekes elemzőeszközt. A Biocos-módszer az eleveniszapos módszer és az egymedencés technológia üzemeltetési jellemzőit egyesíti. Az alkalmazott szimulációs modell háromrétegű ülepítő-modell eleveniszapos modellel kombinál, ahol a transzport és a reakció ki-elégíti a tömegegyensúlyt.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, eleveniszap, Biocos-módszer, ülepítés, nitrogénlebontás

Üzemi tapasztalatok az optimalizált primer iszap-fermentációval (PSF), valamint a biológiai tápanyageltávolításra vonatkozó méretezés-technikai hatások elemzésével kapcsolatban

Gunnar Demolui (Salzburg/Ausztria), Anthony R. Pitman (Melville/Dél-Afrika), Vera Sojkova és Robert Hrich (Brno/Csehország)

Összefoglalás

A biológiai foszforlebontás támogatására szolgáló, elválasztott savas-erjedést biztosító berendezésben történő célzott primer iszap-fermentáció már évek óta hozzátartozik a gyakorlathoz [6, 8, 9, 10, 11, 13]. A következőkben a nagyüzemi elválasztott savas-erjedést biztosító berendezés üzemi adatait mutatjuk be, optimalizált módszervázlat alapján. KOI-alapú, alacsony terhelésű biológia számításának segítségével kerül meghatározásra az elősavanyítás hatása a megemelkedett biológiailag eltávolítható P-terhelés, valamint a nitrogéneltávolítás méretezésére. Irodalmi adatokkal való összehasonlítás, valamint gyakorlati méretezési példa kerül bemutatásra.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, harmadik tisztítási fokozat, foszforeltávolítás, primer iszap, fermentáció

A szennyvíztisztító berendezés üzemi felügyelete on-line BOI-mérésekkel

Friedrich Kümmerer (Ober-Mörlen)

Összefoglalás

Bemutatásra kerül egy respirografikus mérőeszköz. Ez a rövid idejű biológiai oxigénigény (BOI_{St}) és a tisztítóműben uralkodó toxicitás folyamatos megfigyelésére szolgál, segítve ezzel a berendezés teljesítményének javítását. A mérőműszernek nagy dinamikus mérési tartománya van (5–500 000 mg BOI_{St} /l). A toxicitás megállapítása referencia-aktivitásteszten alapul, ami megengedi a terhelésingadozások toxikus hatásainak jelentős szétválasztását. A toxicitás-vizsgálat időtartama körülbelül két óra; erős mérgezéseket rövidebb idő alatt is meg lehet határozni.

Külön tesztet is javasolnak, a reaktorban található iszap állapotának vizsgálatára. Ezáltal az iszap reaktorban való cserélődésének gyakoriságát minimumra csökkentik, így a reaktorban lévő iszap jellemző marad a tisztítótelepen található iszapra.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, szennyvíztisztító telep, on-line, mérés, BOI_{St} , in-situ, toxicitás, aktivitás, iszap

Hulladék/szennyvíziszap

A szennyvíziszap-feltárás célkitűzései, módszerei és alkalmazási lehetőségei

Karl-Erich Köppke (Witten)

Összefoglalás

A szennyvíziszap feltárásánál a mikroorganizmusok sejtfalát roncsolják szét, hogy a sejten belüli folyadékot a biológiai lebontás számára hozzáférhetővé tegyék. Jelenleg több kutatási terv foglalkozik oxidatív, mechanikai és fizikai módszerekkel, alkalmazhatóságának függvényében. A szennyvíziszap-feltárásból, ill. az ún. „dezintegrációból” származó előnyök sokrétűek. A messzemenő szennyvíziszap-stabilizáció, a kezelendő iszapmennyiség csökkentése, a vízteleníthetőség javítása, a C/N arány javítása a denitrifikációhoz, valamint a biogáz-kitermelés emelése általi energiafelhasználás-csökkentés optimalizációs lehetőségek azoknál a szennyvíztisztító telepeken, ahol a szennyvíziszap-dezintegráció szóba kerülhet. Mindenesetre az iszapvíz nitrogéntartalmának emelkedésével kell számolni. Noha ez a hátrány jelentős a dezintegráció gazdaságos alkalmazhatóságával szemben, ez a probléma gazdasági szempontokból is megoldható.

Kulcsszavak: iszap, stabilizáció, dezintegráció, folyamattechnika, optimalítás, összehasonlítás

Ipari szennyvizek

Nitrogénnel erősen terhelt hulladéklerakó-csurgalékvíz denitrifikációja alatt végzett megfigyelések

Holger Richter, Eberhard Aust (Nürnberg) és Alfons Knott (Trostberg)

Összefoglalás

Szennyvíztisztító telepeken többször kerültek bevezetésre a nitrogéntartalom csökkentését biztosító folyamatok, amelyek külső szubsztrátok, mint szénforrások bevezetését igénylik a denitrifikáció számára. A nitrogénlebontás céljának elérése érdekében szükséges a nemkívánatos, környezettől függő zavaró folyamatok minél nagyobb mértékben való megakadályozása a javasolt üzemeltetési módban. A biológiai nitrogéntávoltítás tisztítási fokozatainak tervezéséhez és üzemeltetéséhez feltétlenül szükséges a különböző környezeti paraméterek mikrobiológiai reakcióinak összefüggésekben való ismerete.

Hulladéklerakó-csurgalékvíz-kezelő berendezés bővítésének vonatkozásában megvizsgálták félüzemi méretben a nitrogénlebontás pótlólagos feladatai között az utó-denitrifikáció alkalmasságát ecetsav adagolása mellett. Ekkor ideiglenesen fellépett egy, kifejezetten nagy ammónium-felszabadulás a denitrifikációs reaktorban, ami nitrátammonifikációra vezethető vissza. Ezen kellemetlen folyamat legfőbb okaként a denitrifikációs reaktorban uralkodó magas KOI-tartalom, illetve magas C/N arány volt okolható. Csekély KOI-szintet eredményező szabályozott szubsztrátadagolás mellett és a denitrifikációs zónában lehetséges a nitrátammonifikáció kizárása, valamint a denitrifikáció maximális sebességgel történő lefolyása.

Kulcsszavak: csurgalékvíz, többfokozatú tisztítás, nitrifikáció, denitrifikáció, szennyvíztisztítás, hulladéklerakó

Gazdaság

Tanulmány a Hamburgi Csatornázási Művek teljesítményre vonatkozó díjazásának bevezetéséről

Florian Franz, Rainer Funke és Henning Rubach (Hamburg)

Összefoglalás

Az alkalmazottak részesítése a vállalati nyereségben a vállalkozás eredményességének emelkedését és munkahelyek biztosítását eredményezte. Ezek a hatások az egyes dolgozók eredményességének jelentősen megjavult átláthatóságán alapulnak. A

Hamburgi Csatornázási Művek (HSE) a teljesítménybérézés tarifajogi megegyezésével (LEB) 1996 januárjától bevezetett egy új adózási- és bérézési rendszert, amely az alkalmazottaktól követel is, de jutalmazza is őket. Három és fél éves tapasztalatok azt mutatják, hogy sok, a hatékonyságot növelő hatást csak az „eredményben való részesedés” motivációs tényező szabadította fel a dolgozóknál. A hatékonyságban való részvétel és a gazdaságos üzemelési mód lehetősége többször teljesen megváltozott viselkedéshez vezetett. A költség/teljesítmény-arány a LEB által 1996-ban 10,8; 1997-ben 15,8 millió DM-val javult, 1998-ban további 14,6 millió DM-s nyereséget értek el. Az alkalmazottak prémiumjának levonása után a vállalatnak kereken 6,6 millió DM maradt az 1996-os évben, kereken 10,9 millió DM 1997-ben, és kereken 10,1 millió 1998-ban. Ez az irányzat tovább folytatódik, ezért 1998-ban lemondtak a csatornahasználati díj emeléséről. Az egyes dolgozók számára ez maximálisan 6.500 DM/év-es kiegészítő juttatást jelentett.

Kulcsszavak: önkormányzat, személyzet, nyereség, forgalom, részesedés, Hamburg

Műszaki szabályozás és szabványok hatékonysága valamint hatása a kommunális szennyvíztisztítás területén

Eberhard Böhm, Harald Hiessl és Thomas Hillenbrand (Karlsruhe)

Összefoglalás

A Szövetségi Környezetvédelmi Minisztérium/Környezeti Szövetségi Hivatal megbízásából kidolgozott tanulmány célkitűzése az volt, hogy a kommunális szennyvíztisztításra vonatkozó műszaki szabályozások hatékonyságát megvizsgáljuk, a szaktudás közvetítésének, az önkormányzati tevékenység lehetséges egyszerűsítése vagy megnehezítése, a piac és a verseny befolyásolása tekintetében. Ezen kívül a gazdasági hatások (pl. racionalizálási hatások, innovatív megoldások szorgalmazása vagy szuboptimális technikák előírása) tekintetében is kritikusnak kell lenni. Úgy a szabványok kidolgozásának magán szabványosítási intézményeken keresztül történő folyamatát, mint műszaki szabványok alkalmazását figyelembe vették. A szabványosítási folyamat értékeléséhez intézmények anyagait, szakközleményeket, szakértői jelentéseket és hat kiválasztott műszaki szabályozás kérdéseit használták fel. A szabványok alkalmazását szennyvíztisztító berendezések tervezésénél és megvalósításánál 43 esettanulmány segítségével részletesen tanulmányozhattuk. A tanulmányban a szabványkészítés és –alkalmazás hiányosságai váltak egyértelművé, és ebből javaslatokat vezettek le azok fejlesztésére. A felmutatott hiányosságok ellenére a tanulmány arra az eredményre jutott, hogy ezen műszaki szabályozások pozitív hatásai érvényesülnek és hozzájárulnak a költségek csökkentéséhez.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, szabályok és szabványok, hatékonyság, hatás, tanulmány

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.mataav.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.



Korrespondenz Abwasser 99/8.

Vízvezető rendszerek

Integrált csatornázási rendszer modellezése és állapot - elemzése Innsbruck / Ausztria példáján

Rauch W., Thurner N., Stegner U.

Összefoglalás

A beépített lakóterület víztelenítése komplex probléma, melyet csak komplex szemlélettel lehet elemezni és megoldani. Ehhez azonban szükséges részletesen ismerni a teljes rendszerben az anyagáramokat. Egyszerű determinisztikus modellek lehetővé teszik a csatornázási rendszer állapot - szimulációját nagyobb időközökben. A számított adatok statisztikai kiértékeléséből meg lehet állapítani a rendszer viselkedésének jellemző adatait. Az általános eljárást a szakirodalom már korábban leírta. A cikk a gyakorlati alkalmazást esettanulmányon mutatja be.

Kulcsszavak: elemzés, vízvezető rendszer, modell, anyagáram, esettanulmány

Szennyvíztisztítás

BIOCOS-szennyvíztisztító rendszer

Ingerle K.

Összefoglalás

A Biocos szennyvíztisztítási eljárás legfontosabb tulajdonságainak leírása után ezen eljárás méretezési alapjai kerülnek ismertetésre, amelyek lényegében véve az ATV-A131-es és az ATV-M210-es munkalapoknak felelnek meg. Ezt követően a jobb értékettség kedvéért példaként egy 10 000 LE-ű Biocos berendezés méretezése kerül szemléltetésre. Végül Längenfeld község, Tirol (10 000 LE) Biocos berendezés terhelési és elfolyási értékeinek bemutatására és megtárgyalására kerül sor.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, eleveniszap, Biocos-eljárás, ülepítés, nitrogén eltávolítás

Ipari-szennyvíz előtisztítása merülő fixfilmmel a Dorsten-Wulfeni szennyvíztisztító telepen

Schlegel S.

Összefoglalás

Bizonyos feltételek esetében az ipari-szennyvíz előtisztítása előnyösebb lehet, mint annak a közös teljes tisztítása a kommunális szennyvíztisztító telepen. Különösen alkalmasnak mutatkozott a merülő levegőztetett fixfilmes folyamat, melyet könnyű üzemeltetni és az ipari üzemből nagy költség nélkül megvalósítani. Mégis létezik egy sor folyamattechnikai, szerkezeti és üzemeltetési követelmény, melyeket teljesíteni kell, hogy a tisztítási folyamat eredményes legyen.

Kulcsszavak: ipari-szennyvíz, előtisztítás, fixfilm, bemelegt, levegőztetett, üzemeltetés, tapasztalat

Hulladék/Szennyvíziszap

Kétlépcsős mezofil-termofil iszaprothasztási folyamat üzemi méretű tesztelése

Az Uhde / Schwarting módszer alkalmazása a leonbergi Mittleres Glemstal regionális szennyvíztisztító telep bővítése során

Merz H-U., Schmickl M., Trösch W., Galander Ch.

Összefoglalás

A leonbergi Mittleres Glemstal (Baden-Württemberg) regionális szennyvíztisztító telep 60 000 LE-re való bővítése során az anaerob iszapstabilizálásra egy újszerű – a kommunális szennyvíztisztítás területén eddig még nem alkalmazott - kétlépcsős

mezofil-termofil iszaprothasztási (Uhde/Schwarting) módszert teszteltek üzemi méretekben. Ezt a mintaterületi tervet a Szövetségi Környezetvédelmi Minisztérium és a Baden Württembergi Tartományi Kormány pénzügyileg támogatta. A bemutatott cikk összefoglalóan beszámol a projekt eredményeiről. Végül is a feltételezett adatokat nem csak hogy elérték, de meg is haladták.
Kulcsszavak: iszap, stabilizáció, mezofil, termofil, kétlépcsős, anaerob

Jog

Új követelmények a vegyipari szennyvizek bevezetésére

Kaltenmeier D.

Összefoglalás

1999. január 1-től új követelmények érvényesek a vegyipari és gyógyszeripari szennyvizek bevezetésére. Mivel a gyakorlatban sok probléma adódott a „A befogadóba történő szennyvíz bevezetés követelményei” című (AbwV) rendelet magyarázatával és alkalmazásával, valamint szükségessé vált alkalmazási területének bővítése, az említett rendelet 22. sz. függelékét átdolgozták a WHG (Vízkezelésgazdálkodási Törvény) 7-ik § - ának alkalmazásával. Ugyanakkor elbúcsúztak a „kevert-szennyvíz” fogalmától. A 22. Sz. függelék AOX- modelljét továbbfejlesztették. A kommunális szennyvíztisztító telep AOX eltávolításának beszámítását – ellentétben a nehézfémekkel – bizonyos peremfeltételek mellett jogosnak tekintették. A technika állásának megfelelő követelmények tehát már nem egyedül korlátozóak a korábban veszélyesnek jelölt paraméterek (AOX, nehézfémek) vonatkozásában. Bevezetésre kerültek követelmények a magas TOC terhelésű részáramokra.

Mivel a korlátozás a sokféle szerves-anyagra nem volt cél, további paramétereket vettek be a 22. sz függelékbe, amelyek összességében meghatározzák a biológiai hatásokat. Visszautalnak a VCI (Kémiai Ipar Szövetsége) saját, felelősségteljes programjára, mely a technika jelenlegi állásának megfelelő szabályokon túl, környezetvédelmi célokat határoz meg.

Kulcsszavak: ipari-szennyvíz, szabvány, vegyipar, szennyvíz rendelet (AbwV), AOX, KOI, TOC, követelmények

A szivárgó-vizek nagyfokozatú tisztítása membrántechnológiával és nanoszűréssel

-A lüneburgi központi depónia üzemeltetési eredményei-

Schlak I., Timm C., Ringe H.:

Összefoglalás

A lüneburgi központi depóniából származó szivárgó vizeket membránbiológia, nanoszűrés és a koncentrátum adszorpciós kezelésének kombinációjával tisztítják a közvetlen bevezetés előtt.

Míg a kis szennyezettségű szivárgó-vizek kedvező költséggel tisztíthatók a közvetlen bevezetésig biológiai módszerekkel és aktív-szén adszorpciós folyamatokkal, addig a nanoszűrés lehetővé teszi a nagy szennyezettségű szennyvizek magas követelményű tisztítását.

Azoknak a depóniáknak is, amelyek már fordított ozmózissal rendelkeznek és megoldást keresnek a koncentrátum elhelyezésére, lehetőségük van a szabadalmazott BIOMEMBRAT®-plus módszer megépítésével, vagy a fordított ozmózis átalakításával gazdaságosan tisztítani a szivárgó-vizeket anélkül, hogy gondolkodnának a koncentrátum termikus kezeléséről, vagy annak nagy szállítási és elhelyezési költségeiről. Ezeknek a depóniáknak a fenti eljárás ökonómiai és ökológiai szempontból kedvező megoldást jelent.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, depóniaszivárgó-vizek, nanoszűrés, membránszűrés, aktív-szén, telep, teljesítmény

Gazdaság

„Make or buy” – döntések Herne város példáján

Liebscher R., Schmidt G.

Összefoglalás

A szennyvíztisztító telep vezetése részére alkalmazhatók gazdaságossági kritériumok, mint például településközi-, emberi erőforrási-, munkaidő-kihhasználási összehasonlítások. Ezek alapján fejt ki a további gazdaságossági vizsgálatok alapjait az üzemeltetés bizonyos területein és bemutatja az erre vonatkozó eredményeket a települési szennyvíztisztító telep mindennapi gyakorlatában.

Kulcsszavak: szennyvíz, üzemeltetés, szervezés, gazdaságosság, kritérium, költségek összehasonlítása

Kutatás

Rohanó vízmozgás a fordító aknában

Hager W.H., Del Giudice G., Gisonni C.

Összefoglalás

Bemutatja a rohanó vízmozgás hidraulikáját a fordító aknában. Egyrészt megállapítja a vízmozgás struktúráját az ún. nyílt átvezetésű aknában, vagyis az átfolyási kapacitást, hullámképzést és a vízszintalatti folyamatokat. Másrészt ajánlja az ún. lefedőlapot, mint szerkezeti elemet a kapacitás növelésére. A vizsgálatok lehetővé teszik a fordító aknában a közvetlen mérést, melyekben rohanó vízmozgás keletkezik.

Kulcsszavak: szennyvízelvezetés, csatornázás, akna, hidraulika, különleges építmény, kísérlet

Újszerű, egylépcsős eljárás alkalmazása a szennyvíz nitrogéntartalmának eltávolítására*

Ingo Schmidt, Dirk Zart, Ralf Stüven, Eberhard Bock (Hamburg)
és Samuel Appelbaum (Sede Boqer Campus/Izrael)

Összefoglaló

A szennyvízbe történő NO_2 bevezetésére és az aktív mikroorganizmusok visszatartására alapozva fejlesztettek ki egy újszerű eljárást a nitrogén egylépcsős eltávolításához nagy ammónia-tartalmú szennyvízből. Mobil, két m^3 -es félüzemi berendezést vizsgáltak egy Izrael-i intenzív haltenységben. Egy további berendezés segítségével a Lüneburg-i szennyvíztisztítóban vizsgálták a hagyományos eleveniszapos eljárásban az NO_2 ammónia-eltávolításra való befolyását. Kiemelkedő eredményként kell megemlíteni a nitrifikációs- / denitrifikációs teljesítmény jelentős növekedését, az eleveniszap tulajdonságainak javulását és a 80% feletti nitrogéneltávolítást.

Címszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, nitrifikáció, denitrifikáció, nitrogén-oxidok, nitrogéneltávolítás.

Bevezetés

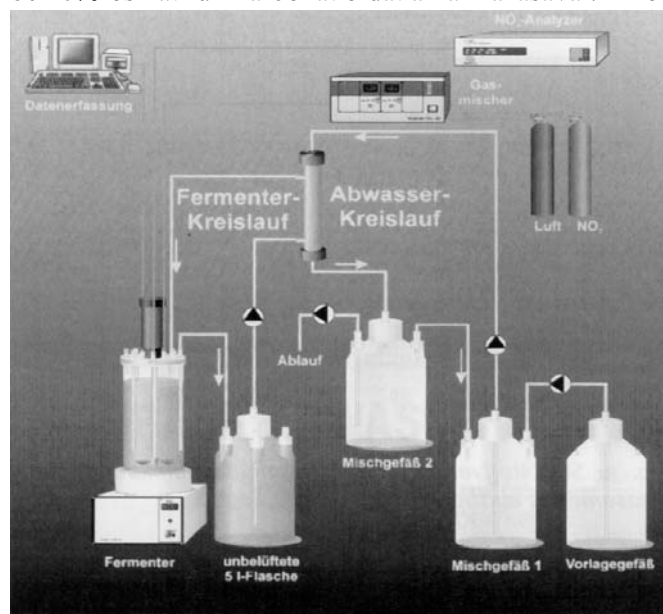
Biológiai eljárásokat már hosszú ideje alkalmaznak ammónia-nitrogénnek a szennyvizekből és egyéb, ammóniával terhelt szennyezett vizekből való eltávolításához. A Német Szövetségi Köztársaságban túlnyomórészt eleveniszapos eljárásokat alkalmaznak, amelyeknél a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok az eleveniszap-pehely részei. Az aerob nitrifikáció anaerob denitrifikációval való szükségszerű összekapcsolásakor folyamatirányítási problémák adódnak. Költséges eljárások szükségesek az aerob és anaerob feltételek térbeli és időbeli szétválasztásához. Ez a folyamat mindig együtt jár az elméletileg lehetséges lebontási teljesítmény csökkenésével. A nitrifikálók hőmérsékletérzékenysége miatt a téli hónapokban ehhez még teljesítménytörések is társulnak. Ezen túlmenően a nitrifikáló baktériumok aktivitását gyakran fékezi a megnövekedett szervesanyag-terhelés [1], míg a denitrifikálóknak éppen erre van szüksége. Mivel a klasszikus eleveniszapos eljárásnál a sejtek egy részének kihordása nem kerülhető el [8], abból kell kiindulni, hogy a baktériumpopuláció, összetételét tekintve, folytonosan változik. Éppen a nitrifikáló baktériumok vesztesége és a nem állandó környezeti feltételek következtében a sejtek szennyvízhez történő alkalmazkodása és ezáltal a teljes lebontási teljesítmény kihasználása gyakran nem lehetséges.

Az említett okok miatt igény van olyan költség- és helytakarékos technikákra ill. berendezésekre, amelyek

különösen a nagyon terhelt részáramlásoknál a szervesen nitrogénvegyületek csökkentését megbízhatóan megvalósítják. A megfelelő berendezés mobilitása is előnyt jelenthet, ha a szennyvíz-részáram csak időszakos vagy csekély mennyiségű. A következőkben leírt eljárás az alap kutatás új ismereteit hasznosítja, amelyek szerint az ammónia-oxidálószerkelet említésreméltó denitrifikációs teljesítményt szolgáltathatnak oxikus körülmények között [2-5]. Ez független a szerves szénforrásoktól. Amint azt a következő fejezetekben leírt eredmények mutatják, a nitrogén-oxidok (NO és NO_2) az előbbinél döntő szerepet játszanak.

1. Az eljárás kifejlesztése

Az eljárást laboratóriumi fermentálórendszer segítségével fejlesztették ki és vizsgálták az alkalmasságát (1. ábra). Az alkalmazott 5 literes fermentor a szintszabályozás mellett automatikus pH-érték és hőmérsékletszabályozással rendelkezik. A pH-értéket 7,2-7,5-re állították be 20%-os nátriumkarbonát oldat alkalmazásával. A hő-



1. ábra A laboratóriumi berendezés sematikus ábrázolása

Fermenter-Kreislauf: Fermentációs körfolyamat

Abwasser-Kreislauf: Szennyvíz-körfolyamat

Fermenter: Fermentor

unbelüftete 5-l-Flasche: Levegőztetés nélküli 5 literes palack

Ablauf: Kifolyás

Mischgefäß 2, Mischgefäß 1: 2. Keverőtartály, 1. Keverőtartály

Vorlagegefäß: Előtét (felfogó) tartály

Luft: levegő

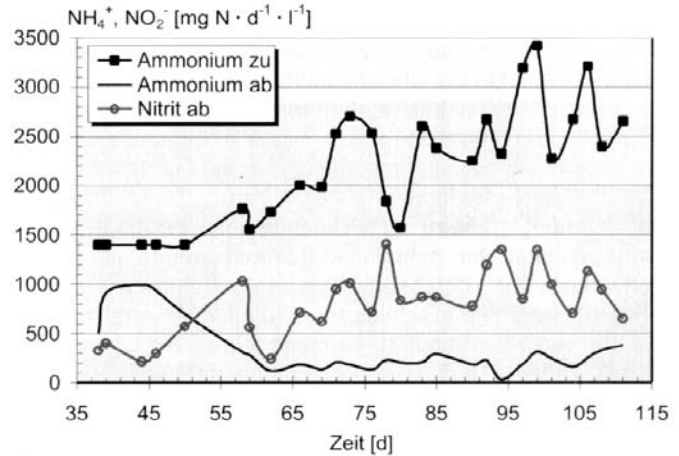
* A kutatást a DBU támogatta

mérséklet állandó, 28 °C volt. Az oxigénbevitel beállítása, amennyiben szükséges volt, kézzel történt a mikroorganizmusok oxigénfogyasztásának megfelelően. A berendezés folyamatos üzemben, teljes biomassza-viszszatartással üzemelt. Ezért a fermentálón kívül felszerelt polyszulfon, üreges szálas membránmodult alkalmaztak (összfelület 0,4 m², lekapcsolás 6 kDa-nál). A fermentálóban lévő baktériumsuszpenziót folyamatosan kiszivattyúzták a membránmodul segítségével. A berendezés a fermentáló körfolyamatból, amelyben a baktériumkultúra keringett és a szennyvíz körfolyamatból, amelyben a tisztítandó oldatot keringették, állt. A két körfolyamatot a membránmodulon keresztül kapcsolták össze. A szennyvízből az ammóniatartalom a koncentrációgradiens hatására a membránon keresztül a fermentációs körfolyamatba diffundált. A levegőztetés céljából a reaktorba steril szűrőn keresztül percnként 0,5-1 l nyomás alatti levegőt vezettek be. A nitrogénoxidokkal (NO_x) történő gázosításhoz 25-200 ppm NO_x-koncentrációjú gázkeveréket alkalmaztak. A leírt konstrukció alapján a fermentálóban a fizikai-kémiai körülmények pontosan ellenőrizhetők és ezáltal a nitrogéneltávolítás optimális körülményei a litoautotrof ammóniaoxidánsok segítségével beállíthatók voltak.

Az eljárás laboratóriumi berendezésben történő fejlesztését szintetikus ammóniatartalmú tápoldatokkal és sertésistállók levegőtisztító-berendezésének szennyvizével végezték. A szennyvíz-körfolyamat ammóniatelhetését 500 és 3500 mg Nl⁻¹d⁻¹ között változtatták. Az ammóniaeltávolítás és a nitrogénvesztés meghatározásához a fermentálóban és a szennyvíz-körfolyamat kifolyási oldalán megállapították az ammónia-, nitrit- és nitrát-tartalmat [a nitrogénvesztés mint az ammóniából képződött nitrit (és nitrát) százalékos részarányát definiálják, amely gázállapotú nitrogénvegyületekké redukálódik]. Modellorganizmusként tiszta nitrosomonas eutropha tenyészetet alkalmaztak.

A szintetikus tápoldatok alkalmazása a következő eredményeket mutatta:

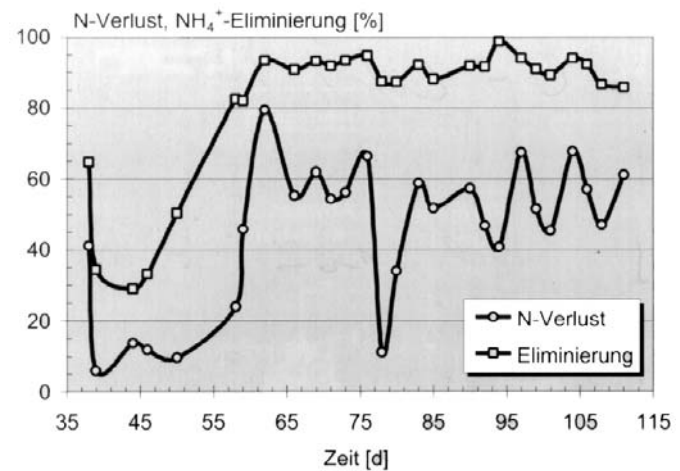
A 2. ábra a hozzá- és elfolyás ammóniatelhetéseit valamint a laboratóriumi berendezés elfolyás-oldali nitrit terhelését ábrázolja 78-napos időszakra. A 3. ábrán a nitrogén- és az ammóniaeltávolítás százalékos mértéke látható. A kísérleti időszakon belül a szennyvíz ammóniatelhetése növekedett (2. ábra). Az adatokból felismerhető, hogy az ammónia oxidációs aktivitása növekedett. De a várakozással ellentétben ez a megnövekedett nitrifikációs tevékenység nem vezetett nitritkoncentráció-növekedéshez a berendezés kifolyási oldalán. Ennek oka a növekvő denitrifikációs tevékenység, amellyel a nitrosomonas eutropha a nitrogénoxidok hozzáadására reagált. Az eredményként jelentkező ammóniaeltávolítás a 63. kísérleti napon kezdődött és több mint 85%-ot ért el. Az ammóniaoxidálók ilyen körülmények közötti



2. ábra Laboratóriumi berendezés: a befolyás (ammónia be) és a kifolyás (ammónia ki) ammóniatelhetése valamint a kifolyás nitritterhelése (nitrit ki) egy 73 napos időszakon keresztül

Ammonium zu: Ammónia be
Ammonium ab: Ammónia ki
Nitrit ab: Nitrit ki
Zeit: Idő

nagy aerob denitrifikációs tevékenységének köszönhetően átlagosan 52%-os nitrogéneltávolítás valósult meg (3. ábra). A tárgyalt feltételek mellett a nitrosomonas eutropha sejtszáma elérte a kb. 2 · 10¹⁰ sejt · ml⁻¹ értéket. A nitrifikációs arány a 3 100 mg ammónia-N · l⁻¹ · d⁻¹ ér-

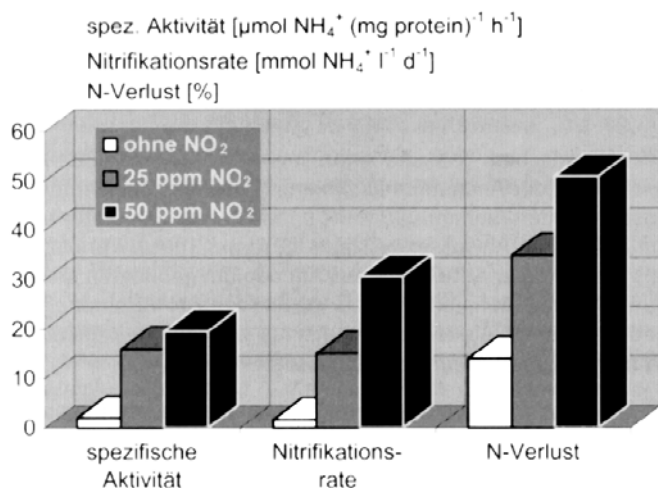


3. ábra A nitrosomonas eutropha által előidézett nitrogén- és ammóniaeltávolítás a laboratóriumi berendezésben

N-Verlust: N-vesztés (N-eltávolítás)
Eliminierung: Eltávolítás
Zeit: Idő

téket érte el. Mind a magas nitrifikációs arány, mind pedig a nitrogéneltávolítás közvetlenül összefüggtek a be- menő levegő nitrogénoxid-koncentrációjával (4. ábra).

A sertésistálló kimenő levegőjét tisztító mosóberendezésből származó szennyvíz alkalmazásakor a rendszer teljesítőképessége csekélyebb volt. A szennyvíz-átfolyás kielégítő mértékű csökkentésekor azonban itt is magas ammónia-lebontási arány és nitrogéneltávolítás valósult meg. A szennyvíz ammóniatartalma 2 460 mg ammónia · N · l⁻¹ · d⁻¹ volt. Az 1. táblázat az itt elért eredményeket



4. ábra Fajlagos ammóniaoxidációs-aktivitás, nitrifikációs sebesség, nitrogéneltávolítás nitrosomonas eutropha fermentortenyészetben a sejtek NO₂-vel való kezelése függvényében
 spez.Aktivität: Fajlagos aktivitás
 Nitrifikationsrate: Nitrifikációs sebesség
 N-Verlust: Nitrogénvesztesség (N-eltávolítás)
 ohne NO₂ : NO₂ nélkül

veti össze a szintetikus tápoldat alkalmazásakor kapott eredményekkel. Figyelembe kell venni, hogy az ammóniaoxidánsoknak a tisztítóberendezésből származó szennyvízhez való hiányzó alkalmazkodása jelentősen hozzájárulhatott a csökkent ammóniaoxidációs tevékenységhez. Megfelelő nitrifikálók alkalmazásával ki-

Abwasser	Aktivität [mg NH ₄ -N · d ⁻¹ · l ⁻¹]	Abbaurrate [%]	N-Verlust [%]
Synthetische Nährlösung	3 100	85	52
Abwasser Abluftreinigungsanlage	800	80	56

1. táblázat Az ammóniaoxidációs aktivitás, az ammóniaeltávolítási arány és a nitrogéneltávolítás szintetikus tápoldatban és egy levegőtisztító-berendezés szennyvizében
 Abwasser: Szennyvíz
 Aktivität: Aktivitás
 Abbaurrate: Lebontási arány
 N-Verlust: N-vesztesség (N-eltávolítás)
 Synthetische Nährlösung: Szintetikus tápoldat
 Abluftreinigungsanlage: Kimenő levegőt tisztító berendezés

elégítően magasabb teljesítményeket lehetne elérni. Amint a félüzemi fázis eredményei mutatták (lásd alul), az adaptált mikroorganizmusok jelentősége nagy a kívánt tisztítási teljesítmény kialakításában.

2. Az eljárás alkalmazása intenzív haltenyésztésben

A laboratóriumban kifejlesztett eljárás átvitele a Ben-Gurion Egyetem Bengis Sivtagi Vízgazdálkodási Központ (Sede Boqer, Izrael) közreműködésével történt. A laboratóriumi munka során összegyűjtött tapasztalatokra alapozva egy két m³-es tartály került megtervezésre és felépítésre, amely az egylépcsős N-eltávolításhoz opti-

mális körülményeket ígért. A berendezést 600 mg N · l⁻¹ feletti ammónia-koncentrációjú szennyvizekre és max. 10 m³ naponkénti szennyvíz-térfogatra méretezték.

Az intenzív haltenyésztésben jelenleg szélsőségesen magas halsűrűség szokásos. A halak ürüléke és a táplálékmaradvány a tartályok vizének ammóniumban való feldúsulását eredményezi. Ez gyakran olyan koncentrációt is elérhet, amely a halak elpusztulásához vezethet. Mindenekelőtt olyan területeken, ahol a víz, mint nyersanyag nem korlátlanul, vagy csak nagy költségáfordítással áll rendelkezésre, vízcseré helyett az ammónia eltávolítása kínál megoldást. Ez érvényes pl. Izraelben a Negev-sivatag területén, amely a világ egyik legsikeresebb haltenyésztő területe.

A scale-up (felnagyítás) előfeltétele a szükséges nitrogénoxidok rendelkezésre-állása volt. Míg a további kiépítési fokozatokban füstgáz felhasználását tervezzük, a félüzemi kísérleteknél, a jobb alkalmazhatósága miatt, mesterségesen előállított folyékony nitrogénoxidot használtunk. A pontos adagolás céljából a gázipalackot 40 °C-ra felmelegítették, hogy a folyékony NO₂ (forráspontja 21,9 °C) gázhalmazállapotú legyen. A gázáram beállítása fokozatos fojtással történt a gáznyomáscsökkentő és az utánkapsolt kettős tűszelep segítségével. A gázhalmazállapotú NO₂-t a membránkompresszor szívóvezetékébe adagolták, ott levegővel felhígítva és a nitrifikációs tartály bemenő levegő vezetékébe vezették be, amelyben azután az NO₂-koncentráció 50-70 ppm között volt.

Az újonnan kifejlesztett eljárás berendezésének mobilitása és ezáltal az igény szerint változó alkalmazási helyszín választhatóságának érdekében a teljes rendszert egy 20 láb méretű konténerben helyezték el. A berendezés magja két reaktor volt a nitrifikálandó biomassza befogadására (5. ábra). Mindkét üst keverőművel, pH-, oxigén- és hőmérsékletszondákkal volt felszerelve. Mindkét reaktorban a pH-érték az előre megadott alapértékek segítségével egymástól függetlenül automatikusan ellenőrizhető és adott esetben 20%-os nátriumkar-



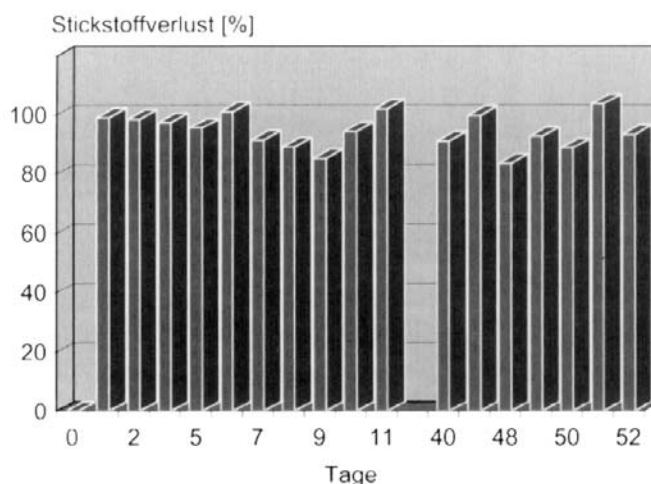
5. ábra Az Izrael-i mobil félüzemi, konténeres berendezés képe

bonát oldattal korrigálható volt. A hőmérsékletet a konténer belső terének hőmérséklete függvényében vezérelték. Az oxigénbevitelt kézi úton vezérelték a mikroorganizmusok oxigénfogyasztása szerint. A berendezésbe lépő és az abból kilépő levegő nitrogén-oxid-koncentrációját NO_x -elemzővel mérték. A kezelendő szennyvizet a Bengis Sivatagi Vízgazdálkodási Központ szennyvizéből vették és egy kb. egy m^3 térfogatú ülepítő tartályban tartották. Ezt a $400\text{--}500 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$ ammóniakoncentrációjú szennyvizet töltötték a reaktorokba és használták a berendezés üzemeltetéséhez. A laboratóriumi kísérletekkel ellentétben itt nem tiszta tenyészetet alkalmaztak. Inkább a helyszínen megtalálható és ezáltal a szennyvíz összetételéhez illesztett mikroorganizmusokat vetettek be. A laboratóriumi méretek adta előnynek megfelelően ennél a berendezésnél is két különálló, membránnal elválasztott vízkörfolyamati rendszer került kialakításra. A reaktorkörfolyamat magába foglalta a két reaktort és a hat üregesszálas membránmodul első kamráját. A membránfelület mindig $2,5 \text{ m}^2$ volt. A szennyvizet az ülepítő tartályból a membránmodul második rekeszén vezették keresztül. Ily módon elérték, hogy a szennyvízből semmiféle lebegőanyag nem került át a reaktorkörfolyamatba és egyidejűleg a szabadon szuszpendált sejtek teljes biomassza-visszatartása is megvalósult ebben a körfolyamatban.

Mint ahogyan a fentiekben látható volt, a szennyvíz ammóniakoncentrációjának $400\text{--}500 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$ értéke viszonylag alacsony. Ennek oka az ottani intézet haltartó berendezésének műszaki átalakítása volt. A laboratóriumi vizsgálatok keretében elért ammóniaoxidációs aktivitást eleve nem lehetett elvárni. A $140 \text{ mg NH}_3\text{-N} \cdot \text{l}^{-1} \text{ d}^{-1}$ értéket elért oxidációs aktivitás a várakozásnak megfelelően alacsony. Messze nagyobb lebontási teljesítmény volt elérhető egy második kísérleti sorozatban, amelyre a Lüneburg-i szennyvíztisztító berendezésben került sor (lásd alul). Az Izrael-i kísérletek kiemelkedő eredménye az, hogy a nitrogéneltávolítás az ammóniaoxidációs tevékenységtől függetlenül állapítható meg (6. ábra). Jelen eljárással, utánkapcsolt denitrifikációs lépcső nélkül, nyilvánvalóan 80% feletti nitrogéneltávolítás valósult meg a nitrifikációs lépcsőben. Továbbá kiemelendő, hogy már igen rövid időszakon belül (5 nap, nincs bemutatva) az ammóniaoxidációs- és a nitrogéneltávolítási arány maximális értékeiket elérték (6. ábra).

3. Nitrogén-oxidok alkalmazása iszapvízrészáram kezeléséhez

Lüneburgban (325 000 LE) a szennyvíztisztítás területén a Nitra GmbH egyik félüzemi berendezésének felhasználásával a kommunális szennyvíztisztító iszapvízében vizsgálták az NO_2 -elgázosítás nitrogéneltávolításra gyakorolt hatását. A tisztítóberendezésben naponta



6. ábra Nitrogéneltávolítás az Izrael-i félüzemi berendezésben. A berendezés az intenzív haltenyésztet szennyvizével üzemelt. Az időskála a 12. és 39. nap között megszakad. Stickstoffverlust: Nitrogénvesztesség (N-eltávolítás)
Tage: Napok

összesen $30\,000 \text{ m}^3$ szennyvizet tisztítanak, amelyből mintegy 430 m^3 ammóniával jelentősen terhelt iszapvíz (kb. $800 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$). Az ilyen nagyon terhelt bypass-áramok egy tisztítóberendezés összes szennyvíz-áramának 1-2%-át teszik ki, de nitrogénterhelésük akár 30%-ot is elérhet [7]. A részáramok külön történő kezelése tehát tehermentesíti a szennyvíztisztítót.

A Lüneburg-i szennyvíztisztítónál első lépésben az NO_2 szokásos technikákkal (a biomassza visszatartására alkalmazott membránok nélkül) üzemeltetett iszapvíztisztításra kifejlesztett hatását ellenőrizték. Ehhez a feladathoz két azonosan megépített berendezést alkalmaztak, amelyek térben elválasztott nitrifikációs és denitrifikációs lépcsőből álltak. A vizsgálati fázis időpontjában már mindkét rendszer évek óta üzemelt és a tisztítási teljesítményben semmiféle jelentős különbséget nem mutattak. Most az első rendszerbe a levegőztetésnél 50 és 100 ppm közötti koncentrációban NO_2 -t adagoltak, míg a második rendszer változatlanul üzemelt tovább.

Mindkét berendezés (a következőkben „vonalaknak” is nevezzük) azonos szennyvízterheléssel üzemelt. Naponta és vonalanként kb. egy m^3 iszapvizet kezeltek. Az iszapvíz ammóniakoncentrációja a kísérleti időszakban átlagosan $690 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$ volt (min. 510, max. 990 $\text{mg N} \cdot \text{l}^{-1}$). A szerves nitrogén részaránya nem volt több 10%-nál, a KOI átlagos $1\,400 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ értékével hasonlóan csekély volt, úgyhogy a denitrifikáló baktériumok miatti nitrogéneltávolítás csak kis mértékben volt elvárható. A biomassza a levegőztetett és nem levegőztetett lépcső között nagy sebességgel keringett (kb. $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). Az iszapvizet a mindenkori levegőztetett lépcsőbe (nitrifikációs lépcső) vezették. Az iszap szárazanyag-tartalmát (kb. $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) úgy állították be, hogy teljes ammónialebontás ne legyen elérhető. Így módon válna lehetővé an-

nak bizonyítása, hogy a nitrifikációs teljesítmény az NO_2 bevezetése következtében nő.

A kísérlet lefolyását két szakaszra lehet tagolni:

Mindenekelőtt mindkét nitrifikációs lépcsőt átlagosan mindenkor $460 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{N} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ terhelte (egészen a 170. kísérleti napig), ehhez csatlakozóan a terhelést közel kétszeresére növelték a $950 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{N} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ értékkel. Mindkét berendezés párhuzamosan, azonos N-terheléssel üzemelt. Mivel a szárazanyag-tartalom is azonos volt mindkét vonalnál (az ábra nem mutatja), a lebontási arányokat egymással közvetlenül össze lehetett hasonlítani. A 7. ábra mutatja mindkét berendezésnek a szárazanyag-tartalomra vonatkoztatott lebontási teljesítményét. A $460 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{N} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ átlagos terhelés esetében a lebontási teljesítményben nem volt jelentékeny különbség az NO_2 -vel gázosított lépcső és a kontroll között. A terhelés megkettőzése után (v.ö.7.ábra) azonban látható volt, hogy az NO_2 -vel gázosított vonal nyilvánvalóan nagyobb teljesítőképességű volt, mint az NO_2 -mentes kontroll. A vonal a terhelésnövelést megfelelő lebontási-teljesítmény növeléssel követte, mialatt a kontrollvonal viszonylag állandó értéken maradó lebontási teljesítményt mutatott. Egy mindkét vonalat érintő teljesítménytörést (feltehetően a szennyvíz toxikus összetevői miatt) követően is rövid idő után ez a teljesítménykülönbség újra beállt (nincs ábrázolva). Az NO_2 -gázosítású lépcső mintegy 40%-kal magasabb lebontási teljesítményt mutatott, mint az NO_2 -mentes nitrifikációs lépcső. Az ammóniakoncentráció ezen fázis végére kb. $90 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$ volt. Ezzel ellentétben a kontroll lépcsőnél a mintegy $250 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{N} \cdot \text{l}^{-1}$ értékkel jelentős volt a maradék.

Az iszap tulajdonságainak vizsgálatakor érdekes szempont adódik. Nagyon jelentékeny különbség volt

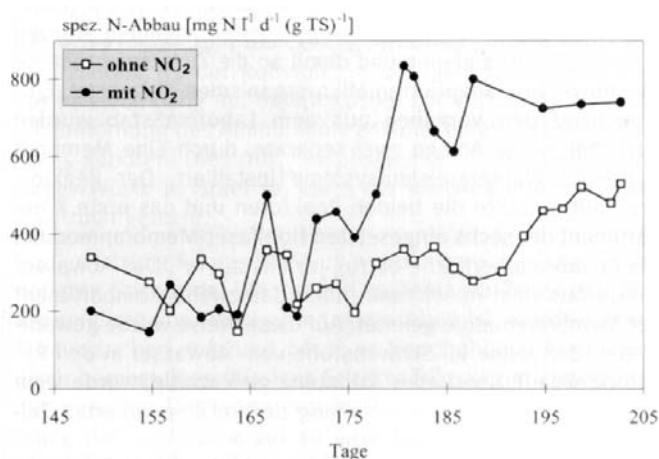
megfigyelhető az iszaptérfogat vonatkozásában a két vonal között. Az NO_2 -adagolás előtt mindkét vonalban az iszapindex (ISV) $440 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$ volt (nincs bemutatva). Az NO_2 -gázosítású lépcső az ezen intézkedés kezdetétől számított 6 napon belül nagyon jól ülepedhető komplex iszapot fejlesztett ($\text{ISV kb. } 70 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$). Ugyanakkor a gázosítatlan lépcsőben semmilyen iszapindex-javulás sem volt megállapítható. A kontroll vonalban az iszap nagyon terjedelmes maradt és nehezen ülepedett le. Míg a kezelt vonalban az iszapindex a nagyon magas ($400\text{-}500 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$) szárazanyag-tartalom értéket tartotta, addig az NO_2 -vel kezelt berendezésnél ez az érték eleinte átlagosan $50 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$ volt és csak a második kísérleti fázisban (magnövelt ammóniaterhelés) növekedett kb. $100 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$ értékre. Ez a megfigyelés figyelemreméltó, mert az NO_2 -gázosítású vonal iszapja eredetileg a kezelt kontroll vonal iszapjával azonos volt és csak az NO_2 hatására javultak jelentősen tulajdonságai.

Az eljárás későbbi alkalmazása és az ökológiai szempontok miatt fontos, hogy a lehetséges terheléseket a kilépő levegőben esetlegesen meglévő nitrogén-oxidok miatt is vizsgálják. Ezért mind az NO_2 -gázosítású lépcsőnél, mind a kontroll lépcsőnél a távozó levegőben méréseket végeztek. A távozó levegő NO_x -koncentrációját mindkét, eltérően magas nitrogénterheléssel jellemzett, kísérleti fázisban mérték.

Az NO_2 -gázosítású lépcső bemenő levegőjében az NO_2 -koncentráció $50\text{-}100 \text{ ppm}$ volt. A bevezetett NO_2 csak $4,8$ és $16,9 \text{ ppm}$ ($9,6\text{-}16,9\%$) koncentrációban volt fellelhető a távozó levegőben. Figyelemre méltó a helyzet az NO -nál. A távozó levegő max. NO -koncentrációja az NO_2 -gázosítású berendezésnél $6,8 \text{ ppm}$ volt. Ezzel szemben a kontroll vonal távozó levegőjében ez az érték 35 ppm volt. Ezáltal az összes NO_x -emisszió ($\text{NO} + \text{kibocsátott } \text{NO}_2$) az NO_2 -gázosítású vonalban a $16,8 \text{ ppm}$ ($50 \text{ ppm } \text{NO}_2$) ill. $23,1 \text{ ppm}$ ($100 \text{ ppm } \text{NO}_2$) értékkel jelentősen alacsonyabb, mint az NO_2 -mentes vonal $35 \text{ ppm } \text{NO}_x$ -értéke. Az ammóniával jelentősen terhelt szennyvíz tisztításakor az NO_2 -bevezetés következményeként a távozó levegőben a nitrogénoxid-koncentrációjának csökkenése várható. Mivel a biológiai szennyvíztisztításakor jelentős mennyiségű nitrogénoxid (különösen NO) kibocsátására kerül sor [6], a bemenő levegő NO_2 -vel való elegyítésének ökológiai szempontból is értelme van.

4. Diskusszió

A vizsgálati fázisok kiemelkedő eredményének nevezhetjük egyrészt a nitrifikációs teljesítmény jelentős növekedését az NO_2 -adagolás következtében összehasonlítva egy azonos építésű, de NO_2 -adagolást nem alkalmazó eleveniszapos eljárás medencéjénél kapott eredményekkel, másrészt a kommunális szennyvíz tisztításá-



7.ábra Fajlagos lebontási teljesítmény (azaz ammóniaoxidációs teljesítmény) az NO_2 -gázosítású nitrifikációs és az NO_2 -mentes kontroll lépcsőben. A lebontási teljesítmények a szárazanyag-tartalomra (TS), mint biomassza-tartalomra, vannak vonatkoztatva.

spez. N-Abbau: Fajlagos N-lebontás
 ohne NO_2 : NO_2 nélkül
 mit NO_2 : NO_2 -vel
 Tage: Napok

nál az eleveniszap ülepedési tulajdonságainak (ISV) javulását. A membránok segítségével történt biomassza-visszatartásnál (intenzív haltenyészet) a nitrifikációs lépcsőben a nitrogéntávolítás 80% feletti értéket ért el.

Ezen eljárás alkalmazásával a hagyományos eljárás-hoz képest egy sor előny jelentkezik:

1. A térfogategységre vonatkoztatott nitrifikációs teljesítmény szignifikáns növekedése azt eredményezi, hogy a szükséges berendezések kisebbre méretezhetők.

2. Kombinált nitrifikáció és denitrifikáció úgy, hogy a két folyamat műszakilag és pénzügyileg ráfordítást igénylő elválasztása és vezérlése többé már nem szükséges.

3. Külső szénforrás megtakarítása miatti költségcsökkenés, mivel a denitrifikáció egy része már a nitrifikációs lépcsőben megvalósul. A denitrifikációhoz elektrondonorként az organizmusok által ammónia kerül felhasználásra.

4. Az eljárás nagy tér-térfogat teljesítménye a berendezés kompakt építési módját teszi lehetővé. A konténerekben vagy hasonló egységekben történő telepítés megvalósítható.

5. Membránok alkalmazásával a nitrifikálandó biomassza visszatartása a maximális tisztítási teljesítményt tekintve optimálisan vezérelhető.

Ezen eljárás minden olyan helyen alkalmazható, ahol a szennyvíz ammóniaterhelése nagy. Ide sorolhatók a kommunális tisztítóberendezések, hulladéklerakóhelyek, állattetemeket hasznosító berendezések, sonkafüstlők (pácolóból elfolyó víz), vízkultúrák üzemeltetése, intenzív haltenyésztő- és mezőgazdasági üzemek valamint a papíripar.

A bemutatott eljárás költségkalkulációja, szemben a nitrogéntávolítás hagyományos technikáival, jelenleg nehéz. A következőkben bemutatott számítások alapja a fejlesztés és a félüzemi berendezés előállítás. Az első számítások a Lüneburg-i tisztítóberendezés helyzetének alapján adódtak azaz, hogy az itt bemutatott eljárás költségeit az előzőekben bemutatott megtakarítási lehetőségek (külső szénbevitel csökkenése, kisebb helyigény stb.) kb. fedezik. Továbbá az is figyelembe veendő, hogy éppen a szükséges vegyszerek változó költségei, elsősorban a folyékony NO_2 , nagyüzemi alkalmazáskor jelentősen alacsonyabb lehet, mint ami a mi számításainkban alapul lett véve. Továbbá a költségcsökkenéshez itt nem figyelembevevett lehetőségek adódnak az eljárás füstgáz nitrogénoxidoktól való megtisztításával történő összekapcsolásában (pl. tüzelőberendezések). Technikailag előállított NO_2 vásárlására nem lenne szükség, ami a költségcsökkenés mellett az ökológiai mérleg kiegészítő javulásához is hozzájárulna az NO_x tekintetében, szemben a hagyományos eljárással.

Irodalom:

- [1] *A.L. Downing, H.A. Painter, G. Knowles:* Nitrification in the activated-sludge process, *J.Inst.Sew.Purif.* 1964, 130-153.
- [2] *D. Zart, I. Schmidt, E. Bock:* Innovation in der Abwasserreinigung, *Bioforum* 1998, 3, 94-97.
- [3] *I. Schmidt, E. Bock:* Anaerobic ammonia oxidation with nitrogen dioxide by *Nitrosomonas eutropha*, *Arch. Microbiol.* 1997, 167, 106-111.
- [4] *I. Schmidt, E. Bock:* Anaerobic ammonia oxidation by cell-free extracts of *Nitrosomonas eutropha*, *Ant. van Leeuwenhoek* 1998, 73, 271-278.
- [5] *D. Zart, E. Bock:* High rate of aerobic nitrification and denitrification by *Nitrosomonas eutropha* grown in a fermentor with complete biomass retention in the presence of gaseous NO_2 or NO , *Arch. Microbiol.* 1998, 169, 282-286.
- [6] *R. v. Schulthess, M. Kühni, W. Gujer:* Release of nitric and nitrous oxides from denitrifying activated sludge, *Water Res.* 1995, 29, 215-226.
- [7] *R. Otte-Witte, J. Jakob, K. Siekmann:* Kläranlagenrückbelastung aus der Schlammbehandlung, *Korrespondenz Abwasser*, 1991, 38, 754-762.
- [8] *H.A. Painter:* Nitrification in the treatment of sewage and wastewaters. In: Prosser, J.L. (Hrsg.) *Nitrification: 185-211*, IRL Press, Oxford, 1998.

FELHÍVÁS

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

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

Kérjük az érdeklődőket, hogy jelentkezésüket 1999. szeptember 15-éig faxon vagy levélben jelezzék a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség (BME Víziközmű és Környezetmérnöki Tanszék)

1111 Budapest, Műegyetem rkp.3 (Fax: 463 3753) címen jelezzék.

Biocos-berendezés szimulációs elemzése

„Ciklikus utótisztítás” vagy „cirkulációs SBR-reaktor”

Bernhard Wett (Innsbruck/Ausztria)

Összefoglalás

Matematikai modell egy lehetséges alkalmazási területe egy tisztítóberendezés méretezésének igazolása. A szimulációs számítás további célravezető feladatai egy éppen üzembe helyezett berendezés elemzése és a specifikus viszonyok ábrázolása. Az output- és elsősorban a state-változók (rendszeren belüli állapotváltozók) részletes áttekintés által mélyül el a folyamat megértése és teremtődik meg az üzem optimalizálásának kiindulópontja dinamikus lefolyási- és peremfeltételek hatása alatt. Különösen újonnan kifejlesztett módszer (mint az itt bemutatott Biocos-módszer) esetén mutat be a dinamikus szimuláció érdekes elemzőeszközt. A Biocos-módszer az eleveniszapos módszer és az egymedencés technológia üzemeltetési jellemzőit egyesíti. Az alkalmazott szimulációs modell háromrétegű ülepítőmodellt eleveniszapos modellel kombinál, ahol a transzport és a reakció kielégíti a tömegegyensúlyt.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, eleveniszap, Biocos-módszer, ülepítés, nitrogénlebontás

1. Bevezetés

Az elmúlt években kifejlesztett Biocos-módszert Németországban és Ausztriában a max. 10.000 LE-ű telepig többször eredményesen alkalmazták, és ezzel megfelel a technika mai állásának [1, 2]. Ennek ellenére vagy éppen ezért a Biocos-folyamat a maga technológiai sajátosságaival az elmélyült elemzésnek érdekes tárgyát képezi. Különösen az SU-medence (ülepítő- és cirkulációs medence) - mely ciklikusan üzemeltetett reaktor, s amelyben hidraulikai terhelés mellett a tisztán fizikai üledési folyamatokon túl, biokémiai lebontó folyamatok is lejátszódnak - képez komplex vizsgálati anyagot. A Biocos-technika SU-medencével összehasonlítva, a messzemenően zárt rendszerű klasszikus SBR-reaktort mutat be, a reaktor feltöltése után egészen a kiürülésig folytatódnak az egyes szennyvíztisztítási folyamatok időrendben, külső hidraulikai vagy anyagi behatások nélkül. A Biocos-berendezés SU-medencéje ezzel szemben egy medencekonfiguráció beépített alkotórésze, amely három medencéből áll. Mindhárom Biocos-medence mind az anyagszállítás, mind a hidraulika tekintetében szoros kölcsönhatásban áll egymással (közlekedő edények). A módszer építési elhelyezkedése, valamint irányítási igénye viszonylag egyszerűnek mutatkozott. Ezen egyértelmű folyamatséma mögött azonban

a reakciós terek komplex térbeli és időbeli tagoltsága rejlik.

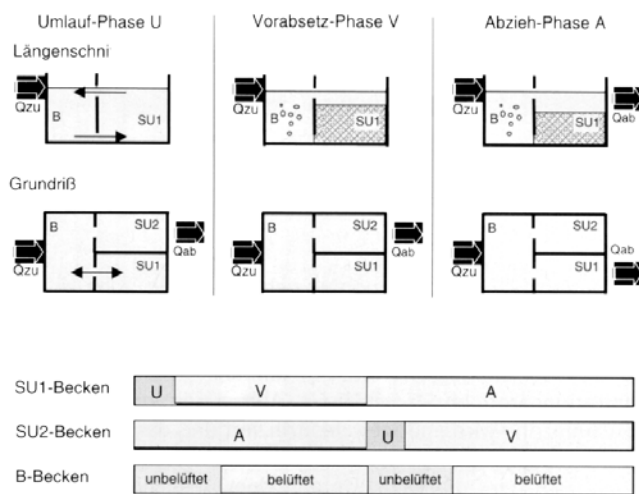
A lejátszó folyamatok számításához kifejlesztettek egy modellt, amely különösen az eleveniszap egyes reakcióterekre való eloszlását veszi figyelembe. Az üledési folyamat matematikai leírására egydimenziós, háromrétegű üledési modellt alkalmaztak [3, 4]. Az üledési modellt a módszerspecifikus transzportmodellbe integrálták, ami megfelel a tervbe vett üzemi séma időbeli adatainak. A transzportmodellt a már jól bevált 1. Számú eleveniszapos modell biokinetikai adataival kapcsolták össze [5]. A kielégítő rendszerazonosítás elérése érdekében ennél az alkalmazásnál is érvényes a modellezés alaptétele, a komplexitási fok megfelelő megválasztásával a modellnek minden fontos hatást figyelembe kell vennie, viszont nem szabad határozatlanná válnia.

2. A módszer leírása

A hagyományos eleveniszapos módszerekkel ellentétben a Biocos-technika egyes berendezés-részei a következő feladatokat teljesítik: az eleveniszapos medencébe (B-medence) való befolyás folyamatosan, szükséges köztes tárolás nélkül történik, amelyet időszakosan levegőztetnek. Az aktuális környezetnek megfelelően történik a nitrifikáció és a szervesanyag-lebontás, vagy a denitrifikáció. A B-medencének tehát ugyanaz a funkciója, mint az elő- vagy szimultán denitrifikációval rendelkező hagyományos eleveniszapos medencének. A kapcsolódó SU-medence utókapcsolt anoxikus medencét, az utóülepítő medencét és a recirkulációs iszap szivattyútelepét helyettesíti. Hiányzik a belső és a külső iszaprecirkuláció. Ezek helyett rendszeres időközönként rövid időre összekeverik az SU- és a B-medence tartalmát. A folyamat során korábban a B-medencéből az SU-medencébe szállított iszaptömegek recirkulációra kerülnek és a koncentrációk kiegyenlítődnek.

Amennyiben a Biocos-módszert felduzzasztás nélkül szabad csak üzemeltetni, minden B-medencéhez két SU-medencét rendelnek (lásd 1. ábra). A két SU-medence egyikében a kifolyásnál lévő tolózár mindig fél ciklusideig van nyitva. Ezáltal a B-medencébe folyamatosan beáramló szennyvíz kiszorítja a tiszta vizet az egyik SU-medencéből. Egy ilyen leválasztási folyamat alatt, fenék-közeli nyíláson keresztül a B-medencéből az SU-medencébe áramlik a szennyvíz-eleveniszap-keverék, ahol az iszap leülepszik és az iszap felszíne alatt en-

dogén denitrifikáció játszódik le. Eközben az eleven-izapot az SU-medence tárolja, amit a leválasztási szakasz után újra vissza kell vezetni a B-medencébe. Miután a befolyási tolózárat újra elzárták, szivattyú segítségével a fenék-közeli nyílásban az SU-medencében erős áramlást hoznak létre s ez a leülepedett iszapot újra felkeveri. Egyidejűleg a víz egy csappantyúval ellátott nyíláson keresztül visszaáramlik a felszínen a B-medencébe. Ezen keringési áramlás segítségével a rövid keringési szakasz alatt mindkét medence tartalma keveredik egymással és az esetlegesen képződő lebegő iszap visszakerül a B-medencébe. A befejező előülepítő szakaszban hidraulikai terhelés nélküli ülepedési folyamat zajlik le, amíg az iszap felszíne elég mélyre süllyed és kezdődik a következő leválasztási szakasz.



1. ábra: A Biocos-berendezés üzemi vázlata

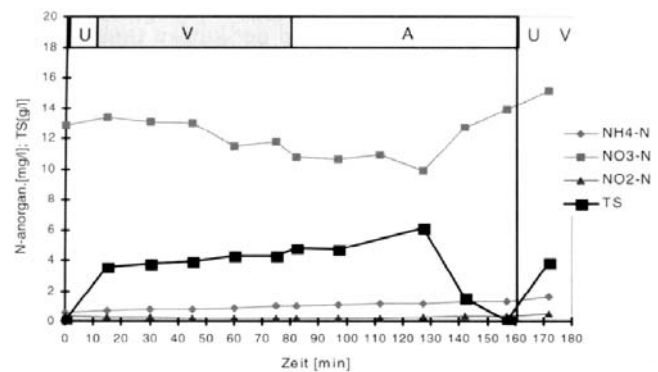
(Umlauf-Phase (U): keringési szakasz; Vorabsetz-Phase (V): előülepítő szakasz; Abzieh-Phase (A): leválasztási szakasz; Längenschnitt: hosszmetset; Grundriß: alaprajz; SU-Becken: SU-medence; B-Becken: B-medence; unbelüftet – nem levegőztetett; belüftet - levegőztetett)

3. Denitrifikáció és üleptetés

Mivel az SU-medence folyamatai nyitott rendszerben zajlanak le, részletesebb figyelmet igényel, hogy meg tudjuk különböztetni a különböző hatásokat és kölcsönhatásokat. A 2. ábra a längenfeldi Biocos-berendezés [1] üzemi ciklusának mérési eredményeit ábrázolja. A mintavétel az SU-medence fél medencemélységében (1,5 m mélyen) lévő emelőszerkezet segítségével történt. A 160 perces ciklus 10 perces keringési-, 70 perces előülepítési-, és 80 perces leválasztási szakaszra bontható. Az átkeverés után beáll az átlagos 3,8 g/l-es iszap szárazanyag-tartalom. Az iszaptest aztán közelítőleg egyenletes koncentrációval elúszik a mérőhely mellett. Csak a leválasztási szakaszban nő meg észrevehetően az iszapkoncentráció, aztán az iszapszint elúszása után leesik nullára. Az ammóniumtartalom közel teljes nitrifikáció

esetén a B-medencében kb. 1 mg/l-rel csökken, ami a biomasszába való visszaoldódási folyamatokra vezethető vissza.

Itt mindenekelőtt a nitráttartalom ábrája érdekes: az endogén denitrifikáció következtében a nitrátkoncentráció egyenletesen csökken 13,5 mg/l-ről 10 mg/l-re. Éppen csak eléri a tisztavíz-réteg a mérési helyet 1,5 m-es mélységben, a nitrátkoncentráció újra ugrásszerűen megnő 14 mg/l-re. Itt kell utalni arra, hogy a mérés időtartama alatt a levegőztetési szakaszban a levegőztetők maximális teljesítménnyel üzemeltek, és nem az oxigénsonda szabályozta őket. Ezzel elértek 9 mg/l-es oxigénkoncentrációkat, és a teljesen anoxikus környezetben lejátszódó folyamatokat a B-medencében néhány percre redukálták (lásd 4. ábra). Ezzel a beállítással először teljes nitrifikációt hoztak létre és elhanyagolták a denitrifikációt.



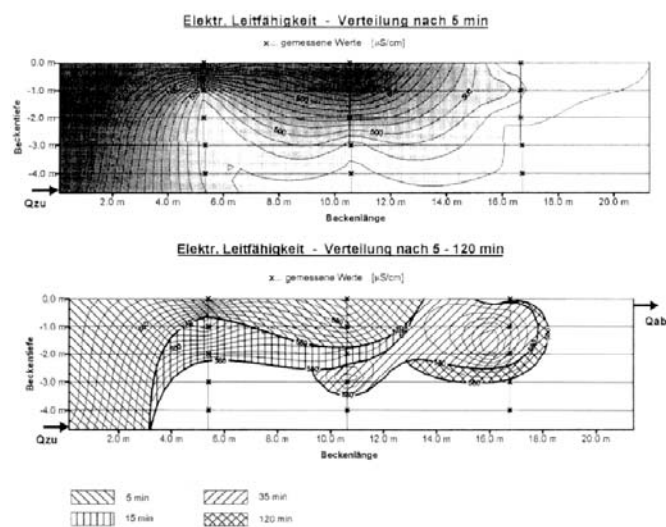
2. ábra: Mért koncentrációváltozások az SU-medencében fél medencemagasságnál egy üzemi ciklus alatt (ARA Längenfeld: längenfeldi szennyvíztisztító telep, 1998. 09. 02.)
(Zeit [min]: idő [perc]; N-anorgan [mg/l]: szervetlen N [mg/l]; TS [g/l]: szárazanyag [g/l])

A hiányzó ammóniatartalom és a B-medencében uralkodó magas nitrátkoncentráció által az elvégzett mérések jól követték az anyagáramokat az egyes medencék és iszaprétegek között. Feltűnő az SU-medencében lévő nitrátkoncentráció (lásd 2. és 4. ábra): az iszapzónában endogén denitrifikáció zajlik, ezzel elérve a nitrátkoncentráció lineáris esését. Ezzel szemben a tisztavíz-zónában, amely az ülepedési folyamat ideje alatt kiterjed, állandó marad, illetve enyhén nő a nitrátkoncentráció. Erre a zónára egyértelműen két hatás gyakorol befolyást. Egyrészt az iszapszint elúszásáig biokémiailag redukálódik a nitrát, másrészt a leválasztási szakasz alatt a B-medencéből való kiáramlás által nitrát áramlik a tisztavíz-zónába.

Az elvégzett anyagmérleg azt eredményezi, hogy a B-medencéből való kiáramlás oldott anyagai gyakorlatilag teljes egészében a tisztavíz-zónába kerülnek az iszapszint felett. Ez azt jelenti, hogy a beáramló eleven-iszap-szennyvízkeverék nagyon gyorsan szétválék folyékony és szuszpendált szilárd fázisra: a B-medencéből

származó iszapszuszpenzió a fenék-közeli nyíláson keresztül áramlik be és felemelkedik a homlokfal mentén, mivel a sűrűsége kisebb, mint a kompressziós zónáé. Aztán szétválik a szuszpenzió és a folyékony rész kiterjed a vízfelületen, mialatt a szilárd anyagok a homlokfal mellett újra leülepednek. A tisztavíz-zóna a folyékony fázis terjedésével szemben egyértelműen kisebb ellenállást mutat, mint az ülepedő iszapzóna. Ezt a megállapítást a Strass-i tisztítótelep egymedencés kísérleti berendezésének nyomjelzős kísérletei erősítették meg.

A kísérleti medence 21 m-es hosszú, 5 m-es mélységű és 550 m³-es térfogatú téglalap alakú. A längenfeldi Biocos-berendezéstől különbözően, Strassban a befolyás a 30 percig tartó előülepítési szakasz ideje alatt is folytatódott, ami felduzzasztást eredményezett. Ezen szakasz ideje alatt a 25 l/s-os befolyási mennyiséghez összesen 25 kg-nyi oldott só-nyomjelző anyagot adagoltak. Egyidejűleg az ülepitési szakasz és a folyamat végén bekövetkező leválasztási szakasz alatt 5 percenként három keresztmetszetben, öt magasságban mérték az elektromos vezetőképességet. A kapott mérési adatok az ún. Kriging, geosztatisztikus rácsháló-módszer segítségével kerültek feldolgozásra. Ez az interpolátor pontszerűen megadott adatok alapján trendeket és kontúrvonalakat mutat, és lehetővé teszi harmonikus rétegterv előállítását (lásd 3. ábra).



3. ábra: Az első befolyási nyomjelző szétterjedése ülepedő eleveniszap-szuszpenzióban

(Elektrische Leitfähigkeit – Verteilung nach 5 Min: elektromos vezetőképesség – eloszlás 5 perc után; Elektrische Leitfähigkeit – Verteilung nach 5-120 Min: elektromos vezetőképesség – eloszlás 5-120 perc után; Beckenlänge: medencehossz; Beckentiefe: medencemélység; gemessene Werte [mért vezetőképességi adatok [μS/Nb)])

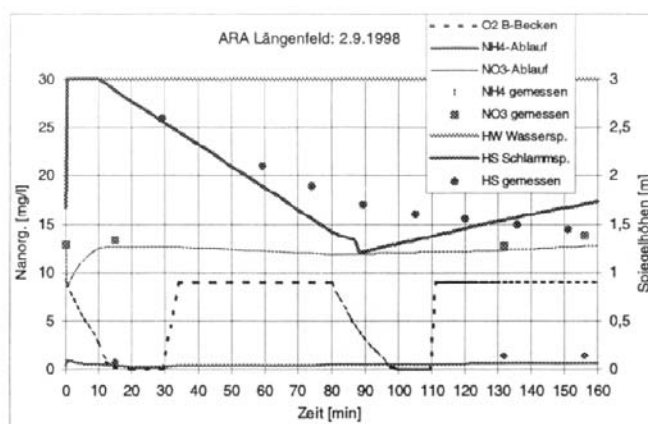
Mindjárt az első vezetőképesség-mérés, 5 perc után mutatja a nyomjelző előrehaladását a vízfelszínen a medence közepéig. A magasabb koncentrációk tartományainak ábrázolása hosszabb időléptékekben azt mutatja, hogy az oldott anyagok csak nagyon lassan terjednek ki nagy mélységben. Továbbá egyértelművé válik, hogy a

befolyás hidraulikai viselkedése semmi esetre sem egyezik meg dugattyúszerű áramlással. A tisztavíz-zónában történő gyors kiterjedés után az anyagtranszport a medence kétharmadánál stagnál és a nyomjelző felhőt felhígítja a további vízbefolyás. Az elfolyásmérés nem mutatja a vezetőképesség jelentős emelkedését.

A längenfeldi Biocos-berendezésben mért folyamatok dinamikus szimulációjához olyan ülepedési modellt használtak, amely az ülepedési folyamatnál három reakcióteret különböztet meg [3]: az ülepedő iszaptest közel változatlan szárazanyag-tartalommal süllyed a fenékhez közeli kompressziós zónába. Ez a tömegáramlás a kompressziós zónában egyrészt a mennyiség, másrészt az iszapkoncentráció növekedését idézi elő. Mind a kompressziós zónában, mind a felette lévő sűrítési zónában biokémiai átalakulási folyamatok zajlanak le. Ezen folyamatok sebessége a különböző anyagcsoportok előző koncentrációjától függenek és az AS No. 1-es IAWQ-modell megállapításai szerint vannak definiálva. A tisztavíz-zóna legfelső rétegeiben a biomassza koncentrációja közel nulla, és ezáltal a reakciós mutatók megfelelően alacsonyak. A B-medence befolyásának oldott anyagai a fent említett felismerések alapján számításlag a legfelső modellrétegekbe teljesen beilleszthetők.

A 4. ábra számított nitrát-görbéje a Biocos-módszer résztvevő reakciótereinek kölcsönhatását mutatja: a keringési szakasz kezdetén a tisztavíz-zóna azonnal elkeveredik az SU-medence nitrátban szegény iszaprétegeivel, és ezzel csökkenti a nitrátkoncentrációt. Végül a teljes medencetartalom összekeveredik a B-medence tartalmával az adott szivattyúteljesítmény segítségével, és a szabad oxigén felemészti. A keverékből újra magasabb nitrátkoncentráció alakul ki, amely a következő fázisokban a denitrifikáció és a befolyás miatt jelentéktelen mértékben csökken.

Az iszapszint állandó sebességgel süllyed a tömörítési szakasz eltűnéséig, amelyen a megnövekedett komp-

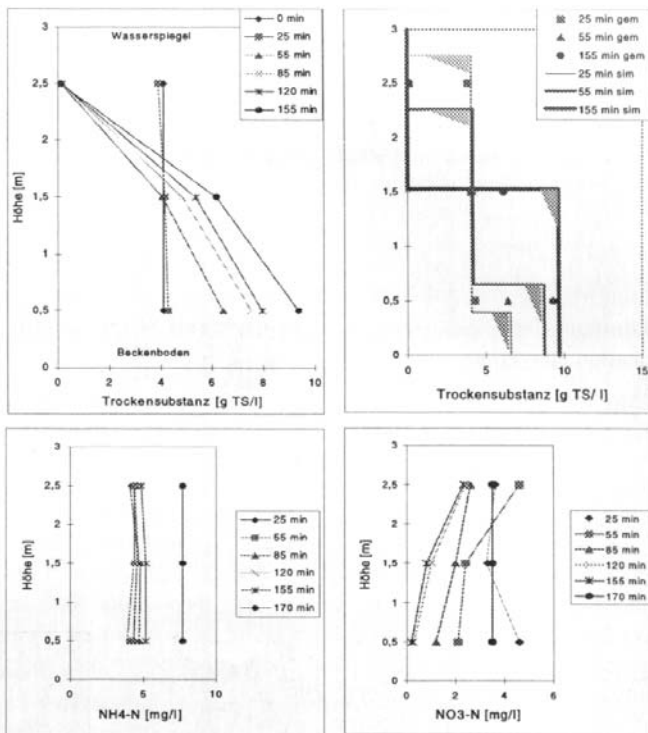


4. ábra: Az SU-medence tisztavíz-zónájában (elfolyás) számított koncentrációgörbék

(Zeit [Min]: idő [perc]; N_{anorg} [mg/l]: Nszervetlen [mg/l]; Spiegelhöhen: vízszintmagasságok; Ablauf: elfolyás; gemessen: mért; Wasserspiegel: vízszint; Schlamm Spiegel: iszapszint; ARA Längenfeld : längenfeldi szennyvíztisztító telep)

ressziós réteg képezi az iszap felszínét. Ezen rétegek magasabb szárazanyag-tartalmából kisebb ülepedési sebesség származik, tehát a befolyás általi térfogat-kiszorítás az iszapfelszín emelkedését eredményezi. Ez a szakadás a modell-elképzelés réteges voltából adódik. A mérések a süllyedési sebesség stagnálásig való csökkenését erősítik meg, ami nagyobb medencemélységek esetén nem lenne megfigyelhető.

Hogy még egyértelműbben tudjuk ábrázolni az SU-medencebeli viszonyokat, egy későbbi kísérleti elrendezésben három mérési szintet alkalmaztunk, egy-egy méteres különbséggel. A tisztítóberendezés ebben az időpontban normál módban, tehát teljes denitrifikációval üzemelt. Az 5. ábra az SU-medence egy üzemi ciklusának biomassza- és nitrogénvegyületek-koncentrációjának változását mutatja.



5. a-d ábra: Koncentrációs keresztmetszetek az SU-medencében (ARA Längenfeld, 1998. 09. 26.:längenfeldi szennyvíztisztító telep 1998.09.26.)

(Trockensubstanz [g TS/l]: iszap-szárazanyag koncentráció [g TS/l]; Wasserspiegel: vízszint; Höhe [m]: magasság [m]; Beckenboden : medencefenék)

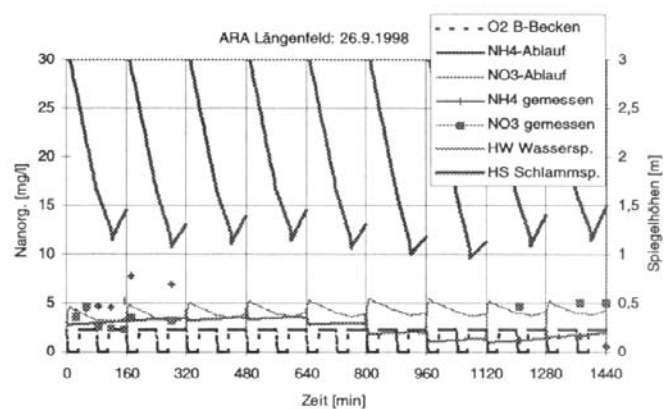
A mérések az ülepedési folyamat első félórájában alig mutatnak változást a szárazanyag-tartalomban. 55 perc után erőteljes koncentrációváltozások jelentkeznek: egyrészt az iszapfelszín a felső mérési pont felett elúszik, miáltal ez a mérési hely a tiszta víz zónájába kerül. Másrészt a kompressziós zóna eléri az alsó mérési pontot, és ezzel magasabb iszapkoncentrációt mérnek. A középső mérőpont csak 85 perc után kerül a betömörítési és a kompressziós réteg közötti átmeneti tartományba, amit egy csekély mértékű koncentrációemelkedés jelez.

A számítási modell idealizálja ezt az átmeneti tartományt, vagyis a réteghatáron ugrásszerű koncentrációváltozást feltételez (lásd 5/b. ábra). A három rétegben történő diszkretizálás mégis megfelelő a modellhez, hogy a Biocos-üzem leírásához szükséges adatokat mérje: mindenekelőtt az iszapszint magassága és az eleveniszap körülbelüli eloszlása fontos, amely a biokémiai átalakulási folyamatok számításához szükséges.

Az ammóniumeloszlás az ülepedési folyamat alatt csak csekély koncentrációemelkedést mutat a visszaoldási folyamatok miatt, elsősorban az iszapban gazdag fenékszónában. A befolyásnál létrejövő rövid idejű ammónium-túlterhelés alapján a keringési szakasz végén jelentősen magasabb $\text{NH}_4\text{-N}$ -koncentrációk adódtak. A mért denitrifikáció endogén és ezért szinte kizárólag a meglévő iszapkoncentrációtól függ. A fenék közelében (kompressziós zóna) a nitrát koncentráció nullára csökken és ezzel megszűnik a denitrifikáció.

Amennyiben a szimulációban egy hosszabb időtartamot tekintünk, a kiindulási- és állapotváltozók dinamikája ingadozó befolyási- és peremfeltételek mellett figyelhető meg. Például a denitrifikáció tekintetében kiderül, hogy az ülepedő iszaptömegek denitrifikációs teljesítménye az SU-medencében nincs nagy pillanatnyi hatással a tisztavíz-zóna nitrátértékeire és ezzel az elfolyásra. A nitrát oxigénjének elfogyása az SU-medence iszapzónájában kihat a következő ciklusokra és ezzel mértékadóan befolyásolja a Biocos-berendezés denitrifikációs kapacitását.

A rendszer ezért a denitrifikáció tekintetében nagy tehetetlenséget, ill. nagyon stabil üzemet mutat. Mivel a denitrifikáció a kompressziós zónában teljesen bekövetkezik, a befolyási csúcsokat ebből a rendszertartalékból elimináljuk. A 6. ábra a szerves nitrogénkoncentrációk számított lefutását mutatja a tisztavíz-zónában, és más változókat a napi változás szerint. Ez az eredmény



6. ábra: A mértékadó folyamatváltozók számított napi lefutása (1998. 09. 26.) egy 11 napos szimulációs periódus végén

(Zeit [Min]: idő [perc]; Nanorg. [mg/l]: Nszervesetlen [mg/l]; Beckenmedence; Ablauf: elfolyás; gemessen : mért; Wasserspiegel : vízszint; Schlamm Spiegel : iszapszint; ; ARA Längenfeld 1998.09.26 : längenfeldi szennyvíztisztító telep 1998.09.26)

11 napos időtartamú szimuláció eredménye, amely célja a megfelelő iszapfejlődés megfigyelése volt. Ehhez használtuk fel az ilyen tisztítókra jellemző napi görbéknek megfelelően váltogatva a mért napi terheléseket. A számított nitrát-értékek alig ingadoztak a fent leírt rendszertulajdonságok alapján. Az ammóniumértékek az előre megadott levegőztetési intervallumoktól függenek. Az éjszakai órákban a koncentrációszint csökken a lecsökkent befolyási terhelések miatt. A második ciklusban megnövekedett NH_4 -mérési értékek lökésszerű terhelésre utalnak, amelyet a szűrőpróbaszerű befolyásmérésnél nem vettek észre.

4. Összefoglalás

Ezen cikk címében kiemelt kérdésre az „is-is” válasszal lehetne felelni. Mindkét megnevezés a Biocos-módszer SU-medencéjét két, hosszú évekig kutató, különböző technológia kombinációjaként jellemzi: az SU-medencében történik az eleveniszap ülepedése a befolyásnál és állandó vízszint mellett (a hagyományos utóülepítéssel analóg módon). A befolyó eleveniszap-keverék tehát duzzasztás nélkül tiszta vizet szorít ki a medencéből. A ciklikus üzemmellel ellentétben és ezáltal az időbeli szabályozás rugalmasságaival ez az egymedencés technológia sajátossága. A Biocos-folyamat szimuláció-

ja számára először matematikai modellt kellett kifejleszteni, amely az eljárás minden jellemzőjét figyelembe veszi. Különösen azokat a folyamatokat, amelyek szabályozási- és méretezési kitételeket jelentenek, kell megfelelően pontosan megtervezni (iszapszint-magasság, denitrifikáció az ülepítésnél, a B-medencéből származó koncentrációcsúcsok esetleges befolyása, iszapáthelyeződés a B-ből az SU-medencébe, oxigénfogyasztás az SU-medencében, ...). Ehhez részletes időbeli és térbeli diszkretizáció szükséges, vagyis, minden szakasz és minden medence, valamint iszapzóna esetére részben térfogatváltozó reakciós tereket kell figyelembe venni.

Irodalom

- [1] Ingerle, K. (1998): Biocos-Belebungsanlagen, Kläranlagen Längenfeld und Pielenhofen. gwf, Abwasser Special 139, Nr. 14, 32-35.
- [2] Ingerle, K. (1999): Biocos-Kläranlagen, Beschreibung und Bemessung. KA 8in Druck).
- [3] Wett, B. and Rauch, W. (1996): Simulation of discontinuous treatment strategies. Proc. 1. IAWQ SBR-conference, Munich, 589-595.
- [4] Wett, B., Gluderer, D., Rauch, W. (1997): Denitrifikation beim Absetzvorgang. gwf, 138, Nr.7, 345-350.
- [5] Henze, M., Grady Jr., C.P.L., Gujer, W., Marais, G.v.R., Matsuo, T. (1987): Activated sludge model No.1. IAWQ Scient. And techn. Reports No.1.

ÉRTESÍTÉS

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség, mint főszervező
 a Víz- és Csatornaművek Országos Szakmai Szövetsége,
 az Önkormányzati Szövetség,
 a Környezetvédelmi Szolgáltatók Szövetsége,
 a Köztisztasági Egyesülés és
 a Településszolgáltatói Egyesület,
 mint társszervezőkkel rendezi meg az

ELSŐ MAGYAR SZENNYVÍZTECHNIKAI ÉS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIÁT ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS '99-et

1999. október 12-13-án

a Stefánia Palotában (Budapest, Stefánia út 34)

1999. október 14-én a Hotel BARA konferencia termében - Budapest, Hegyalja út 34-36
„Kis és közepes méretű települések szennyvízgyártóközpontjának
„Kis és közepes méretű települések szennyvízgyártóközpontjának
 a MaSzeSz és az ATV közös előadóülést rendez (szimultán tolmácsolással).

Az előadóüléshez kapcsolódóan

1999. október 15-én szakmai kirándulást szervezünk a budapesti szennyvíztisztító telepekre

A rendezvények részletes programját a HÍRCSATORNA május-júniusi száma közölte.
 További információk a 463 1533 telefonszámon, ill. jelentkezés a 463 3753 számú faxon.

BIOCOS SZENNYVÍZTISZTÍTÓK

Leírás és méretezés

Kurt Ingerle, Innsbruck

Összefoglalás

A Biocos szennyvíztisztítási eljárás legfontosabb tulajdonságainak leírása után ezen eljárás méretezési alapjai kerülnek ismertetésre, amelyek lényegében véve az ATV-A131-es és az ATV-M210-es munkalapoknak felelnek meg. Ezt követően a jobb érthetőség kedvéért példaként egy 10 000 LE-ű Biocos berendezés méretezésére kerül sor. Végül Längenfeld község, Tirol (10 000 LE) Biocos berendezés terhelési és elfolyási értékeinek bemutatására és megtárgyalására kerül sor.

1. Az eljárás leírása

A Biocos eljárás az eleveniszapos eljárás egyik változata. Ez egy időszakosan recirkulációs iszappal táplált eleveniszapos medencének (B-medence) az egymedencés technológia szerint üzemeltetett ülepítő- (S) és cirkulációs (U) medencével (SU-medence) való kombinálása. Az SU-medence így az eleveniszapos eljárásnál szükséges ülepítését és az iszaprecirkulációhoz szükséges szivattyút pótolja (**B**iological **c**ombined **s**ystem = Biocos). A két medencét a fenék- és vízszinten nyílások kötik össze úgy, hogy azok közlekedőedényként viselkednek.

A B-medence főként a nitrifikációhoz szükséges iszapkort és a nitrifikációt biztosítja. Itt elő-, időszakos vagy szimultán denitrifikációt is lehet játszani. A B-medence sem kialakításában, sem pedig méretezésében nem különbözik az eleveniszapos-eljárás medencéjétől.

Az SU-medencében az egymedencés technológia kerül alkalmazásra. Itt egy ciklus alatt különböző biokémiai és fizikai folyamatok zajlanak le:

- az „U” cirkulációs fázisban az iszapot felkeverik, a cirkuláció során a B-medencébe átvezetik és így mindkét medencében elérhető az eleveniszap koncentrációjának kiegyenlítődése. Ez a fázis megakadályozza az SU-medencében maradó iszaplerakódásokat és az SU-medencében esetlegesen képződő úszóiszap B-medencébe történő visszavezetését. A jelenlévő szabad vagy kötött oxigéntől függően nitrifikáció (aerob környezet) vagy denitrifikáció (anoxikus környezet) fog végbemenni.
- A „V” előülepítési fázisban a csatlakozó tisztavíz elvezetéséhez szükséges tisztavizes tér lesz kialakítva. Itt kettős folyamat zajlik le. Egyrészt az iszap leülepedik és másrészt ebben a folyamatban egyidejűleg denitrifikálódik. A leülepedő iszap iszapfel-

hő – szűrőtestet képez, amely a tiszta vízből a kis eleveniszap-pelyheket is kiszűri és így garantálja a jó szennyvíztisztítást.

- Az „A” elvezetési fázisban az SU-medencéből a tiszta vizet elvezetik. Az iszap ezen fázis alatt is tovább süllyed a fenék irányában és denitrifikálódik. Oxigén teljes hiányában (anaerob környezet) a foszfor biológiailag is eltávolítható.

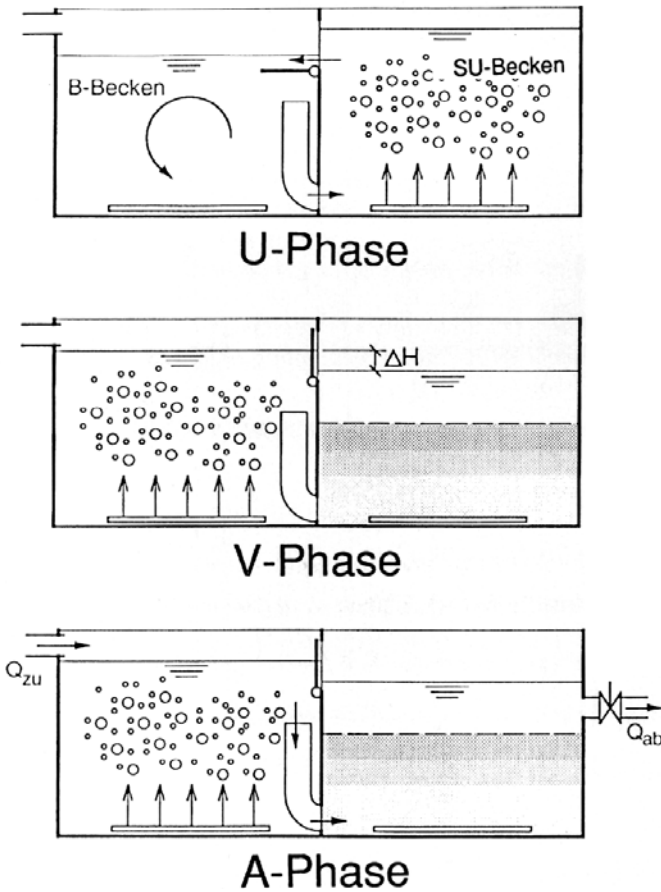
Eszerint az SU-medencének elsődleges feladataként száraz és csapadékos időjárási viszonyok között a szükséges tisztavíz elvezetést és az SU-medencében lerakódó iszap B-medencébe való recirkulációjának biztosítását kell teljesíteni. Ezen túlmenően a biokémiai folyamatok – túlnyomórészt a denitrifikáció – lehetőség szerint kihasználásra kerülnek.

A szabadalmazott Biocos-eljárás szempontjából döntő jelentőségű a B-medence és az SU-medence összekötésének szerkezeti kialakítása. A két medencét fenék- és vízszint-közeli nyílások úgy kötik össze, hogy azok közlekedőedényként viselkednek. Míg a fenék-közeli nyílások mindig nyitottak és biztosítják az áramlást, a vízszint-közeli nyílások csappantyúval vannak ellátva, amelyek csak az „U” fázisban engedik meg az SU-medencéből a B-medencébe történő áramlást, a V- és A-fázisban pedig automatikusan zárnak. A fenék-közeli nyílásokat úgy alakították ki, az U-fázistól eltekintve, hogy a légbuborékmentes iszap csak nagyon csekély sebességgel legyen képes a B-medencéből az SU-medencébe átáramlani. Ezen intézkedés biztosítja, hogy az A-fázisban történő tisztavíz elvezetés minőségileg nincs befolyásolva. A keringetés gépi berendezéseit a fenék-közeli nyílásokban helyezték el.

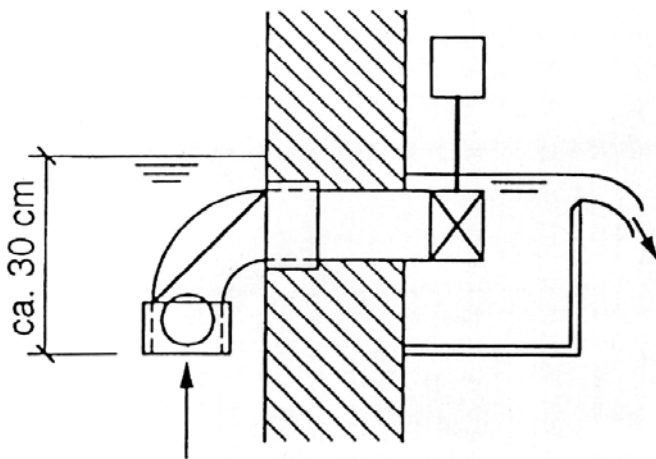
Az 1. ábra egy „Átfolyós üzemű Biocos-berendezés” három fázisát ábrázolja. Annak érdekében, hogy ilyen üzem lehetséges legyen, mindenképp B-medencéhez két SU-medencét kell hozzárendelni. Mivel az SU-medencében be- és elfolyás csak az A-fázisban van, az $U^h + V^h = A^h$ összefüggésnek egy ciklusban érvényesnek kell lenni. A két SU-medence fáziseltolással üzemeltetendő.

Kis tisztítóberendezések esetében „duzzasztásos (szakaszos) üzem” is szóba jöhet. Ilyen esetben a B-medence után csak egy SU-medencét kapcsolnak.

A 2. ábra egy olyan lehetséges tisztavíz elvezetést mutat, amely különösen alkalmas gravitációs átáramlásnál. Az A-fázisban, ha az iszapfelszín több mint 75 cm-rel van a vízszint alatt, egymástól 1,0 m távolságban, kb.



1. ábra Biocos-berendezés átfolyásos üzemben, 3 fázis
B-medence, SU-medence, U-, V- és A-fázis



2. ábra A tiszta víz elvezetése

20-30 cm-rel a víz szintje alatt kialakított kifolyókon keresztül vezetik el a tiszta vizet. Ezután a tiszta víz villamos energiával működtetett tolózárral lezárható nyomócsatornába kerül. Az SU-medencéből történő elfolyás ezen tolózár segítségével szabályozható. Nagy berendezéseknél a víz szintje által vezérelt tolózárakat alkalmaznak, amelyek az SU-medencékben állandó vízszintet tartanak. Kis berendezéseknél nyitott-és zártállású tolózár és utánkapcsolt fixbukó kerül alkalmazásra.

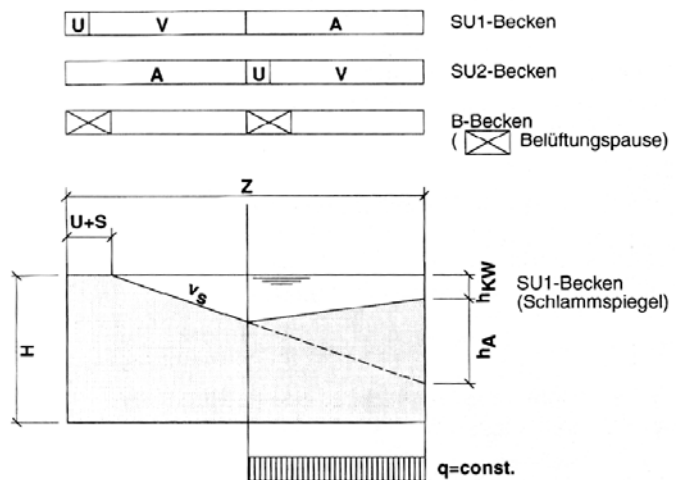
A Biocos-berendezések automatizálásához minden mechanikus berendezést idővezérléssel látnak el, amely-nél a V-fázisban a fölősiszapot is automatikusan vezetik el, hogy optimális szárazanyag-tartalom jelenjen meg a rendszerben. Előnyös ha a vízszint alatt kb. 70 cm-es mélységben szivattyúval rövid ideig az SU-medencéből iszap és tiszta víz keveréket szívnak el és azt az iszaptároló medencébe szállítják. A folyékony fázis ismét a tisztítóberendezésbe vezetik vissza. Ha az iszapszint az elvezetési időszak alatt 75 cm-nél mélyebben van, tiszta vizet, egyébként pedig fölősiszapot távolítanak el. Nagyobb Biocos-berendezések fölősiszapjának elvezetésére iszapszint-mérő is alkalmazható, amely a medencefe-nékről történő iszapelvezetést szabályozza. Ennél az iszapelvezetési módnál már besűrűsödött iszapot távolítanak el a rendszerből.

Ezen eljárás előnyei a nagy eleveniszaptömeg, a nagy tisztítási teljesítményben, a csekély felületigényben, a kipróbált gépészeti berendezésben és az egyszerű idővezérlésben kis beruházási költséget eredményeznek. Különösen kiemelendő a csekély üzemeltetési költség. Ez a különlegesen csekély energiafogyasztásra és a messzemenő automatizálás miatti alacsony munkaerő-igényre vezethető vissza.

2. Átfolyásos üzemben működő Biocos-berendezés méretezése

2.1 Fázisbeosztás

Az átfolyásos elven működő Biocos-berendezés egy B-medencéből és két SU-medencéből áll. A fázisbeosztás úgy történik, hogy egy SU-medence az áfolyáshoz mindig rendelkezésre álljon:



3. ábra Fázisbeosztás és iszapszint-változás
SU1-medence, SU2-medence, B-medence, levegőztetési szintet, iszapszint

2.2 Általános szempontok

A B-medence méretezése semmiben sem különbözik a hagyományos eleveniszapos-eljárás medencéjének méretezésétől. Az egyetlen különbség abban van, hogy a B-medencében jelentékenyen kevesebb nitrátot kell denitrifikálni, mivel az SU-medencében majdnem állandóan denitrifikáció folyik. Elvileg azonos paraméterek veendők fel, mint az ATV szabályok szerinti eleveniszapos eljárásnál. Ekkor biztos, hogy a rendszerben nagyobb szárazanyag-tartalom érhető el. A B-medencében az anoxikus tartomány, $V_D : V_B$ többnyire 0,2 alatt van.

Az SU-medencében egy ciklus alatt különböző hidraulikai állapotok lépnek fel. Az U-fázisban a B- és SU-medence tartalmát bevezetik a körfolyamatba és jól átkeverik. Ennek érdekében a medence alján egy, az SU-medencébe irányított vízszögletet vezetnek be. A Q_U azonos vízmennyiség folyik azután a vízfelületnél a B-medencébe ismét vissza. A kivitelezett tisztítóberendezések alapján kiderült, hogy kedvező, ha a keringetési fázis rövid (≤ 10 min) és tudomásul veszik a keringető nagyobb teljesítményszükségletét. A cirkulációs fázison belül az SU-medence tartalmának egyszer ki kell cserélődnie ($Q_U \times t_U \geq V_{SU}$).

A csatlakozó V-fázisban (40 min-től 100 min-ig) az iszap a kezdeti zavaró hatás után megközelítőleg állandóan ülepedik. Az ülepedési folyamatot áramlási jelenségek nem zavarják úgy, amint azt a „Duzzasztásos (szakaszos) üzemű eleveniszapos berendezések” ATV-M 210 munkalapja leírja. Ezért ennél a folyamatnál is az említett munkalapban levezetett egyenlettel lehet számolni, azaz $V_{SV} \times v_s = TS \times ISV \times v_s < 650$.

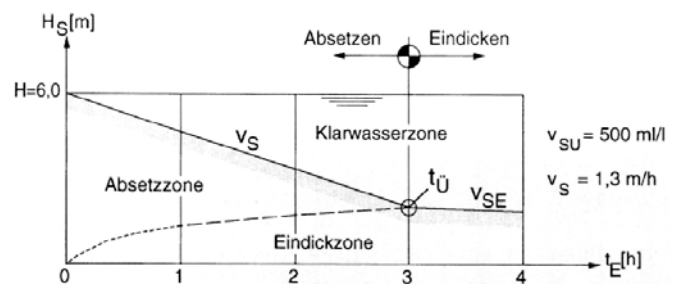
Az **A-fázisban** a V-fázishoz hasonlóan folytatódik az ülepedési folyamat. A V-fázishoz képest eltérés, hogy most vezetnek el tiszta vizet és a B-medencéből elvont mennyiséggel azonos mennyiséget vezetnek be az SU-medence aljába. Átfolyásos (folyamatos) üzemben a tisztavíz elvezetés megegyezik a tisztítóberendezésbe történő mindenkori beáramlással. Mivel az SU-medencébe a medence alján a B-medencéből bekerülő medencetartalom a keringetett vízmennyiség csak egy törtrészét teszi ki (kb. 2 – 4%), ennek megfelelően az áramlási sebesség is kicsi (0,04 – 0,08 m/s). A kivitelezett Biocos-berendezéseknél elvégzett mérések azt mutatták, hogy a hidraulikai terhelés következtében csak nagyon kismértékű iszapszint-ingadozások lépnek fel. Az SU-medencébe szállított iszap nem zavarja a V-fázisban az ülepedési folyamatot és az SU-medence tartalmával azonos sűrűsödési folyamatnak van alávetve.

Az SU-medencében anoxikus környezet uralkodik. Kielégítő pontossággal lehet abból kiindulni, hogy mindig oxigénhiányos állapot van jelen. Mivel az iszappely-

hek közötti közbezárt víz szennyezése már nagyon alacsony, a tisztavíz elfolyásnak megfelelő a KOI értéke, a mikroorganizmusoknak a denitrifikációhoz szükséges szerves anyagot az eleveniszapból kell szerezniük (endogén denitrifikáció). Félüzemi- és üzemelő Biocos-berendezésekben (két diplomamunkánál is) elvégzett számos kísérlet mutatta, hogy 10 °C-nál 4,8 g NO₃-N/kg · TS · d denitrifikációs aránnyal (DN-arány) (kb. az elődenitrifikáció egynegyedével) lehet számolni. Erre a DN-arányra a Biocos-eljárásnál is számítani lehet.

Az SU-medence hidraulikai méretezésekor annak van jelentősége, hogy a V- és A-fázisban az iszapszint süllyedése két különböző folyamatnak engedelmessékedik:

- Az iszapszint először megközelítőleg állandó v_s sebességgel süllyed a fenék irányában. Felülről lefelé sorban egymás után a tisztavízzóna, az ülepedési zóna és a medence alján a besűrűsödési zóna képződik. Az ülepedési zónában az iszappelyhek közötti távolság és ezáltal a szárazanyag-koncentráció is állandó marad. A besűrűsödési zónában az iszappelyhek közötti távolság csökken és a szárazanyag tartalom nő. Az idő előrehaladásával a tisztavíz- és a besűrűsödési zóna nő és az ülepedési zóna csökken.
- Ha az állandóan csökkenő iszapszint a besűrűsödési zónát eléri, az ülepedési zóna nulla lesz és az ülepedés befejeződik. A v_s ülepedési sebesség az iszap sokkal kisebb v_{SE} besűrűsödési sebességébe megy át (lásd 4. ábra). Ennek az ülepedésből besűrűsödésbe történő átmenetnek a ciklusidő megválasztása szempontjából van jelentősége. Az SU-medence maximális hidraulikai terhelése akkor érhető el, ha a Z ciklusidőt úgy választják meg, hogy az A-fázis végén a t_U átmeneti időpont éppen elérésre kerül.



4. ábra Az iszapszint alakulása
ülepedés, sűrűsödés, tisztavíz tartomány, ülepedési tartomány,
sűrűsödési tartomány

Az SU-medencében a hidraulikai folyamatok az ATV-A131 és ATV-M210 munkalapok szerint számítha-

tók. Az iszapszint süllyedésének sebességét az ATV-M210 szerint legfeljebb

$$v_s \leq 650 : VSV \text{ [m/h]} \text{ ahol } VSV = ISV \cdot TS \leq 650 \text{ ml/l} \quad \dots(1)$$

értékre szabad felvenni. Továbbá figyelembe kell venni, hogy az iszap sűrűsödése a t_E sűrűsödési időtől függ és az ATV-A131 szerint

$$TS_E = \frac{1000}{ISV} \cdot \sqrt[3]{t_E} = \frac{1000 \cdot TS}{VSV} \cdot \sqrt[3]{t_E} \quad \dots(2)$$

értékre veendő fel ($t_E > 1,0 \text{ h}$).

2.3 Az SU-medence hidraulikai méretezése

A hidraulikai méretezés a fajlagos, lakosegyenértékre (LE) vonatkoztatott paraméterekkel történik.

A $Z = U = S$ ülepedési idő alatt képződő tisztavíztest, levonva a megkívánt h_{KW} maradék magasságot, áll rendelkezésre az A-fázisban a tisztavíz elvezetéséhez (h_A). A szükséges, LE-re vonatkoztatott SU-medencefelület $f_{SU} \text{ m}^2/\text{LE}$ a 4. ábra szerint adódik,

$$q \cdot A = q \cdot Z : 2 = [(Z - U - S) \cdot v_s - h_{KW}] \cdot f_{SU} \\ f_{SU} = 0,5 \cdot q \cdot Z : [(Z - U - S) \cdot v_s - h_{KW}] \text{ m}^2/\text{LE} \quad \dots(3)$$

amelynél Z, U és S órában, a $v_s \text{ m/h}$ -ban, $q \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{LE})$ -ben és $h_{KW} \text{ m}$ -ben helyettesítendő be. A zavart időt S -sel jelölik, amely az U -fázis után az SU-medence nyugalmi állapotának beállításához szükséges ($5 - 10 \text{ min}$).

Ha az SU-medencefelület négyzetméterenkénti Q hidraulikai terhelhetőségét akarjuk meghatározni, akkor a (3)-as egyenletbe az $f_{SU}=1,0 \text{ m}^2$ értéket kell behelyettesíteni:

$$Q = [(Z - U - S) \cdot v_s - h_{KW}] : (0,5 \cdot Z) \quad \text{m}^3/\text{m}^2\text{h} = \text{m/h} \quad \dots(4)$$

Az A-fázis alatt a B-medencéből az SU-medencébe áramló $0,5 \cdot q \cdot Z \cdot TS$ iszaptömeg sűrűsödését az ATV-A131 szerint a (2) egyenlettel számoljuk. A $t_E = A : 2 = Z : 4$ átlagos sűrűsödési idővel kapjuk az A-fázis végén az SU-medencében ezen iszapmennyiség által igényelt h_B magasságot:

$$f_{SU} \cdot h_B \cdot TS_E = f_{SU} \cdot h_B \cdot 1000 \cdot \sqrt[3]{0,25Z} : ISV = 0,5 \cdot q \cdot Z \cdot TS \\ h_B = 0,5 \cdot q \cdot Z \cdot VSV : (f_{SU} \cdot 1000 \cdot \sqrt[3]{0,25Z}) \quad \text{m} \quad \dots(5)$$

Hasonló módon számítjuk az SU-medencében lévő iszap besűrűsödését, a $t_E = Z - U - S$ besűrűsödési idővel és H összmagassággal

$$H = h_{KW} + h_{SU} + h_B \quad \text{m} \quad \dots(6)$$

az SU-medencében szükséges h_{SU} magasság:

$$h_{SU} = H \cdot TS \cdot ISV : (1000 \cdot \sqrt[3]{Z - U - S}) \\ h_{SU} = (h_{KW} + h_B) : (1000 \cdot \sqrt[3]{Z - U - S}) : VSV - 1) \quad \text{m} \quad \dots(7)$$

A tisztavíz zóna magasságát h_{KW} -vel jelöljük, amelynek a tisztavíz elvezetés alatt mindig meg kell lennie és 50 cm -nél nagyobbra kell felvenni. Ha a tisztavíz elvezetéshez nagyobb biztonságot akarunk, akkor $h_{KW} = 75 \text{ cm}$ -t kellene választani.

Az SU-medence maximális hidraulikai terhelését akkor érjük el, ha a ciklusidőt a H vízmélység és a VSV összehasonlító iszaptérfogat függvényében úgy választjuk, hogy az iszapszint süllyedése még éppen megfelel a v_s ülepedési sebességnek és a v_{SE} besűrűsödési sebesség még nem lépett fel.

2.4 A biokémiai folyamatok számítása az SU-medencében

Az SU-medencében endogén denitrifikáció megy végbe, amely az elődenitrifikációnak csak egynegyed részét teszi ki. A mikroorganizmusoknak a denitrifikációhoz szükséges szerves anyagot a biomasszából kell megszerezniük, mivel a közbenső víz már tiszta víznek felel meg és messzemenően tisztított.

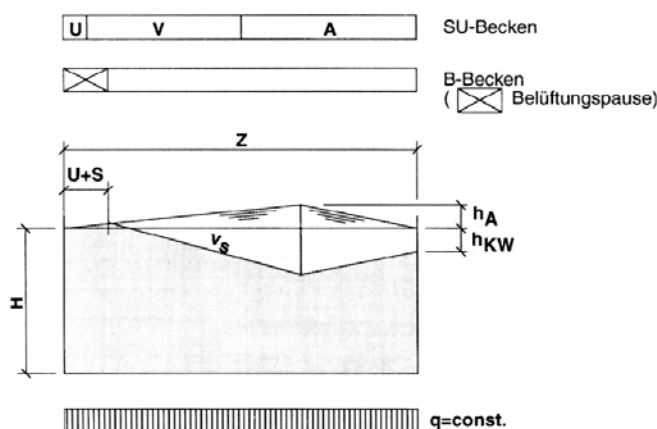
A denitrifikációs arány csak a

$$DN_R = 0,2 \cdot 24 = 4,8 \quad [\text{g NO}_3\text{-N/kg TS} \cdot \text{d}] \quad \dots(8)$$

értéket teszi ki.

Továbbá megközelítőleg feltételezhető, hogy az SU-medencében állandóan oxigénhiányos – anoxikus környezet van túlsúlyban. Így mindkét SU-medencében a nitrogéneltávolításra kapjuk:

$$N_{SU} = 2 \cdot f_{SU} \cdot H \cdot TS \cdot DN_R \quad [\text{g N/d} \cdot \text{LE}] \quad \dots(9)$$



5. ábra Fáziselosztás és az iszapszint alakulása SU-medence, B-medence, levegőztetési színet

2.5 B-medence biokémiai méretezése

A $V_D : V_B$ választott aránnyal, a t_{TS} , $\ddot{U}S$ és $kg\ NO_3\text{-N/kg}\ BOI_5$ az ATV-A131 -ből átvehető és a B-medence szükséges f_B fajlagos felülete valamint a B-medencében az N_B denitrifikáció számítható:

$$f_B = BOI_5 / LE \cdot \ddot{U}S \cdot t_{TS} : (TS \cdot H) \quad [m^2/LE] \quad \dots(10)$$

A N-mérleg a következőképpen alakul:

$$N_{\text{kifolyás}} = N_{\text{összes}} - N_{\text{iszap}} - N_B - N_{SU} \quad \dots(11)$$

N_{iszap} helyébe $0,05 \times BOI_5$ és N_B helyére a $V_D : V_B$ aránynak megfelelően a denitrifikáció tehető. Az oxigénszükségletet is az ATV-A131 szerint lehet számítani.

3. Duzzasztásos üzemen működő Biocos-berendezés méretezése

3.1 Fáziselosztás

A duzzasztásos elv szerint üzemelő Biocos-berendezés egy B-medencéből és egy SU-medencéből áll.

3.2 Hidraulikai méretezés

A duzzasztásos elven működő Biocos-berendezés SU-medencéjének hidraulikai méretezése ugyanolyan módon történik, amint azt a 2.3 pont mutatja.

A szükséges, LE-re vonatkoztatott f_{SU} m^2/LE SU-medencefelület az egyenletből adódik

$$f_{SU} = q \cdot Z : [(Z - U - S) \cdot v_S - h_{KW}] \quad \dots(12)$$

A Biocos-berendezésben a h_A duzzasztás:

$$h_A = q \cdot (Z - A) : (f_{SU} + f_B) \quad \dots(13)$$

Az A-fázis előtt a B-medencéből az SU-medencébe áramló iszapmennyiségre kapjuk az $(Z - A) : 2 + A = (Z + A) : 2$ átlagos besűrűsödési idővel az SU-medencében igényelt h_{B1} magasságra:

$$h_{B1} = h_A \cdot VSV : (1000 \cdot \sqrt[3]{(Z + A) : 2}) \quad \dots(14)$$

és az A-fázisban a B-medencéből az SU-medencébe áramló iszapmennyiségre az $A : 2$ besűrűsödési idővel az SU-medencében igényelt magasságra:

$$h_{B2} = (q \cdot Z : f_{SU} - h_A) \cdot VSV : (1000 \cdot \sqrt[3]{A : 2}) \quad \dots(15)$$

Hasonló módon számítjuk az SU-medencében lévő iszap besűrűsödését. A $Z - U - S$ sűrűsödési idővel és a

$$H = h_{KW} + h_{SU} + h_{B1} + h_{B2} \quad \dots(16)$$

értékkel adódik.

Az SU-medencében a h_{SU} szükséges magasság:

$$h_{SU} = H \cdot TS \cdot ISV : (1000 \cdot \sqrt[3]{Z - U - S})$$

$$h_{SU} = (h_{KW} + h_{B1} + h_{B2}) : (1000 \cdot \sqrt[3]{Z - U - S} : VSV - 1) \quad \dots(17)$$

3.3 Biokémiai méretezés

Az SU-medencében endogén denitrifikáció megy végbe, amely az elődenitrifikáció egynegyedét adhatja. Ennek megfelelően a denitrifikációs arány $DN_R = 0,2 \cdot 24 = 4,8\ g\ NO_3\text{-N/kg}\ TSd$. Továbbá feltételezzük, hogy az SU-medencében folyamatosan anoxikus környezet van túlsúlyban. Így az SU-medencében a nitrogéntávolításra kapjuk:

$$N_{SU} = f_{SU} \cdot H \cdot TS \cdot DN_R \quad [g\ N/d \cdot LE] \quad \dots(18)$$

A B-medence méretezése ugyanúgy mint 2.3 pont alatt, az ATV-A131 szerint történik.

4. A Biocos-berendezés vezérlése

A Biocos-berendezés vezérlése a következő beállításokat kell, hogy lehetővé tegye (nagyobb szennyvíztisztítónál átfolyásos üzemenben):

- U és V szabadon választható, így $Z = 2A = 2(U + V)$ adódik.
- A fölősiszap ($\ddot{U}S$) elvezetés kezdete és időtartama (pl. mindig 50 min-el a V-fázis kezdete után, tartama 3 min).
- Levegőztetési szünet (pl. mindig 10 min-el az U-fázis kezdete előtt az U-fázis végéig).
- Időszakos levegőztetés: (pl. levegőztetés kezdete $1,0\ mg\ O_2/l$ -nél, kikapcsolás $3,0\ mg\ O_2/l$ -nél), alapadat a kompresszorok frekvencia-szabályozásához.
- Folyamatos levegőztetés: (a B-medencében megkívánt O_2 -koncentráció előírása).
- Az éppen fennálló ciklusidő közlése (pl. $SU1 \dots Z = 180\ min$ tényleges érték $27\ min$, V-fázis).
- Ha a B-medencében keverő van: keverési szünetek megadása (mint a levegőztetési szünet).

5. TS és ISV választása ATV-A131 szerint

Az ATV-A131-ben TS-re és ISV-re a következő irányértékeket vezették be:

$$TS = 2,5 - 3,5\ g/l \quad \text{előülepítéssel}$$

TS = 3,5 – 4,5 g/l	előülepítéssel és P-kicsapatással
TS = 3,5 – 4,5 g/l	előülepítés nélkül
TS = 4,0 – 5,0 g/l	előülepítés nélkül és iszapstabilizálással ill. előülepítés nélkül és P-kicsapatással
ISV = 75 – 100 ml/g	$B_{TS} < 0,05$ és kevés szerves ipari hányad
ISV = 100 -150 ml/g	$B_{TS} > 0,05$ és magas szerves ipari hányad
	$B_{TS} < 0,05$ és kevés szerves ipari hányad
ISV = 150 – 180 ml/g	$B_{TS} > 0,05$ és magas szerves ipari hányad

Ha az előtisztítás hiányzik, ill. P-kicsapatás van, alacsonyabb ISV-érték választható.

6. Példa

Szennyvíztisztító telep 10 000 LE-re (heti középérték) előülepítéssel. Egyesített rendszerű csatornázás. P-kicsapatás, kevés szerves ipari hányaddal a szennyvízben.

$$Q_s = 10\,000 \times 0,15 : 13 = 115,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_f = 10\,000 \times 0,05 : 24 = 20,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_m = 2 Q_s + Q_f = 2 \times 115,4 + 20,8 = 251,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q = 251,6 : 10\,000 = 0,0252 \text{ m}^3/\text{h LE}$$

Előtisztítás:tartózkodási idő 1,5 h

Biológiai terhelés: $BOI_5 = 40 \text{ g/LE}$

$$TSO/BOI_5 = 30 : 40 = 0,75$$

$$N = 10 \text{ g/LE}; P = 2,3 \text{ g/LE}$$

Hidraulikai méretezés

TS és ISV választása ATV-A131 szerint:

$$TS = 4,0 \text{ g/l}; ISV = 125 \text{ ml/g}$$

ATV-M210 szerint:

$$ISV \cdot TS \cdot v_s = 650; VSV = 125 \cdot 4,0 = 500 < 650 \text{ ml/l}$$

Fázisbeosztás

$$v_s = 650 : 500 = 1,3 \text{ m/h}; Z = 3,0 \text{ h}; U + S = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ h}$$

Tiszta víz az A-fázis végén: $h_{KW} = 0,75 \text{ m}$

$$f_{su} = 0,5 \cdot 0,0252 \cdot 3,0 : (3,0 - 0,3) \cdot 1,3 - 0,75 = 0,0137 \text{ m}^2/\text{LE}$$

$$h_B = 0,5 \cdot 0,0252 \cdot 3,0 \cdot 500 : (1000 \cdot 0,0137 \cdot \sqrt[3]{0,25 \cdot 3,0}) = 1,52 \text{ m}$$

$$h_{SU} = (0,75 + 1,52) : (1000 \cdot \sqrt[3]{3,0 - 0,3} : 500 - 1) = 1,27 \text{ m}$$

$$H_{szüks.} > 0,75 + 1,52 + 1,27 = 3,54 \text{ m}$$

$$H_{megvalósított} = 5,00 \text{ m}$$

Biokémiai méretezés ATV-A131 szerint

$$N_{SU} = 2 \cdot 0,0137 \cdot 5,0 \cdot 4,0 \cdot 4,8 = 2,6 \text{ g N/LE}$$

$$V_D : V_B = 0,2; t_{TS} = 12 \text{ d}; \ddot{U}S = 0,82 + 5,3 \cdot 2,3 : 40 = 1,12 \text{ kg TS/kg } BOI_5$$

Váltakozó denitrifikáció: 0,07 kg NO_3 -N/kg BOI_5

$$f_B = 0,040 \cdot 1,12 \cdot 12 : (4,0 \cdot 5,0) = 0,0269 \text{ m}^2/\text{LE}$$

$$N_B = 0,07 : 0,040 = 2,8 \text{ g N/LE}; N_{iszap} = 0,05 \cdot 40 = 2,0 \text{ g/LE}$$

$$N\text{-mérleg: } N_{elfolyás} = 10,0 - 2,0 - 2,6 - 2,8 = 2,6 \text{ g/LE}$$

$$N_{eltávolítás} = (11,0 - 2,6) : 11,0 = 0,76 = 76\%$$

Az NO_3 -N eltávolítás az SU-medencében azonos nagyságrendű mint a B-medencében. A nitrogén iszapba történő recirkulációját nem tételeztük fel.

A szennyvíztisztító szükséges felülete 5,0 m vízmélységnél:

$$F_{SU,szüks.} = 0,0137 \cdot 10\,000 = 137 \text{ m}^2$$

(két medence szükséges)

$$2 \cdot F_{SU,szüks.} = 274 \text{ m}^2$$

$$F_{B,szüks.} = 0,0269 \cdot 10\,000 = 269 \text{ m}^2$$

A levegőztetés a B-medencében 80%-os egy ciklusban, 20%-ban nem lesz oxigén.

Az előülepítés 1,5 órás tartózkodásra van méretezve.

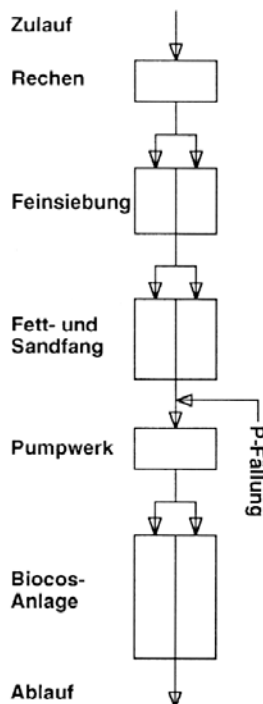
Az iszap nem stabilizált és még külön kezelésnek kell alávetni. Természetesen szükség van még egy rácrra, levegőztetett zsír- és homokfogóra és esetleg egy szennyvízátemelő berendezésre. A biológiai P-eltávolítás célszerűségét hasonlóképpen még meg kell vizsgálni.

7. Längenfeld-i szennyvíztisztító

A Längenfeld-i (10 000 LE) tisztítóberendezés szennyvízútja, amely finomrácsból, légbefúvásos zsír- és homokfogóból, merülőtárcsás csepegtetőteszt berendezésből és utótisztító szűrőből áll, az újonnan épített kisterhelésű Biocos-berendezéssel a telep kétlépcsős biológiai tisztítássá lett átalakítva. A finomrács tehermentesítésére Huber Rotomat került beépítésre. A továbbiakban már nem szükséges utótisztító szűrőt elvitték és közben-ső ülepítéssel pótolták.

A bővített tisztítóberendezés üzembe vétele után kiderült, hogy a Biocos-berendezés tisztítási teljesítménye igen nagy és az elkövetkező időre a nagyterhelésű merülőtárcsás csepegtetőteszt berendezés üzemén kívül helyezhető.

A jelenleg üzemelő Längenfeld-i tisztítótelep előülepítés-nélküli Biocos-berendezés, mely és a következő részegységekből áll:



6. ábra A Längenfeld-ben jelenleg üzemeltetett tisztító szennyvíztája Befolyás, rács, finom szűrés, zsír- és homokfogó, szivattyú, P-kicsapátás, Biocos-berendezés, elfolyás

Hidraulikai szempontból a tisztítóberendezés (elválasztott rendszerű csatornázás) jelenleg nincs teljesen kihasználva. Mindazonáltal az elvégzett vizsgálatok arra engednek következtetni, hogy a 2.2 és 2.3 pontokban megadott számítási alapok, amelyek egyébként az ATV-szabályokat kielégítik, a tényleges viszonyokat jól írják le. Az elvezetett tiszta víz mindig lebegőanyag-mentes volt, amit az alacsony KOI-értékek alátámasztanak. A négy SU-medence felülete $4 \cdot 56,0 = 224 \text{ m}^2$ és térfogata $224 \cdot 3,2 = 717 \text{ m}^3$.

Nagyon érdekesek az elvégzett biokémiai vizsgálatok, mivel a szennyvíztisztító jelenlegi egylépcsős üzem módja és a rendszerben a szárazanyag-tartalom (TS) kicsi értékei miatt terhelések és túlterhelések szimulálhatók.

A ζ_A kihasználtsági tényező az ATV-A131 segítségével a következőképpen definiálható:

$$\zeta_A = 100 \text{ LE} : \text{LE}_A [\%] \quad \text{LE}_A = V_B \cdot \text{TS} : (0,06 \cdot \ddot{U}\text{S} \cdot t_{\text{TS}})$$

A $V_B = 2 \cdot 400 = 800 \text{ m}^3$ (kétutas), $\ddot{U}\text{S} = 1,0 \text{ kg TS/kg BOI}_5$ (finomrács, P-kicsapátás), $V_D : V_B = 2 \cdot 20 \text{ min} : 160 \text{ min} = 0,25$ és $t_{\text{TS}} = 12,5 \text{ d}$ értékekkel 10°C esetben $\zeta_A = 100 \cdot \text{LE} : (10,67 \cdot \text{TS}) \%$ értéket kapunk.

A jobb áttekintés és a 12,5 napos iszapkor miatt a 2. táblázatban kéthetes átlagértékeket adtunk meg. Längenfeld község szennyvize nagyon hideg, nagyon csekély savkapacitást mutat (ivóvíz: kb. $0,5 \text{ NK}^\circ$) és időnként 3 mézárszék terheli a szennyvizet (KOI eléri a 30%-ot is).

A Biocos-berendezés kb. 1 hónapos beüzemelése után felvehető volt a normál üzem (a 18. héttől): ciklus: 160 min fázisok: U = 10 min; V = 70 min; A = 80 min; folyamatos üzemvitel levegőztetési szünetek: 20 percenként az A-fázis kezdetétől; fölősiszap (ÜS) elvezetés: kezdés mindig 50 min-el a V-fázis kezdete után, 3 min hosszú ideig, automatikus.

A vizsgálatok a következő nitrogénmérleget eredményezték: a szennyvíztisztítóba való befolyásnál 100%, nitrogén a fölősiszapban kb. 20% az iszapkezelésből való visszavezetés levonásával, a B-medencében időszakos denitrifikáció kb. 30% ($0,9 \text{ mg NO}_3\text{-N/g TS} \cdot \text{h}$),

Hét	Q	KOI	TKN	NH ₄ -N	PO ₄ -P	TS	VSV	ISV	LE	ζ_A
1998	m ³	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	g/l	ml/l	ml/g	fő	%
18./19.	833	561	51,0	33,0	5,0	3,3	500	150	4673	133
20./21.	829	467	50,0	31,0	5,2	3,6	515	145	3871	101
22./23.	978	574	50,0	31,0	5,9	4,4	480	110	5614	120

1. táblázat

A Längenfeld-i szennyvíztisztító befolyási értékei és iszapértékei

A KOI-értékek a BOI₅ értékek kb. 1,7 – 1,8 – szorosai. A szennyvíztisztító befolyásánál a mintavételezés a homokfogó után történt.

Hét	T	pH	KOI	NH ₄ -N	PO ₄ -P	NO ₃ -N	N _{org.}	TKN	N- elt.
1998	°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
18./19.	9,0	6,6	53	4,8	0,5	4,7	2,0	11,5	77
20./21.	10,0	6,7	18	3,7	0,3	3,6	2,0	9,3	81
22./23.	10,5	6,5	21	4,0	0,3	6,1	2,0	12,1	76

2. táblázat

A Längenfeld-i szennyvíztisztító elfolyási értékei

endogén denitrifikáció az SU-medencében kb. 30% (0,2 mg NO₃-N/g TS·h) és az elfolyásban kb. 20%.

A Biocos-berendezést teljes egészében a föld alatt, egy hulladékgyűjtőhelyhez vezető bekötőút alatt helyezték el.

1998 májusában Tirolban még három kis, 150 – 300 LE kapacitású, szakaszos üzemű Biocos-berendezés üzemel és Németországban két berendezés 1800 LE-vel (Pielenhofen) és 2000 LE-vel (Auburg), valamint több kisebb (150 – 400 LE) berendezésnek van folyamatban a tervezése és építése.

Irodalom

- Szennyvíztechnikai Szövetség – ATV (1991):
Egylépcsős eleveniszapos-eljárású berendezés méretezése (LE > 5000). ATV-A131 Munkalap
- Szennyvíztechnikai Szövetség – ATV (1993):
Egylépcsős eleveniszapos-eljárású berendezés méretezése 500 – 10 000 LE-re. ATV-A126 Munkalap
- Szennyvíztechnikai Szövetség – ATV (1998):
Szakaszos+ üzemű eleveniszapos berendezés. ATV-M210 Munkalap



ESEMÉNYNAPTÁR

1999

1–3 September	Second Inter-Regional Conference on Environment and Water Location: Lausanne, Switzerland	Contact: Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, IATE-HYDRAM, 1015 Lausanne, Switzerland.
6–9 September	Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants Location: Budapest, Hungary	Contact: Trivent Conference Office, Szamoca u.6/b, H-1125 Budapest, Hungary, Tel/Fax +36 1 156 6240, E-mail trivent@mail.elender.hu
6–10 September	Integrated Global Water Management: Water Availability and Quality to Meet Future Needs in Central and Eastern Europe Location: Prague, Czech Republic	Contact: E-mail awoodis@cmn.net
7–10 September	8th Conference on Design Operation and Costs of Large Wastewater Treatment Plants Location: Budapest, Hungary	Contact: IAWQ, 20 Mason's Yard Duke Street, St. James's, London SW1Y6BU Tel. +44 171 839 8390, Fax +44 171 839 8299, E-mail 100065.3664@compuserve.com
11–19 September	17th International Congress and 50th International Executive Council Meeting of the International Commission on Irrigation and Drainage Location: Granada, Spain	Contact: Ms Catherine Roy, Secretary of the 17th ICID International Congress, Confederacion Hidrografica del Guadalquivir, Avda de Madrid 7, 11th floor, E-18012 Granada, Spain, Tel +34 58 29 59 84, Fax +34 58 27 06 41
12–16 September	Twelfth International Harbour Congress and Ninth International Harbour Exhibition Location: Antwerpen, Belgium Deadline for abstracts: 1 October 1998	Contact: Ms Rita Peys, c/o Technologisch Instituut vzw, Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen, Belgium Tel +32.3.216.09.96, Fax +32.3.216.06.89, E-mail have@conferences.ti.kviv.be Internet http://ti.kviv.be/conf/have.htm
12–17 September	Dioxin'99 19th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs Location: Fondazione Giorgio Cini, Venice, Italy	Further information and pre-registration www.dioxin99.com
13–15 September	CCWI'99 - Computing and Control for the Water Industry Location: Exeter, UK	Contact: Contact: Miss Jenny Thorne, Conference Organiser, Department of Engineering, University of Exeter Exeter, EX4 4QF, UK, Tel/Fax +44 (0) 1392-263614, E-mail CCWI99@exeter.ac.uk, Tel +44 1392 263637 Fax +44 1392 217965

13-17 September	Eighth International Symposium on the Interactions between Sediment and Water Location: Beijing, China.	Contact: Professor Jingsheng Chen, Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, PR China, Tel 86 10 62752613, Fax 86-10-62751185, E-mail jsc@urbanms.urban.pku.edu.cn
15-17 September	CATS 4. Characterisation and treatment of sediments preceded by the Twelfth International Harbour Congress Location: Antwerpen, Belgium	Contact: Ms Rita Peys, c/o Technologisch Instituut vzw, Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen, Belgium Tel +32.3.216.09.96, Fax +32.3.216.06.89, E-mail cats@conferences.ti.kviv.be Internet http://www.ti.kviv.be/conf/cats.htm
18-24 September	2nd World Congress and Exhibition Location: Buenos Aires, Argentina	Contact: IWSA Secretariat, 1 Queen Anne's Gate, London, SW1H 9BT, UK, Tel +44 171 957 4567, Fax +44 171 222 7243, E-mail iwsa@dial.pipex.com
20-23 September	World Water Congress, XXII International Water Supply Association Congress and Exhibition Location: Sheraton Buenos Aires, Argentina, Hotel & Convention Center	Contact: Mr Roberto Cusato, Mrs Leticia Ceretti, JULIA TOURS S.A., Suipacha 570 1st Floor, 1008 Buenos Aires, Argentina, Tel +54 1 325 0044, Fax +54 1 325 6029. Internet http://www.iwsa.org.uk/callpaps.htm
21-24 September	WasteTech'99 Location Moscow	Contact Sibico International, E-mail waste-tech@sibico.com
22-24 September	CIWEM and IAWQ Joint International Conference Control and Prevention of Odour in the Water Industry Location: London, UK	Contact: Erica Hammond c/o Terence Dalton Events, 47 Water Street, Lavenham, Suffolk CO10 9RN, UK. Tel. +44 1787 248097, Fax +44 1787 248267, E-mail erica@lavpress.demon.co.uk Internet http://www.iawq.org.uk/conpage.htm
25-30 September	15th Biennial International Estuarine Research Federation (ERF) Conference Location: New Orleans, Louisiana, USA	Contact: Robert R. Twilley Department of Biology, PO Box 42451, University of Southwestern Louisiana, Lafayette, LA 70504, USA (Tel 318-482-6146; Fax 318-482-5834; rtwilley@usl.edu; www.erf.org.
29 September-1 October	Thirteenth International Conference on Pipeline Protection Location: Edinburgh, UK	Contact: Tracey Wheeler, BHR Group Ltd., Fax +44 1234 750074, E-mail twheeler@bhrgroup.co.uk
4-8 October	7th International Waste Management and Landfill Symposium Location: Cagliari, Italy	Contact: Tel +39 049 663860, Fax +39 049 663960, E-mail eurowaste@tin.it
7 October	Developments in Industrial Waste Management - Meeting the challenges of New Legislation Location: Weetwood Hall Conference Centre, Leeds, UK.	Contact: Zena Hickinson, AE Technology Transfer, School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK, Tel +44 113 2332308, Fax +44 113 2332243, E-mail z.hickinson@leeds.ac.uk
7-11 October	Seventh International Conference on artificial reefs and related aquatic habitats. Location: San Remo, Italy	Information: http://www.soc.soton.ac.uk/SUDO/DEPT/7CARAH/7carah.html
9-13 October	WEFTEC '99, 72nd Annual Conference and Exposition Location: Louisiana, USA	Contact: WEF, Fax +1 703 684 24 92
10-13 October	The 9th Symposium on Handling of Environmental and Biological Samples in Chromatography Location: Porto, Portugal	Contact: IAEAC Secretariat, Ms Marianne Frei Hausler, Postfach 46, CH-4123 Allshwil 2, Tel. +41-61-4812789; Fax +41-61-4820805, E-mail iaecmfrei@access.ch
11-13 October	Sequencing Batch Reactor Technology Location: Narbonne, France	Contact: IAWQ, 20 Mason's Yard Duke Street, St. James's, London SW1Y6BU, Tel. +44 171 839 8390 Fax +44 171 839 8299, E-mail 100065.3664@compuserve.com
13-15 October	Disposal and Utilization of Sewage Sludge Treatment Methods and Application Modalities Location: Athens, Greece	Contact: Professor Andreas Andreakis, National Technical University of Athens, Fax +3017722899, E-mail andre1@central.ntua.gr Internet http://www.hydro.civil.ntua.gr/labs/sanitary/confer.htm
17-20 October	Fourth IAWQ Conference on Biofilm Reactors Location: New York, USA	Contact: Dr Ir M C M van Loosdrecht, Delft University of Technology, Department of Biological Engineering, Julianalaan 67, 2628 BC Delft, The Netherlands. Tel +31 15 781 618, Fax +31 15 782355, E-mail mark.vl@stm.tudelft.nl
18-29 October	Asian Waterqual '99 (Seventh IAWQ Asia-Pacific Regional Conference) Location: Taipei, Taiwan	Contact: Professor Shang-Lien Lo, Graduate Institute of Environmental Engineering, National Taiwan University, 1 Chou-Shan Road, Taipei, Taiwan. Tel +8862 3625373, Fax +8862 3928821
19-21 October	IWEX99, the International Water and Effluent Treatment Exhibition Location: NEC, Birmingham, UK	Contact: Turret RAI plc, Armstrong House, Market Square, Uxbridge, Middlesex UB8 1TG Tel +44 (0)1895 454545, Fax +44(0)1895 454640, Email 100730.1310@compuserve.com
20-22 October	ICPPIT -99 International conference on public participation and information technologies Location: Lisbon, Portugal.	Contact: Ms Fatima Correia / Ms Carma Lopes, Dept. of Environmental Sciences and Engineering, New University of Lisbon, 2825-114 Monte da Caparica, Portugal. Tel + 351-1-294 83 97, 294 85 52/3, Fax+ + 351-1-294 85 51, 294 85 54, E-mail FUNDACAO@MAIL.FCT.UNL.PT

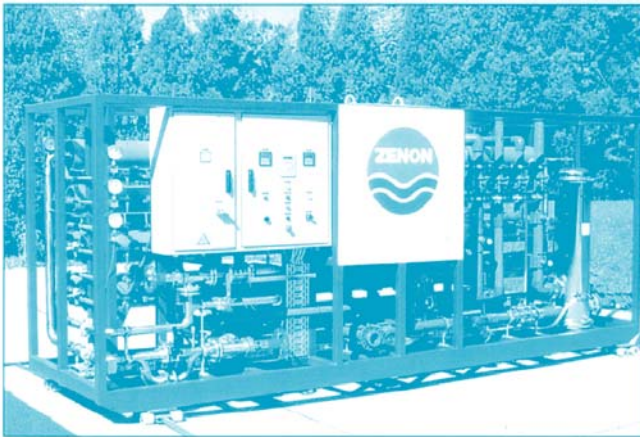
20–22 October	2. 6ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente. Location: Lisbon, Portugal	Contact: Tel + 351-1-294 83 97, 294 85 52/3, Fax + 351-1-294 85 51, 294 85 54 E-mail FUNDACAO@MAIL.FCT.UNL.PT
1–4 November	International Specialized Conference on Membrane Technology in Environmental Management Location: Tokyo, Japan	Contact: Professor Kazuo Yamamoto, University of Tokyo, Fax +81 3 5802 2987, E-mail yamamoto@esc.u-tokyo.ac.jp
2–5 November	Environment China 99 Location: Guangzhou (Province)	Contact: Stefanie Niebuhr, Project Leader, Gima, Hamburg, Germany, Tel +49 40 235 24 341, Fax +49 40 235 24 403 E-mail niebuhr@gima.de
2–6 November	MEDCOAST 99 - EMECS 99 Joint Conference Location: Antalya, Turkey	Contact: MEDCOST Secretariat (MEDCOAST 99 - EMECS 99 Joint Conference), Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey. Tel +90 312 210 5429; Fax +90 312 210 1412; E-mail medcoast@rorqual.cc.metu.edu.tr
9–12 November	Desalination and the Environment European Desalination Society and International Water Services Association Location: Las Palmas, Gran Canaria, Spain	Contact: Fax +39 862 347 5213, E-mail balaban@sgol.it
12–15 November	Water Expo China 99 Location: Beijing Exhibition Center, Beijing, China	Contact: E.J. Krause & Associates, Inc., Mörsenbroicher Weg 191, D-40470 Düsseldorf, Germany, Tel. +49 211 610 730, Fax +49 211 610 7337
15–17 November	Fourth European Biosolids and Organic Residuals Conference Organisers: CIWEM in conjunction with Aqua Enviro Location: Wakefield, West Yorkshire, UK	Contact: June Lowe, Aqua Enviro, Wakefield Office, Aqua House, 11 Silcoates Drive, Wakefield, UK. WF2 0UR, Tel +44 1 924 299912, Fax +44 1 924 299913, E-mail 106651.2467@compuserve.com
18–19 November	CEDA Dredging Days Location: Amsterdam, The Netherlands	Contact: CEDA Dredging Association, PO Box 3168, 2601 DD Delft, The Netherlands. Tel +31 15 278 3145; Fax +31 15 278 7104; E-mail ceda@wbmt.tudelft.nl
5–8 December	ECHOHAZARD'99 - Hazard Assessment and Control of Environmental Contaminants Location: Otsu City, Shiga, Japan.	Contact: Yoshihisa Shimizu, E-mail Eco99@biwa.eqc.kyoto-u.ac.jp
6–7 December	Strategies for Treatment for Coastal Discharges in Small Communities, organised by the AE Technology Transfer/The Chartered Institution of Water and Environmental Management (CIWEM) Location: Edinburgh Conference Centre, Scotland	Contact: Zena Hickinson, AE Technology Transfer, School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK, Tel +44 113 2332308, Fax +44 113 2332243, E-mail z.hickinson@leeds.ac.uk
6–17 December	Advanced Course on Microbial Physiology and Fermentation Technology Location: Technical University Delft	Contact: Dr L A van der Meer - Lerk, Tel +31 152781922, Fax +31 152782355, E-mail bodl@stm.tudelft.nl, Internet http://www.kluyver.stm.tudelft.nl/BODL/ACS.htm
2000		
16–20 January	Fourth International Conference on Diffuse Pollution Location: Bangkok, Thailand.	Contact: Ms Nitayaporn Tonmanee, E-mail ldd@mozart.inet.co.th
11–17 March	Xth World Water Congress Location: Melbourne Convention Centre, Melbourne, Australia	Contact: Lisa Mc Naught, Congress Secretariat, ICMS Pty Ltd., 84 Queensbridge Street, Southbank, Victoria, Australia 3006, Tel + 61 3 9682 0244, Fax + 61 3 9 682 0288, E-mail worldwide@icms.com.au Internet www.icms.com.au/worldwater
17–22 March	Second World Water Forum and Ministerial Conference Location: The Hague, The Netherlands.	Contact: Internet http://www.worldwaterforum.org/
27–29 March	Membrane Technology in Water and Wastewater Treatment Organisers: Royal Society of Chemistry Water Chemistry Forum, The European Desalination Society Location: Lancaster University, UK	Contact: Peter Hillis, Fax +44 1244 3414 78, E-mail ph@waterdt.demon.co.uk
3–7 April	World Filtration Congress 8 Location: Brighton, UK	Contact: The Filtration Society, Tel +44 1403 257594, Fax +44 1403 265005, E-mail Filtech.exhibitions@btinternet.com. Website http://www.elsevier.co.jp/homepage/sag/wfc8/
4–7 April	Wastewater Treatment: Standards and Technologies to meet the Challenges of the 21st Century (CIWEM Millennium Conference) Supported by Aqua Enviro Technology Transfer Location: Queen's Hotel, Leeds, UK	Contact: Zena Hickinson, AE Technology Transfer, School of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK. Tel +44 113 2332308; Fax +44 113 2332243; E-mail z.hickinson@leeds.ac.uk
8–12 May	North Sea 2000 Location: Wilhelmshaven, Germany	Contact: Dr I Kröncke, Senckenberg Institute, Schleusenstr. 39a, 26382 Wilhelmshaven, Germany. Tel +49 4421 947532; Fax +49 4421 947550; E-mail kroencke@sam-terramare.fh-wilhelmshaven.de



ZENON SYSTEMS KFT.

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

Membrán szeparációs víz- és szennyvízkezelési technológiák, berendezések



30 m³/h teljesítményű kazántápvíz előkészítő rendszer

Vízelőkészítés, vízkezelés:

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

Szennyvízkezelés:

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



1000 m³/nap teljesítményű ZenoGem® kommunális szennyvíztisztító

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

ZENON SYSTEMS KFT.

A Zenon Environmental Inc. Canada Közép-Európai Központja

2800 Tatabánya, Fatelepi út 3-4.

2803 Tatabánya, Pf. 353

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

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

