

TARTALOM

MaSzeSz – Hírhozó	2
Somlyódy, L.: A szennyvíztisztítás néhány kulcsfontosságú kérdése Magyarországon	3
Oláh, J. et al.: Az eleveniszapos szennyvíztisztító telepek tervezési alapadatainak meghatározása I.	6
Ingerle, K.: Biocos-eljárással működő nagy szennyvíztisztító telepek	16
Az ATV-DVWK kezdeményezései a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának újraértékelésében, a talaj- és fogyasztóvédelem figyelembe vétele mellett	22
KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
2001/10	32
2001/11	37
ATV – műszaki szabályozás – szennyvíz – hulladék	42



H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Közeledik az év vége, a megszaporodott tennivalók között is arra kérem Önöket/Titeket, hogy fordítsanak/tok egy kis időt a HÍRCSATORNA ez évi utolsó, november-decemberi számra.

Elnökségünk utóbbi ülését a jövő évre tervezett program előkészítésének szentelte.

Márciusban rendezzük meg országos rendezvényünket a **„II. Magyar Szennyvíztechnikai és iszapgazdálkodási konferenciát és kiállítást”**, melynek keretében az éves taggyűlésre is sor kerül.

Őszre tervezük, a már hagyományosnak mondható IV. német – magyar közös előadótalálkozást.

Közben, mint azt már szeptember-októberi számunkban közöltük, a májusban megrendezésre kerülő IFAT-ra tagjaink közös kiutazását szervezzük.

A rendezvényeinkről tagjainkat a HÍRCSATORNA oldalain – úgy ahogy eddig is - rendszeresen tájékoztatjuk.


Visszatérve jelen számunkhoz, szíves figyelmükbe/figyelmetekbe ajánlom a **„Az eleveniszapos szennyvíztisztító telepek tervezési alapadatainak meghatározása I.”** című cikket, mely a tisztítandó szennyvíz minőségi jellemzőinek kísérleti úton történő meghatározását tárgyalja. Következő számunkban a mennyiségi és terhelési tervezési adatokkal foglalkozunk.

Figyelmükbe/figyelmetekbe ajánlom még a **„Biocos-eljárással működő nagy szennyvíztisztító telepek”** és a **„Az ATV-DVWK kezdeményezései a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának újraértékelésében, a talaj- és fogyasztóvédelem figyelembe vétele mellett”** című, a Korrespondenz Abwasser-ban megjelent cikkek fordítását.

**ELNÖKSÉGÜNK NEVÉBEN, MINDEN KEDVES TAGTÁRSUNKNAK ÉS OLVASÓNKNAK
EREDMÉNYEKBEN GAZDAG, BOLDOG ÚJ ÉVET KÍVÁNOK!**

Közreműködésüket megköszönve:

Budapest, 2001. december 12.


Dr. Dulovics Dezső, PhD.
elnökségi tag



A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa.
(BME - Vízi-Közmű és Környezetmérnöki Tanszék)
1111 BUDAPEST, Műegyetem rkp. 3.

Megjelenik minden páros hónap utolsó hetében.

A fordításokat Simonkay Piroska okl. mérnök készítette

Kiadó és terjesztő: DPH Kft.

Szerkesztő: Dr. Dulovics Dezső

Tördelés: Aranykezek Bt.

Nyomás: Ofset Bt.

A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS NÉHÁNY KULCSFONTOSÁGÚ KÉRDÉSE MAGYARORSZÁGON¹

Somlyódy László²

Tisztelt Elnök Úr, Hölgyeim és Uraim!

a közgazdaságtan egyik feltevése szerint valamely ország gazdaságának hosszú távú, évszázados fejlettségét az adott ország szellemi potenciálja határozza meg. Ausztria és hazánk elmúlt száz évét összehasonlítva az egy főre eső GDP azonos trendjét tapasztaljuk. Ezen belül természetesen az évtizedes változások eltérők és világosan szemléltetik a történelem viharos időszakainak a hatását. A magyar gazdaság viszonylagosan az első világháború előtt volt a legerősebb, az egy főre jutó GDP elérte az osztrák 70 %-át. Érdekes módon ugyanez az állapot bekövetkezett a rövid életű gazdasági mechanizmus beindításának évében, 1968-ban, amelyet azután gyors és fokozatos leszakadás követett.

1968-ban a települési vízi infrastruktúra a két országban azonos színvonalú volt. Az eltérő fejlődési pályák következtében húsz évvel később Ausztria Európa egyik vezető országává vált, és ma azon kivételek közé tartozik, akiket a települési szennyvíz direktíva végrehajtása szempontjából az EU nem kifogásolt meg. Hazánk eközben, a rendszerváltás idejére egészen más helyzetbe jutott: a viszonylag fejlett ívó vízellátás közismerten nagy közműollóval, alacsony szennyvíztisztítással és az iszapelhelyezés megoldatlanságaival párosult.

A kilencvenes évek elején egy elemzés azt becsülte, ha a magyar gazdaság az elmúlt évszázad legnagyobb növekedési rátájának megfelelően fejlődik, mintegy 25 év alatt fogja ismét elérni az osztrák sógorok GDP-jének 70 %-át. Mára úgy tűnik, a jóslás helytálló. A megállapítás érvényes a szennyvízgazdálkodás területére is: az elmúlt évtized során soha korábban nem tapasztalt mértékű beruházások történtek. Büszkék lehetünk rá, még akkor is, ha tudjuk, hogy a jövőben ennél sokkal többre lesz szükség. Az ország lezárta az EU csatlakozási tárgyalás környezeti fejezetét: a következő 15 év során mintegy 1500 települést lefedő, körülbelül 700 szennyvíztisztító telep fog megépülni (néhány nagy és sok kicsi/közepes).

Összességében tehát elégedettek lehetünk. Valóban azok lehetünk-e? A beruházási költségek – a csatorná-

zást is beleértve óriásiak: 1000 milliárd Ft körüliek, azaz roppant fontos a megvalósítás mikéntje. Ez két kérdést vet fel. Az első kérdés: jó munkát végzünk-e az integrált vízgazdálkodás implementálásában, a törvények, a jogszabályok, a tulajdonviszonyok és az általános értelemben vett intézményi rendszer fejlesztése területén, különös tekintettel a közművekre? Az MTA Vízgazdálkodási Stratégiai Programja keretében vizsgáltuk a feltett kérdéseket. Azt találtuk, hogy a rendszer (1) csak részben célszerű, mert - elsősorban a forráshiány miatt - a problémák megoldása során erős szelekciót kell alkalmazni. (2) Emiatt csak aránytalanságokon keresztül vezet fejlődésre, mert a fő célok (vízellátás, szennyvíz stb.) között nincsen átjárhatóság. Ez arra tereli az önkormányzatokat, hogy vagy felvállalnak egy fő célt (pl. a szennyvíztisztítást egészében) vagy nem: nem képes „ebből is egy kicsit - abból is egy kicsit” megoldásra. Az eredmény például a csökkenő kapacitás a vízellátástól kezdve egészen az iszapkezelésig. (3) Nem garantált a takarékos fejlesztés. Kirívó, hogy a vízi közművek működtetésében nem kényszer a költségminimum elve. (4) A rendszer folyamatosan változik, nem eléggé biztonságos és átlátható: például valamely települési feladat megoldásához ismerni kell 3 alaptörvényt, 4 önkormányzati törvényt, 10-12 alapvető gazdasági törvényt, legalább 13 szakmai és környezeti szempontú törvényt, mintegy 16 egyéb, a vízgazdálkodást szabályozó rendelkezést, és a felsorolás távolról sem teljes. A bevont szereplők száma is igen nagy: legalább négy minisztérium, önkormányzat(ok), TÁKISZ-ok, ÁNTS-ek, KöFÉ-k, VIZIG-ek, finanszírozók stb.

A jó szándék ellenére a túl sok prioritással, forrással és hiányossággal jellemzett támogatási rendszer gyakran „ingyen” pénzt biztosít és sokszor nem eléggé hatékony beruházásokat eredményez. Például 1993-97 között a csatornázottság 4700 km-rel nőtt, ami azonban kapacitásban csupán 3-4%-ot jelentett: több mint 1 millió ember nem vette igénybe a kiépített szolgáltatást. Önmagában a rákötések megvalósítása ma mintegy 10%-kal növelné az ellátottsági szintet. A támogatási és ellenőrzési

¹ Az Országgyűlés Környezetvédelmi Bizottsága, Gazdasági Bizottsága, Önkormányzati és Rendészeti Bizottsága és Területfejlesztési Bizottsága által a Parlament felsőházi termében 2001. november 7-én megtartott „A szennyvízelvezetés és szennyvíztisztítás aktuális kérdései Magyarországon” című szakmai nap bevezető előadása

² Tanszékvezető egyetemi tanár, az MTA r. tagja, a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség elnöke, az International Water Association (IWA) alelnöke

rendszer hiányosságait jelzi az egészségtelen technológiai sokszínűség, a sok alulterhelt, esetenként működésképtelen telep és a gyakori alacsony műszaki színvonal.

Az eddigi tapasztalatok miatt a finanszírozási rendszer átfogó felülvizsgálata szükséges. A külföldi tapasztalatok nem ismerik az „alanyi céltámogatást”, de hatékonyan alkalmazzák a kedvezményes kölcsönöket. Ezekből és az elkövetett hibákból – mint például az 1990. évi önkormányzati törvény hiányos volta és a szennyvíztisztítás évtizeddel későbbi kötelező tétele – okulni kellene.

Ellentmondásos és módosításra szorul a műszaki, gazdasági és jogi szabályozók jelentős része. Ide tartoznak például szennyvíz kibocsátás határértékei: ezek meghatározása a Környezetvédelmi Minisztérium hatásköre, az utóbbin is nyugvó szennyvíztisztítási program kimunkálása pedig a Közlekedési és Vízügyi Minisztériumé. A szennyvíz terhelésekre vonatkozó bírságrendelet szemléletében is elavult, a begyűjtött tételek pedig nagyságrendekkel alacsonyabbak, mint ami gazdaságilag ösztönözne. Merem remélni, hogy a folyamatban lévő jogszabály alkotás inkább rendet teremt, mint további ellentmondásokat.

A második kérdés: jó szakmai és fejlesztői munkát végzünk-e a szennyvíztisztítás területén, és követjük-e a nemzetközi trendet? Az elmúlt két évtized során külföldön (így Ausztriában is) eddig nem tapasztalt fejlődés volt megfigyelhető a települési szennyvizek tisztítása területén. Ennek oka egyrészt a gyakorlati igények változásában, másrészt pedig a tudomány fejlődésében kereshető. A gyakorlat a befogadók sokféle baja miatt a szerves szén mellett növekvő mértékű foszfor és nitrogén eltávolítást kíván meg. Ez párosul számos további igénnyel: a magas költségek csökkentésével, nagy városokban a helyigény mérséklésével, az üzemvitel optimalizálásával, a szaghatások lehetőség szerinti elkerülésével, az esztétikus tervezéssel és így tovább.

A tudományos-műszaki fejlesztés a fenti kihívásokra sokrétű választ adott. A korábban egyszerű, mérnöki „ökölszabályok” alapján tervezett eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken lejátszódó folyamatok biotechnológiai kutatások alapján ma már sokkal jobban feltártak. A C, N és P eltávolítás érdekében tudatosan hoznak létre az eltérő tulajdonságú baktériumok elszaporodását célzottan biztosító aerob, anoxikus és anaerob tereket, a helykímélés céljából gyakran ugyanabban a bioreaktorban. Bevezetik a szennyvíz eddig gyűjtőparaméterekkel jellemzett alkotórészeinek részletesebb frakcionálását, a különböző léptékű reaktor kísérleteket és az eleveniszapos folyamatok kinetikai modellezését. A biológiai eljárásokat egyre gyakrabban kombinálják kémiai módszerekkel a hagyományos P eltávolítás mellett, a kapacitás növelése, a nitrifikáció hatékonyságának növelése és számos egyéb ok miatt. Anyagtudományi és kolloidkémiai kutatások alapján nagy hangsúlyt fektetnek a kis dóziso-

kat lehetővé tevő, optimális vegyszer kombináció kifejlesztésére. Csodálatos szakma jön létre, amelyet a kutatás és a gyakorlat rendkívül szoros kapcsolata jellemez.

Nagy szennyvíztisztító telepek esetében változik a tervezés módszere is: a korábbi „íróasztal” melletti egylépcsős tervezés, majd a vártnál sok esetben kevésbé hatékony megvalósítás és a létrehozott rendszer utólagos „toldozgatása” helyett többlépcsős, „cash flow” megfontolásokat is figyelembe vevő, a tudomány vívmányait hatékonyan felhasználó eljárás terjed el: a mérésen (szennyvíz összetétel és reakciókinetikai ráták), és a biokémiai szimulációs modellezésen alapuló tervezés, a telep első lépcsőjének megvalósítása, a további kialakítás pontosítása, a kivitelezés befejezése, ismételt mérés/modellezés és az üzemvitel optimalizálása. A tapasztalatok szerint a felvázolt folyamat követése jelentős, több tíz százalékot kitevő megtakarítást eredményezhet (nagy telepek - mint Zürich és társai - esetén ez 10 millió \$, azaz több milliárd forint nagyságrendű).

A hazai gyakorlat a nemzetközitől messze lemaradt. A nyolcvanas évek végéig szinte kizárólag a legegyszerűbb, ún. nagyterhelésű eleveniszapos telepeket építettek, amelyek alig igényelték a felvázolt nemzetközi eredmények gyakorlati átvételét. A rendszerváltást követően, a szennyvíztisztítás területén az állami kutatói háttér teljesen eltűnt. A lemaradást jól tükrözi, hogy az elmúlt évtizedben hazai szerző tollából korszerű technológiai megoldásokkal foglalkozó cikk szinte alig született. A felismerés hiányát tükrözi az a sajnálatos tény, hogy az 1999. évi, nagy szennyvíztelepekkel foglalkozó budapesti IWA konferencián, amelyen 30 ország 150 vezető szakembere vett részt és foglalkozott többek között Washington, London, Athén, Róma, Stockholm, Hamburg stb. szennyvíztisztítási kérdéseivel, egyetlen hazai üzemeltető sem volt jelen, pedig közvetlen információt kaphattak volna a legfrissebb eredményekről és az üzemelési „titkokról”, amelyeket egyébként sosem írnak le.

A hatékony és költségkímélő megvalósítás érdekében tudatosulni kell annak a ténynek, hogy a szennyvíztisztítás hazai adottságai túlzottan szerteágazóak ahhoz, hogy a probléma az elterjedt gyakorlatnak megfelelően, „uniformizáltan” lenne kezelhető. Ennek egyik oka a vízfogyasztás nagymértékű csökkenésének eredményeként kialakult szokatlanul „sűrű” szennyvíz, amelyet gyakran az igen kedvezőtlen, alacsony C:N arány is jellemez (ez a csatornahálózati nagy tartózkodási idő eredménye – anaerob körülmények következtében számottevő mennyiségű szén távozik a rendszerből metán és részben széndioxid formájában).

Fel kell ismerni azt, hogy a „kommunális szennyvíz” fogalom, mint általános tervezési „alapinformáció” idejét múlt. A tisztító telepekre érkező szennyvíz összetétele - sok ok miatt - jelentősen eltérő lehet, mint a külföldi szennyvizeké. Így a másutt esetleg jól bevált techno-

lógiaik megfelelő adaptációs vizsgálatokat nélkülöző alkalmazásából szükségszerűen következhetnek a vártnál jelentősen gyengébb eredmények, amit sajnos a hazai gyakorlat számos példája is alátámaszt.

Összességében tehát alapvetően fontos a rész-területenként változó mértékű lemaradásunk behozása, a korszerű külföldi eredmények megfelelő körültekintéssel történő átvétele, azok hazai viszonyokhoz történő adaptálása illetve továbbfejlesztése, és mindehhez a feltételek megteremtése, költség-hatékony technológiai megoldások kidolgozása, továbbá a kívánatos tervezői, kivitelezői és üzemeltetői „tudás” megalapozása. Az elvégzett elemzések szerint ettől a „tudástól” függően a beruházási és üzemeltetési költségek akár harminc százalékkal (mintegy 100 milliárd Ft illetve 10 milliárd Ft) is csökkenthetők.

„Elmondom végezetre, hogy ezen tudományok virulnak fel, s nem virultak fel maguktól sehol és soha, ha-

nem ápolásra s közgondolkozásra van szükség” – mondta Győry Sándor az MTA r. tagja, 1847 dec.- 26-án, emlékbeszédében Vásárhelyi Pál felett. Elmondom végezetre, hogy a konszolidáció mai 21. századi időszakában a gyakorlatot szolgáló tudásbázis és az erős hazai iskola megteremtése mindannyiunk érdeke. Elmondom, ez az előfeltétele, hogy okos cselekvési terveket készítsünk az EU csatlakozás megvalósítására, hogy a beruházási és üzemeltetési költségek elviselhetők maradjanak, hogy az iparhoz hasonlóan érvényesüljön a tulajdonosi szemlélet és ténylegesen integrált/fenntartható stratégiákat tudjunk megvalósítani. Elmondom végezetre, hogy mindez széleskörű, újszerű szakmai összefogást igényel a 21. század Magyarországon, beleértve politikusokat, szakembereket, kutatókat és oktatókat, tervezőket és üzemeltetőket.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket.



purator
KÖRNYEZETTECHNIKA

egy életre érdemes
környezetért ...





MÉRETEZŐ PROGRAMOK
CAD RAJZOK
TERMÉKINFORMÁCIÓS LAPOK

- ▷ Internetes technikával készült termékismertető oldalak, több mint 1000 Purator termék részletes ismertetése
- ▷ Célrányos keresőrendszer, ajánlati, megrendelési és kiírási szövegek készítésére
- ▷ Adaptálható CAD műtárgyrajzok
- ▷ Méretező programok

purator HUNGARIA Kft.
1117 Budapest, Prielle K. utca 7-17.
Tel.: 06-1-204-3980, Fax: 06-1204-3982
E-mail: info@purator.hu Web: www.purator.hu

Területi képviselők:
Dél-Magyarország: Szekszárd, 06-74/316-677
Kelet-Magyarország: Debrecen, 06-52/534-156
Nyugat-Magyarország: Győr, 06-96/410-339

VÁLASZ SZELVÉNY
Kérjük faxolja vissza a (1)203-1971 számra!

Feladó neve _____
Cég neve _____
Cím _____
Tel/Fax _____
E-mail cím _____

Az alábbi megjelölt témakörökben kérek megkeresést

<input type="checkbox"/> kültéri fedlapok, folyókák, víznyelők	<input type="checkbox"/> nemesacél padlóösszefolyókák és folyókák
<input type="checkbox"/> olaj- és zsírfogók	<input type="checkbox"/> öntvény padló és tetőösszefolyókák
<input type="checkbox"/> göv. nyomócsövek, idomok és szerelvények	<input type="checkbox"/> Szennyvíztisztítási technológiák
<input type="checkbox"/> SML csövek és idomok	<input type="checkbox"/> Termékinformációs és méretező CD-ROM

AZ ELEVENISZAPOS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK TERVEZÉSI ALAPADATAINAK MEGHATÁROZÁSA I.

Oláh József – Princz Péter** – Fleps Walter** – Gaál László****

1. Előzmények, célkitűzés

A szennyvíztisztítás területén tapasztalható nagymértékű lemaradást – Magyarország közelgő EU csatlakozása érdekében – az elkövetkezendő 10 – 15 évben fel kell számolnunk. Bár a rendszerváltás óta eltelt időszakban - a hazai szennyvíztisztításban - örvendetes mennyiségi növekedés következett be, a pozitív folyamatok ellenére, a szennyvíztisztító telepek tervezése és üzemeltetése terén, számos probléma merült fel.

Az utóbbi évtizedben a tervezők a méretezéshez szükséges alapadatok (oxigén-beviteli igény, a oxigén-átadási tényező, várható tisztítási hatások, várható elfolyó vízminőség, a biológiai terhelés és az elfolyó vízminőség közti összefüggés stb.) kimérésére nem fordítottak kellő figyelmet. Elsősorban szakirodalmi alapadatok és tervezői tapasztalatok alapján végezték a szennyvíztelepek tervezését. Ennek következtében is számos esetben az újonnan épített, vagy a kibővített telepek alul- vagy túlméretezettek, az oxigén-bevitel értéke nem megfelelő, a nitrifikáció és a denitrifikáció toxikus anyagok következtében gátolt, az elfolyó víz minősége nem elégíti ki a határértékeket. Fenti hiányosságok a szennyvíztisztító telepek átadását követően a tervező-kivitelező és üzemeltető között komoly vitákhoz, sőt bizonyos esetekben bírósági perekhez vezettek.

Ahhoz, hogy ehhez hasonló problémák a jövőben elkerülhetők legyenek, a fontosabb tervezési alapadatokat, előzetesen kísérleti úton kellene meghatározni. Különösen indokolt ez a komolyabb szennyezettségű ipari - kommunális szennyvizek esetében. Az üzemeltető víz – és csatornamű vállalatoknak, önkormányzatoknak is körültekintőbben kellene eljárniuk, annak érdekében, hogy a jövőbeli tenderek kiírásánál ne csak a beruházási költségek, hanem a szakmai megfontolások is döntő szerepet játszassanak. Ennek gazdasági előnyei az üzemeltetési költségek csökkenésében és a jobb vízminőség biztosítása révén, rövidtávon megtérülnek.

Az alábbiakban összefoglaljuk a fontosabb tervezési alapadatok – oxigénigény, biológiai bonthatóság, iszap-szaporulat – meghatározására szolgáló mérési eljárásokat, az eleveniszapos rendszerben, lökésszerű terhelések és toxikus anyagok hatására, bekövetkező változások kimérésére használható vizsgálati módszereket. Az egyes

módszerek alkalmazhatóságát konkrét példákon mutatjuk be.

2. Szennyvíztisztítási technológiák kidolgozásánál alkalmazható kísérleti módszerek

Szennyvíztisztítási technológiák kidolgozásánál általában az alábbi kísérleti módszert alkalmazzák:

- Adatgyűjtés. A tisztítandó szennyvíz mennyiségi és minőségi jellemzőinek meghatározása (KOI, BOI₅, pH, NH₄⁺, NO₃⁻, Kjeldahl-N, összes-P, ANA detergens stb.),
- Tájékoztató jellegű szakaszos, ún. „lombik” kísérletek végzése (toxicitás, biológiai bonthatóság),
- Folyamatos üzemű laboratóriumi kísérletek (iszap szaporulat, oxigénigény, elfolyó víz minősége) végzése,
- Fél-üzemi kísérletek (néhány m³-es műtárgyban) végzése. A folyamatos üzemű laboratóriumi kísérletek eredményeinek ellenőrzése,
- Próbaüzem (végleges műtárgyban).

Fenti kísérleti metodikát – pontosabban annak egyes elemeit - világszerte rendszeresen alkalmazzák, de a teljes kísérleti-folyamat általában nem valósul meg. Erre az esetek döntő többségében nincs is szükség.

A hazai gyakorlatban a tervezés, szerencsés esetben az adatgyűjtésre épül és tájékoztató jellegű méréseket vagy kísérleteket is csak elvétve végeznek. Sok esetben még a begyűjtött adatok is hiányosak és nem megbízhatóak.

A folyamatos kísérletek végrehajtása során jó közelítéssel olyan tulajdonságú iszap keletkezik, amivel a kivitelezett üzemi berendezésnél is dolgunk lesz. Adatokat kapunk arra, hogyan viselkedik a rendszer a lökésszerű terhelések esetén, megismerjük az iszap ülepedési és egyéb sajátságait (felúszási hajlam, összetétel). Adatokat kapunk a terhelési viszonyok és a habzás közötti összefüggésre is.

Felmerül a kérdés, hogy a néhány literes laboratóriumi méretű reaktorokban mért adatok mennyiben vihetők át a sok ezerszer nagyobb főkiviteli műre. Az iszap biológiai viszonyainak jellemzése és a különböző méretarányban azonos üzemi paraméterek mellett az iszap biológiai mutatói nem függenek a modell térfogatától. A néhány literes keverős tartály rendszerű laboratóriumi modellben statisztikailag értelmezhető átlagos tartózkodási

* Fővárosi Csatornázási Művek Rt.,

** Élő Bolygó Kft.,

*** VITUKI CONSULT Rt.

dási idők állíthatók be, melyek a főkviteli műre közvetlenül átvihetők (*Eckenfelder, és Cardenas, 1966*). Az ülepítőkből lejátszódó hidraulikai folyamatokat laboratóriumi ülepítő berendezéssel nem lehet modellezni, mert a pár literes ülepítők hatásfoka messze elmarad a nagy üzemi méretű ülepítők hatásfoka mögött.

3. A javasolt kísérleti módszer és a kísérleti berendezések ismertetése

Az **1. táblázatban** a tervezési alapadatok meghatározására alkalmas zárt rendszerű, folyamatos, respirometrikus, továbbá a folyamatos, nyílt rendszerű eleveniszapos és a szakaszos, nyílt rendszerű oxigénmérésen alapuló kísérleti módszereket hasonlítottuk össze. Az összehasonlítás alapján látható, hogy az oxigén bevitel megbízható mérésére kizárólagosan a zárt rendszerű respirometrikus mérési módszer alkalmazható. A biológiai bonthatóság, lebontási hatásfok, iszapszaporulat stb. meghatározására nyílt rendszerű eleveniszapos kísérleti módszer is alkalmazható.

A folyamatos kísérleti eljárás elve, hogy kontroll-változókat (hőmérséklet, pH, nyomás, levegő-áramlási sebesség, hígítási sebesség, hidraulikai terhelés, iszapterhelés) állandó értéken tartjuk és vizsgáljuk az állapot változókat (lebontási- sebesség, oxigén felvételi sebesség, elfolyó tisztított szennyvíz KOI és BOI₅ koncentrációja stb.), mint az eleveniszapos rendszer válaszait a környezeti hatásokra. A rendszer biológiai anyagcseréje, a ki- és bemenő anyagáram folytonos, bizonyos időbeni állandósága ún. „steady state” figyelhető meg. Az eleveniszapos szennyvíztisztítási folyamatra az ún. korlátozottan kiegyensúlyozott növekedés jellemző, ami azt jelenti, hogy a limitáló szubsztrát koncentráció és egyéb üzemi paraméterek (pH, hőmérséklet, hidraulikai terhelés stb.) időbeni változásaival kell számolni. A kontroll-változók (pl. az iszapterhelés, hőmérséklet) megfelelő megválasztásával az eleveniszapos rendszernek a különböző üzemállapotra adott válaszait, úgymond széles skálán le tudjuk „tapogatni”.

Hazánkban a zárt rendszerű respirométer kifejlesztésében és annak a szennyvíztisztításban történő alkalmazásában meghatározó szerepet játszott *Fleps (1976, 1980)*. *Fleps (1976)* zárt, átfolyós rendszerű respirométerrel kimérte az iszap endogén légzését, a szennyvizek fajlagos oxigénigényét, az oxigén felvételi sebesség és tartózkodási idő kapcsolatát és a fajlagos iszap szaporulatot. *Fleps (1980)* az átfolyós respirométert eredményesen alkalmazta a budakeszi szennyvíztelep felülvizsgálatánál is. Megállapította, hogy a jó tisztítási hatásfok ellenére az üzemi paraméterek nem kielégítőek: az alkalmazott iszapkoncentráció alacsony, az eleveniszap ülepedési tulajdonságai rossz, az energia felhasználás nagy és a telep egészében alul terhelten üzemel.

A respirométereket a nemzetközi kutatásban és a gyakorlatban régebben és jelenleg is a sok helyen alkalmazzák. A respirométer nagyon alkalmas mérőműszer a tervezési alapadatok kimérésére és a szennyvíztelepek ellenőrzésére. *Pagga (1980)* respirométerrel különböző anyagok (anilin, nitrofenol, dimetilanilin stb) biológiai bonthatóságát és ezen anyagoknak az eleveniszapra kifejtett toxikus hatásait mérte ki. *Aichinger és társai (1992)* hatféle ftalát észter és négy PAH vegyület (naptalin, fenantrén, antracén, 1,2-benzantracén) biológiai bonthatóságát vizsgálta és ezeknek az anyagoknak kimérte a biológiai lebontáshoz tartozó kinetikai állandóit (μ , K_S , Y , b). *Roš (1993)* részletesen tárgyalja a légzés-mérési módszereket és a respirométerek szennyvíztisztításban való alkalmazhatóságát. A respirométerek alkalmazását kiterjeszti az eleveniszap adaptációs folyamatának és a K_{La} értékének meghatározására.

Naziruddin és társai (1995) respirométerrel megmérték klórbenzol származékok biológiai bonthatóságát és ezeknek a vegyületeknek az eleveniszapra gyakorolt inhibíciós hatását. *Ellis és társai (1996)* szakaszos respirometrikus mérésekkel kis koncentrációban (0,2 – 4,0 mg/l) jelenlévő xenobiotikus anyagok (fenol, klórfenolok, nitrofenol, metil-etil keton, etilén-glikol) biológiai lebontáshoz tartozó kinetikai állandókat határozták meg. A nitrifikációs eleveniszapos kultúrák toxicitásának meghatározására *Gernaey és társai (1997)* szakaszos respirometrikus mérési módszert javasolnak. A módszer előnye, hogy a respirométerbe adagolt toxikus anyag hatására bekövetkező légzés csökkenést, mint választ a készülék gyorsan kijelzi (kb. 15 perc).

Shaw és társai (1999) a respirométert online üzemi módban a biológiai lépcső előtt egy 30 000 m³/nap kapacitású szennyvíztelepen (Goscote: Anglia) a toxikus lökések jelzésére használták. Az elfolyó víz minőségének romlása és a respirométer feldolgozott jel adatai között egyértelmű kapcsolatot lehetett felfedezni.

A kísérleteinknél folyamatos és zárt rendszerű respirométert használtunk ($V = 1 \text{ dm}^3$). A készülék működése azon alapszik, hogy zárt biológiai rendszerben a vizsgálandó oldatban állandó nyomáson átvezetett oxigén fogyasztásának sebessége meghatározásra kerül.

Az oxigén felhasználásának sebességét a készülék oly módon határozza meg, hogy elektrokémiai módszerrel az elfogyasztott oxigénnel ekvivalens mennyiségű oxigént fejleszt.

A biológiai rendszer által felhasznált oxigén mennyiségét a respirométer számítógép egysége az elektrolízishez használt áram erősségéből és az elektrolízis idejéből számítja és a mérési időszakra vonatkoztatva összegzi és n-oxigén ml/dm³ levegőztető·óra egységekben adja meg.

A respirométerrel folyamatos eleveniszapos rendszert (levegőztető reaktort és az utóülepítőt) tudjuk modellezni. Könnyen és gyorsan lehet változtatni a tartózkodási időt,

ezzel együtt a biológiai terhelést is. A respirométernél az üzemi paraméterek (tartózkodási idő, biológiai terhelés) megbízható kézben tartása a készüléket ideális kísérleti berendezéssé teszik, amely a szennyvíz technológiai kutatás-fejlesztésben nagyon eredményesen alkalmazható.

A nyílt rendszerű, folyamatos, laboratóriumi kísérleti berendezés (levegőztető + utóülepítő) felépítésben meg egyezik a respirométerrel, azonban ez a berendezés az oxigén felvételi sebességet közvetlenül nem tudja mérni. Az oxigén felvételi sebesség és ebből származtatott jellemzők a legfontosabb tervezési paramétereknek tekinthetők, ezért a tervezési alapadatok meghatározásában a respirométernek alapvető szerepe van.

A folyamatos, nyílt rendszerű aerob eleveniszapos berendezéseket (levegőztető + utóülepítő) a szennyvíztisztítási kísérletek céljából régóta alkalmazzák. Ez a legegyszerűbb eleveniszapos szennyvíztisztító berendezés, amely egy levegőztető és utóülepítő tartályból áll. Az utóülepítőből a levegőztetőbe folyamatos iszap recirkulációt kell biztosítani, hogy a levegőztetőben az állandó iszap koncentrációt tartani tudjuk. A kísérleti technikában a fentiekben ismertetett modellt világszerte rendszeresen alkalmazzák, ezért részletes ismertetésétől eltekintünk (Farkas, 1981).

A levegőztető reaktorba helyezett oxigénmérő műszerrel a levegőztetés leállítása és a reaktor állandó keverése mellett mérhetjük az endogén és a szubsztrát légzést. A reaktorban kialakuló egyensúlyi oxigénszint nyomon követésével vizsgálhatjuk bizonyos anyagoknak és szennyvizeknek az eleveniszapra gyakorolt toxikus hatásait. Ezzel a módszerrel azonban a tisztított szennyvíz minősége és tartózkodási idő összefüggése, a levegőztető medence oxigénigénye, iszapszaporulat és a tápanyag kiegészítési igénye nem határozható meg. Az oxigénmérő műszereket a biológiai folyamat ellenőrzésére és az eleveniszap lebontási-sebességének mérésére már régóta alkalmazzák.

Sekulov és Bardtke (1970) vizsgálatai szerint az endogén légzés arányos a biológiai aktivitással. *Pagga (1981)* vizsgálatai szerint a légzés aktivitás arányos a biológiai aktivitással és a légzés-változással nyomon követhető a toxikus anyagoknak az eleveniszapra kifejtett hatása. *Huang és Meng-dawn Cheng (1984)* kapcsolatot talált az oxigén felvételi sebesség, a biológiai aktivitás és az elfolyó víz oldott KOI koncentrációja között. A méréseik szerint a tranzienst viszonyok között a légzési sebesség ismeretében az elfolyó víz oldott KOI-ja előre jelezhető. *Huang és társai (1985)* megállapították, hogy az oxigén felvételi sebesség (légzés) arányos az eleven-

1. táblázat Folyamatos és a szakaszos laboratóriumi kísérleti módszerek összehasonlítása

Tervezési alapadat megnevezése	A kísérleti mérő-eszköz megnevezése és a mérési módszer alkalmazhatósága		
	Folyamatos, zárt rendszerű, aerob respirométer	Folyamatos, nyílt rendszerű, aerob eleveniszapos készülék	Szakaszos, nyílt rendszerű oxigén-mérő műszer
1. A levegőztető medence oxigén-igénye (szubsztrát + endogén) ($\text{kgO}_2/\text{m}^3_{\text{levegőztető}} \cdot \text{h}$)	Meghatározható	Nem határozható meg	Nem határozható meg
2. Az eleveniszap fajlagos endogén és szubsztrát légzési sebessége ($\text{gO}_2/\text{g}_{\text{iszap}} \cdot \text{h}$)	Meghatározható	Nem határozható meg	Meghatározható
3. Az oxigén felvételi sebesség ($\text{kgO}_2/\text{m}^3_{\text{levegőztető}} \cdot \text{h}$) és a tartózkodási idő összefüggése	Meghatározható	Nem határozható meg	Nem határozható meg
4. A szennyvíz biológiai bonthatósága (tartózkodási idő és az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségének összefüggése)	Meghatározható	Meghatározható	Nem határozható meg
5. Fajlagos BOI_5 lebontási sebesség ($\text{kg BOI}_5/\text{kg}_{\text{iszap}} \cdot \text{d}$) és a tartózkodási idő összefüggése	Meghatározható	Meghatározható	Nem határozható meg
6. Az RBOI/KOI arány meghatározása	Meghatározható	Nem határozható meg	Meghatározható
7. Toxikus hatások (légzés csökkenés, elfolyó szennyvíz minőségének romlása) meghatározása	Meghatározható	Meghatározható	Meghatározható*
8. Recirkulációs arány optimális értékének meghatározása	Meghatározható	Meghatározható	Nem határozható meg
9. Fajlagos iszapszaporulat meghatározása ($\text{kg}/\text{m}^3_{\text{levegőztető}} \cdot \text{d}$)	Meghatározható	Meghatározható	Nem határozható meg
10. Kiegészítő tápanyag- szükséglet meghatározása ($\text{kg N}, \text{P}/\text{m}^3_{\text{szennyvíz}}$)	Meghatározható	Meghatározható	Nem határozható meg
11. Nitrifikációs kapacitás meghatározása	Meghatározás bizonytalan	Meghatározás bizonytalan	Nem határozható meg
12. Denitrifikációs kapacitás meghatározása	Meghatározás bizonytalan	Meghatározás bizonytalan	Nem határozható meg

Megjegyzés: * „Az eleveniszap oxigénfogyasztás – gátlásának vizsgálata (MSZ EN ISO 8192: 1998)” c. szabvány alapján meghatározható, hogy bizonyos anyagok az eleveniszap mikroorganizmusainak oxigénfelvételét (légzését) milyen mértékben gátolják.

iszap biológia aktivitásával. *Farkas (1981)* légzésmérésen alapuló aktivitás és gyors BOI mérési módszert fejlesztett ki, melyet eredményesen használt az eleveniszapos rendszerek ellenőrzésére. *Suescun és társai (1998)* fél-üzemi modellben az oldott oxigén mérésével egy időben a légzési sebességet és K_{La} értékét is mérték. Az adatokat matematikai modell segítségével számítógéppel értékelték és ennek alapján szabályozták a levegőztetést. *Schmid (2000)* szerint a kevert eleveniszapos kultúráknál a légzés értéke a biológiai aktivitással arányos. A légzésmérési görbék értékelése alapján a szervesanyagoknak a lebontásra gyakorolt inhibíciós hatása jól jellemezhető.

4. Az eleveniszapos szennyvíztisztítás tervezési alapadatainak meghatározása és azok szerepe az üzemeltetés során

A tervezési alapadatok meghatározásánál a mérési módszert részletesen nem ismertetjük. Viszont egyes jellemzőknél bemutatunk egy-egy tipikusnak mondható összefüggést, melynek alapján megítélhető az adott paraméternek a tervezésben való használhatósága.

4.1. Oxigén-igény, légbevitel közvetlen laboratóriumi meghatározása

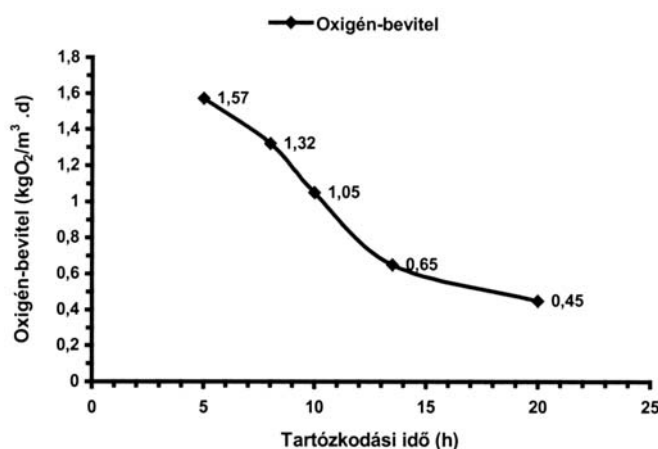
Az eleveniszapos szennyvíztisztítás egyik legfontosabb kritériuma, hogy a biológiai lebontáshoz elegendő oxigén álljon rendelkezésre.

Az eleveniszapos biológiai egység szubsztrát és endogén légzés igényéből eredő oxigén beviteli szükségletet közvetlen méréssel, zárt, folyamatos rendszerű respirométerrel határozzuk meg.

Az I. és II. vízminőségi kategóriába tartozó befogadóba jó minőségű tisztított szennyvizet lehet csak bocsátani (KOI: 50 és 75 mg/l). Az ilyen vízminőséget biztosító telepeken nem csak a KOI-t, BOI-t kell lebontani, hanem a jelenlévő ammóniát és a szerves-N lebontásából származó ammóniát szintén nitráttá kell oxidálni. Ezzel együtt a fölös eleveniszap részleges aerob stabilizációja is végbemegy, ami szintén jelentős oxigén felhasználással jár. A fenti folyamatok egy időben és egy biológiai lépcsőben mennek végbe. A denitrifikáció alkalmazása esetében a szükséges oxigénigény a lebontott nitrát mennyiséggel arányosan csökkenthető.

Azt az oxigén mennyiséget, amely a levegőztető medencébe bevezetett szennyvíz tisztítására és a levegőztetőben fenntartott eleveniszap (koncentráció: 2 – 5 kg/m³) életben tartásához szükséges oxigén-beviteli igénynek (kgO₂/m³_{levegőztető}·d) nevezzük. A tervezésnek és az üzemeltetésnek a gyakorlatban az oxigén-beviteli igény (szubsztrát + endogén légzés) ismeretére van szüksége. Az oxigén-beviteli igény a levegőztetőben fenntartott eleveniszap koncentráció, a tartózkodási idő, vagy a bi-

ológiai terhelés függvénye. Az **1. ábra** egy gyógyszergyári szennyvíz biológiai tisztításához szükséges oxigén-beviteli igény változását a tartózkodási idő függvényében mutatja be.

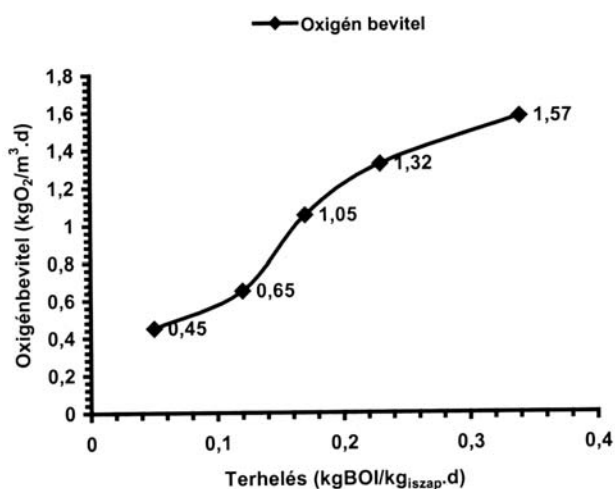


1. ábra

Gyógyszergyári szennyvíz, oxigén-beviteli igényének változása a tartózkodási idő függvényében (eleveniszap koncentráció: 3,0 kg/m³, Élő Bolygó Kft: K+F jelentés:1998)

Az 1. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a tartózkodási idő növelésével ugyan csökken a fajlagos oxigén beviteli igény, viszont a levegőztető medence térfogata és ezzel együtt annak beruházási költsége is tekintélyesen nő.

A **2. ábrán** az oxigénbeviteli igényt a terhelés függvényében ábrázoltuk. A terhelés és a tartózkodási idő nem független paraméterek. Mindkét paraméterrel egyértelműen lehet jellemezni az eleveniszapos rendszert. Ettől függetlenül a tervezési gyakorlatban mindkét paramétert használják. Ha az 1. és a 2. ábrát összevetjük jól látható, hogy minden egyes tartózkodási idő értékhez egy megfelelő terhelési érték tartozik és a két összetartozó értéknek megfelel egy oxigén beviteli érték.



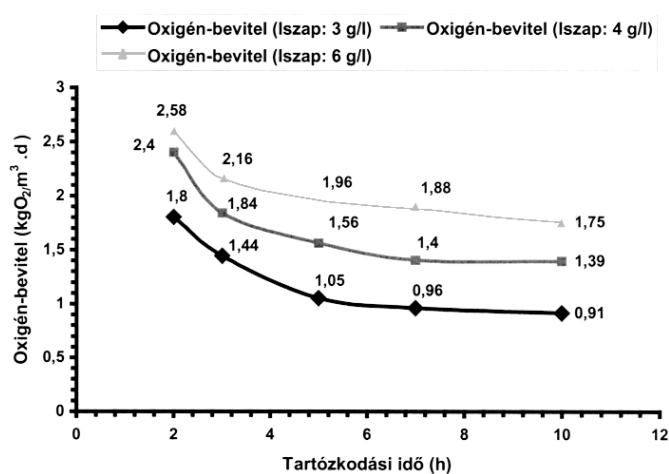
2. ábra

Gyógyszergyári szennyvíz, oxigén-beviteli igényének változása a terhelés függvényében (eleveniszap koncentráció: 3,0 kg/m³, Élő Bolygó Kft: K+F jelentés:1998)

A 3. ábra egy műszennyvíz (pepton + glükóz + glutaminsav + ecetsav) biológiai tisztításához szükséges oxigén-beviteli értékeket 3,0, 4,0 és 6,0 g/l eleveniszap koncentrációk mellett mutatja be. Jól látható, hogy különböző hidraulikai tartózkodási időkhöz és eleveniszap koncentrációkhoz különböző oxigén-beviteli értékek tartoznak. Ha például a 6,5 órás tartózkodási időt vesszük alapul a görbékkel leolvasható, hogy a 3 g/l-es iszap koncentrációhoz 1,05, a 4,0 g/l koncentrációhoz 1,56 és a 6 g/l-es koncentrációhoz pedig 1,96 $\text{kgO}_2/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ oxigén-beviteli érték tartozik.

A tervezésnél és üzemeltetésnél az iszap koncentrációk különbözőségéből adódóan oxigén-beviteli értékek korrigálásával nagyon ritkán foglalkoznak.

Nagyon fontos, hogy a megfelelő biológiai tisztításhoz szükséges iszap koncentrációnál nagyobb értéket ne tartunk fenn a levegőztető medencében, mert a szubsztrát légzésen túlmenően az anyagcsere termékek és az endogén légzés csak feleslegesen fogyasztja a bevitt oxigént.



3. ábra

A műszennyvíz oxigén-beviteli igényének változása a hidraulikai tartózkodási idő függvényében (Fleps, 2000)

Az endogén légzésre fordított oxigén a szennyvíz biológiai lebontásánál nem hasznosul. Bizonyos üzemeltetési megfontolások (nitrifikáció, denitrifikáció, teljes oxidáció, fonalas szervezetek visszaszorítása stb.) igényelhetnek ugyan a szerves szénvegyületek eltávolításához szükséges iszapkoncentrációnál nagyobb iszapkoncentrációkat és ennek megfelelően nagyobb oxigén-bevitelt is, de számos esetben a levegőztető medencéket iszaptárolására használják.

4.2. Az oxigén-igény (OC), légbevitel mérése levegőztető medencékben

A szennyvíztisztító telepek üzembe helyezése után a levegőztető medencébe beépített gépészeti berendezések oxigénbevitelét minden esetben célszerű meghatározni.

Ezt az oxigénlekkötő vegyszerrel, nátriumsulfittal, kobalt katalizátor mellett lehet elvégezni (Kayser, 1986). Egyes esetekben előfordul, hogy nagy műtárgyak (levegőztető medencék) működés közbeni oxigénbeviteli igényét is meg kell meghatározni.

Levegőztető medencékbe beépített légbeviteli eszközök oxigén beviteli teljesítményének (Oxygenation Capacity: OC) mérését mobil kivitelű oxigénmérő berendezés segítségével végzik. Az oxigénmérő egység tartalmazza a kb. 50 m hosszú kábellel csatlakozó mérő, különböző mélységekben és geometriai elrendezésben elhelyezett szondákat (3–6 db, a medence méretétől függően) és ezzel összeépített előerősítő egységeket. Az előerősítővel ellátott oxigén szonda jelét egy többcsatornás jelerősítő (mérő távadó) műszerbe vezetjük, majd az ide érkező jeleket egy jelgyűjtővel (PC számítógép) összegyűjtjük, és megfelelő programmal kiértékeljük.

Az oxigén-felvételi vagy oxigén-beviteli sebesség jellemzésére használatos OC ($\text{g O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) és a bővített anyag átadási tényező K_{La} (h^{-1}) kapcsolata az adott levegőztető medencére és a beépített levegőztető berendezésre vonatkozóan meghatározható ($OC = K_{La} \cdot C_S^{10^\circ\text{C}}$; ahol $C_S^{10^\circ\text{C}}$ a 10°C hőmérséklethez tartozó telítési oxigén koncentráció). Az oxigén beviteli tényező (α) a szennyvízben mért OC és a tiszta vízben mért OC hányadosa, $\alpha = OC_{szv}/OC_{tiszta}$.

4.2.1. Az oxigén-felvételi folyamat jellemzése az eleveniszapos szennyvíztisztításban

Az oxigén felvételi folyamat részletes tárgyalásaira nem térünk ki, csak a folyamatot alapvetően érintő néhány összefüggést ismertetjük. Az eleveniszapos rendszerek oxigén-felvételi viszonyait részletesen Kayser (1986) tárgyalja. Qasim (1994) az eleveniszapos rendszereknél az elméleti és az üzemi viszonyokra érvényes oxigén-beviteli számításokat mutatja be.

Az OC és K_{La} meghatározása

Az oxigén-felvételi képesség (OC) megadja, hogy az 1 óra alatt 1 m^3 10°C hőmérsékletű vízbe 760 Hgmm légnyomáson hány g oxigén vihető be, ha a víz oldott oxigén tartalma zérus. Az OC dimenziója $\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. A szennyvíz-technológiai gyakorlatban elterjedt még a $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ dimenzió is, ez esetben az OC_n jelölést alkalmazzák.

Az oxigén tartalom változását (dC/dt) ill. az oxigén-bevitelt (OC_R) az eleveniszapos rendszerben alábbi egyenlettel jellemezhetjük:

$$dC/dt = OC_R = K_{La} \cdot (C_S - C) - r_s \quad (1)$$

ahol:

- K_{La} az u.n. bővített anyagátadási tényező (h^{-1})
- C_S az oxigén telítettségi koncentráció (mg/L)

- C aktuális oxigén koncentráció (mg/L)
- r_s az iszap endogén és szubsztrát légzésének összege ($\text{g O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)

Az OC érték meghatározásának lehetséges módszerei:

• **Mérés eleveniszapos rendszerben „nem egyensúlyi helyzetben”.** Ebben az esetben a szennyvíz bevezetése és az iszap recirkuláció hosszabb időre (12-14 h) leállítható, a reaktor az üzemből tartósan kivethető. Folyamatos levegőztetés mellett az adszorbeálódott és a rendszerben lévő tápanyagok lebontását, az endogén légzést biztosítja, majd ezt követően az oxigén eltávolítására vegyszer helyett az endogén légzést használjuk fel. Ekkor a levegőztetést leállítva, a reaktort keverve, a légzési sebesség értékét is meghatározhatjuk. Az oxigén eltávolítása után a levegőbevitel indításával a felfutó oxigénkoncentráció görbe értékelésével lehet a K_{La} és OC értékeket meghatározni. Az (1) összefüggés felhasználásával a szennyvízben mért K_{La} érték és külön modell-méréssel meghatározott α tényező segítségével lehet tiszta vizes értékekre átszámítani.

• **Mérés eleveniszapos rendszerben „egyensúlyi helyzetben, működés közben”.** A szennyvíz bevezetése és az iszap recirkuláció folyamatos. Lehetőség szerint a mérést – a terhelés lökésszerű hidraulikai és tápanyag csúcsait elkerülve – az éjszakai órákban kell elvégezni. A méréshez a szennyvíz és recirkulációs iszaphozamok pillanatnyi értékeit is meg kell határozni. A mérés bizonytalansága a légzési sebességek, az egyensúlyi állapot és hozamok változása miatt jelentős lehet.

A fentiekben ismertetett viszonyokat az alábbi összefüggés írja le:

$$dC/dt = \alpha \cdot K_{La} \cdot (\beta C_s - C) - r_s - \frac{Q(1+RS)}{V} \cdot C \quad (2)$$

ahol:

- β az oxigén telítettséget befolyásoló tényező, mely a só koncentrációtól függ (-)
- α oxigénbeviteli tényező (-)
- Q szennyvíz mennyiség (m^3/h)
- R recirkulációs arány (-)
- S iszap koncentráció (kg/m^3)
- V levegőztető medence térfogata (m^3)

Ha feltételezzük, hogy a nyers szennyvíz és a recirkuláltatott iszap oxigén koncentrációja nulla (a gyakorlatban általában nulla), akkor az állandó oxigén szint mellett az $\alpha \cdot K_{La}$ értékét az alábbi kifejezés alapján határozhatjuk meg:

$$\alpha \cdot K_{La} = \frac{r_s + \frac{Q(1+RS)}{V}}{(\beta \cdot C_s - C)} \quad (3)$$

ahol:

- C_s a megfelelő hőmérsékletre tartozó telítési oxigén koncentráció (mg/l)
- C aktuális, mért oxigén koncentráció (mg/l)

A folyamatos szennyvíz és iszap recirkuláció mellett kell mérni a légzést (endogén + szubsztrát), hogy az $\alpha \cdot K_{La}$ értékét meghatározhassuk. A fenti körülmények mellett az $\alpha \cdot K_{La}$ értékének mérése nagyon bizonytalan, ezért ezt a módszert a gyakorlatban ritkán alkalmazzák.

• **Mérés eleveniszapos rendszerben „egyensúlyi helyzetben, terhelés nélkül”.** Ez az eset feltételezi, hogy a szennyvíz bevezetése és az iszap recirkuláció szünetel. A betáplálás leállítását követően az adszorbeálódott tápanyagok lebontását meg kell várni, hogy a tárolt tápanyagok oxigén fogyasztása az endogén légzés mérést ne befolyásolja. A 4-6 óra körüli várakozás után a szennyvíz és iszap recirkuláció, valamint a tápanyagok lebontásának zavaró hatása már nem jelentkezik. Az endogén légzés a műtárgyban, vagy modell-berendezésben is mérhető, az oxigén-telítési koncentráció számítással, vagy modellben toxikus mérgezéssel egyaránt meghatározható.

Oláh és Gaál (1987) a kisújszállási szennyvíztelepen UNIR rendszerű berendezésnél alkalmazták a fenti módszert K_{La} értékének meghatározására.

$$K_{La} = \frac{r^*}{C_s - C} \quad (4)$$

ahol:

- r^* az endogén légzés
- C_s a megfelelő hőmérsékletre tartozó telítési oxigén koncentráció (mg/l)
- C oxigén koncentráció aktuális értéke (mg/l)

$$\alpha = \frac{K_{La(s.v.)}}{K_{La(t.v.)}} \quad (5)$$

ahol:

- $K_{La(s.v.)}$ a szennyvízben mért K_{La} érték
- $K_{La(t.v.)}$ a tiszta vízben mért K_{La} érték

Üzemi viszonyok között a hőmérséklet általában eltér a vonatkozási (10°C) hőmérséklettől, ezért a vonatkozási és az üzemi hőmérséklet között a következő összefüggéssel kell számolni:

$$K_{La(10)} = K_{La(T)} \cdot 1,02^{(10-T)} \quad (6)$$

$$C_{S(10)} = C_{S(T)} \quad (7)$$

$$OC = K_{La} \cdot C_{S(10)} \quad (8)$$

5. Szennyvizek biológiai bonthatóságának meghatározása

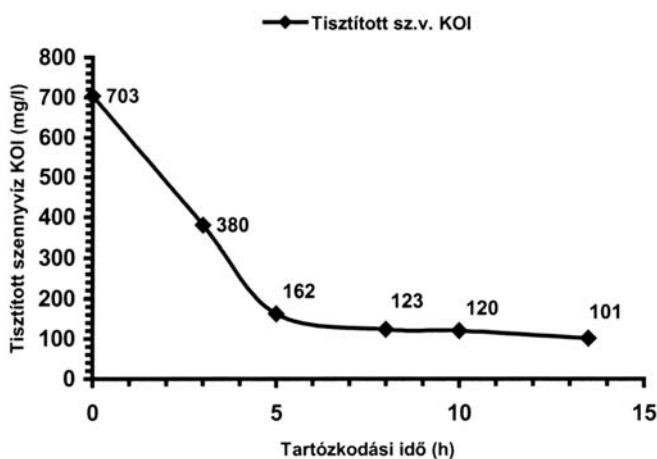
Az elfolyó, tisztított szennyvíz várható minőségét és a tisztítás várható hatásfokát folyamatos respirometrikus és nyílt rendszerű, szakaszos laboratóriumi kísérleti berendezéssel határozhatjuk meg. Mindkét berendezés az üzemi-méretű eleveniszapos (levegőztető és utóülepítő) rendszer működési elvét követi. A két berendezéssel meghatározható paramétereket az 1. táblázatban mutatuk be.

5.1 Folyamatos rendszerű respirométerrel végzett bonthatóság vizsgálat

A tisztított szennyvíz minőségi kívánalmának (ez az előírt határékkal azonos) ismeretében az egyik legfontosabb összefüggés az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségének és a tartózkodási idő összefüggésének a meghatározása.

Az összetartozó értékeket ábrázolva egy optimum görbét kapunk, mely alapján meghatározhatjuk az optimális elfolyó vízminőséget és az ehhez tartozó terhelést vagy tartózkodási időt. Ennek alapján optimálisan méretezhetjük a szennyvíz telepet.

A 4. ábra egy gyógyszergyári szennyvíz esetében az elfolyó víz minősége és a tartózkodási idő összefüggését ábrázolja. Az összefüggést respirométerrel határoztuk meg.



4. ábra

Gyógyszergyári szennyvíz: a tisztított szennyvíz KOI koncentrációjának és a tartózkodási időnek az összefüggése (Élő Bolygó Kft: K+F jelentés: 1998)

5.2. Szakaszos biológiai bonthatósági vizsgálat

Tájékoztató jellegű bonthatósági vizsgálatot lehet végezni szakaszos eleveniszapos rendszerben is. A vizsgálandó szennyvizet az endogén légzés állapotában az eleveniszapra tápláljuk és az oxigén-felhasználás mértékét, és időtartamát határozzuk meg. Az eredményeket egy jól

bontható anyag oxigén-felhasználásához viszonyítjuk. (Ez a módszer más néven az RBOI mérésnek is ismert). A KOI ismeretében számíthatjuk az RBOI/KOI arányt, amely jellemző a biológiai bonthatóságra (Egységes Vízvizsgáló Módszerek V. Technológiai Módszerek. VITUKI, Budapest 1979).

6. Szennyvizek toxicitásának vizsgálata

A szennyvíztelepek biológiai tisztítási hatásfoka toxikus ipari eredetű anyagok hatására jelentősen lecsökkenhet.

A toxicitás vizsgálat kiterjedhet:

- a szerves-anyagok általános lebontás gátlásának meghatározására,
- a nitrifikáció és a denitrifikáció gátlásának meghatározására.

Az eleveniszapos tisztítás gyakorlatában előfordul, hogy valamilyen ipari szennyeződés a nitrifikációs és a denitrifikációs folyamatot erőteljesen gátolja, ezért az ilyen jellegű biológiai tisztító rendszerek tervezése előtt elő-vizsgálat végzése mindenképpen indokolt.

Az ipari szennyvizek az eleveniszap légzését, azaz a biológiai-lebontást részlegesen vagy teljes mértékben gátolhatják. Ismeretes, hogy a nitrifikációs folyamat toxikus anyagokra (nehéz fémek, ipari eredetű szerves-anyagok) érzékeny. Az említett anyagok jelenlétében a nitrifikáció nem megy teljesen végbe, holott az üzemi paraméterek (tartózkodási idő, iszapkor, iszap koncentráció, oxigén ellátás) a szokásos nitrifikációs viszonyoknak messzemenően megfelelnek. Ilyen esetekben egyértelműen a folyamat toxikus gátlásával állunk szemben. A szerves vegyületek KOI és BOI csökkenéssel jellemezhető lebontása tökéletesen végbemegy, a nitrifikáció azonban gátolt.

A fentiek értelmében, ha az eleveniszapnál légzés gátlást tapasztalunk, úgy a nitrifikáció gátlásával is számolhatunk. Bizonyos esetekben előfordulhat, hogy nincs számottevő légzés gátlás, de a nitrifikáció mégsem megy végbe. Ilyen esetekben a nitrifikációt gátló hatást csak folyamatos kísérlettel lehet meghatározni, amikor is mérjük közvetlenül az eleveniszapos rendszerben keletkező nitrát mennyiségét és ebből számítjuk a nitrifikációs kapacitást.

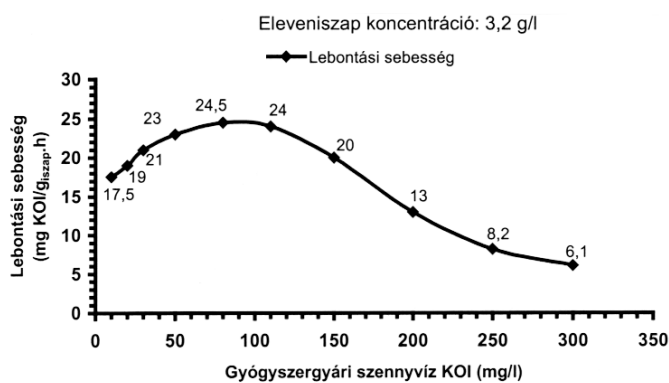
A toxicitás mérés elvégezhető:

- oxigénmérő műszerrel szakaszos rendszerben,
- respirométerrel szakaszos rendszerben.

Az oxigénmérővel történő toxicitás mérés elve és gyakorlati kivitele megegyezik „Az eleveniszap oxigénfogyasztás – gátlásának vizsgálata (MSZ EN ISO 8192)” c. szabvány előírásával. A toxikus gátlás ismeretének hiányában nagy tervezői melléfogás lehetséges. A hazai gyakorlatban már talákoztunk ezzel.

Az 5. ábra az oxigénmérővel történő toxicitás vizsgálat eredményét mutatja be. A lebontási sebességet a

kommunális szennyvízhez adagolt gyógyszergyári szennyvíz KOI-jának függvényében ábrázoltuk. A vizsgált kommunális szennyvíz eleveniszap keverék iszap koncentrációja 3,2 g/l, KOI értéke pedig 480 mg/l volt. Az ábra alapján megállapíthatjuk, hogy kb. 100 mg/l KOI-jú gyógyszergyári szennyvíz beadagolásig a lebontási sebesség nő, majd ezt követően csökken. A gyógyszergyári szennyvíz beadagolását tovább növelve a lebontási sebesség csökken. Megállapítható, hogy ha a kommunális szennyvíz és gyógyszergyári szennyvíz-keverékben (480 + 100 mg/l KOI) a gyógyszergyári szennyvíz koncentrációja 100 mg/l KOI érték fölé nő, úgy a szennyvíz-keverék biológiai bonthatósága jelentősen romlik. Meg kell említeni, hogy a gyógyszergyári szennyvíz toxikus hatása nemcsak a beadagolt szennyvíz mennyiségnek, hanem a rendszerben fenntartott iszap koncentrációnak is függvénye.

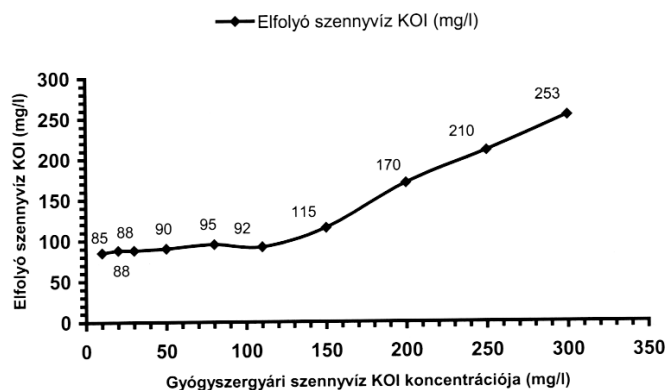


5. ábra

A kommunális szennyvíz lebontási sebességének változása gyógyszergyári szennyvíz adagolása esetében (Szakaszos jellegű, oxigénmérővel végzett mérés, Élő Bolygó Kft:K+F jelentés: 1997)

Folyamatos respirometrikus módszerrel megvizsgáltuk, hogy a gyógyszergyári szennyvíz adagolásának hatására bekövetkező lebontási sebesség csökkenés hogyan befolyásolja a tisztított szennyvíz minőségét. A 6. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy kb. 120 – 130 mg KOI/l koncentráció tartományban a gyógyszergyári szennyvíz folyamatos adagolása mellett a tisztított szennyvíz minősége romlani kezd: 200 mg KOI/l mennyiségű gyógyszergyári szennyvíz beadagolása után a kezdeti elfolyó KOI koncentráció (85 mg/l) 170 mg/l értékre nőtt. Ez a nagymértékű vízminőség romlás azt jelzi, hogy ilyen nagy arányú gyógyszergyári bekeverés az eleveniszapos tisztítást határozottan gátolja.

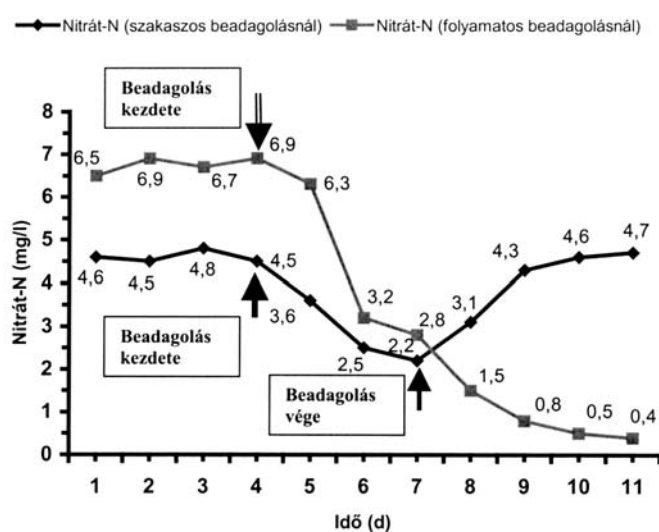
A 7. ábra a fenol nitrifikációs folyamatra gyakorolt gátló hatását mutatja be. Folyamatos fenol adagolás (10 mg/l) hatására 5 nap után a tisztított szennyvízben a NO₃-N 7 mg/l-ről 1 mg/l értékre csökken. Az elfolyó vízben a nitrát koncentráció jelentős csökkenése a fenolnak a nitrifikációra gyakorolt toxikus hatását bizonyítja.



6. ábra

A kommunális és gyógyszergyári szennyvíz keverék eleveniszapos tisztítása során az elfolyó, tisztított szennyvíz KOI-jának változása a gyógyszergyári szennyvíz adagolásának függvényében (Folyamatos, respirometriás mérés, Élő Bolygó Kft: K+F jelentés: 1997)

A 7. ábra a szakaszos fenol adagolás hatását is bemutatja. A 4. naptól kezdődően a nyers szennyvízbe 4 mg/l fenolt adagoltunk be, melynek hatására a NO₃-N koncentráció három nap után 4,5 mg/l-ről 2,2 mg/l értékre csökkent. A fenol adagolás megszüntetését követően (7. nap) a nitrifikáció újból elérte az eredeti szintet (10. nap).



7. ábra

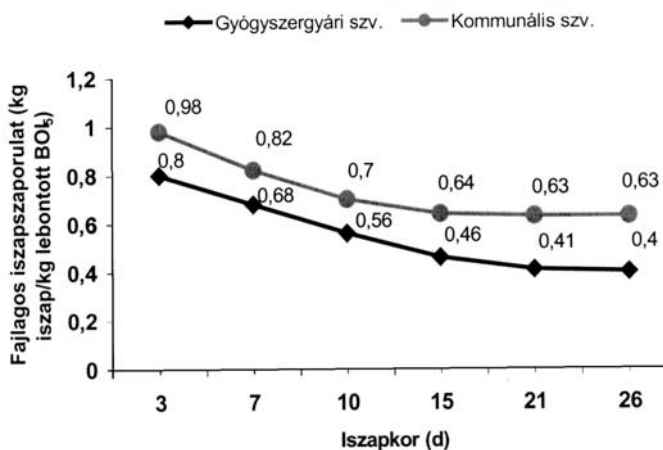
A fenol adagolás hatása a nitrifikáció folyamatára (Folyamatos adagolás: 10 mg/l, szakaszos adagolás: 4 mg/l fenol, Élő Bolygó Kft: K+F jelentés: 1997)

7. Várható iszapszaporulat meghatározása

Számos esetben a tervezők az iszapszaporulatot empirikus összefüggésekkel számítják. A várható iszapszaporulat ilyen módon történő meghatározása nagy bizonytalanságokkal jár. Sok esetben a tervezők részéről nagy melléfogásokkal találkozunk. Az oxigén beviteli paraméterek ismeretében összevethetjük a képződött iszap mennyiségét és a biológiai lebontáshoz felhasznált oxi-

gén mennyiségét. Ma ezzel a kérdéssel a hazai tervezők nem sokat törődnek.

A várható fölős eleveniszap mennyiségét megbízhatóan folyamatos, nyílt rendszerű eleveniszapos vagy respirometrikus mérésekkel lehet meghatározni. A 8. ábra egy kommunális és egy gyógyszergyári szennyvíznél a fajlagos iszapszaporulatot az iszapkor függvényében mutatja be. A fajlagos iszapszaporulatot a lebontott BOI_5 értékre vonatkoztatjuk. A fajlagos iszapszaporulat értéke az iszapkor növekedésével csökken. Az iszapszaporulat mérése fontos az iszapkezelés és elhelyezés tervezésében.

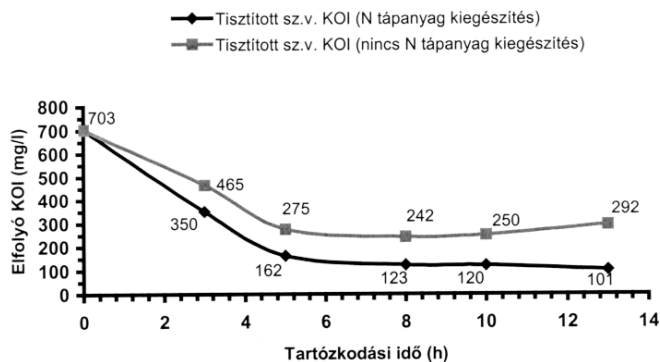


8. ábra

Egy kommunális és egy gyógyszergyári szennyvíznél nyílt rendszerű laboratóriumi berendezésben mért fajlagos iszap szaporulat értékek (Élő Bolygó Kft: K+F jelentés: 1997)

8. Kiegészítő tápanyag-szükséglet meghatározása

Bizonyos ipari eredetű szennyvizek biológiai tisztításánál tápanyag (N, P) hiánya merülhet fel. Ilyen esetben nitrogén, foszfor sók vagy egyéb kiegészítő tápanyagok (kommunális szennyvíz, szippantott szennyvíz, szerves nitrogén vegyületek, pl. karbamid) adagolása szükséges.



9. ábra

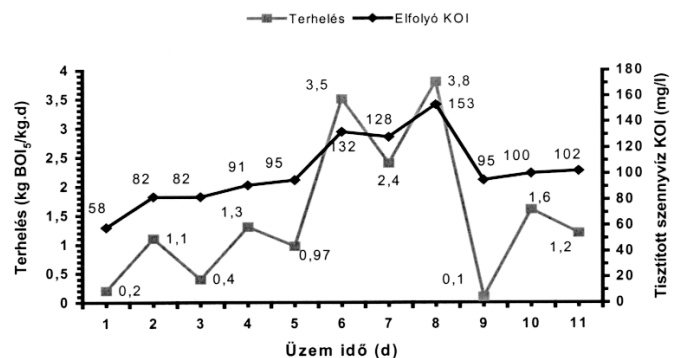
Gyógyszergyári szennyvíz tisztítása nitrogén tápanyag kiegészítés mellett és a nélkül (Karbamid-N adagolás: 35 mg N/l) (Élő Bolygó Kft:K+F jelentés: 1997)

A 9. ábra egy gyógyszergyári szennyvíz nitrogén kiégésítés mellett és a nélkül végzett biológiai tisztítás során képződött tisztított szennyvíz KOI koncentrációjának változását a tartózkodási idő függvényében mutatja be. A két elfolyó, tisztított szennyvíz minőségét, pl. a 10 órás tartózkodási időnél összehasonlítva jól látható, hogy a nitrogén forrás hiánya miatt az elfolyó szennyvíz KOI értéke nagy 250 mg/l, ugyanakkor nitrogén tápanyag (karbamid: 35 mg/l) adagolása esetén a tisztított szennyvíz KOI értéke csak 120 mg/l.

9. Lökésszerű (tranziens) terhelés ingadozások hatásának vizsgálata.

Az átemelő csatorna-rendszer, idény-jellegű ipari termelést folytató üzemek és a szezonális jellegű üdülő körzetek a szennyvíztelepeken gyakran „lökésszerű” terheléseket válthatnak ki. Amennyiben a szennyvíztelepre érkező szennyvíz minősége gyakran változik, az eleveniszapos tisztító egység általában rosszabb határfokkal működik.

Ebben az esetben célszerű meghatározni a terhelés ingadozás hatására bekövetkező elfolyó víz minőség változást.



10. ábra

A „lökésszerű” terhelés és az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségének időbeni változása (Élő Bolygó Kft: K+F jelentés: 1997)

A 10. ábra a tápanyag koncentráció növekedésének hatására kialakuló terhelési viszonyokat mutatja be. A kisebb terhelés-ingadozásokat az elfolyó víz minősége nem követi, viszont a terhelés növekedési tendenciát a tisztított víz minőségének romlása egyértelműen jelzi. A hidraulikai terhelés-növekedést a hosszabb kiegyenlítő medence vagy a levegőztető medencében beállított hosszabb tartózkodási idő tudja tompítani. A szennyvíztelepeken sokszor a tápanyag koncentráció és hidraulika terhelés növekedés együttesen okoz tranziens terhelési „lökéseket” (Öllös, 1994). Az ilyen jellegű terhelés behatások a szennyvíztelep üzemét sokszor zavarják és a kérdést csak a telep bővítése oldja meg.

Összefoglalás, javaslatok

Az utóbbi évtizedben a tervezők a szennyvíztisztító telepek méretezéshez szükséges alapadatok (oxigén-beviteli igény, oxigén-átadási tényező, várható tisztítási hatások, várható elfolyó vízminőség, biológiai terhelés és az elfolyó vízminőség összefüggése stb.) kimérésére nem fordítottak kellő figyelmet. Elsősorban szakirodalmi adatokra és tervezői tapasztalatokra támaszkodva végezték a szennyvíztelepek tervezését.

A tervezési alapadatok meghatározására az alábbi berendezések alkalmasak:

- a zárt rendszerű, folyamatos, respirométer,
- nyílt rendszerű eleveniszapos berendezés,
- a szakaszos, nyílt rendszerű oxigénmérő.

A három mérési módszer nem egyenértékű. Valamennyi tervezési alapadat (oxigén-beviteli sebesség, tartózkodási idő, iszap szaporulat stb.) csak a zárt rendszerű respirométerrel határozható meg. A nyílt rendszerű eleveniszapos kísérleti berendezés, az oxigén-beviteli sebesség meghatározását kivéve, valamennyi tervezési paraméter meghatározására alkalmas. A szakaszos, nyílt rendszerű oxigénmérő csak a légzésmérésen alapuló lebontási sebesség és tájékoztató jellegű biológiai bonthatóság meghatározását teszi lehetővé.

Számos esetben az új, vagy kibővített szennyvíztelepeknél túl- vagy alulméretezés egyaránt előfordult. Annak érdekében, hogy a jövőben ehhez hasonló problémák elkerülhetőek legyenek, egy újfajta, rendszerszemléletű tervezésre van szükség. Az üzemeltetőknek (víz-és csatornamű vállalatok, önkormányzatok) kellően fel kell készülni, hogy a jövőbeli tenderek kiírásánál ne csak a költségek, hanem a szakmai megfontolások is döntő szerepet játszhassanak. Ennek pénzügyi előnyei hosszabb távon az üzemeltetési költségek csökkentésében, és a jobb vízminőség biztosítása révén már rövid távon megtérülnek.

Irodalom

Aichinger, G. – Grady, L.P.C. – Tabak, H.H. (1992): Application of respirometric biodegradability testing protocol to slightly soluble organic compounds. *Water Environment Research*, Vol. 64, 7, 890 – 900.

Eckenfelder, W. W. – Cardenas, R. R. (1966): Scale-up from laboratory activated sludge and trickling filter units to prototype design. *Biotechnol. and Bioeng.*, 8, 389 – 404.

Ellis, T. G. – Barbeau, D. S. – Smets, B. F. – Grady, C. P. L. Jr. (1996): Respirometric technique for determination of extant kinetic parameters describing biodegradation. *Water Environment Research*, Vol.68, 5, 917 – 926.

Farkas, P. (1981): The use of respirography in biological treatment plant control. *Wat. Sci. Techn.*, 13, 125 – 131.

Fleps, W. (1976): Új laboratóriumi szennyvízvizsgáló készülék (respirométer). III. rész. Mérések átfolyásos üzemben. *Hidrológiai Közlöny*. 8, 366 – 373.

Fleps, W. (1980): Módszerek eleveniszapos szennyvíztisztító telepek üzemének ellenőrzésére, új telepek tervezési adatainak meghatározására II. A budakeszi szennyvíztisztító telep vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*. 10, 467 – 476.

Fleps, W. (2000): A zeolitok biológiai bonthatóságra gyakorolt hatásának ellenőrzése folyamatos respirometrikus mérésekkel. Magyar Kémikusok Egyesülete, Magyar Agrártudományi Egyesület és a MHT Csatornázási és Szennyvíztisztítási szakosztálya közös rendezésében tartott ankét előadása. 2000. Október 11.

Gernaey, K. – Verschuere, L. – Luyten, L. – Verstraete, W. (1997): Fast and sensitive acute detection with an enrichment nitrifying culture. *Water Environment Research*, Vol. 69, 6, 1163 – 1169.

Huang, J. Y. C. – Cheng, M-D. – Mueller, J.T. (1985): Oxygen uptake rates for determining microbial activity and application. *Water Research*, Vol.19, No. 3, 373 – 381.

Huang, J. Y. C. – Cheng, M-D. (1984): Measurement and new application of oxygen uptake rates in activated sludge processes. *Journal WPCF*, Vol. 56, 3, 259 – 265.

Kayser, R. (1986): Möglichkeiten und Grenzen der Bestimmung der Sauerstoffzufuhr in Reinwasser und unter Betriebsbedingungen. In *Wiener Mitteilungen: Wasser. Abwasser. Gewässer. Belüftungssysteme beim Beebungsverfahren*. Band 64, 1- 28..

Naziruddin, M – Grady, C. P. L. Jr. – Tabak, H. H. (1995): Determination of biodegradation kinetics of volatile organic compounds through the use of respirometry. *Water Environment Research*, Vol.67, 2, 151 – 158.

Oláh, J. – Gaál, L. (1987): Kisújszálláson létesített UNIR típusú szennyvíztisztító berendezés próbaüzemi vizsgálatai. VITUKI jelentés 7622/3/182.

Öllös, G. (1994): Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése I. Akadémiai Kiadó · Budapest, 301 –309.

Pagga, U. (1980): Respirometrischer Abbau- und Toxizitätstest mit Belebtschlamm zur Prüfung von Substanzen und Abwässern. *Vom Wasser*, 55, 313 –325.

Pagga, U. (1981): Der Kurzzeitatmungstest – eine einfache Methode zur Bestimmung der Atmungsaktivität von Belebtschlamm. *Vom Wasser*, 57, 263 – 275.

Qasim, S. R. (1994): *Wastewater Treatment Plants. Planning, Design, and Operation*. TECHNOMIC. Publishing Co. Inc. Lancaster · Basel. 350 – 359.

Ros, M. (1993): *Respirometry of Activated Sludge*. TECHNOMIC. Publishing Co. Inc. Lancaster · Basel. 43 – 49, 85 – 111, 125 –130.

Schmid, A. (2000): Methode zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität auf Basis einer zeitlichen Sauerstoffzehrungsmessung. *Gwf Wasser-Abwasser*, 141, Nr. 12, 861 – 864.

Sekulov, I. – Bardtke, D. (1970): Untresuchungen zur schnellen Bestimmung der Aktivität von Belebtschlämmen. *Gwf (Wasser – Abwasser)*, 111,1, 18 – 20.

Suessun, J. – Irizar, I. – Ostolaza, X. – Ayesa, E. (1998): Dissolved oxygen control and simultaneous estimation of uptake rate in activated-sludge plants. *Water Environment Research*, Vol.70, 3, 316 – 322.

Shaw, A. – Watts, J. – Franey, M. – Upton, J. (1999): Using an Online Respirometer to Assess of an Industrial Load on a Major Municipal Wastewater Treatment Works. 8th. IAWQ Conference on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, 6 – 9 september 1999, Budapest, Hungary, 575 - 578

Az EGIS Gyógyszergyár Rt. szennyvizeinek biológiai bonthatósági vizsgálata. K + F jelentés. Témaszám: 01/1997. Élő Bolygó Környezetvédelmi Kft.(1997)

A CHINOIN, új technológiai szennyvizeinek komplex biológiai bonthatóság vizsgálata. K + F jelentés. Témaszám: 2/1998. Élő Bolygó Környezetvédelmi Kft.(1998)

MSZ EN ISO 8192: Az eleveniszap oxigénfogyasztás – gátlásának vizsgálata

Egységes Vízvizsgálati Módszerek V. Technológiai Módszerek. VITUKI, Budapest 1979.

BIOCOS-ELJÁRÁSSAL MŰKÖDŐ NAGY SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK

Kurt Ingerle (Innsbruck/Ausztria)

Összefoglalás

Nagy kommunális szennyvíztisztító telepek esetén a négyfázisú Biocos-módszer kiválóan megfelel. A háromfázisú Biocos-módszerhez képest a különbség az, hogy az A-fázisban a B-ből az SU-medencébe szállított iszap visszavezetése az SU-medence tartalmának felkeverésétől és homogenizálásától elválasztva történik. Ezáltal a B-medencében 2,5-szer akkora szarazanyag-tartalom jön létre, mint az SU-medencében. 1,0 millió lakos egyenértékű nagyságú medence példáján ismertetjük a módszert és számolunk be a megvalósított számítógépes szimulációról és a kísérletről.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, Biocos-módszer, nagy szennyvíztisztító telep, ATV-A 131 alapján történő méretezés, ATV-M 210

1. Általános tudnivalók

Nagy szennyvíztisztító telepek esetében a négyfázisú, átfolyásos elven működő Biocos-eljárást alkalmazzák. Az egyesített csatornázási rendszerből származó kommunális szennyvizet előülepítésnek, valamint foszforkicsapatsnak vetik alá. A biológiai fokozat több Biocos-útvonalból áll, amelyek mindegyikét egy B-medence és két SU-medence képezi.

Az átfolyásos elven működő Biocos-eljárás (*Biological combined system* – biológiai egyesített rendszer) az eleveniszapos rendszerhez hasonló módszer – egy időszakosan recirkulációs iszappal terhelt eleveniszapos medence (B-medence), valamint két ülepítő- és köráramlású medence (SU-medence) kombinációja. Az SU-medencék így helyettesítik az eleveniszapos eljárás során szükséges utóülepítést is, a recirkulációs iszapszivattyúval együtt. A B-medence és a két SU-medence a fenékszíntől nyílások segítségével úgy kapcsolódik egymáshoz, mint a közlekedőedények.

Az eljárás különös ismertetőjegye a megfelelően besűrített eleveniszap SU-medencéből a B-medencébe történő visszavezetési módjában rejlik. Ezáltal a B-medencében lévő eleveniszap esetén nagyobb iszapkoncentrációt érhetünk el, míg az SU-medencében kisebb koncentráció alakul ki. Mindkét SU-medencében az **1. és 2. ábrán** bemutatott négy szakasz megy végbe: S-, U-, V- és A-szakasz.

2. Az eljárás leírása

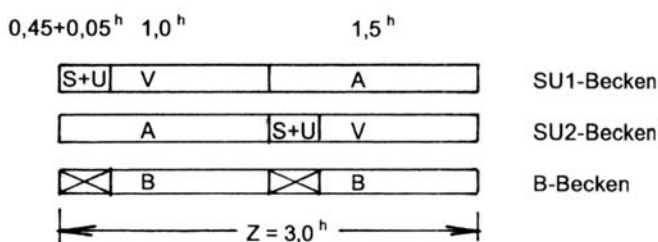
A jobb érthetőség kedvéért bemutatjuk és röviden ismertetjük egy 1,0 millió LE méretű Biocos-telep helyszínrajzát (**3. ábra**).

A szennyvíz túlméretezett **középső csatornába** folyik be, amelyben csak kis áramlási veszteségek lépnek fel, ezért közel vízszintes víztükör keletkezik. Annak érdekében, hogy megakadályozzuk a még meglévő szilárd anyagok ülepedését, a középső csatorna tartalmát időről-időre levegőztetjük és átkeverjük.

A szennyvíz a középső csatornából B-medence zárható bukógátain keresztül a tíz Biocos-útvonalra kerül. A B-medencék köráramlású medenceként üzemelnek; keverőművekkel és finomlevegőztetéssel vannak felszerelve. Az SU-medencék V-szakaszai alatt a B-medencékben a szerves anyagok eltávolítására és a nitrifikáció elősegítésére aerob környezetet teremtettünk. Az S- és az U-szakaszok alatt leállítjuk a levegőztetést, és az elődenitrifikáció folyik. Az 1. ábrán említett fázisidők segítségével a B-medence következő biokémiai tényezőit kapjuk:

- $\zeta_{B,aerob} = 2,0:3,0 = 0,67$
- $\zeta_{B,anox} = 1,0:3,0 = 0,33$

Az A-szakaszban az SU-medencéből elvezető szelepen keresztül tiszta vizet eresztünk le az elfolyásba. Ezzel egyidőben a biológiailag tisztított szennyvíz-iszap egy a B-medencéből, annak alsó felében lévő nyílásain keresztül az SU-medencébe áramlik. Az elvezető berendezések áramlási veszteségeit olyan nagyra választjuk, hogy az SU-medencében állandó szintcsökkenést érjünk el. Az A-szakaszban a B-medencéből az SU-medencébe szállított iszap visszavezetése az S-szakaszba lökészerűen történik. A kb. 2,5 órás sűrítési idő alatt megfelelően besűrített iszapot az SU-medencéből a B-medencébe mammutszivattyúval szivattyúzzák vissza, miközben az emelőmű üzeméhez használt, most leállított levegőztetés nagybuborékos préslevegőjét alkalmazzuk. Az S-fázis szakasz után az SU-medence tartalmát



1. ábra: A négyfázisú szakaszos Biocos-eljárás egy ciklusának szakaszai
(Becken = medence)

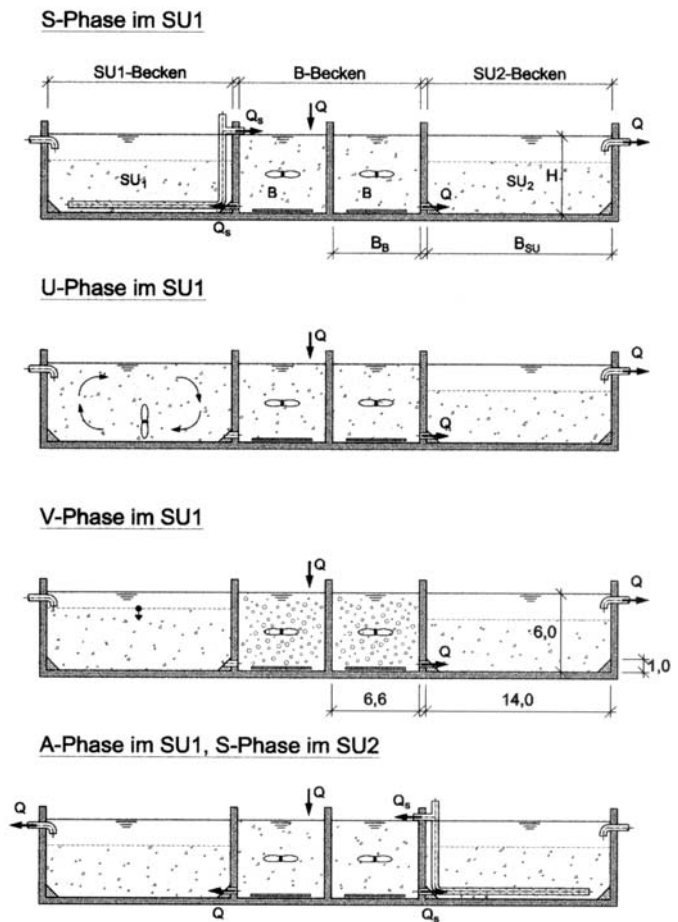
préslevegő-üzemű átkeverő-berendezés segítségével – ugyancsak nagy buborékokkal – homogenizáljuk (U-fázis), valamint az esetlegesen keletkezett felúszó iszapot újra bedolgozzuk az iszapba. Az átkeverés ugyancsak az ebben a fázisban leállított préslevegő segítségével történik. Az U-fázis után következik az előülepítő fázis (V-fázis). Az iszap rövid, kb. 0,1 órás felkeverési idő után ülepedik le. Iszaptükröt képez, amely v_s állandó ülepedési sebességgel a fenékre süllyed. Az ATV-M 210 szerint számolhatunk $v_s = 650 : (ISV \times TS_{SU})$ sebességgel. A tisztavíz-elvonás kezdete előtt (A-fázis) legalább 50 cm-es tisztavíz-rétegnek kell rendelkezésre állnia, és ezen fázis ideje alatt meg is maradnia. A fenékre süllyedő iszap pehelyszűrőt képez, amely az úszó- és lebegőanyagokat is felfogja, és gondoskodik a szilárdanyagmentes elfolyásról. Az SU-medencében – mindaddig, amíg NO_3^- rendelkezésre áll – folyamatosan endogén denitrifikáció folyik, amelynek nagyságát a biztonság kedvéért közelíthetjük az elődenitrifikáció negyedével.

Az egyes SU-medencékből elfolyó tiszta vizet két, a szennyvíztisztító telep külső oldalán elhelyezett elfolyó csatornában fogjuk fel és vezetjük a befogadóba. Az egyes Biocos-útvonalakat fázisonként párhuzamosan üzemeltetjük; ezáltal elérjük a Biocos-berendezés nagyon egyszerű irányítását, valamint a fázisok elfolyásának megfelelő áttekinthetőségét. A fölősiszap-elvonás automatikusan, az S-fázis kezdetén történik. A B-medencébe igény szerint beszerelhetjük a kereskedelemben kapható felúszó iszap-leválasztókat. Az SU-medencében erre nincs szükség.

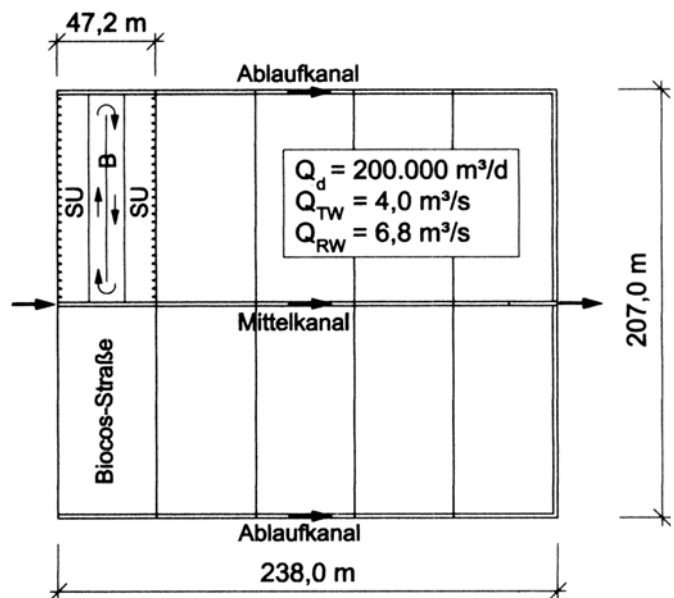
Az SU-medencéből a B-medencébe visszavezetendő, sűrített eleveniszap $V_{s,TW}$ mennyiségét száraz időjárás esetén úgy választjuk meg, hogy a B-medencében napi átlagban lehetőség szerint tartható legyen a magas szárazanyag-tartalom. Végeredményben ez a mértékadó jellemző a B-medence szükséges térfogatának számításához.

Száraz időjárás esetén alacsonyabb $V_{s,TW}$ mennyiséggel üzemeltetünk, mint csapadékos időjárás esetén. A Q_{TW} szárazidei mennyiség túllépésekor a rendszer automatikusan átáll a nagyobb, $V_{s,RW}$ mennyiségre. Magától értetődően oda kell figyelni a rendszerben lévő $SM_{össz}$ teljes iszaptömegre is.

Számítógépes, valamint 10 000 LE méretű szennyvíztisztító telepen végzett nagyüzemi kísérletek azt mutatták, hogy állandó $V_{s,TW}$ mennyiség esetén a B- és SU-medencében lévő, a naponta keletkező, különböző szárazidei szennyvíz-mennyiségek általi – a agy $SM_{össz}$ által korlátozott – koncentráció-ingadozások csak kicsik. A 6. pontban felsorolt közelítő számítások megfelelően pontos szárazanyag-értékeket eredményeznek.



2. ábra: Az S-, U-, V- és A-fázis ábrázolása
(Phase = fázis; Becken = medence)



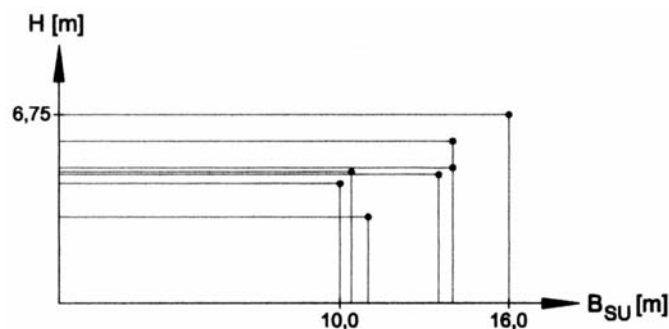
3. ábra: Tízutas Biocos-berendezés 1,0 millió LE-re
(Ablaufkanal = elfolyási csatorna; Mittelkanal = középső csatorna; Biocos-Straße = Biocos-út)

3. A jellemző medenceméretetek megállapítása

A már megvalósult Biocos-berendezések alapján célszerűnek látszik, hogy mindenekelőtt két medenceméretet rögzítsünk:

- A medence H vízmélysége nagy szennyvíztisztító telepek esetén lehetőség szerint ne legyen kevesebb, mint 5,0 méter. Még jobb a 6,0 m-es mélység.
- Az SU-medence B_{SU} szélességének 12,0 és 14,0 m közöttinek kell lennie. Ez megkönnyíti a felkeverést és a medence tartalmának homogenizálását.

Az SU-medence további méretei aztán a hidraulikai; és a B-medence méretei a biokémiai számításokból adódnak majd. A **4. ábrán** bemutatjuk a Biocos-berendezések meglévő SU-medencéinek áttekintését.



4. ábra: Az SU-medencék méretei

4. Terhelési jellemzők

4.1. Hidraulikai jellemzők

- Fajlagos szennyvízkibocsátás: $q = 200 \text{ l/LE}$
- Napi szennyvízmennyiség: $Q_d = 0,2 \times \text{LE} \text{ [m}^3/\text{d]}$
- Keletkező átlagos napi mennyiség: $Q_m = 0,2 \times \text{LE} : 24 \text{ [m}^3/\text{h]}$
- Maximális szárazidei mennyiség: $Q_{TW} = 0,2 \times \text{LE} : 14 \text{ [m}^3/\text{h]}$
- Maximális csapadékos idei mennyiség: $Q_{RW} = Q_{TW} \times 1,7 \text{ [m}^3/\text{h]}$

4.2. Szennyezőanyag-mennyiség és biológiai paraméterek

Ezen paramétereket az ATV-A 131, valamint az ATV-M 210 alapján tételeztük fel (P-kicsapatás).

- 40 g BOI_5/LE (a biológiai fokozat terhelése)
- 11 g $\text{N}_{\text{össz}}/\text{LE}$ (összes terhelés)
- Aerob iszapkor: $t_{\text{TS,aerob}} = 8 \text{ d}$
- Fölösizap: $\text{ÜS} = 1,2 \text{ kg TS/kg BOI}_5$
- Iszapindex: $\text{ISV} = 100 \text{ ml/g}$
- Sűrített iszap: $\text{TS}_e = (12,5 + 9,5) : 2 = 11 \text{ g/l}$ (átlagérték)
- Az iszap ülepedési sebessége az SU-medencében: $v_s = 650 : (\text{TS}_{SU} \times \text{ISV}) \text{ [m/h]}$
- Az ülepités keverése a folyamat kezdetén: 0,1 h

- Elődenitrifikáció: DN-arány = $20 \text{ g NO}_3\text{-N/kg TS} \cdot \text{d}$
- Endogén denitrifikáció: DN-arány = $5 \text{ g NO}_3\text{-N/kg TS} \cdot \text{d}$.

5. Hidraulikai számítás (1 000 LE-re)

Az SU-medence szükséges területének számításához a Q_{RW} mértékadó. Az SU-medence szélességét $B_{SU} = 14,0 \text{ m}$ -re, valamint vízmélységét $H = 6,0 \text{ m}$ -re választjuk. 1 000 LE-re ebben az esetben 1,0 m széles szennyvíztisztító berendezés-sávot kapunk. 1,0 millió LE-re tíz darab, egyenként 100,0 m-es hosszúságú Biocos-út adódik (3. ábra):

$$F_{SU, \text{szüks}} \times [v_s (Z - S - U - 0,1) - 0,5] = Q_{RW} \cdot A$$

$$Q_{TW} = 1\,000 \times 0,2 : 14 = 14,3 \text{ m}^3/\text{h}; Q_{RW} = 24,3 \text{ m}^3/\text{h};$$

$$Q_m = 8,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v_s = 650 : (100 \times 5,0) = 1,3 \text{ m/h} \text{ (TS}_{SU} = 5,0 \text{ g/l választott)}$$

$$F_{SU, \text{szüks}} = 24,3 \times 1,5 : (1,3 \times 2,4 - 0,5) = 13,9 \text{ m}^2$$

$$L = 13,9 : 14,0 = \mathbf{1,0 \text{ m}}$$

$$V_{SU} = 14,0 \times 1,0 \times 6,0 = 84,0 \text{ m}^3.$$

6. Biokémiai számítás (1 000 LE-re)

A B-medence nagyságának számításához az átlagos szárazidei napi mennyiség a mértékadó. A visszavezetendő $V_{S,TW}$ iszapmennyiséget $24,0 \text{ m}^3$ -nek feltételeztük; igazolni fogjuk, hogy az SU-medencében az S-szakaszig ténylegesen ez a mennyiség keletkezett.

A következő, az iszapszállításra vonatkozó, egyszerűsített képlet segítségével:

$$(\text{TS}_e - \text{TS}_B) \times V_{S,TW} = \text{TS}_B \times Q_m \times A$$

a B-medencében lévő átlagos szárazanyag-tartalomra a következőt kapjuk:

$$\text{TS}_B = 24,0 \times 11,0 : (24,0 + 8,3 \times 1,5) = \mathbf{7,25 \text{ g/l}}$$

Az 1 000 LE esetén szükséges aerob iszaptömeg

$$\text{SM}_{\text{aerob, szüks}} = 1\,000 \times 0,04 \times 1,2 \times 8 = 384 \text{ kg szárazanyag.}$$

Ebből adódik:

$$\text{SM}_{\text{aerob, szüks}} = 2 \times L \times B_B \times H \times \xi_{B, \text{aerob}} \times \text{TS}_B$$

$$B_B = 384 : (2 \times 1,0 \times 6,0 \times 0,67 \times 7,25) = 6,6 \text{ m}$$

$$V_B = 2 \times 6,6 \times 1,0 \times 6,0 = 79,2 \text{ m}^3,$$

$$\text{és ezzel } \text{SM}_{\text{össz}} = (V_{SU} + V_B) \times \text{TS} =$$

$$= (84,0 + 79,2) \times 5,0 = \mathbf{816 \text{ kg szárazanyag.}}$$

$$\text{TS}_{SU} \times V_{SU} + \text{TS}_B \times V_B = \text{SM}_{\text{össz}}$$

$$\text{TS}_{SU} = (816 - 7,25 \times 79,2) : 84,0 = \mathbf{2,9 \text{ g/l}}$$

A V- és az A-fázisban (2,5 h) keletkező sűrített iszapra a következő térfogat adódik (száraz időjárás esetén):

$$\text{Iszaptest } 11,0 \text{ g/l-rel: } 6,0 \times 3,9 : 11,0 = 2,12 \text{ m}$$

$$\text{Iszaptérfogat } 11,0 \text{ g/l-rel: } 14,0 \times 1,0 \times 2,12 = 29,4 \text{ m}^3$$

$$> V_{S,TW} = 24,0 \text{ m}^3$$

$$v_s = 650 : (100 \times 3,9) = 1,66 \text{ m/h}$$

Ezen állapot elérése: $(6,00 - 2,12) : 1,66 = \mathbf{2,34 \text{ h}}$ után $< \mathbf{2,5 \text{ h}}$.

A biztonság javára történő elhanyagolással feltételez-

zük, hogy a B-medencéből az SU-medencébe áramló iszap ($Q_m \times A = 8,3 \times 1,5 = 12,5 \text{ m}^3$; $TS = 7,25 \text{ g/l}$) térfogata nem változik (nincs sűrítés).

Csapadékös időjárás (szennyvíztisztító telepre érkező vízhozam $> Q_{TW}$) esetén $V_{S,TW}$ megnövekedik $V_{S,RW} = 30,4 \text{ m}^3$ -re, ezáltal $Q_{RW} = 24,3 \text{ m}^3/\text{h}$; $TS_B = 30,4 \times 11,0 : (30,4 + 24,3 \times 1,5) = 5,0 \text{ g/l}$ és $TS_{SU} = 5,0 \text{ g/l}$ áll be. Legegyszerűbb, ha $V_{S,RW}$ megnövelését irányozzuk elő az S-fázis 0,45 h-ról $0,45 \times 30,4 : 24,0 = 0,57 \text{ h}$ -ra történő meghosszabbítása segítségével. A besűrített iszap térfogata a következő:

Iszaptest 11,0 g/l-rel: $6,0 \times 5,0 : 11,0 = 2,73 \text{ m}$

Iszaptérfogat 11,0 g/l-rel: $14,0 \times 1,0 \times 2,73 = 38,2 \text{ m}^3 > 30,4 \text{ m}^3$

$v_s = 650 : (100 \times 5,0) = 1,3 \text{ m/h}$

Ezen állapot elérése: $(6,00 - 2,73) : 1,3 = 2,5 \text{ h}$ után.

N-eltávolítás:

$N_{\text{össz}} = 1\,000 \times 0,011 = 11,0 \text{ kg}$

Az iszapban: 25% -2,8 kg

A B-medencében: $2 \times 39,6 \times 7,25 \times 20 \times 0,33 = -3,8 \text{ kg}$ ($DN_{\text{elődeni}} = 20 \text{ g NO}_3^- \text{N/kg TS} \cdot d$)

Az SU-medencében: $2 \times 84,0 \times 3,90 \times 5 \times 1,0 = -3,3 \text{ kg}$ ($DN_{\text{endogén}} = 5 \text{ g NO}_3^- \text{N/kg TS} \cdot d$)

+ 1,1 kg

N-eltávolítás: $(11,0 - 1,1) : 11,0 = 0,90 = 90\%$.

A szóban forgó, 1,0 millió LE-re vonatkozó projekt az ATV-A 131, valamint az ATV-M 210 méretezési paraméterein alapul, amelyeket nagyon elővigyázatosan, és a biztonság javára történő elhanyagolásokkal állítottak össze. Amennyiben a félüzemi kísérletek igazolják, hogy a nagy projekt esetében kisebb méretezési paraméterek is választhatóak, a medence méretei ennek megfelelően szintén csökkennek. Nagy telepeken például 8 nap helyett gyakran 6 napos aerob iszapkorral dolgoznak. Ebben az esetben a B_B 6,6 m-ről lecsökken $6,6 \times 6 : 8 = 5,0 \text{ m}$ -re.

7. A Biocos-telep üzemeltetésének berendezései

7.1. A középső csatorna

A lerakódások megakadályozása érdekében a középső csatornába nagybuborékos levegőztető-rendszert szerelünk be, amely csak rövid távon üzemel.

A továbbiakban a Biocos-utak lezárásához tíz darab, $B/H = 1,0/0,7 \text{ m}$ -es arányú lapos tolózárra van szükség (utanként egyre). A szennyvíznek Biocos-utakra történő ekzakt felosztása automatikusan, 1,0 m széles bukókon keresztül történik, amelyeket az utak átvizsgálása céljából le lehet zárni.

7.2. A B-medencék

A B-medencéket köráramoltatású medencékként, a mai technikai színvonal szerint építik ki. A $v = 0,5 \text{ m/s}$ sebességű köráram létrehozására szolgáló keverőművek mel-

lett finombuborékos levegőztetést is betervezünk. Az oxigénbevitelt oxigénszondák segítségével szabályozzuk. Az esetlegesen képződő felúszó iszapot a kereskedelemben kapható eltávolító berendezésekkel távolítjuk el. A B- és az SU-medencék közötti kapcsolatot a medence középső részén elhelyezkedő, állandóan nyitott nyílások segítségével biztosítjuk.

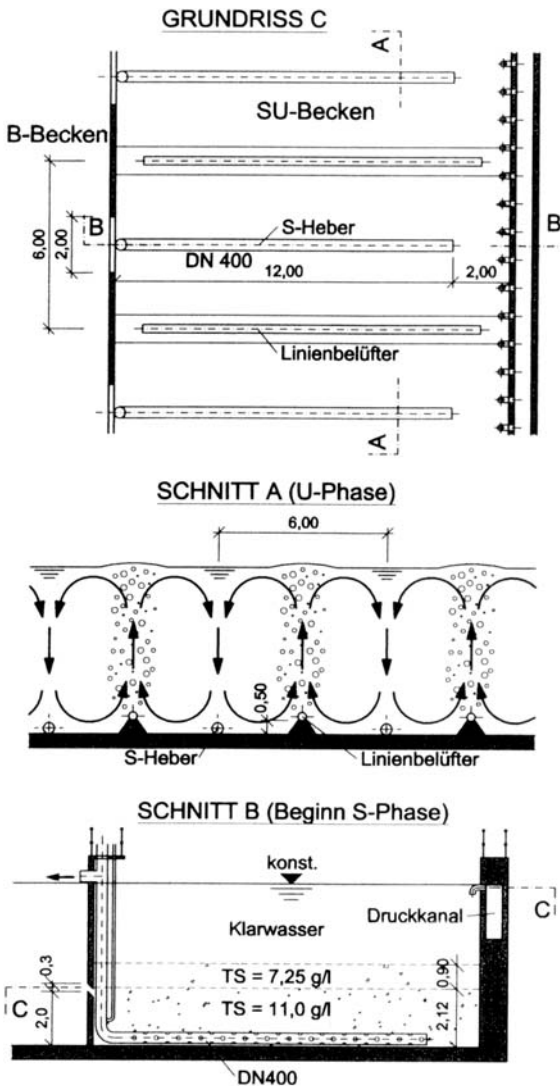
7.3. Az SU-medencék

Az SU-medencéből történő tisztavíz-eltétel (A-fázis) golyókkal ellátott, egymástól 1 m távolságban elhelyezett eltávolító berendezések segítségével történik, amelyek az elmúlt öt évben már számos szennyvíztisztító telepen beváltak. Ezen eltávolító berendezésekben a maximális hidraulikai terhelés esetén kb. 25 cm-es súrlódási veszteség lép fel, így biztosítva a teljes SU-medence-hosszon az „állandó szintcsökkenést”. Ezek után a tiszta víz egy nagyon nagyra méretezett nyomás alatti csatornába kerül, amelyben a súrlódási veszteségeket nagyon kis mértéken tartjuk. Ezen berendezés végén található egy elektromos üzemű, a vízszint által szabályozott lapos tolózár ($B/H = 0,7/1,0 \text{ m}$), amely az SU-medence vízszintjét állandó szinten tartja.

A besűrített iszap visszavezetését az SU-medencéből a B-medencébe (S-fázis) mammutszivattyú (S-emelő) segítségével végezzük, amelyeket 6,0 m-es távolságra helyezünk el egymástól. Ezen emelőművek ($DN 400 \text{ mm}$) kapacitása $Q_H = (24,0 : 0,45 \text{ h}) \times 6,0 = 320 \text{ m}^3/\text{h} = 89 \text{ l/s}$. Sűrített levegőből emelőnként 29 l/s-ra van szükség. Mivel most nem levegőztetjük a B-medencét, elegendő levegő áll rendelkezésünkre.

Az SU-medence tartalmának átkeverését úgyszintén préslevegővel végezzük. Ebben a fázisban (U-fázis) sem levegőztetjük a B-medencét, így elegendő levegő áll rendelkezésünkre. Az átkeverés ideje alatt az SU-medencében keletkező felúszó iszapot felfogjuk, és újra bedolgozzuk az iszapba. Az SU-medence tartalmának átkeveréséhez vonalas, nagybuborékos levegőztető berendezéseket helyezünk el, egymástól 6,0 m távolságban a medencefenéktől (**5. ábra**). Ezáltal vízszintes vízhengek képződnek, amelyek az SU-medence tartalmát csekély energiáfordítással, rövid idő alatt homogénizálják. A vonalas levegőztetés a levegőztetett zsír- és homokfogók levegőztető berendezéseinek felel meg. Az S-emelőművet, valamint az átkeveréshez alkalmazott vonalas levegőztetőket a B-medence levegőztetőinél kisebb nyomással üzemeltetjük. A B-medencéhez vezető levegőbevitel lezárása ezért az S- és az U-fázisban nem szükséges.

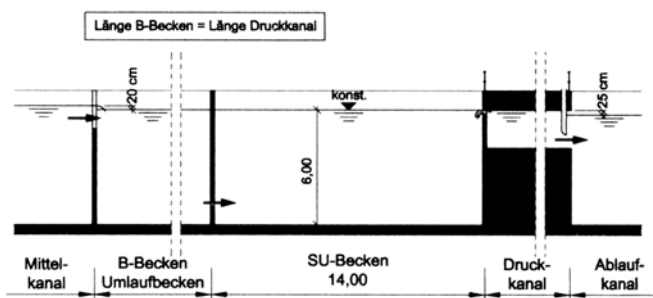
Az SU-medencéket 20,0-30,0 m-es távolságban betonfalak segítségével el is választhatjuk egymástól; ezáltal elkerülhetjük a szél befolyásoló hatását és az esetlegesen keletkező keresztirányú áramlatokat.



5. ábra: A; SU-medence alaprajza és metszetei (1,0 millió LE)
(Grundriss = alaprajz; Becken = medence; Heber = emelőmű; Linienbelüfter = vonalas levegőztető; Schnitt = metszet; Phase = fázis; Beginn = kezdet; konst. = állandó; Klarwasser = tiszta víz; Druckkanal = nyomás alatti csatorna; TS = szervesanyag-tartalom)

7.4. Hidraulikai hossz-szelvény

A hidraulikai elrendezés igen egyszerű (6. ábra).



6. ábra: Hidraulikai hossz-szelvény

(Länge B-Becken = a B-medence hossza; Länge Druckkanal = a nagynyomású csatorna hossza; konst. = állandó; Mittelkanal = középső csatorna; B-Becken = B-medence; Umlaufbecken = köráramlású medence; SU Becken = SU medence; Druckkanal = nagynyomású csatorna; Ablaufkanal = elvezető csatorna)

7.5. Préslevegő előállítása

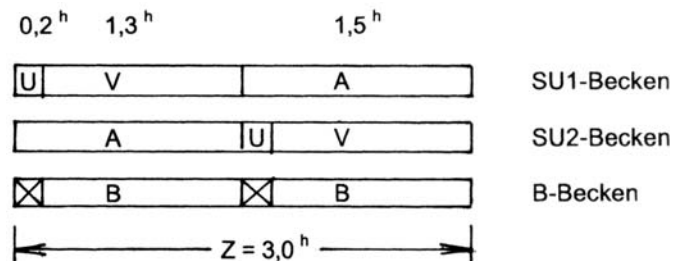
A szükséges préslevegő-igény kizárólag a B-medence levegőztetésétől függ. A B-medence levegőztetésének leállításakor a préslevegő elegendő az S- és az U-fázis üzemeltetéséhez. Minden Biocos-úton a levegőztetés, az S-emelőmű, valamint az U-emelőmű üzemeltetéséhez öt elektromos üzemű zár van szükség, amelyek a közép-ső csatorna területén helyezkednek el.

7.6. Irányítás

A Biocos-berendezést nagyon egyszerű módon, számítógép segítségével szabályozzuk. Mind a tíz medencét fázisonként párhuzamosan üzemeltetjük, így a mindenkori állapotról megfelelő áttekintésünk van. A Q_{TW} túllépése esetén az S-fázis 0,45 h-ról 0,57 h-ra hosszabbodik. Az SU-medencében uralkodó állandó vízszint megtartása melletti tiszta víz-elvonáshoz alkalmazhatunk elektromechanikus lapos tolózárat.

8. A négyszakaszos Biocos-eljárás szervesanyag-tartalom-értékeinek összehasonlítása a háromszakaszos eljárásával

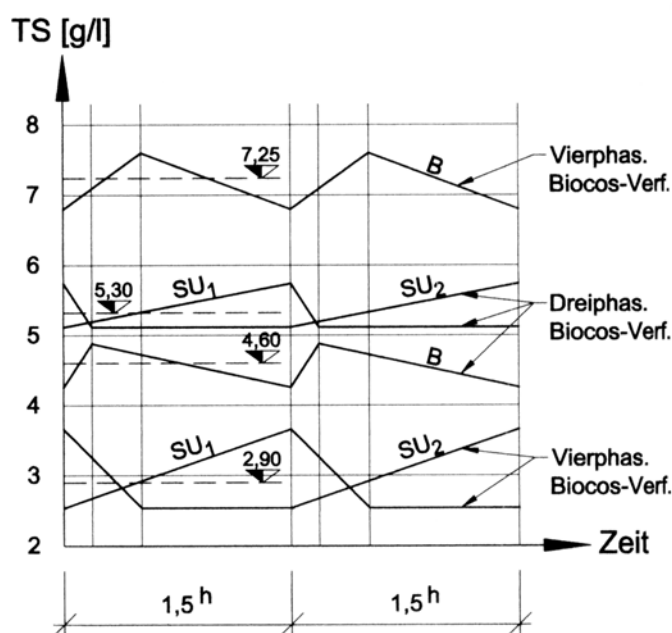
Az átáramoltatott üzemű háromszakaszos Biocos-eljárás során a két SU-medencében az U-, a V- és az A-fázisban megy végbe a tisztítás (7. ábra):



7. ábra: Háromfázisú Biocos-eljárás (Becken = medence)

A háromfázisú Biocos-eljárás U-fázisának azon feladatokat kell átvennie, amelyek a négyfázisú módszer esetében az S- és az U-fázis feladatai volnának. Az U-fázisban az eleveniszapot az SU-medencében felkeverjük, és addig áramoltatjuk oda-vissza a B-medencén keresztül, amíg mindkét medencében közel azonos szervesanyag-tartalom keletkezik. A medence fenekén található egy vagy több nyíláson keresztül a B-medence tartalmát keverőmű segítségével nagy sebességgel ($v > 2,0$ m/s) az SU-medencébe vezetjük, ezzel egyidőben az SU-medence tartalmát a vízfelületen szelepekkel ellátott nyílásokon keresztül visszavezetjük a B-medencébe. A B-medencében ezen a módon az U-fázis végére elérjük a legnagyobb szervesanyag-koncentrációt, amely azonban legnagyobb értéként az SU-medencében uralkodó szervesanyag-koncentráció értékét érheti el (8. ábra).

A négyfázisú Biocos-eljárás esetén – ami különösen nagy szennyvíztisztító telepeken javasolt – az A-fázisban az SU-medencébe szállított iszap visszavezetését (S-fázis) elválasztjuk az SU-medence tartalmának felkeverésétől és homogenizálásától (U-fázis). Ehhez két különválasztott berendezésre van szükségünk. Az eljárás előnye azonban, hogy a B-medencében jelentősen nagyobb szárazanyag-koncentrációt érhetünk így el, mint az SU-medencében, és hogy a víztükör felületén lévő, szelepekkel felszerelt nyílásokra nincs többé szükség. A 8. ábrán az 5. és 6. pontban számított szennyvíztisztító telep (1 millió LE) esetében a négyfázisú Biocos-eljárás szárazanyag-koncentrációit hasonlítottuk össze azokkal a szárazanyag-koncentrációkkal, amelyeket abban az esetben kapnánk, ha az ugyanekkora méretű szennyvíztisztító telepet a háromfázisú Biocos-eljárás szerint üzemeltetnénk. Különösen figyelemre méltó a B-medence szárazanyag-koncentrációinak 4,6 g/l-ről 7,25 g/l-re történő növekedése a szárazidei lefolyás esetére, a három- és a négyfázisú üzem közötti átmenet során, miközben az SU-medencében 5,3 g/l-ről 2,9 g/l-re történő csökkenés figyelhető meg.



8. ábra: Szárazanyag-koncentrációk a három- és négyfázisú Biocos-eljárás esetén

(TS = szárazanyag; vierphasiges Biocos-Verfahren = négyfázisú Biocos-eljárás; dreiphasiges Biocos-Verfahren = háromfázisú Biocos-eljárás; Zeit = idő)

A szárazanyag-arányokat egyszerű számítógépes szimuláció segítségével is utánaszámoltuk, és a lángheld-i szennyvíztisztító telepen kísérleti úton is megvizsgáltuk (8. ábra). A sűrített iszapra vonatkozó mért értékeknek az ATV-A 131 2. ábrájával való nagyfokú egyezősége is megfigyelhető volt. A teljes, 2,5 órás sűrítési idő esetén a sűrített iszap átlagos szárazanyag-tartalma gyanánt a fele érték (1,25 h) veendő alapul.

9. Gazdaságosság és tisztítási teljesítmény

A Biocos-telepen keresztül történő, gravitációs áramlás, az iszap SU-medencéből a B-medencébe történő visszavezetésének alacsony energiaköltségei, a nagy N-lebonthatás, a kis medencetérfogat, a kis áramigény, az egyszerű és bevált gépészeti berendezések, valamint a különösen üzembiztos irányítás kis üzemeltetési költségeket eredményeznek, valamint biztosítják a nagyfokú gazdaságosságot.

A számos, Németországban, Ausztriában és más országokban már üzemelő Biocos-berendezés azt mutatja, hogy az SU-medencében végbemenő fizikai és biokémiai folyamatok – háromóránként újra képződő pehelyszűrők és endogén denitrifikáció – által átlagosan 30 mg/l körüli KOI-értékek, és kb. 90%-os N-eltávolítási értékek érhetők el.

Irodalom

Arbeitsblatt ATV-A 131 und ATV-M 210

Ingerle, K.: Belebungsanlagen, Kläranlage Längenfeld und Bielenhofen, *gwf-Abwasser Spezial*, 139 (1998), Heft 14

Ingerle, K.: Biocos-Anlagen, Beschreibung und Bemessung, *Korrespondenz Abwasser*, 1999 (46), Nr. 8, S. 1221

Wett, B.: Simulationsanalyse einer Biocos-Anlage „Zyklische Nachklärung,“ oder „Durchströmter SBR-Reaktor,“, *Korrespondenz Abwasser*, 1999 (46), Nr. 7, S. 1068

Wett, B., Ingerle, K.: Feedforward aeration control of a Biocos-WWTP. *Water Science and Technology* 2001, 43/3, S. 85-91.

AZ ATV-DVWK KEZDEMÉNYEZÉSEI A SZENNYVÍZISZAP MEZŐGAZDASÁGI HASZNOSÍTÁSÁNAK ÚJRAÉRTÉKELÉSÉBEN, A TALAJ- ÉS FOGYASZTÓVÉDELEM FIGYELEMBE VÉTELE MELLETT

Az Ön véleményét kérdezzük*

Összefoglalás

A mezőgazdaság új, az élelmiszerek fogyasztóvédelem-központú előállítására és minőségére törekvő átalakításáról szóló aktuális vita az ATV-DVWK vezetőségét arra ösztönözte, hogy az ATV-DVWK-n belül vizsgálatot indítson a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának újraértékelése érdekében. Ezért jött létre ez a beszámoló a Hulladék/Szennyvíziszap főbizottsággal és az ATV-DVWK Központi Hivatalának Hulladék és Gazdálkodás részlegével történő együttműködés segítségével. Különböző trágyázószerek származását és minőségét, a talajokban és a talaj felszínén lévő szennyezőanyagokat, az alternatív szennyvíziszap-elhelyezési módokat, valamint a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása megszüntetésének lehetséges kihatásait vettük figyelembe.

Kulcsszavak: iszap, hasznosítás, szennyvíziszap, ATV-DVWK, trágya, mezőgazdaság, talajvédelem, komposzt, hígtrágya

* Az ATV-DVWK Kíváncsi az Ön javaslataira, kommentárjára és átlásfoglalására ezzel a cikkel kapcsolatban: ATV-DVWK Központi hivatal Dipl. – geograf. Georg Schrenk, Theodor Heuss-Allee 17, 53773. Hennef. Fax: 02 242/872-135 Email: Schrenk@atv.de

Indok

Az ATV-DVWK ezen beszámoló keretében különböző adatokat és alapismereteket gyűjtött össze, amelyek fontosak a mezőgazdaság új kialakításáról szóló időszerű vitához; a fogyasztóvédelem-központú gyártás, valamint az élelmiszerek minősége szempontjából. A beszámolót előterjesztették az ATV-DVWK elnökségének, valamint az ATV-DVWK tagjai és a szakemberek számára kiindulási alapot és utalásokat tartalmaz a szennyvíziszap jövőbeni elhelyezésének újraértékeléséhez. A szennyvíziszap szennyező potenciáljának más trágyázószerekkel történő összehasonlíthatósága érdekében (2. fejezet) összeállítottuk a talajok különböző anyagáramait, ismertettünk alternatív szennyvíziszap-elhelyezési módokat és azok sejthető következményeit (3. fejezet), valamint bemutattuk a különböző szennyvíziszap-elhelyezési módok költségeinek alakulását (4. fejezet).

A kidolgozás sarkalatos pontjai különösen a következő két ATV-DVWK-beszámolóból adódtak: „Az ATV-DVWK elvárásai a politikával szemben”, 2000-ből, valamint a „Az ATV-DVWK a mezőgazdasági szennyvíz-

iszap-hasznosítás terén” a 2001-es évből. Ezekben az egyesülés következő céljait említik:

1. a körfolyamat-gazdálkodás összhangja a talajvédelemmel,
2. a szennyezőanyag-körfolyamatok megszakítása, az értékes anyagok körfolyamatának zárása, és
3. a másodlagos nyersanyag-trágyák folyamatos javítása, valamint
4. az elhelyezési módok ellenőrzése és azok igazítása a környezet- és fogyasztóvédelem követelményhez.

1. Bevezetés

A szennyvíziszap és egyéb trágyázószerek értékelésére és hasznosítási módjaira vonatkozóan új követelmények adódnak a talajvédelmi jog újabb jogi előírásából, így intenzív vizsgálatra van szükség a megelőző talajvédelem tekintetében.

A Szövetségi Talajvédelmi Törvény (BBodSchG) és a Szövetségi Talajvédelmi- és Lerakórendelet (BBodSchV) célja a talaj működésének tartós biztosítása vagy visszaállítás. Ezenkívül különösen a káros talajelváltozásokat kell megszüntetni, valamint gondoskodni kell arról, hogy ne keletkezessenek káros talajelváltozások. A káros talajelváltozások ezen törvény értelmében a talaj funkcióinak csökkenését jelentik, amely veszélyt vagy jelentős károkat okoz egyes emberek vagy a köz számára. A mezőgazdasági talajhasznosításra vonatkozóan a Szövetségi Talajvédelmi Törvény 17. §-ában rögzítésre kerültek a mezőgazdasági talajhasznosítás megfelelő szakmai gyakorlatának alapjai. Ezen alapelvek a talaj termékenysége folyamatos biztosításának, valamint a talaj mint természetes tápanyagforrás teljesítőképességének célját követik.

A megfelelő szakmai gyakorlat alapelveihez tartozik többek között az, hogy:

- a talajszerkezet megmaradjon vagy javuljon, és hogy
- a talaj felszínre jellemző humusztartalma, különösen a megfelelő szervesanyag-betáplálás, vagy a felhasználási intenzitás csökkentése által megmaradjon.

Mindemellett alapvetően megváltozott a mesterségesen előállított vegyszerek (xenobiotikumok) megítélése. Legkésőbb az EU vegyszerpolitikáról szóló „fehér könyvnek” előterjesztése után nyertek a „Megelőző anyag-

gazdálkodás a PVC példáján” című, a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal által kiadott publikációban megfogalmazott, a folyamatos és környezetbarát anyaggyártásra vonatkozó feltevések alapvető jelentőséget. Ezek után el kell kerülni, hogy maradandó vagy bioakkumulatív anyagok kerüljenek a talajba.

A „fehér könyv” sikeres EU-beli átültetése segítségével a helyzet a szennyvíziszap által tartalmazott szerves szennyezőanyagok tekintetében jelentősen javulni fog, és sor kerül az End-Of-Pipe-szemlélet beszüntetésére. A hosszú távú hatás a hulladékokban, visszamaradó anyagokban és szennyvíziszapokban lévő szennyezőanyagok mennyiségének minimalizálása lesz. Rövid távon a „fehér könyv” értelmezése segítségével lehetővé válik, hogy a különböző anyagokat a trágyázószerekben, mint pl. a szennyvíziszapban többé nem lehet majd kiszállítani a földre.

A közös Környezeti- és Agrárminiszter-konferencia idevágó határozatai is azt mutatják, hogy a szennyvíziszap mezőgazdasági kihordásának újraértékelése a tartományok politikai síkján is szükségesnek bizonyul. Ennek indoklásai változatosak, viszont a fent mondottak részben vagy teljesen visszaköszönnék bennük.

Összefoglalóan a következő alapelveket lehet megfogalmazni a fogyasztó- és környezetbarát mezőgazdaságról, valamint az ártalmatlanítási iparról:

1. A jövőben a mezőgazdaságban alkalmazandó anyagok mennyiségére és minőségére vonatkozó mértékadó feltétel a megelőző fogyasztó- és talajvédelem. Ezen szempontok mellett az értékelés során azonban a környezeti és gazdasági terheket is figyelembe kell vennünk.
2. Amennyiben a megelőző talajvédelem megköveteli, hogy a nemkívánatos anyagok bevitt mennyiségét csökkentsük, alapvetően minden beviteli módot figyelembe kell venni; a következő összefüggésben:
 - légköri bevitel;
 - trágyázószer (kereskedelmi-, gazdasági- és másodlagos nyersanyagtrágyák) általi bevitel;
 - növényvédő szerek általi bevitel;
 - öntözés általi bevitel (a szennyvízöntözést, a csapadékvíz-elszívárogtatást, valamint a növényzetes szennyvíztisztító telepeket is beleértve);
 - árvíz általi bevitel.
3. Annak érdekében, hogy megfelelő időben fogantossítsuk a megelőző talajvédelmi intézkedéseket, kínálkozik a lehetőség, hogy elsősorban a trágyázószer általi szennyezőanyag-bevitelre összpontosítsunk, mivel ezeket felületre szórva alkalmazzák, valamint részben jelentős koncentrációban tartalmaznak nemkívánatos anyagokat. Noha a légköri bevitelnek felületi szempontból van jelentősége, azokat – a határértékeket túllépő káros kibocsátások rendszeresen nagy részaránya

miatt – csak előrelátó módon, az egyre fejlődő nemzetközi levegőtisztaság-védelmi politika keretében lehet tovább csökkenteni. A továbbiakban a növényvédő szerek általában nem tartalmaznak a talajban felhalmozódó, maradandó anyagokat, és nem azonos felhasználási területen kerülnek alkalmazásra. Az öntözés általi szennyezőanyag-bevitel inkább csak térségi szempontból jelentős.

4. A megelőző talajvédelem azt a célt követi, hogy a talaj funkcióit folyamatosan biztosítsa, vagy újra helyreállítsa. Ez azt feltételezi, hogy a nemkívánatos (káros vagy potenciálisan káros) anyagok koncentrációja a talajokban hosszú távon sem emelkedik, így különösen a természetes talajfunkciókat biztosítja folyamatosan. A talajt érő hatások esetén a káros befolyások azok természetes, valamint természet- és kultúrtörténeti funkcióiban a lehető legnagyobb mértékben elkerülendők.
5. A trágyázószer által a nemkívánatos anyagok bevitelére a talajba a megelőző talajvédelemmel elviselhető, amennyiben a talajvédelem által kifejlesztett, fokozatos cselekvési tervet figyelembe veszük (lásd 9. táblázat). Maradandó vagy bioakkumulatív xenobiotikumok esetében (ezen szabály alóli kivételként) törekedni kell arra, hogy azokat szándékosan egyáltalán ne juttassuk a talajba, mivel – később kialakul egy veszélyeztető potenciál – ezek az anyagok már nem nyerhetők ki és jelenlétük kockázata később nem kerülhető el. Az ezen anyagok általi már meglévő, mindenütt előforduló terhelések szempontjából következetesen ez a szabály alkalmazható: *Amennyiben a trágyázószer nem tartalmazza ezen anyagok nagyobb koncentrációját, mint a talaj mindenütt előforduló terhelése, a trágyázószer használata megengedhető, mivel ezzel a talajminőséget nem rontja.*
6. A trágyázószerekben található nemkívánatos anyagok mennyiségét és koncentrációját azok növényélettani szempontból rendelkezésre álló tápanyagtartalmára kell vonatkoztatni, mivel
 - az alkalmazott trágyamennyiség szempontjából a tápanyag-igény a limitáló tényező (legalábbis a „megfelelő szakmai gyakorlat szabályai” alapján annak kell lennie), ezzel pedig a szennyezőanyag-bevitelt is korlátozzuk, és
 - így összehasonlítható a különböző trágyázószer „szennyezőanyag-intenzitása”.
7. A talaj funkcióinak hosszútávon történő biztosítása, és ezzel a folyamatosság teljesítése értelmében javasolt a trágyázószer általi nehézfém-bevitelt már az előírt értékek elérése előtt csökkenteni, hogy meghosszabbítsuk a kedvező talajhasznosítás időtartamát.

2. Trágyázószerek összehasonlítása

2.1. Az alkalmazott anyagok eredete, előfordulása és minősége

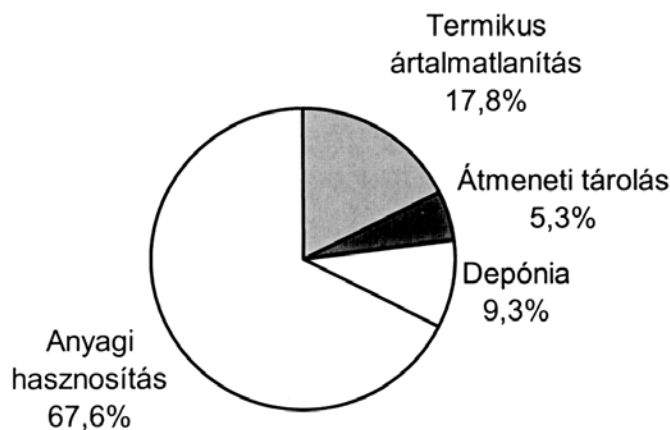
A szennyvíziszapok ártalmatlanítása mind mennyiségi-, mind pedig minőségi problémát okoz. A szennyvíziszapok másodlagos nyersanyagtrágyaként történő hasznosítása vetélkedik egyéb trágyázószerekkel; hasonló eredetűekkel (trágya és hígtrágya), ásványi és egyéb másodlagos nyersanyagtrágyákkal, mint pl. a komposzt. Ezért először az össz-mennyiségek vizsgálata tűnik szükségesnek.

2.1.1. Szennyvíziszap

Németországban kb. 10.550 darab szennyvíztisztító telep üzemel, kb. 153 millió lakosegyenértéknyi kapacitással [1]. Ahogy az **1. táblázatból** is látszik, 19,1 millió lakosegyenérték kapacitású, kb. 8.600 darab szennyvíztisztító telep sorolható be az 50-10.000 lakosegyenérték közötti nagyságrendű kategóriába. Ez a szennyvíztisztító telepek darabszámának 82%-át és a kapacitás 12,5%-át jelenti.

A Szövetségi Statisztikai Hivatal felmérése szerint 1998-ban körülbelül 2,51 millió tonna szennyvíziszap-szárazanyag keletkezett. Ennek teljes mennyiségéből további kezelés céljából kb. 270 000 tonna szárazanyagot (TM) szállítottak más szennyvíztisztító telepre, illetve kb. 120 000 tonna szárazanyagot átmeneti tárolásnak vetettek alá, későbbi hasznosítás/ártalmatlanítás céljából. Míg kb. 400 000 tonna szárazanyagot termikus úton ártalmatlanítanak, és kb. 209 000 t szárazanyagot deponálnak, az anyagi értékesítésnek kb. 1,5 millió tonnányi szárazanyagot vetettek alá.

Ahogy ezen adatokból egyértelműen kitűnik, a Szövetségi Statisztikai Hivatal a „más szennyvíztisztító telepre történő átadás” kategóriában kiszámított egy értéket. A Szövetségi Hivatal közleménye szerint elképzelhető, hogy kétszeres számbavételről van szó, mivel a felvevő szennyvíztisztító telep esetében a véglegesen megmaradó szennyvíziszap-mennyiséget veszik figyelembe. Azon feltevés mellett, hogy az átadott szennyvíziszap-mennyiség részaránya levonandó, 2,24 millió tonna mennyiségű szennyvíziszap-szárazanyag adódik. A szennyvíziszap különböző ártalmatlanítási módjainak részarányát az **1. ábra** mutatja.



1. ábra: A szennyvíziszap-elhelyezés részaránya (rendezés után)

Hadd utaljunk ezen a helyen arra, hogy azokat a mennyiségeket, amelyeket az 1998-as évben átmenetileg tároltak, egy későbbi időpontban ártalmatlanítani kell, ezért aztán azok újra felbukkannak a statisztikai kiértékelésben. A **2. táblázatban** összefoglaltuk a szennyvíziszap által tartalmazott szennyezőanyagokat. A mennyiségi

Szövetségi tartomány	Kis szennyvíztisztító telepek		Szennyvíztisztító telepek							
	50-999 LE		1 000-5 000 LE		5 001-10 000 LE		10 001-100 000 LE		> 100 000 LE	
	Szám	LE [ezer]	Szám	LE [ezer]	Szám	LE [ezer]	Szám	LE [ezer]	Szám	LE [ezer]
Baden-Württemberg	290	137	374	975	148	1 109	284	8 688	43	10 713
Bajorország	1 545	540	878	2 250	207	1 600	349	10 660	37	12 260
Berlin	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4 884
Brandenburg	124	47	69	155	35	289	55	1 843	3	448
Bréma	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1 646
Hamburg	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 000
Hessen	212	102	289	689	77	602	160	5 154	11	4 392
Mecklenburg-Előpommeránia	310	87	100	150	24	125	41	945	5	845
Alsószászország	269	57	254	620	257	2 643	123	4 910	33	7 561
Északrajna-Westfália	140	100	296	900	250	2 900	196	9 700	63	22 800
Rejna-Pfalz	266	123	318	771	70	517	140	3 861	9	1 816
Szárvidék	11	5	32	76	11	83	29	1 117	2	370
Szászország	520	162	181	405	42	348	71	1 967	10	2 370
Szász-Anhalt	201	82	87	186	19	134	66	1 966	8	1 772
Schleswig-Holstein	426	130	70	133	57	533	37	1 631	10	3 349
Thüringia	141	60	59	148	27	239	33	1 605	5	1 139
Németország	4 455	1 632	3 007	7 458	1 224	11 122	1 584	54 047	249	78 365

1. táblázat

A szennyvíztisztító telepek száma Németországban (Forrás: ATV-DVWK-szennyvíztisztító telep-szomszédolások; 4/2000)

adatokat a SZÖVETSÉGI STATISZTIKAI HIVATAL adatai alapján állítottuk össze, a „Nyilvános szennyvízelhelyezés, 1998 (§ 6 UstatG) – kiválasztott előzetes eredmények –” 2001. március 8., 1998-as adatok alapján. A szervetlen szennyezőanyag-tartalom adatait a SCHAAF, VDLUFA-sorozat 53/2000, Hessen tartomány 1999-es adatai alapján, a szerves szennyezőanyag-tartalom adatait a Szövetségi Környezetvédelmi Minisztérium 2/1999, 1996-os, ill. 1997-es adatok alapján nyertük.

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	AOX	PCB	PCDD/PCDF
	mg/kg szárazanyag									
Tartalom	0,99	38,4	217	0,43	32,1	63,7	753	196	0,154	17

2. táblázat:

Szennyvíziszapok szennyezőanyag-tartalma (SCHAAF/2000)

2.1.2. Komposzt

A komposztok mennyiségére és nehézfém-tartalmára vonatkozó adatokat a Szövetségi Komposzt Minőségi Közösség bejegyzett egyesület (e. V.) bocsátotta rendelkezésünkre (3-5. táblázat). A tápanyag-tartalomra vonatkozó adatokat POLETSCHNY adatai és a KTBL-sorozat „A mezőgazdasági maradékanyag-hasznosítás jogi keretfeltételei” című kiadványa alapján állítottuk össze, 13. oldal, az adatok éve ismeretlen.

Keletkezett összmenyiség, 1999	4 500 000 t
Keletkezett szárazanyag-mennyiség, 1999	2 850 000 t szárazanyag, ebből 36% a mezőgazdaságban hasznosítva

3. táblázat: Keletkezett komposztmennyiség

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	mg/kg szárazanyag						
Tartalom	0,51	25,02	50,16	0,17	15,66	50,93	189,99

4. táblázat:

Minősített telepekről származó komposzt nehézfém-tartalma, a Szövetségi Komposzt Minőségi Közösség bejegyzett egyesület adatai alapján, 2000

Tartalom mg/kg szárazanyagban	Biokomposzt	Zöldkomposzt	Háztartási hulladék-komposzt
AOX [2]	0,04		5,1
PCB [3]	0,44	0,2	1,6
PAK [4]	1,707	1,560	4,412
PCDD/PCDF [3] ngTE/kg TM-ben	14,8	11	103

5. táblázat: Szerves szennyezőanyag-tartalom a komposztban

2.1.3. Gazdálkodásból keletkező trágyák

A mennyiségi és az állatállományra vonatkozó adatokat a Szövetségi Mezőgazdasági Minisztérium által kiadott Táplálkozási-, Mezőgazdasági- és Erdészeti Statisztikai

Évkönyvből vettük, 2000-ből (kiadó: Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup) (6. és 7. táblázat). Az adatok egységessége miatt – különösen a táp- és szennyezőanyagok szempontjából – a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal 44/00-ás adataihoz nyúltunk vissza. A táp- és szennyezőanyagokra vonatkozó adatok a SCHAAF, VDLUFA-iratokból származnak, 53/2000, Hessen tartomány adatai, 1999.

Állatorvosi készítmények felhasznált mennyisége

Az állatgyógyászati gyártási megbízások keretében 1997-ben a vizsgált területen szűk 76 000 kg tiszta hatóanyagot rendeltek takarmánygyógyszernek; az antibiotikus módon ható anyagok részaránya 91% volt. Míg a megbízások 89%-a sertésekre vonatkozott (szárnyasok 9%, hizómarha 2%), a teljes hatóanyag-mennyiségnek csupán 72%-a jutott ezekre az állatokra (szárnyasok 27%). Az össztermelésből a csirke 39%-a, a pulyka 53%-a, a süldő malac 27%-a, valamint a hizók 71%-a esetében adtak gyógyhatású takarmányokra vonatkozó gyártási megbízást. Az esetleges kétszeres kezelést azonban a számítás során nem tudtuk figyelembe venni.

A tetraciklinek 58%-os antibiotikum részarányával a legjelentősebb anyagcsoportot jelentették. Ki kell emelnünk továbbá a szulfonamidokat (21%), az aminoglikozidokat (10%), a β -laktámokat (5%), valamint a polimixineket (3%). A tetraciklin-fogyasztás 78%-a a sertésenyésztéshez rendelhető.

	Hizó		Csirke	Pulyka	Fejőstehén	
	Hígtrágya m ³	Szilárd trágya t	Szilárd trágya t	Szilárd trágya t	Hígtrágya m ³	Szilárd trágya t
Állatok száma 1997-ben	16 837 000	49 334 000	8 315 000	4 579 000		
Állatonként és évente keletkezett fajlagos mennyiség	0,88	0,36	0,0011	0,0188	12,9	7,05
Szárazanyag-tartalom (%)	6	22	60-80	55	8	22
Keletkezett összmenyiség 1997-ben	14 816 560	6 061 320	54 267	157 985	59 069 100	32 281 950
Keletkezett szilárdanyag-mennyiség 1997-ben	888 960	1 333 490	37 987	86 892	4 725 528	7 102 029

6. táblázat: A gazdálkodásban keletkezett trágyák

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	mg/kg szárazanyag						
Sertés-hígtrágya	0,32	5,07	174	0,02	7,87	3,09	670
Marha-hígtrágya	0,27	3,66	29,3	0,02	4,45	2,64	177

7. táblázat: Átlagos nehézfém-tartalom a hígtrágyában

2.1.4. Ásványi trágyák

A felhasznált ásványi trágyák adatait trágyafajta szerint a Szövetségi Mezőgazdasági Minisztérium által kiadott Táplálkozási-, Mezőgazdasági- és Erdészeti Statisztikai

Évkönyvből vettük, 2000-ből (kiadó: Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup).

2.2. Szennyezőanyag-mennyiségek a talajokon és talajokban

A káros szennyezőanyag-bevitel korlátozása érdekében a talajvédelem részéről kidolgozásra került a fokozatos cselekvési terv, amely különböző lehetőségeket tartalmaz az anyagbevitel korlátozására; a szennyezőanyagok fajtájának és viselkedésének, valamint a lehetséges cselekvési mozgáster figyelembe vétele mellett (9. táblázat).

Az általános minimalizálási stratégia (1. lehetőség) és a bevitel/kihordás-egyensúly korlátozása (2. lehetőség) mellett harmadik lehetőség gyanánt egyezményeket vezetünk be a megengedhető szennyezőanyag-mennyiségek korlátozására időszakosan tolerálható, időegység alatti feldúsulások formájában. A 3. lehetőség messzeemenően megfelel a „Levegő tisztántartása” nevű Német Mérnökegyesület-beli bizottság által a „Talaj védelméről” szóló, a 3956. sz. irányelvben felállított tervezetnek. Itt abból indultunk ki, hogy műszaki csökkentési intézkedések által elérhető a 2. lehetőség szintjének megfelelő bevitel, valamint, hogy időről-időre megtörténik az ide vonatkozó mennyiségi szabályozás illesztése.

Az előrelátás cselekvési küszöbe a Szövetségi Talajvédelmi Törvény szerint az aggodalom-elv. A káros talajelváltozás kialakulásától való félelem adott, amennyiben a talaj működésének, hasznosításának térségi, hosszú távú vagy összetett hatásai miatt káros talajelváltozások fellépésétől tartunk. A káros talajelváltozás ezen törvény értelmében a talaj funkcióinak olyan megváltozása, amelyek alkalmasak veszély, jelentős hátrány vagy jelentős terhelés okozására az egyén vagy a közösség érdekében. A gondoskodási kötelezettség teljesítéséhez el kell kerülni, vagy csökkenteni kell a talajra való káros behatásokat, amennyiben ez a telek hasznosítási céljával is összhangban áll.

Kereskedelemben kapható trágyák értékesítése	Ammónia salétromfajták	Szuperfoszfát	Kálium-klorid	Összetett trágya	Mésztrágya
Nitrogén N	1 331 300 t			245 700 t	
Foszfát P ₂ O ₅		47 600 t		361 000 t	
Káli K ₂ O			249 600 t	312 000 t	
Égetett mész CaO					2 508 300 t

8. táblázat: Ásványi trágyafogyasztás trágyafajták szerint

A Szövetségi Talajvédelmi Törvény szerinti szakmai iránymutatók alapján a talaj, mint védendő közeg, és az arra levezetett határértékek számára a következőknek van alapvető jelentősége:

- a természetes talajfunkciók, mint pl. a növényzet vagy a talajban lévő organizmusok élőhelye, a természetes háztartás szabályozóeleme (szűrő, tároló,

1. lehetőség: A káros anyagbevételek elkerülése, ill. csökkentése

- minimalizálás, zéró bevitel,
- a készletek változatlanok maradnak.

2. lehetőség: A bevételek egyensúlyi korlátozása átmenetileg tolerálható anyagkihordással

- számított kihordás,
- helyszínre jellemző anyag-átalakítás,
- lebontási arányok,
- számított átmenetileg tolerálható anyagbehordás.

3. lehetőség: Szabályok felállítása az átmenetileg tolerálható anyagfeldúsulásokról és -anyagbevételekről, meghatározott peremfeltételek mellett

- a különböző beviteli módok kvótájának megszába,
- a járulékos bevételek kiegyenlítése a háttérték és az előre meghatározott érték között, az össztartalmat alapul véve (idősik: 200 év, a hasznosításra jellemző talajmélység),
- hatásközpontú szemlélet: mobilis anyagtartalom, hatásküszöb,
- térbeli differenciálás, különösen az előzetes terhelésnél.

9. táblázat:

Cselekvési terv a talajba történő szennyezőanyag-bevitel korlátozására [5]

kiegyenlítő), valamint a mező- és erdőgazdálkodási hasznosítás helyszíne,

- a talaj védelme a talajvíz közvetett védelme érdekében, valamint
- az emberi egészség (különösen a talajrészecskék vagy a talajból kipárolgó anyagok táplálékkal való elfogyasztása vagy belélegzése, valamint közvetve a takarmányanyagok és élelmiszerek talaj által közvetített szennyeződése, beleértve a talaj- és ivóvizet is).

Olyan talajok esetében, amelyek bizonyos anyagokból természetüknél fogva megemelkedett mennyiséget tartalmaznak („geokémiai különlegességek”), a káros talajelváltozások veszélye csak abban az esetben áll fenn, ha ezek az anyagok bizonyos hasznosítás vagy használat során felszabadultak, illetve felszabadulnak, vagy hasonló anyagok ember általi bevitelére történt.

2.2.1. Bevételek

A talajok szennyezőanyagban való feldúsulásakor a nehézfémek és a perzisztens szerves szennyezőanyagok különösen nagy jelentőségűek. A 10. táblázatban összefoglaltuk a trágyázószerek által bevitt szennyezőanyag-mennyiségeket, abban az esetben, ha a meglévő adatmennyiség megfelelő volt.

Ezeket az értékeket a megfelelő szakmai gyakorlat szerint történő alkalmazás során nyertük, vagyis, a szennyvíziszap-mennyiséget a foszfor, mint korlátozó tényező alapján számíthatjuk. Itt nem csak a Hulladék-Szennyvíziszap-Rendelet és a Biohulladék-Rendelet szerinti maximálisan lehetséges kihordási mennyiségeket alkalmaztuk, hanem a szennyvíziszap esetén 1,0 t szárazanyag/ha-t, ez három év alatt 3 t szaratanyag/ha-nak felel meg, a komposzt esetében pedig

6,67 t szárazanyag/ha-ral számoltunk, ami három év alatt 20 t szárazanyag/ha-nak felel meg.

A különböző trágyázószerek (10. táblázat) említett szennyezőanyag-tartalmainak kiértékelése a komposzt-kihordás esetén a kadmiumra, a higanyra, a nikkelle, az ólomra, a PCB-kre, valamint a dioxinokra és a furánokra a legmagasabb értékeket mutatja. A sertétrágya tartalmazza a legnagyobb mennyiségű szennyezőanyagot a réz és a cink esetében, amit elsősorban a takarmány-adalékanyagok szabnak majd meg. A „Thomasfoszfat” nevű ásványi trágya összetételének vizsgálata során a króm dominál. A szennyvíziszap az AOX paraméterre mutatja a legnagyobb szennyezőanyag-mennyiséget.

Az alkalmazott elemzési adatok nem ugyanabból a forrásból származnak, így a komposztra vonatkozó adatok a szerves szennyezőanyag-paraméterek 1993/1996-ból, illetve 1998-ból származnak (lásd 5. táblázat). Ez azt jelenti, hogy a fent említett összehasonlítás csak korlátozottan értékelhető. A tudományos összehasonlítás elkészítése érdekében ugyanazon időintervallumokból kell adatokat gyűjteni, lehetőleg az egész országból. Ilyen adatok sajnos nem állnak rendelkezésünkre.

	Gazdálkodásból eredő trágya		Ásványi trágya		Komposzt	Szennyvíziszap
	Hízók	Fejős-tehenek	Triple-szuper-foszfát	Thomas-foszfát		
	Trágya	Trágya				
	g/(ha*a)					
Cd	0,6	0,42	2,48	0,08	3,4	0,99
Cr	14,1	10,95	26,67	257,78	166,9	38,4
Cu	463,5	66,75	2,53	5,28	334,6	217
Hg	0,03	0,09	Nincs adat	Nincs adat	1,1	0,43
Ni	15,45	8,85	3,36	0,83	104,5	32,1
Pb	9,3	11,55	1,11	1,11	339,7	63,7
Zn	1 287,00	405	45,28	9	1 267,2	753
AOX					0,3	196
PCB					2,93	0,15
PCDD/PCDF				$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	
PAK					11,4	

10. táblázat:

Éves szennyezőanyag-mennyiség gramm/hektárban egyetlen trágyázószerezrel történő kizárólagos trágyázás esetén; a felhasznált mennyiség a megfelelő szakmai gyakorlatnak felel meg

2.2.2. Kihordások

A talajból történő anyagkihordás a learatott termés és az elszivárgó víz, illetve adott esetben az erózió következménye. A következőkben a kadmium példáján mutatunk be számítási példát a talajokból történő maximális anyagkihordásra. Ez a számítás képezheti az alapját a „bevitel = kihordás-számításnak” (a „cselekvési terv a talajba történő szennyezőanyag-bevitel korlátozására” 2. sz. lehetősége). Ezek után levezethető a 12 g értékű maxi-

málisan „tolerálható” összebevétel, szigorúan egy hektárnyi terület minden lehetséges beviteli módjára vonatkoztatva. A 12 g Cd/(ha · a) a **11. táblázatban** lévő számításból adódik.

A 4. számú Szövetségi Talajvédelmi Rendelet 2. függeléke által tartalmazott határértékek túllépése esetén bevitelként már csak a további járulékos terhelések (6 g Cd/(ha · a)) megengedhetők. A szennyvíziszap és a komposzt kihordása a Hulladék-Szennyvíziszap-Rendelet, illetve a Biohulladék-Rendelet által a talajra vonatkozó előírt határértékek túllépése esetén tilos.

Az előírt határértékek eléréséig a talajvédelmi szabályozások nem írnak elő mennyiségi korlátozást. A hasznosítás által korlátozott bevitellekkel, valamint a levegővel közvetített mennyiségekkel jelenleg az „elviselhető” bevitelleket már majdnem teljesen kiaknázhatjuk.

A szennyezőanyagok talajszinthez képesti mérlegének elkészítése során figyelembe kell venni, hogy a másodlagos nyersanyagtrágyák (pl. szennyvíziszap és komposzt) koncentrációi csak ásványosított formában hasonlíthatók össze. Ez az állapot azonban a talajra történő kihordás esetében ezen anyagcsoportok humusztartalma miatt nem adott.

Mindezen túlmenően a légkörön keresztül is kerül szennyezőanyag a talajba. Felületi szempontból a nehézfém-bevitel alacsonyabbak, mint a különböző trágyázószerek általi bevitel. Ezen légköri bevitelken keresztül azonban nem jelentéktelen mértékben savas összetevők is bekerülnek, amelyek a talajban pH-érték-csökkenést okozhatnak. Ezáltal a talajban lévő nehézfémek – különösen a kadmium – mobillá válnak, de ezen nehézfémek eredete nem döntő jelentőségű. A hasznosított területeken ezeket a hatásokat általában kiegyenlíthetjük a talaj pH-értékének bizonyos semleges célértékre történő beállítása segítségével. A nem hasznosított területeken (pl. parlag, erdőségek) nem várható ilyen kiegyenlítő hatás. Ezeket a területeket megelőző talajvédelem keretében utókezelésnek kell alávetni (pl. meszezés vagy a levágott anyag eltávolítása).

200 mm-es átlagos beszivárgóvíz-mennyiség esetén, 5 µg/l Cd-os [6] minimális küszöbérték mellett a talajban szivárgó vízzel 10 g/a/ha Cd-nyi (határérték) elviselhető kihordás keletkezik	5 µg/l Cd 10 g/a/ha Cd
10 t búzatermés esetén, ha a búzaszemben 0,2 mg/kg Cd található (élelmiszerjogilag elviselhető maximális érték),	0,2 mg/kg Cd
2 g/(ha · a) „elviselhető” kihordás keletkezik, az „elviselhető” teljes mennyiség pedig	2 g/(ha · a)
12 g/(ha · a) Cd (abszolút felső határ)	12 g/(ha · a) Cd

11. táblázat:

A talajokból való maximális összkihordás számítása a kadmium példáján

3. Alternatív szennyvíziszap-ártalmatlanítási módok – a meglévő égetési kapacitások becslése

A szennyvíziszap ártalmatlanítása során megkülönböztetjük a hasznosítási- és elhelyezési módszereket. A hasznosítás során a szennyvíziszapot előkezelte vagy kezeletlen formában a földekre hordják, illetve bedolgozzák a talajba. Az elhelyezési módszerek esetén a szennyvíziszapokat termikus módon kezelik és a visszamaradó anyagokat értékesítik vagy elhelyezik, illetve a szennyvíziszapot lerakóba helyezik. A szennyvíziszapok hasznosítása a mezőgazdaságban, a földművelésben, a tájépítésben vagy a rekultiváció területén történik. A szennyvíziszapokat különböző minőségben, ill. különböző előkezelési módok után alkalmazhatjuk.

A kommunális szennyvíziszapot ma főleg mono-égetőművekben termikusan kezelik; melynek során olyan technológiákat alkalmaznak, mint pl. az örvényáram vagy az emeletes kemencék. A szennyvíziszapokból részben gázt is fejlesztenek, vagy együttes égetésnek vetik alá. A jövőben ezen a területen megnövekedett mértékben kell számolni az együttes égetőművek alkalmazásával, ilyenek például a háztartásiszemét-égető berendezések, erőművek vagy cementművek. A szennyvíziszap termikus kezelése során – módszertől függetlenül – a szárazanyag-tartalom kb. 50%-át kell hamu formájában hasznosítani vagy eltávolítani. Járulékosan a füstgáz-tisztítás során finom por is keletkezik, amelyet különösen figyelmesen kell eltávolítani. A mono-szennyvíziszap- és a hulladékégető-berendezések megfelelnek a 17. Szövetségi Kibocsátási Rendelet követelményeinek. Ez erőművek és cementművek esetén csak részben igaz.

Manapság a szennyvíziszapnak csupán 9,3%-át deponálják (lásd 1. ábra), ez 210 000 t mennyiségű szárazanyagot felel meg. A Hulladéklerakási Rendelet szerint a jövőben a szennyvíziszapot, annak szervesanyag-tartalma miatt nem szabad többé lerakóba helyezni. A háztartási szeméttel együttesen történő mechanikai-biológiai előkezelés adott esetben lehetővé teszi a jövőbeni lerakást. Az előkezelés során lehetséges, hogy a C/N-arány megváltoztatása által nagyobb mértékű biológiai lebontás történjen. Ezen elhelyezési mód esetében még szükség van kutatásra.

A fent említett módszereken túl folyik a vita a szennyvíztisztító telepen a foszfor visszanyeréséről. Ennek során figyelembe kell venni, hogy ezen módszereket az ártalmatlanítási módszerek mellett, kiegészítőleg kell alkalmazni, mivel a szennyvíziszapnak csupán egy alkotóelemét vonjuk ki. Ez azt jelenti, hogy ártalmatlanítási módszert – hasznosítást vagy eltávolítást – kell járulékosan alkalmazni.

3.1. Szennyvíziszapok termikus kezelése

A 12. táblázatban ismertetjük a szennyvíziszapok termikus kezelő berendezéseinek kapacitását Németországban. A táblázat elkészítéséhez a jelenleg már létező, valamint az engedélyezett berendezések kapacitását vettük figyelembe, amelyek megfelelnek a 17. Szövetségi Kibocsátási Rendeletnek. A táblázat alapjául a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal kiértékelései (Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal-szövegek 72/98), valamint a Stuttgarteri Egyetem Módszerttechnikai és Gőzkazántani Intézetének kutatási terve szolgált (végső beszámoló: „Vizsgálatok a szennyvíziszap, háztartási szemét és biomassza szénerőművekben történő együttes égetésének helyzetéről”, 2000. március).

Nyilvános mono-szennyvíziszap-égető berendezések	385 000 t szárazanyag/a
Saját üzemi tulajdonú szennyvíziszap-égető berendezések	207 000 t szárazanyag /a
Háztartási hulladékégető-berendezésekben történő együttes égetés	120 000 t szárazanyag /a
Szénerőművekben történő együttes égetés (kísérleti berendezéseket is beleértve)	536 000 t szárazanyag /a
Összeg	1 248 000 t szárazanyag /a

12. táblázat:

A 17. Szövetségi Kibocsátási Rendeletnek megfelelő, jelenleg már létező, valamint az engedélyezett berendezések égetési kapacitása

Ahogy az a táblázatból is látszik, jelenleg kb. 1 250 000 t szárazanyagnyi termikus kapacitás áll rendelkezésünkre, amelyből 400 000 tonnányit használnak. Vagyis, még 850 000 tonna szennyvíziszap-szárazanyagot lehetne együttesen égetni, ami a jelenleg hasznosított szennyvíziszap-mennyiség kb. 57%-ának felel meg.

Ez azt jelenti, hogy az ismertetett meglévő, illetve engedélyezett égetési kapacitások esetén kb. 1 millió tonna szennyvíziszap-szárazanyag-veszteség áll fenn. Ezen iszapmennyiséget jelenleg lerakóba helyezik, átmeneti tárolásnak vetik alá, vagy anyagát hasznosítják. Felmerül a kérdés, hogy a szennyvíziszap anyaga hasznosításának rövidtávú kimaradása esetén az ártalmatlanítási biztonság biztosítható-e?

A már most is kirajzolódó kapacitásbeli probléma mellett az EU égetésre vonatkozó irányelvének szükséges átültetése a helyzet további kiélezéséhez vezet. Ennek érdekében, hogy a megfelelő határértékeket betarthassuk, adott esetben füstgáz-tisztító berendezéseket kell utólagosan felszerelni, mivel az eddigi az eltávolozó gázra vonatkozó elegyítési szabályozásról le kell mondani. Ez a rendelkezésre álló kapacitások teljes újraértékelését eredményezi majd.

A fenti fejtegetésben azt is figyelmen kívül hagytuk, hogy a 2005-ös évtől kezdődően a Hulladéklerakási Rendelet következetes átültetése esetén szükségszerűen bekövetkezik majd a hulladékgazdálkodás alapvető megváltozása.

3.2. A foszfor szennyvízből vagy szennyvíziszapból történő visszanyerésének lehetőségei

3.2.1. Phosstrip-módszer

A Phosstrip-módszert (példa: darmstadti szennyvíztisztító telep) mostanában a foszfor visszanyerésének egyik lehetőségeként említik. A módszer célja kalciumfoszfát előállítás. Mivel azonban a mésszel történő sztripp-módszer üzemzavarokhoz vezetett, és az így nyert anyag eladhatatlan volt, a berendezést alumínát-kicsapatószer használatára állították át.

Trittin szövetségi miniszter 2001. május 31-én kelt írásában arra utalt, hogy ebben a technológiában egy jövőbeni foszfor-visszanyerési lehetőség rejlik.

3.2.2. Magnézium-ammónium-foszfát kicsapatása

A magnézium-ammónium-foszfát kicsapatása már régóta ismert, és a megfelelő technológiákat a hígtrágya esetében kísérletezték ki. Az ammónium és a foszfát egyidejű kicsapatása a szennyvízből magnéziumoxid-adagolás segítségével lehetséges, amennyiben a sztöchiometriai arányokat ($MgNH_4PO_4$) és a pH-értéket (pH 8,5–9) helyesen állítottuk be.

Az eredményként kapott $MgNH_4PO_4$ -kristályok jól tárolhatók, a növényzet által könnyen felvehető, mellékhatások messzemenően nem ismertek, és higiéniai szempontból sem jelentenek gondot. Ez a módszer általában a szennyvíz pH-értékének növekedésével jár együtt.

A nyers szennyvízzel érkező foszformennyiség kb. 30%-át, és az érkező nitrogénmennyiség kb. 20%-át nyerhetjük vissza ezen a helyen. E lehetőségen kívül a szennyvíztisztítás során különböző pontokat találhatunk a technológiai folyamatban, amelyek a foszfor és/vagy a nitrogén mennyiségileg jelentős visszanyerését teszik lehetővé.

3.2.3. Struvitkicsapatás

Japánban (Shimane Prefecture Shiniji East Clean Center) valósult meg nagyüzemi méretekben a szétválasztott struvitkicsapatás 1994-ben (45 000 m³/d tisztítási kapacitás). Darmstadtban is végeztünk ilyen elv alapján üzemelő nagyüzemi kísérletet. Mindenesetre a mindenkori szennyvíztisztító telepek optimalizálására volna szüksége.

Figyelembe kell venni azt is, hogy az ilyen módszereket a meglévő kicsapatási folyamatokon túlmenően kell elvégezni, és hogy a szennyvíziszapok ártalmatlaní-

tási kötelezettsége továbbra is fennáll. Ennek megfelelően további járulékos beruházási- és kezelési költségek várhatók. Ezen pénzüsszegeket a foszfáttartalékok megóvása érdekében kell előteremteni, nem pedig a szennyvíztisztításhoz. Ebből kifolyólag azt is meg kellene vizsgálni, hogy képes-e a lakosság által fizetett díjkeret fedezni ezeket a járulékos költségeket.

A „Szennyvízből és/vagy szennyvíziszapból történő foszforvisszanyerés” témában még kutatási igény áll fenn.

4. A mezőgazdasági szennyvíziszap-hasznosítás felhagyásának következményei

Különböző helyekről azt követelik, hogy fejeződjön be a szennyvíziszap anyagának hasznosítása. A szennyvízelhelyezésre való kihatásokat, és a továbbiakban adódó kérdésfeltevéseket ezidáig még csak nem kielégítő mértékben, illetve nem összefüggéseiben vitatták meg. A következőkben felsorolunk néhány olyan pontot, amelyek figyelembe vétele fontosnak tűnik.

- Talajvédelmi szempontok szerint kell megvizsgálni, és adott esetben korlátozni minden másodlagos nyersanyag-, gazdálkodásból eredő és ásványi trágya használatát. A szennyezőanyag-bevitelek mértékében kellene egyéb problémás eseteket, mint többek között a levegőből származó, vagy a csapadék útján bejutó hatásokat is átgondolni.
- A hasznosítási tilalom, ill. a szennyvíziszap anyagának hasznosításáról való lemondás követelményének átültetése által jelentős mértékben műszaki és módszerttechnikai ráfordításoknak kell teljesülnie a szükséges infrastruktúra megteremtéséhez. A továbbiakban a meglévő szennyvíztisztító telepeken kell figyelembe venni a jelentős mértékű hiányos beruházásokat, ahol adott esetben ki kell elégíteni a pótlólagos követelményeket.
- A termikus ártalmatlanítási lehetőségeknek kielégítő mértékű a kapacitása a keletkező szennyvíziszapmennyiség felvételéhez. Ezek után féltő, hogy nagy területeken hiányozni fog az ártalmatlanítási biztonság. A megfelelő erőművek utólagos felszerelése bizonytalan és a Szövetségi Kibocsátási Rendelet 17§-a figyelembe vételével kell bekövetkeznie.
- A mezőgazdasági szennyvíziszap-hasznosítására vonatkozó tilalom a jelenlegi jogi helyzet szerint elmenthető áll az érvényes EU-jogrenddel. Ezért tilalommal nem állhat összefüggésben semmiféle szennyvíziszap-ártalmatlanítási jogbiztonság.
- A szerves szennyezőanyagok által fennálló, a vízre, a talajra és a levegőre vonatkozó lehetséges veszélyeztetés figyelembe vételével a szennyvíztisztító telepek kifolyását, illetve a szennyvíztisztítás hozzá tartozó módszertchnikáját is át kell gondolni.

- A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása arra kényszeríti a szennyvízipar területén illetékeseket, hogy odafigyeljenek ezen ártalmatlanítási mód szakszerű alkalmazására, ami nem csak a szennyvíziszap minőségét, hanem a vizek védelmét is szolgálja.
- A recycling-utak (a foszfor visszanyerése) megváltoztatása által a különböző anyagok – például a dúsítatlan só, mint kicsapatószer – meglévő és évek óta használt hasznosítási lehetőségeit gátoljuk vagy akadályozzuk meg. Ezen anyagok számára aztán új módszereket kell keresni, vagy járulékos, ártalmatlanítandó anyagként jelennek meg a vegyiparban. Ezen túlmenően, a foszfor visszanyerése során nagymennyiségű lúgot vagy meszet kell alkalmazni a pH-érték beállításához. A mész adagolása során egyidejűleg nagymennyiségű nehézfémeket, pl. kadmiumot is bejuttatunk.
- A szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításával a tápanyagokat és a szerves anyagokat visszajuttatjuk az anyagi körforgásba. Ez a nyersanyagforrás- és talajvédelmet szolgálja, valamint költségeket és energiát takarít meg. Az értékelés során újdonság a szennyezőanyag-potenciál erős kihangsúlyozása.
- A világ kadmiumban szegény nyersfoszfor-készletei már csak 30 évre elegendőek. Az évente alkalmazott P-ásványi trágyamennyiség átlagosan 13,1%-át helyettesítik a hasznosított szennyvíziszapban rendelkezésre álló foszforral. A foszfor tápanyag-körforgásba történő visszavezetésének jelentősége az állati csontliszt égetésével egyre nagyobb lesz. Az állati csontliszt évente kb. 28 465 t foszfort vált ki a mezőgazdasági anyagkörforgásban. Ez a P-ásványi trágya-igényből még 15,8%-ot jelent. Azon feltevés figyelembe vételével, hogy Németország felhagyja a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításával, a csontliszt-égetéssel 52 225 t foszfort kell évente járulékosan előteremteni ásványi trágyaként, amelyet a mezőgazdaságnak kell finanszírozni. A jelenlegi árszerkezet szerint ez évente 104,5 millió márka.

4.1. Az ártalmatlanítási módoknak az anyagi-, illetve mezőgazdasági hasznosításról termikusra történő változtatásakor fellépő költségek meghatározása

A kezdetben említett teljes lakosegyenérték-kapacitásból (153 millió LE) kiindulva kb. 27 millió lakosegyenértéknyi keletkező szennyvíziszapot termikus kezelésnek vetnek alá [7], és kb. 15 millió lakosegyenértéknyit lerakóban helyeznek el. Anyagi hasznosítás 103 millió lakosegyenértéknyi szennyvíziszap-mennyiséggel történik. A fennmaradó, kb. 8 millió lakosegyenértéknyi mennyiséget hosszú távon átmeneti-

leg tárolják. Ezzel a kb. 126 millió lakosegyenértéknyi – kb. 1,9 millió t szárazanyag – szennyvíziszap-szárazanyag termikus kezelése közép-, ill. hosszú távon késlekedik. Ahogy a **13. táblázat** is mutatja, a helyszínek közeli, mezőgazdasági folyékony szennyvíziszap-értékesítés szárazanyag-tonnánként 380,- márkába kerül.

A termikus kezelés esetén víztelenítéssel és szállítással együtt kb. 850,- márka/t szárazanyag-ból indulhatunk ki (**14. táblázat**).

Az ebben a beszámolóban megadott költségek egy bizonyos technológiai módszerre jellemző, jelenleg szokásos piaci árakból indulnak ki. A legtöbb konkrét esetben a tényleges költségek eltérnek a megadott értékektől. Jelentősége azonban a két költségcsoport -, „Nedves iszap-hasznosítás a mezőgazdaságban”, és „Termikus kezelés mono-szennyvíziszap-égetőműben”. –közti különbségnek van. Ez a bemutatott, 470,00 DM/t szárazanyag [8] nagyságú különbség újra megtalálható lesz.

A cikk elején említett számok megmagyarázzák, hogy különösen a kis, vidéki térségben lévő szennyvíztisztító telepek kerülnek veszélybe, ha megszűnik az anyagi hasznosítás. Ezen telepek esetében abból kell kiindulni, hogy fontos infrastrukturális felszerelés nem, vagy csak nem kielégítő mértékben áll rendelkezésre. A tárolótartályoknak, a megközelítő utak kiépítésének, a víz- és áramellátás kiépítésének, és egyes szennyvíztisztító telepeken adott esetben a szennyvíztisztítás utólagos felszerelésének járulékos beruházási költségeit nem vetjük figyelembe. Ezen feltételek alapján a kizárólag termikus ártalmatlanításra történő átállás Németországban évente kb. 900 millió DM-ba kerülne [9]. Ezzel a szennyvíztisztítás éves költségei személyenként kb. 5,0%-kal növekednének [10].

Talajelemzés	90,00 DM/t szárazanyag
A gazdáknak fizetendő összeg	40,00 DM/t szárazanyag
Szennyvíziszap-alapok	20,00 DM/t szárazanyag
Adminisztratív költségek	80,00 DM/t szárazanyag
Szállítás és kihordás	150,00 DM/t szárazanyag
Összesen:	380,00 DM/t szárazanyag

13. táblázat: A nedvesiszap-értékesítés költségei

Víztelenítés (mobil, 30% szárazanyagra)	350,00 DM/t szárazanyag
Szállítás (a kemencéig, 30% szárazanyaggal)	50,00 DM/t szárazanyag
Égetés (mono)	450,00 DM/t szárazanyag
Összesen:	850,00 DM/t szárazanyag

14. táblázat: A mono-szennyvíziszap-égetés költségei

5. Összefoglalás

A szennyvíziszap mint trágyázószer alkalmazásának problémakörét talajvédelmi-, vízvédelmi- és fogyasztóvédelmi szempontok alapján kell megvitatni. Ennek során minden másodlagos nyersanyag-, gazdálkodásból eredő- és ásványi trágya szennyezőanyag- és tápanyag-

bevitelét egyenértékűen kell figyelembe venni. A trágyázószerek alkalmazását a megfelelő szakmai gyakorlatnak kell irányítania. A szennyezőanyag-bevitelek szempontjából a levegőből, illetve a csapadék útján történő hatásokat is figyelembe kell venni. A másodlagos nyersanyagtrágyák mezőgazdasági és tájépítészeti hasznosítása nélkülözhetetlen szerves anyagokat, valamint fontos táp-, és trágyázóanyagokat juttat a talajba.

A mezőgazdasági és/vagy tájépítészeti szennyvíz-iszap-hasznosításról való lemondással – az érintett terület szerkezete szerint – nem elhanyagolható költségnövekedéssel kell számolni a lakosság számára. Különösen a vidéki térségek érintettek nagymértékben. Továbbá megállapítható, hogy a termikus ártalmatlanítási lehetőségeknek nem megfelelő a kapacitása az ebben az esetben keletkező ártalmatlanítási mennyiség felvételéhez, továbbá az egyéb anyagok meglévő újrahasznosítási lehetőségei megszűnnek.

A szennyvíziszapok és egyéb szerves anyagok javasolt ártalmatlanítási módjairól szóló jövőbeli vita esetén figyelembe kell venni a talaj- és fogyasztóvédelmet, továbbá a meglévő maradék kockázatot is mérlegelni kell, mindezek után kerülhet sor az ártalmatlanításra.

Irodalom

- [1] 2 240 000 t TM/153 000 000 EW-1000 = 14,6 kg TM/EW-a
- [2] **Thoms, K.:** Einsatz von Bioabfallkompost in der Landwirtschaft – Möglichkeiten und Risiken, 1993, unveröffentlicht.
- [3] **Kummer, V.:** Qualitätssicherung und Schadstoffbelastung in Komposten – Hessische Untersuchungsergebnisse. In: Stegmann, R. (Hrsg.): Neue Techniken der Kompostierung. Hamburger Berichte 11, S. 281-289, Economica Verlag Bonn 1996.
- [4] **Breitenbach, E.:** Phytosanitäre Qualitätsbeurteilung von gewerblich hergestellten Komposten anhand ihres Pilzspektrums (Diss.). Humboldt-Universität, Berlin, 1998.
- [5] **Bannick, C. G., Hahn, J.:** Klärschlammverwertung aus Sicht des Bodenschutzes unter Berücksichtigung der Harmonisierung von Schadstoffeinträgen in: „Klärschlamm aktuell 1, 2001, ATV-DVWK-Schriftenreihe Bd. 27, ISBN 3-935669-39-9
- [6] Emissionsbegrenzung zum Schutz des Grundwassers, LAWA 2000
- [7] 400 000 t TM/14,7 kg/EW
- [8] (850,0-380,0) DM/t TM = 470,0 DM/t TM
- [9] 470,0 DM/t TM · 1,9 Mio. T TM = 893 Mio. DM
- [10] 893 Mio. DM/81 Mio. Bundesbürger = 11 DM pro Bundesbürger; Steigerung von 222 DM/a auf 233 DM/a = 5,0% (Quelle: gemeinsame Umfrage ATV-DVWK/BGW zur Abwasserentsorgung 2000)

MaSzeSz az Interneten

Elkészült a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség weblapja. Mostantól a cím alatt friss információkhoz juthatnak kedves tagjaink. Reméljük, hogy elnyeri tetszésüket internetes megjelenésünk.

Kérjük, hogy amennyiben rendelkezik internetes kapcsolattal, jelezze azt a emailcímen. Szeretnénk tagjaink között az információ-áramlást még naprakészebbé tenni, s ehhez nagyon jó eszköznek látszik az internet.

A weblapot a MacroSolid Internet Consulting segítségével készítettük el, mely cég a MaSzeSz tagoknak, szolgáltatásai listás árából, kedvezményt nyújt.



MacroSolid Internet Consulting

1115. Budapest, Sárbogárdi út 9/b

Tel.: 382-04-84 Fax: 382-04-83

Hotline: 06209-980-998

www.macrosolid.com

info@macrosolid.com

G 10889



WASSERWIRTSCHAFT ABWASSER · ABFALL

KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall 2001. október

Kitekintés

Az ATV-DVWK kezdeményezései a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának újraértékelésében, a talaj- és fogyasztóvédelem figyelembe vétele mellett

Az Ön véleményét kérdezzük

Összefoglalás

A mezőgazdaság új, az élelmiszerek fogyasztóvédelem-központú előállítására és minőségére törekvő átalakításáról szóló aktuális vita az ATV-DVWK vezetőségét arra ösztönözte, hogy az ATV-DVWK-n belül vizsgálatot indítson a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának újraértékelése érdekében. Ezért jött létre ez a beszámoló a Hulladék/Szennyvíziszap főbizottsággal és az ATV-DVWK Központi Hivatalának Hulladék és Gazdálkodás részlegével történő együttműködés segítségével. Különböző trágyázószerek származását és minőségét, a talajokban és a talaj felszínén lévő szennyezőanyagokat, az alternatív szennyvíziszap-elhelyezési módokat, valamint a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása megszüntetésének lehetséges kihatásait vettük figyelembe.

Kulcsszavak: iszap, hasznosítás, szennyvíziszap, ATV-DVWK, trágya, mezőgazdaság, talajvédelem, komposzt, hígtrágya

Internet

Nemzetközi szervezetek

Az ENSZ-től az UNIDO-n (Egyesült Nemzetek Iparfejlesztési Tanácsa) keresztül az OECD-ig (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Tanács)

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

A „Freshwater Scarcity” (az édesvíz szűkös volta) és a „Freshwater Pollution” (a vizek szennyezettsége) áll azon körkérdés eredményének 2. és 4. helyén, amelyet 50 országból származó 200 tudós bevonásával készítettek, és amely a 21. században megoldandó központi környezetvédelmi feladatokat sorolja fel (Overview GEO Global Environment Outlook 2000, S. 13, UNEP). Sokkal hátrébb találhatók a felsorolásban olyan területek, mint pl. „Air Pollution” (levegő-szennyezés) (10. hely), vagy „Chemical Pollution” (vegyi szennyeződés) (13. hely). Az ENSZ,

vagy annak egyik al-, ill. mellékszervezete megfelelő projektek esetén legtöbbször kötelezettséget vállal, vagy azok kivitelezéséhez speciális programokat indít.

Hogy a felelős projektvezető hogyan szerezhet minél alaposabb információkat a víz- ill. szennyvízgyártásról az ENSZ információtömegének kusza sokszínűségéből, a következő, néhány példa segítségével történő elemzésen mutatjuk be. Mivel egy program vagy egy bizottság hivatalos rövidítése a ma általánosságban megtalálható internetes fellelhetőség címének részét is képezik, ezeket is ismertetjük.

Települési hulladékok kezelése

Jogi fejlődés a hulladék-gazdálkodásban

Anett Baum (Hennef)

Összefoglalás

A hulladék-gazdálkodás területén jelenleg számos jogi változás áll előttünk. Márciusban lépett életbe a lerakási rendelet, és az EU depónia-irányelve keretében jelenleg is kidolgozás alatt áll egy depónia-rendelet. Mindkét rendeletnek a hulladéklerakókra vonatkozó követelményeket és a hulladékok lerakását kell szabályoznia. Augusztusban fogadták el „A Környezeti Hatásvizsgálat Változtatási Irányelvének, a Környezeti Szennyeződések Integrált Elhárítása Irányelvének, valamint egyéb környezeti EK-irányelvek átültetéséről” szóló EU irányelveket, amelyek mélyreható változásokhoz vezetnek a létesítmények engedélyezésének joga terén. Ezen kívül jelenleg is folyamatban van a Környezet-gazdasági- és Hulladéktörvény, valamint a hozzá tartozó rendeletek átdolgozása, annak érdekében, hogy ezt a törvényt is hozzáigazíthassuk az Európai Unió követelményeihez és a gyakorlati tapasztalatokhoz. Minden változtatásnak jelentős kihatásai lesznek a hulladékkezelő berendezések tervezésére, építésére és üzemeltetésére valamint a hulladékokkal való bánásmódra. A következő cikkben ezért bemutatjuk a legfontosabb fejlesztéseket.

Kulcsszavak: jog, hulladékjog, lerakás, égetés, talaj, szennyvíziszap, értékesítés, hulladéklerakó

Az új hulladékrendeletek hatásai a mechanikai-biológiai kezelésre és a lerakási technológiára

Klaus Fricke, Kai Münnich, Gunnar Ziehmman (Braunschweig) és Rainer Wallmann (Witzenhausen)

Összefoglalás

A következő tanulmányban értékeljük a részrendeletet a maradék hulladék mechanikai-biológiai kezelési berendezések építésére és üzemeltetésére való hatásai tekintetében.

Megvizsgáltuk, hogy a követelményeknek meg lehet-e felelni, valamint, hogy a különböző paraméter-változatoknak azok korlátozó hatásai terén egyenértékű, vagy szigorúságuk szempontjából különböző megítélés alá kell esniük. Ismertetjük a mechanikai-biológiai berendezések és hulladéklerakók építésére és üzemeltetésére vonatkozó konzekvenciákat. Jelenlegi ismereteink szerint a részrendelet követelményei alapvetően teljesíthetők. Nyitott kérdések különösen a kén-dioxid (N₂O) kibocsátás, a szennyezett levegő-menedzsment és –tisztítás terén vannak. A 30. Szövetségi Emisszióvédelmi Rendelet követelményeinek átültetési költségeiről jelenleg egyelőre nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű biztos adat.

Kulcsszavak: jog, hulladékjog, mechanikai-biológiai, aerob, anaerob, hulladéklerakó, csurgalékvíz

A Bioanyag-Rendelet átültetése a hulladékgazdaságba Gyakorlati veszélyeztetési megítélések

Karsten Funda (Witzenhausen)

Összefoglalás

A Munkavédelmi Törvény (ArbSchG) 5. §-a szerint minden munkaadó kötelezve van arra, hogy „...a munkavállalók számára a munkájukkal kapcsolatos veszélyek értékelése által megítéljék, milyen munkavédelmi intézkedések szükségesek” (a veszélyeztetés megítélése). A veszélyeztetés ilyenforma megítélését konkretizáló jogi előírások, mint pl. a Bioanyag-Rendelet alapján kell elvégezni.

A Bioanyag-Rendelet átültetése annak speciális kitételei és az ártalmatlanítási munka során használt biológiai munkaanyagok terhelési potenciálja miatt nagy jelentőségű az üzemi munkavédelmi menedzsmentben.

A gyakorlatban megmutatkozott, hogy a munkavédelmi jog átültetése számos üzemben máris örömdetesen magas szinten történik, valamint hogy a hiányosságokat szervezési szabályozások segítségével jelentősen kiküszöbölhetjük.

Kulcsszavak: jog, hulladékjog, veszélyeztető potenciál, munkavédelem, egészség, irányelv

Biohulladékok ipari fermentáló-berendezésekben történő fermentációjából származó technológiai vizekre vonatkozó követelmények az engedélyező hatóság szempontjából

Wolfgang Burger (Freiburg)

Összefoglalás

Kommunális biohulladékok fermentációja során különböző mennyiségű, részben nagyon nagy szennyezettségű technológiai szennyvíz keletkezik, amelyet – még úgy is, hogy erre jelenleg még nem létezik közvetlen törvényi szabályozás –, közjóléti okokból, de különösen a vízminőség védelme érdekében a mai műszaki színvonal szerint meg kell tisztítani. Ezen szennyvizek másféle besorolása települési hulladékok lerakásával, illetve kezelésével szemben a hasonló szennyezettségi potenciál miatt nem indokolt.

A technológiai szennyvíz kezelése kérdését azonban nem szabad csak az engedélyezési folyamat során átgondolni, ill. megvitatni. Sokkal korábban, lehetőség szerint még a pályázatás előtt meg kell vitatni a problémát az illetékes szakmai- és engedélyezési hatóságokkal. A közvetlen-, azonban a közvetett bevezetőkre is vonatkozó bevezetési feltételek megfelelő időben történő rögzítése tervezési- és számítási biztonságot eredményez a megbízó és az ajánlattevő számára, valamint kezdettől fogva megakadályozza az engedélyezési folyamat során fellépő szükségtelen nézeteltéréseket.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biohulladék, technológiai szennyvíz, fermentáció, tisztítás, módszer, jog

A szennyvíziszap tápanyag-tartalma és felhasználhatósága

Thomas Ries (Köln) és Xiaohu Dai (Hanoi)

Összefoglalás

A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítás jövőbeli jelentősége szorosan összefügg a szennyvíziszap trágya-érték potenciáljával. Mind a tápanyag-tartalom, mind pedig a tápanyagok növények általi közvetlen hasznosíthatósága jelentős szerepet játszik. Végeredményben a hasznosíthatóság, különösen a nitrogén- és foszforvegyületek esetében a kémiai kötés függvénye. Ezeket azonban jelentős mértékben meghatározza az alkalmazott szennyvíztisztítási- és iszapkezelési módszer. Biológiai foszforlebontásból származó iszapok például sokkal nagyobb; növények által is felvehető foszfortartalmának, mint a kémiai foszfor-kicsapatásból származó iszapok. Ezt követően a teljes tisztítási folyamatot és az azt követő iszapkezelést kell figyelembe venni, hogy az iszap NP-trágyaként való alkalmaságát értékelhessük.

Kulcsszavak: iszap, hasznosítás, trágya, szennyvíziszap, tápanyag, nitrogén, foszfor

A szennyvíziszap és más biogén hulladékok biogáz-potenciálja *)

Ulrich Loll (Darmstadt)

Összefoglalás

Összeállítottuk az alapanyagokból, valamint a rendelkezésre álló szerves hulladék anyagokból műszaki körülmények között elméletileg lehetséges kinyerhető biogáz-kitermelési adatokat.

Továbbá megbecsültük a biogáz-berendezések tervezése és üzemeltetése során figyelembe veendő speciális biogáz-termelési mutatókat. Ismertetjük a biogáz-termeléshez elméletileg rendelkezésre álló megfelelő biomassza és az azokhoz tartozó hulladék-mennyiségeket.

Kulcsszavak: hulladék, hasznosítás, szennyvíziszap, biogáz, alternatív energia, közös erjesztés

*) 13. Kasseli Fórumon elhangzott előadás alapján (2001)

A szennyvíziszap-elhelyezés új stratégiái Észak Rajna-Wesztfália tartományban

Szabályszerű és ártalmatlan hasznosítás a Körfolyamat-gazdasági- és Hulladéktörvény/Hulladéktörvény szerint, valamint összhangban a talajvédelemmel

Gudrun Both, Harald Friedrich (Düsseldorf), Horst Fehrenbach, Jürgen Giegrich és Florian Knappe (Heidelberg)

Összefoglalás

A szennyvíziszap a szennyvíztisztítási folyamat süllyesztője. Ebbe a süllyesztőbe kerül a technológiai folyamat során a nyers szennyvízben található vegyi anyagok és vegyületek nagy része. A szennyvíziszap hulladékgazdálkodá-

si jelentősége – vagyis a nagy tömegű előfordulás, és a benne található szennyezőanyag-hányad – miatt a maradék hulladék anyagok után az ártalmatlanításban további, környezeti szempontból nagy jelentőségű bíró hulladékfajtát jelent a települési hulladék-gazdálkodás terén.

A Körfolyamat-gazdasági- és Hulladéktörvény megköveteli, hogy a hasznosítás szabályszerű és ártalmatlan legyen. Amennyiben a hulladék-elhelyezés környezeti szempontból megfelelőbb változatot jelent, mint a figyelembe vett hasznosítás, megszűnik a hulladék-hasznosítás előnye a hulladék-elhelyezéssel szemben.

Az Észak Rajna-Weszfália tartománybeli Környezetvédelmi Minisztérium ezért elvégezte minden, Észak Rajna-Weszfália tartományban használatos, a szennyvíziszap ártalmatlanítására szolgáló kezelési módszer környezeti mérlegét. A hígiszap-, a sűrített iszap-kihordástól, a szennyvíziszap szárazanyagának kihordásától a szennyvíziszap különböző tájépítészeti alkalmazásán keresztül, egészen a szennyvíziszap-monoégetés, valamint a közös égetőművekben, barna- és feketeszén-erőművekben történő együttes égetés segítségével történő különböző termikus módszerekig, a különböző ártalmatlanítási módszereket és technológiákat egységes és szabványosított elemzési- és kiértékelési módszernek vetették alá. A környezeti szempontból megfelelőbb hasznosítási mód megállapításához a környezeti mérleg módszerével olyan eszköztár áll rendelkezésünkre, melyet a DIN EN ISO 14040-es szabvány adatainak figyelembe vételével kifejezetten a hulladék-hasznosítási módszer választás értékelésének felhasználására fejlesztettek ki.

A vizsgált hulladék-kezelési módszerek közül a termikus módszerek jelentős környezeti előnnyel rendelkeztek a mezőgazdasági és tájépítészeti hasznosítási módszerekkel szemben. A rendszer elemzése során a talajba történő szennyezőanyag-bevitel döntő szerepet játszik. Az előkészületek alapelveinek rögzítése esetén a mezőgazdasági hasznosítás számára ki kell zárni a közepes mértékben szennyezett szennyvíziszapokat. A szennyvíztisztító telepek vidéki vízgyűjtő területein kizárólag a kis szennyezettségű szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításának lesz jövője.

Kulcsszavak: iszap, hasznosítás, szennyvíztisztító telep, Észak Rajna-Weszfália, környezeti mérleg, tápanyag, égetés

Nagyüzemi tapasztalatok a közös fermentációval kapcsolatban Németországban*)

Ute Austermann-Haun (Detmold), Daniel Wendler és Karl-Heinz Rosenwinkel (Hannover)

Összefoglalás

Az ATV-DVWK jövőbeni kutatásokra vonatkozó kutatási alapja, valamint az Oswald-Schulze-alapítvány által támogatott kutatási tervvel kapcsolatban, átfogó irodalomkutatás mellett körkérdest intéztünk a közös fermentációval kapcsolatban 1230 szennyvíztisztító telepen. A kutatás végén 77 kitöltött kérdőív állt rendelkezésünkre a kiértékeléshez. Az értékelés a kiépítési nagyságot, anyagfajtákat és -mennyiségeket, rothasztó tartály-terheléseket és -felszerelést, valamint üzemi problémákat és azok lehetséges okait foglalta magában. Az ezekből nyert tapasztalatokból visszakövetkeztethetünk a közös fermentáció optimális üzemére.

A kiértékelés többek között kimutatta a szabad rothasztó tartály-kapacitást, a közös fermentáló anyagok általi kisebb járulékos terhelést, a zavaró anyagok kivonásának szükségességét, a frissen szállított anyagok jelentőségét, a zárt, szennyezett levegő-tisztítással is rendelkező kiegyenlítő tartályok szükségességét, a keverőcsiga, mint átkeverő-be rendezés alkalmazásának pozitív tapasztalatait, valamint a kisszámú járulékos személyzetet.

Kulcsszavak: hulladék, hasznosítás, közös fermentáció, biogáz, szennyvíziszap, rothasztó tartály, előtisztítás

A hulladék-hasznosítás előkészítési eljárásainak modellezése és szimulációja

Christoph Beyer és Thomas Pretz (Aachen)

Összefoglalás

A következő cikkben példák segítségével mutatjuk be a hulladék-kezelő berendezések modellezéséből és szimulációjából adódó lehetőségeket. Előtérben áll egy olyan grafikus felhasználói felület megteremtése, amely hulladék-kezelő berendezések üzemeltetői és építői számára lehetővé teszi, hogy a modell segítségével berendezéseket tervezzenek, és terhelési eseteket teszteljenek. A bemutatott példákban különös figyelmet fordítunk két, elvi működé-

* Az ATV-DVWK jövőbeni kutatásokra vonatkozó kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt (20/97). Az „Együttes anaerob iszap- és ipari szennyvíz-részáram-kezelés” című végső beszámoló teljes változata 70 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető a GFA – Társaság a Szennyvíztechnika Támogatására szervezeténél: Heidi Lumma, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872-100, E-Mail: vertrieb@gfa-verlag.de

sében egymástól nagyon különböző módszer energetikai optimalizálásának lehetőségeire. A hulladék-kezelő berendezések szimulációjával ezzel nem csak a folyamatok elemzésére nyerünk lehetőséget, hanem a dokumentált módszer segítségével a termékminőség előrejelzésének előfeltételeit, valamint megfelelőbb költségbiztonságot is megteremtünk.

Kulcsszavak: hulladék, hasznosítás, modellezés, szimuláció, szoftver, mechanikai-biológiai, előkészítés

Négyévnyi ártalmatlanítási szaküzem

Esélyek és hasznok

Klaus Kummer (Cuxhaven)

Összefoglalás

Az „ártalmatlanítási szaküzem” bizonyítvány bevezetése egy lépést jelentett a helyes irányba. Ahogy az ilyen újítások esetében mindig, a gyakorlati átültetés során kiderül, hogy nem teljesül minden kíváncsi, amelyet ezen minősítéssel szemben támasztanak. A minősítés adományozásával az ártalmatlanítási szakmáról alkotott kép javításának célját idáig csak részben értük el. Az „ártalmatlanítási szaküzem” minősítés csak kevésbé közismert, ezért az ártalmatlanítási szolgáltatási tevékenység végzése közben is alig kérdeznak rá.

Ezért tettekre van szükség, hogy átdolgozzuk a megfelelő rendeletet, a minősítés további felértékelése céljából, valamint azért, hogy kötelezővé tegyük annak meglétét annak érdekében, hogy a jövőben az ártalmatlanítási szakmában kizárólag minősített üzemek tevékenykedhessenek. Ez azonban ugyanazokat a feltételeket követeli meg, amelyeket a műszaki felügyeleti szervnek is be kell tartania. Ezt például az ellenőrzés elvégzőjének megváltoztatásával vizsgálhatjuk felül. Ezen ártalmatlanítási szaküzemek számára további törvényi kedvezményeket is lehetővé kell majd tenni.

Ezen túlmenően az európai minősítési cél eléréséhez a hulladék-gazdálkodás európaivá tételét is figyelembe kell venni.

Kulcsszavak: jog, hulladékjog, ártalmatlanítási szaküzem, hulladék-gazdálkodás, minősítés, Körfolyamat-gazdasági- és Hulladéktörvény

Kálisó-hányó rekultiválása, mint kármegelőző intézkedés

Dieter Trautwetter (Menteroda) és Jost Kottmeyer (Bad Oeynhausen)

Összefoglalás

A kálisótermelésből visszamaradt hányókban csapadék és szél hatására felületi anyaglehordás történik. A csapadék-víz lefolyásával a felső rétegben lévő, vízben könnyen oldódó sók teljes mértékben eltávoznak. Ezáltal nagy sótartalmú csurgalékok keletkeznek. Ellentétes értelmű intézkedés híján a környezet hosszú távú terhelésével kell számolni.

Észak-Türingia tartomány hányóinál sikereket értünk el a zöldterülettel történő körbekerítés segítségével úgy, hogy a hányótesteket biológiailag lezárjuk, és hogy a füvesítés hatására növeljük a párolgást. A hulladékok ésszerű hasznosítására van szükség a földmunka-alapanyagok szűkös volta miatt.

Röviden bemutatjuk a jogi problémákat a Szövetségi Bányatörvény/a Körfolyamat-gazdasági- és Hulladéktörvény, valamint a Szövetségi Talajvédelmi Törvény között. Utalunk arra is, hogy általában nem a jogi, hanem sokkal inkább a természettudományi-műszaki területen várhatók majd problémák. A talajvíz sóssá válásával összefüggésben keletkező környezeti problémák megoldása érdekében kompromisszumos jogi megoldásokra kell törekednünk, kizárólag ezek segíthetnek.

Kulcsszavak: talaj, talajvédelem, veszély, kálisó, környezeti összeegyeztethetőség, növényzettel való beültetés, lefedés, jog



KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall 2001. november

Internet

Nemzetközi portálok és átjárók

A víz és a szennyvíz szakterület

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

„A világ ivóvíz-készletének felügyelete feletti hatalom megoszlik a világ nemzetei között, több százezer helyi hatóság, valamint számtalan nem kormányzati és civilszervezet; valamint nagyszámú nemzetközi szervezet között.” – fogalmaz a Víz Világtanácsa. Annak érdekében, hogy világszerte lépésről-lépésre átültessük a vízkészletek tartós hasznosítását, számos intézkedést hoztak és hoznak manapság is, programokat, valamint kezdeményezéseket hívtak életre.

A következőkben néhány, kiválasztott példa segítségével rövid áttekintést nyújtunk arról, mely nemzetközi szervezetek, átjárók, illetve portálok segíthetnek a víz- és szennyvízgazdaság érdeklődőinek a további online-kutatásban, illetve tesznek lehetővé azonnali kapcsolatteremtést. Magától értetődik az, hogy ebben az internetes kínálatban az angol az általános nyelv.

Vízvezető rendszerek

Önműködő lökeshullámmal öblítő billenőszerkezetek az egyesített csatornázási rendszerben

Joachim Dettmar, Oliver Schüßler (Aachen) és Arne Lorenzen (Berlin)

Összefoglalás

Két kutatási terv keretében, intenzíven vizsgáltuk a „berlini billenőszerkezet”-et, különböző keresztmetszeti méretű, egyesített rendszerű szennyvízcsatornában. Egy, az Észak Rajna-Weszfália tartománybeli Környezetvédelmi, Természetvédelmi, Mezőgazdasági és Fogyasztóvédelmi Minisztérium (MUNLV) által támogatott projekt keretében alkalmaztuk az öblítő eszközt az aacheni csatornahálózat járható szelvényeiben, és Berlin tartomány, valamint az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával alkalmaztuk azt a göttingeni csatornahálózat nem járható szelvényeiben. A tisztítási hatásra, teljesítményre, valamint a gyakorlati használhatóságra vonatkozó eredmények alapján azt a végkövetkeztetést vonhatjuk le, hogy ezzel a technológiával – különösen a gazdasági és környezeti szempontokat is figyelembe véve – nagyon hatékony csatornatisztítási eszköz áll rendelkezésünkre.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, csatorna, tisztítás, öblítés lökeshullámmal, Aachen, Göttingen, „Berlini billenőlemez”

Szennyvízcsatornák felújítása telekommunikációs kábelek beépítése után

Fereshte Sedehizade és Michael Röling (Berlin)

Összefoglalás

A kábelek szennyvízelvezető csatornába történő beépítése módszerének kifejlesztése után a fő feladat az volt, hogy megvizsgáljuk a felújítási módszerek alkalmazását a beépített kábelekkel ellátott, nem járható csatornák esetében. Ehhez a felújítási módszerek alkalmazási lehetőségeit és keretfeltételeit műszaki és gazdasági szempontok azerint megvizsgáltuk. Kísérletek alapján – különösen a relining-módszer esetében – rögzítettük a feltételeket a hőmérséklet és a kábelre ható nyomás hatásának szempontjából. Ezen kívül vizsgáltuk még a belső cső statikai teherbíró-képességét a kábelben keletkező alakváltozás – imperfekció – figyelembe vételével a cső tetőpontjában.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, csatorna, felújítás, relining, üvegszál, kábel, telekommunikáció

Kommunális szennyvíztisztítás

Oxigénbevitel és α -értékek membrán-eleveniszapos berendezésekben

Martin Wagner, Peter Cornel és Stefan Krause (Darmstadt)

Összefoglalás

A membrán-eleveniszapos berendezéseket nagyon nagy szárazanyag-koncentrációval lehet üzemeltetni, így ugyanakkora lebontási teljesítmény mellett az eleveniszapos medence térfogata csökkenthető. A mikroorganizmusok oxigénnel történő ellátása érdekében általában finombuborékos, nagynyomású légbefúvó rendszereket szerelnek be az eleveniszapos medencébe. A fülüzemi kísérleti berendezésekkel végzett első kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a nagy szárazanyag-koncentrációk esetén nagyon kis α -értékek adódnak, amelyek az eleveniszapos berendezések ezen típusának gazdaságos üzemét legalábbis megkérdőjelezzik, mivel nagy levegőtér-fogat-áram teljesítményű kompresszorokat kell beszerezni.

A nagy szárazanyag-koncentrációk esetén kapott kis α -értékeket a rödingen-i és a markranstädt-i membrán-eleveniszapos berendezéseken végzett oxigén-beviteli mérések nem erősítették meg, ellenben a növekvő szárazanyag-koncentrációval együttes α -érték-csökkenést igen. Mind Rödingenben, mind pedig Markranstädt-ben 0,6-es α -értéket kaptunk, amely a hagyományos eleveniszapos berendezések tartományában van. Figyelemre méltó azonban, hogy az α -érték nem statikus, hanem dinamikus jellemző, amely számos tényező, mint pl. a tenzidtartalom, a szárazanyag-koncentráció, a víz- és levegőtér-fogat-áram, stb. függvénye, és így a nap folyamán jelentős mértékben ingadozhat.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, membrán-eleveniszapos technológia, oxigénbevitel, alfa-érték, Rödingen, Markranstädt

Irodalomkutatás a szennyvíztisztító telepeken dolgozók számára a BSE által okozott egészségügyi kockázat becsléséhez

Rolf Pullmann és Bernd Pehl (Düsseldorf)

Összefoglalás

A szennyvíz-elhelyezési- és szennyvíztisztítási berendezéseken dolgozó alkalmazottak olyan mikrobiológiai veszélyeknek vannak kitéve, amelyek elsősorban a szennyvíz összetevőivel állnak összefüggésben. A BSE kommunális szennyvíz általi terjesztése kockázatának becsléséhez a következő internetes irodalomkutatást végeztük.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, BSE, munkavédelem, egészség, védelem, prionok

Biocos-eljárással működő nagy szennyvíztisztító telepek

Kurt Ingerle (Innsbruck/Ausztria)

Összefoglalás

Nagy kommunális szennyvíztisztító telepek esetén a négyfázisú Biocos-eljárás kiválóan megfelel. A háromfázisú Biocos-módszerhez képest a különbség az, hogy az A-fázisban a B-ből az SU-medencébe szállított iszap visszavezetése az SU-medence tartalmának felkeverésétől és homogenizálásától elválasztva történik. Ezáltal a B-medencében 2,5-szer akkora szárazanyag-tartalom jön létre, mint az SU-medencében. 1,0 millió lakosegyenérték (LE) nagyságú medence példáján ismertetjük a módszert és számolunk be a megvalósított számítógépes szimulációról és a kísérletről.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, Biocos-eljárás, nagy szennyvíztisztító telep, ATV-A 131 alapján történő méretezés, ATV-M 210

Hulladék/Szennyvíziszap

Időszerű szennyvíziszap-mennyiségek és –minőségek, valamint ártalmatlanítási módok Németországban

Bernd Esch (Troisdorf) és Ulrich Loll (Darmstadt)

Összefoglalás

A következő cikkben bemutatjuk a Szövetségi Statisztikai Hivatal legaktuálisabb adatait a szennyvíziszapok keletkezéséről és ártalmatlanításáról Németországban. Továbbá azt is ismertetjük, hogyan változnak a mennyiségek a lakosság és a lakosegyenérték (LE) arányában. Megmagyarázzuk az aktuális szennyvíziszap-minőséget a jövőben várható EU-határértékeket is figyelembe véve. Bemutatjuk és megvitatjuk az 1998-as évre vonatkoztatva a Németországban keletkező szennyvíziszapok megfelelő ártalmatlanítási módjait.

Kulcsszavak: szennyvíziszap, hasznosítás, statisztika, minőség, nehézfém, szennyezőanyag, szerves

Ipari szennyvizek/telepre vonatkoztatott vízvédelem

Van még értelme az AOX-ről beszélni?

A „Szerves halogénvegyületek”* című könyv kiértékelése, valamint annak következményei

Rainer Schulze-Rettmer (Aachen)

Az AOX-meghatározás a múltban a vízminőség értékelését és javítását szolgálta. Ma azonban ezt a meghatározást főként a szennyvíz vizsgálatához használják. Az analitikai kiegészítő módszerek ellenére az AOX-meghatározás hibaszázaléka nagy, és a kapott értékek gyakran megkérdőjelezhetőek. Ma már tudjuk, hogy a szerves halogénvegyületek nagy része környezetünkben természetes állapotában fordul elő, sőt, közülük néhány fiziológiai jelentőségű. Mivel azonban nem áll fenn korreláció az AOX és a vegyületek károsító mivolta között, azt javasoljuk, hogy fékezzük meg az AOX-adatfolyamot, és bizonyos kisipari és ipari szennyvizek vizsgálata során teljes mértékben mondjunk le az AOX méréséről. Az esetleges káros hatások egyéb vizsgálati módszerek vagy kutatások által jobban felismerhetők. Ezek után intézkedhetünk a károk elkerülése vagy csökkentése érdekében.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, AOX, vízminőség, elemzés, összegparaméter, szerves halogénvegyületek

Hidrológia/Vízgazdálkodás

Vízvezetési általános terv készítése Svájcban

A REBEKA és az új, vizekre vonatkozó helyzetjelentés

Wolfgang Rauch, Vladimír Krejci, Andreas Frutiger és Willi Gujer (Dübendorf/Svájc)

Összefoglalás

A Vízvezetési Általános Terv (GEP) a vízvédelem jelentőségének közvetlen bevonása által egységes egészet alkotó kezdeményezést céloz meg a települési vízvezetésben. Az eddigi gyakorlat alapján azonban világossá vált, hogy a vízvezetési általános terv központi elemének – nevezetesen a vizekre vonatkozó helyzetjelentésnek – kidolgozása során nagy nehézségeink támadtak. Ezen problémafelvetésekor új módszer kidolgozásával kellett számolnunk. Kiegészítőleg a REBEKA nevű szimulációs programot alkalmaztuk az új eljárás mód támogatására.

* Szerves halogénvegyületek, ATV-DVWK-sorozat, 18. kötet, Hennef 2000. A kötet különösen a kisipari és ipari szerves halogénvegyületeket tartalmazó szennyvizekre érvényes.

Kulcsszavak: vízgazdálkodás, minőség-gazdálkodás, vízvédelem, szimuláció, Svájc, települési vízgazdálkodás, Vízvezetési Általános Terv

Gazdaság

Szennyvíz-átemelő művek költségmutatói

Annett Baumbach, Dagmar Sägebrecth és Arnd Heine (Cottbus)

Összefoglalás

A tervezett szennyvíztechnikai beruházások költségbecslései, valamint a szennyvízes projektek ellenőrzése során a költségfüggvények elengedhetetlen segédeszközök. Az eddigi, ezen a területen végzett tevékenység azonban kimutatta, hogy a közlések megbízhatósága éppen a szennyvíz-átemelő művek esetében rendkívül kicsi. Ezért dolgoztunk ki a gyakorlathoz közeli költségnyilatkozatot Északkelet- és Délkelet-Németország megvalósult szennyvíz-átemelő művei költség- és teljesítményadatainak kutatása alapján, valamint sűrítettük azokat költségfüggvényé. Ezek több mint 120 átemelő mű adatainak alapulnak, amelyeket bevontunk az össz-kiértékelésbe. A nagy adatsűrűség ellenére a költségnyilatkozatok széles spektruma alakult ki, ami nem utolsósorban arra vezethető vissza, hogy különösen a szennyvíz-átemelő művek esetében a helyi adottságok a teljesítmény-hozzárendelés, valamint a megbízó egyéni kívánságai mértékadó szerepet játszanak.

Kulcsszavak: gazdaság, átemelő-mű, költségösszehasonlító számítás, új szövetségi tartományok, vidéki térség, beruházás, ellenőrzés, üzem, költségfüggvény

KEDVES KOLLÉGA!

Mintahogyan azt a jobboldalon lévő szórólapon is látható 2002-ben megrendezésre kerül Münchenben május 13. és 17. között az

IFAT 2002

nemzetközi szakvásár, melyen 40 ország több mint 2000 kiállítója vesz részt.

Szeretnénk, hogy minél több kolléga vegyen részt e rendezvényen.

Szövetségünk két csoport kiutazását tervezi megszervezni a következők szerint:

- 1. csoport:** 2002. május 12.-május 15. (13. és 14. a szakvásár megtekintése).
- 2. csoport:** 2002. május 14.-május 17. (15. és 16. a szakvásár megtekintése).

Minden csoport ki- és visszautazáskor egy-egy **szennyvíztisztító telepet** tekint meg útközben.

Előzetes költségek:

- utazási költségek 25 000 - 35 000 Ft/fő,
- szállás (kétágyas szobákban) 45 000 – 55 000 Ft/fő.
- belépő a szakvásárra: 5 000 Ft.

Jelentkezés (január 30-ig Faxon):

Név:

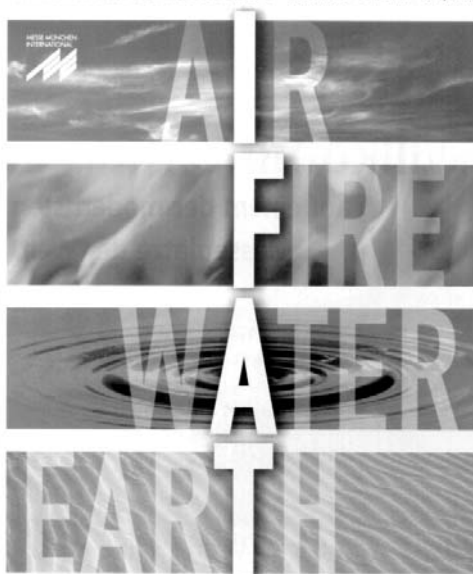
Cím:

Telefon/fax:

Csoport megjelölés: 1 2

MaSzeSz, Vajda Katalin, Fax: 463 3753

13. Internationale Fachmesse für Wasser - Abwasser - Abfall - Recycling



Erleben Sie die Zukunft auf der größten Messe der Welt für Umwelt und Entsorgung.

Neue Messe München **IFAT** 
13. – 17. Mai **2002**

POLIETILÉN FELDOLGOZÁS A SZENNYVÍZTECHNIKA SZOLGÁLATÁBAN

A műanyagok mind szélesebb körű elterjedése jelentős hatást gyakorol a víz- és szennyvízhálózatok állandó fejlődésére, korszerűsítésére is. Kiemelten igaz ez a polietilén anyagú termékekre, melyek rugalmasságukkal, UV- és vegyszerállóságukkal, jó hegeszthetőségükkel egyre szélesebb felhasználási területen kerülnek beépítésre, alkalmazásra. Ezen tendenciákra figyelt fel a POLYDUCT Rt., amikor úgy döntött, hogy széles polietilénfeldolgozási tapasztalatát (extrudálás, fröccsöntés, öntés és sajtolás) az iparág ellátására fordítja, kifejlesztve aknacsaládját, lemez alapú szigetelési rendszerét és az egyedi termékeket előállító konstrukciós tevékenységét. A gravitációs és kényszeráramlású szennyvízhálózatok PE aknákat lehetővé teszik a tiszta, teljes műanyagból létrehozását, melyek a homogén anyagú elemek révén rugalmasak, vegyszerállóak és kétirányú tömítettséget biztosítanak. Az aknák rendelkezésre állnak a zöldterületi beépítési lehetőségektől a közúti terhelést is elviselő megoldásokig, a 315 mm átmérőjű tisztítónyílástól az Ø400 mm és Ø600 mm-es tisztítóaknákon át a járható Ø800 mm-es és az Ø1000 mm-es csomóponti aknáig. Többféle típusú átemelő szivattyúkhöz és vákuumszelepphez is adaptálható aknákat ajánlunk Ø600-as, Ø600/800-as, Ø800-as és 1000 mm-es átmérettartományban. Aknacsaládunk ezen széles választéka lehetővé teszi a legkülönlegesebb igények kielégítését is, melyeket még bővíthet a konfekcionálással történő egyedi, „testre szabott” megoldások létrehozása. Egyre gyakrabban kap a POLYDUCT Rt. megkeresést a JUNIFOL geomembrán szigetelő rendszerének szennyvíztechnikai adaptációjára, mely korrekt megoldást biztosít szennyvízülepítők tárolók, tavak bélelésére. Az EU szabványok biztosításával ajánljuk az 1-1,5-2-2,5 mm vastagságú 5,1 m széles lemeztokercseket, melyeket különleges hegesztési technikákkal végtelenítünk, konfekcionálunk és KPE csővel, aknákkal építünk komplett megoldásokká. A PE feldolgozásunk széles szortimentje nagy lehetőséget biztosít a POLYDUCT Rt. számára, hogy termékeiből konfekcionálással, hegesztéssel hozzon létre tiszta PE anyagú berendezéseket, műtárgyakat. Alkalmasság e megoldás kis házi szennyvíztisztítók (közműpótló műtárgyak) építésére, olaj- és iszapfogók kialakítására, veszélyesfolyadék-szállító hálózatok építésére, felújítására. Meggyőződésünk szerint Társaságunk termékeinek feldolgozási technológiái komoly lehetőséget jelentenek a szennyvíztechnikával foglalkozók számára, hogy műtárgy- és hálózati elképzeléseiket a korszerű polietilénből építsék, melyhez a POLYDUCT Rt. biztos „háttérpári” partner kíván lenni.

FÉSŰS András
elnök-igazgató



POLYDUCT



Öntözés

Csepgető- és mikroszórófejes lokális öntözési és oldalműtrágyázási rendszerek a mindenkori növényi kultúra magas színvonalú ellátásához.



Csövek

Polietilén csövek, hegeszthető, oldható és zsugorodó csatlakozók víz-, gáz-, csatorna- és távközlési hálózatok építéséhez.



Közmű

Műanyag gravitációs, kényszeráramlású és zöldterületi aknák, oval csatornabéleléscsövek közművek építéséhez, felújításához.



Tartályok

Gazdag forma- és méretválasztékú egybeöntött műanyag tartályok álló, fekvő és földalatti kivitelben.



Közterület

Szelektív és földbe süllyesztett hulladékgyűjtő edényzetek, szóró- és veszélyesanyag-tároló konténerek, forgalomterelő falak és oszlopok.



Szigetelés

Szigetelőlemezek, geotextiliák, dréncsövek hulladéklerakók, víztározók, mélyépítési műtárgyak szigetelésére, bélelésére.



POLYDUCT Műanyagipari Rt.
H-4181 Nádudvar, Kabai út 62.
Tel: +36 54 480 666, Fax: +36 54 480 233
E-mail: polyduct@elender.hu
<http://www.polyduct.hu>

ATV – MŰSZAKI SZABÁLYOZÁS – SZENNYVÍZ – HULLADÉK

Magyar nyelvű fordítások árjegyzéke *

ATV-A 110 Munkafüzet Irányelvek a szennyvízcsatornák és -vezetékek hidraulikai méretezéséhez és teljesítményellenőrzéséhez 1988. augusztus	11 797,- Ft
ATV-A 111 Munkafüzet Szennyvízcsatornák- és vezetékek csapadékvíz-tehermentesítő berendezéseinek hidraulikai méretezése és teljesítményének számítása 1994. február	6 275,- Ft
ATV-A 123 Munkafüzet Kis tisztítóművek iszapjának kezelése és eltávolítása 1985. Június	4 895,- Ft
ATV – DVWK A 131 Munkafüzet Egylépcsős eleveniszapos berendezések méretezése 2000. május	9 538,- Ft
ATV-A 138 Munkafüzet Nem káros mértékben szennyezett csapadékvíz elszivárogtató berendezéseinek építése és méretezése Javított utánnnyomás 1992. december	9 538,- Ft
ATV-A 200 Munkafüzet Vidéki szerkezetű területek szennyvízelhelyezésének alapjai 1997. május	8 032,- Ft
ATV-A 201 Munkafüzet A kommunális szennyvíz szennyvíztavainak méretezése, építése és üzemeltetése 2. kiadás 1989	4 895,- Ft
ATV-M 704 Jegyzetfüzet A szennyvíztisztító művek önkontroljának üzemeltetési módszerei 1997. május	4 267,- Ft
ATV-A 118 Munkafüzet Vízelvezető-rendszerek hidraulikai méretezése és ellenőrzése 1999, november	10 983,-Ft
ATV-A 112 Munkafüzet Szennyvízcsatornák és –vezetékek különleges létesítményeinek hidraulikai méretezése és teljesítményének ellenőrzése 1998. január	8 878,- Ft

* A fenti Munkafüzetek megrendelhetők MaSzeSz, FAX: 463 37 53, Vajda Katalin

ATV-A 126 Munkafüzet Irányelvek, az eleveniszapos eljárás alapján, iszapstabilizálással együtt végzett szennyvíztisztításhoz 500 és 5000 közötti lakosegyenérték esetén 1993. december	4 555,- Ft
ATV-A 301 Munkafüzet Szennyvíziszap-beépítés depóniákba A szennyvíziszap és a települési hulladék együttes elhelyezése 1989. október	2 220,- Ft
ATV-A 400 Munkafüzet Alapelvek a műszaki szabályok szerkesztésénél	4 530,- Ft



***Békés, boldog, és eredményekben gazdag
2002. új esztendőt
kívánunk minden kedves tagtársunknak!***



„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



ZENON SYSTEMS KFT.

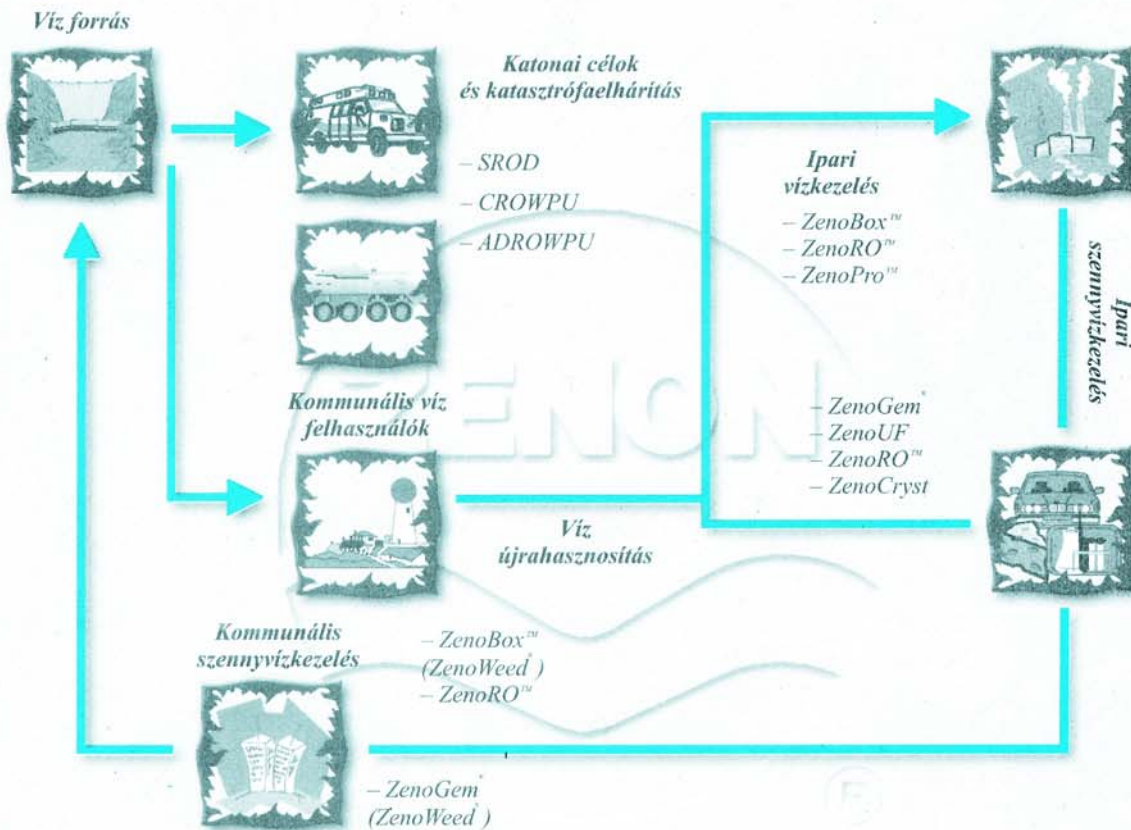
2803 TATABÁNYA, VIGADÓ U. PF. 353

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

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

IPARI ÉS KOMMUNÁLIS VÍZKEZELÉS MEMBRÁN TECHNOLÓGIÁVAL

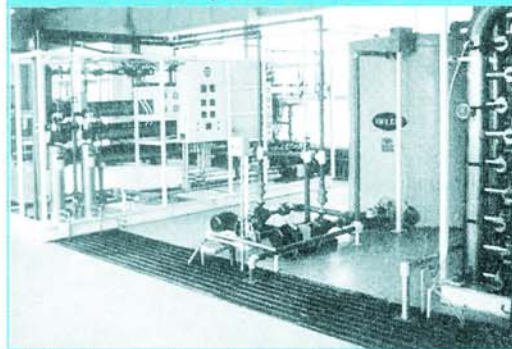
Termékek és szolgáltatások



Vízkezelés



Szennyvízkezelés



Water for the World