

TARTALOM

MaSzeSz – HÍRHOZÓ	2
Somlyódy L.: Az árvíz károsultjaiért	3
Bartha I. : Települési szerves hulladékok komplex hasznosítási eljárása, annak szervezése és előnyei	4
Csanda F., Csépai L.: A megtakarítás kinek a pénze? (Hozzászólás a Mégis kinek a pénze?, a HÍRCSATORNA 1999. november-december számában megjelent cikkhez)	12
Korrespondenz Abwasser rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
2000/03	15
2000/04	18
Zsirai I.: Membrántechnológia a szennyvíztisztításban valamint a szennyvíz újrahasznosításban. Visszatekintés az elmúlt húsz évre	22
ZENON: Ipari/nagyüzemi szennyvizek újrafeldolgozásának és újrafelhasználásának alternatívái	24
Tiszta vizet a jövőnek!	
Wagner, M.: Szennyvíztisztító telepek levegőztető berendezéseinek kiválasztása, pályáztatása és átvétele	30
Schmitt-Heiderich, P., G., Ihringer, J., Plate E., J.: Sztochasztikus méretezési módszer elve a városi vízgyűjtő területekről származó befogadó-terhelés meghatározásához	31
Martin Wagner: Szennyvíztisztító telepek levegőztető berendezéseinek kiválasztása, pályáztatása és átvétele	36



H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Az idő megállíthatatlan haladása következtében, ez évben, már a második HÍRCSATORNÁT tartja a kezében. Az elmúlt két hónapban elnökségünk kétszer ülésezett: március 24-én és április 20-án. Mindkét elnökségi ülés a „májusi rendezvény csomaggal” – EWA konferencia május 4.-6. között, Taggyűlés május 17-én, az ATV-val közös előadóülés május 29-én és 30-án – foglalkozott, pontosabban azokat készítette elő.

Március 22-én ünnepeltük meg a Víz 2000. évi Világnapját. Jelen számunkban „Tiszta vizet a jövőnek” címmel a Meteorológiai Világszervezet – WMO főtitkára Prof. G. O. P. Obasi ez alkalomból írt „A VÍZ A HUSZONEGYEDIK SZÁZADBAN ” c. cikkéből közlünk néhány gondolatot a 30. oldalon.


Április 12.-14. között a „Kis és közepes méretű települések szennyvízgyógykezelése”, című 1999-es rendezvényünk záróaktusaként Bajorországi tanulmányi kirándulást és kerekasztal megbeszélést szerveztünk. Ezek részleteiről a HÍRCSATORNA következő száma számol be.

Elnökünk, Dr. Somlyódy László, akadémikus vitaindító cikkére, most, a nemrég Jedlik Ányos-Díj-jal kitüntetett Dr. Csanda Ferenc és Dr. Csépai Lajos uraktól beérkezett reflexiót – „A megtakarítás kinek a pénze? címmel – közöljük lapunk hasábjain.

A HÍRCSATORNA 1999-es május-júniusi, valamint szeptember-októberi számában foglalkoztunk a membrántechnológia kérdéseivel. Most „Membrántechnológia a szennyvíztisztításban” címmel cikksorozatot indítunk annak reményében, hogy előmozdítjuk e technológia hazai alkalmazását.

Kérem szenteljenek figyelmet Dr. Bartha István cikkének, mely rendkívül aktuális témával - a települési hulladékok komplex hasznosításával foglalkozik.

Budapest, 2000. április 20.


 Dr. Dulovics Dezső, Ph.D.
 elnökségi tag



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

AZ ÁRVÍZ KÁROSULTJAIÉRT

A Tisza völgyében ma már több mint húszezer ember küzd hősiezen az évszázad árvizével, a minden korábbit meghaladó vízszintekkel. Vízi mérnökök és árvízi szakemberek, a honvédség, a polgárőrség, a rendőrség, az önkormányzatok, a lakosság, mindenki védekezik. A tetőzés még nem mindenütt következett be. A levonulás lassú lesz. Kibírják a töltések? Reménykedünk.


Sok családot ki kellett menekíteni. Sok házban helyreállíthatatlan károk keletkeztek. A veszteségek és az újjáépítés költségei óriásiak lesznek. A szó és az írás ilyenkor nem segít. Szerencsések, akiket nem sújt a katasztrófa.

Kérem adakozzanak!

ÁRVÍZKÁROSULTAKÉRT MAGYAR ÁLLAMKINCSTÁR
10032000-01220249-53000004

Köszönöm.

Budapest, 2000. április 17.


 Somlyódy László
 a MaSzeSz elnöke
 akadémikus



„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

TELEPÜLÉSI SZERVES HULLADÉKOK KOMPLEX HASZNOSÍTÁSI ELJÁRÁSA, ANNAK SZERVEZÉSE ÉS ELŐNYEI

v. dr. Bartha István, okl. mérnök, ny. szakági főmérnök,
a műszaki tudományok kandidátusa

A megújuló energiaforrások: a szél-, a napenergia, a szerves anyagok anaerob lebontása (biogáz) hazánkban ismert eljárások ugyan, de az utóbbi 40-50 évben ezeket nem célszerűen, érdemüknek nem megfelelően alkalmazták, így elterjedésük elmaradt a bennük rejlő lehetőségektől és gazdasági eredményektől. Különösen áll ez a szerves anyagok erjesztése során nyerhető biogáz előállításra. Ezen utóbbi eljárás alapanyagának tömege, amely évente újratermelődik, lényegében veszendőbe megy, az abban lévő szervesanyagok lebontását a múltban a természetre bízva az erjedés során keletkező metángáz felhasználatlanul a levegőbe távozott. Éppen ezért céltudatosan az összes szerves hulladékot **biogáz-nyerésre**, a lebontás után visszamaradó **biotrágyát** a termőföldekre kijuttatva a mezőgazdaság területén kell hasznosítani – mint a mai műtrágyázás talajjavító hatását felülmúlva, gyorsabban és jobban ható N, P, K értékekkel rendelkező táperőt.

A mostani előadásnak az a célja, hogy az utóbbi évtizedekben e téren elért eredményeinket széles körben megismertesse abból a célból, hogy az így mutatkozó kedvező gazdasági lehetőségeket minél hamarabb ismertté tegyünk, azok mielőbb megvalósuljanak és ezek segítségével az **EU mezőgazdasági és környezetvédelmi követelményeit teljesíthessük**, sőt követendő mintát is szolgáltatassunk ezeken a területeken. Alátámasztja ezt az 1993-ban, Nürnbergben a 150 feltaláló közül kapott kitüntető ezüstérem */lásd az 1.sz. mellékletet/*.

Lássuk sorban a szerves hulladékfajtákat, mint az ún. biomassza alapanyagait, mi a helyzet azokkal hazánkban? Elsőnek vizsgáljuk meg a **hazai településeken keletkező szennyvizek** helyzetét.

Hazánk települései ma 98%-ban el vannak látva vezeték ivóvízzel, ugyanakkor a csatornázással és a szennyvíztisztítókkal napjainkban a településeknek még csak kb. 23%-a van kielégítő módon ellátva, az is főleg a városokban. Már itt kell jelezni, hogy az EU-ba történő felvételünknek (a remélt 2003-ben) feltétele, hogy mind az ivóvízhálózat, mind a szennyvízcsatornázás és a szennyvíztisztítás kiépítettsége legalább 80%-os legyen az egész országban! Az illetékes hatóságokban megvan a törekvés e követelmények teljesítésére, arra is gondolni kell azonban, hogy a program során megvalósuló csatornázási és szennyvíztisztítási létesítményeknek **kor-szerűnek és gazdaságosnak** is kell lennie, aminek telje-

síthetőségére még a **hatósági előírások újraszabályozása** is létfontosságú kérdés. Meg kell tehát nagyon fontolnunk, hogy a megjelölt célok elérésére a sovány állami pénzforsorakat miképpen használjuk fel!

Az előbbieket bizonyítására ki kell ragadjam a Dunántúl közepén lévő 28 települést (Kisbér - Mór - Bodajk térsége – hogy a nagyobbakat említsem), amit a későbbiekben részletesebben vizsgálni fogunk, mint egy javasolt komplex hasznosítási egységet. Az előbb említett 28 településen a vezeték ivóvízellátás napjainkban 68-100%-os kiépítéssel elkészült, ugyanakkor csatornával, szennyvíztisztítással a 28-ból csak 6 település rendelkezik. Ezen a téren a készültség $9,7 \div 57,4\%$ között mozog, míg a fennmaradó **22 településnél 0%-os** (nincs berendezés!).

Ahhoz, hogy 2003-ig a hazai vízellátás, a csatornázás és a szennyvíztisztítás az EU követelményeihez közelíthessen, meg kell vizsgálnunk ezek jelenlegi és tervezett hazai szabályozásait.

A fent említett 28 település hazánkban az úgymond „jobban szituáltak” közé tartozik. Ugyanakkor összehasonlításként bemutatjuk hazánk középső és keleti részén fekvő 3 megyénk helyzetét az *1. sz. táblázatban*. A nevezett 28 település és a 3 megye összehasonlításából következtetéseket lehet levonni.

Megye neve	A megye városainak száma	A megye falvainak száma	A megye falvaiban a lakosság [fő]	A megye falvaiban megművelt mg-i terület [ha]	A megye vezetékes ivóvíz-ellátásban részesülő falvai és városai [db]	A megye csatorna ellátásban részesülő falvai és városai [db]	A megye földgáz ellátásban részesülő falvai és városai [db]
Bács-Kiskun	10	85	299.646	661.153	95	39	32
Békés	9	65	198.589	394.898	74	23	10
Jász-Nagykun-Szolnok	9	65	209.338	350.094	74	27	10
Összesen	28	215	528.842	1.306.155	243	89	52

1. táblázat

A ma még érvényes szabályozások a szennyvíztisztítás és a szennyvízelhelyezés vonatkozásában az alábbiak: – 18/1998.(IV.3.) számú és az azt megelőző 54/1994.(X.15.) számú rendelet, valamint a 9003/83 számú MÉM-EüM-OVH szennyvíz-elhelyezési szabályzat.

– A veszélyes hulladékok – melyeket a mi céljainkra használt biomassza anyagokból **ki kell zárni** és önálló kezelésüket, eltávolításukat meg kell oldani – a 102. számú kormányrendelet szabályozza 1996.(VII.12.) számon.

– Az EU tagállamokra érvényes a 86/218 EGK számú **Irányelv**, ami a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásáról szól, a környezet és kiemelten a talaj védelmét tárgyalja.

A hazai víz- és környezetvédelmi hatóságok jelenleg foglalkoznak a 91/271 számú EGK irányelv hazai jogrendbe való illesztésével, s a közeljövőben várható a megfelelő rendelkezéseknek a Kormányzat részére történő előterjesztése.

Ezekkel kapcsolatban a következő műszaki fejlesztési és egészségügyi követelményeket tartalmazó témák érintettek: az iszapkezelés és elhelyezés szabályozása, valamint az állami támogatási rendszerének átalakítása és folyamatos korszerűsítése, ilyen továbbá a csatornabírságról szóló 4/1984. (II. 7.) számú OVH rendelkezés korszerűsítése, – valamint az 38/1995. (IV. 5.) számú, a közműves szennyvízelvezetéséről szóló kormányrendelet kiegészítése ill. módosítása.

Szervezési feladatként mutatkozik a most javasolt komplex közművesítési feladatnál, hogy a területileg összevont településeknél a meglévő csatornázás, és szennyvíztisztítás, a háztartási szemét kezelés s a mezőgazdasági megművelt területről származó biomassa alapanyagok kezelését és begyűjtését egy, a területen létesített vállalat kezébe kell adni, ami egyben a területen lévő regionális biogáz-biotrágya előállításával, üzemeltetésével is foglalkozik. Ez a centralizálás igazodik a mezőgazdasági művelés alatt álló területek tulajdonosaihoz is, azokkal egyetértésben, együttműködve oldják meg a feladatokat, mindegyik fél érdekeinek figyelembevételével. (pl. anyagi és energetikai érdekek!)

Ezen bevezetés után foglalkozzunk a megújuló energia források közül a biogáz és biotrágya előállítás aktuális problémáival:

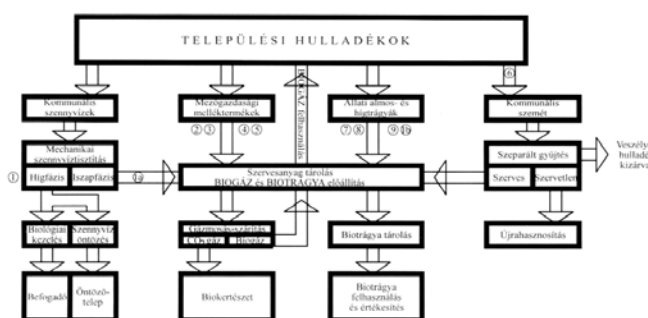
A mai formában a II. világháború után kezdődött el az eljárás széleskörű elterjesztése a másodlagos energiaforrások hasznosítása jegyében, amiknél a legegyszerűbb hasznosítási formákra törekedtek. Hazánkban a HÖKI és a MÉLYÉPTErv kezdeményezésére, valamint a témában leginkább érintett FM megvalósításában 1950-től indult be a legkülönbözőbb technológiai eljárásokkal a szerves hulladékok anaerob erjesztése biogáz nyerése céljából, – de a másodtermék, a biotrágya felhasználásának megoldása nélkül. 1960-63 között a MÉLYÉPTErv Indiában két biogáz-biotrágya előállító berendezést tervezett, helyezett üzembe és végzett velük összehasonlító gáz- és biotrágya értékvizsgálatokat laboratóriumi-, félézüemi-, és nagyüzemi szinteken. Ezek eredményeit itthon kiértékeltek és hazai körülményeket figyelembe véve tettük meg a javaslatokat az akkori kormányzati szervezeteknek, akik az akkori mezőgazdasági és energetikai helyzetre tekintettel érdemben a kérdéssel nem foglalkoztak.

Európában (Dániában, Hollandiában, NSZK-ban, valamint Angliában) és Amerikában az utóbbi 30 évben az

ún. „nedves eljárású” biogáz előállító technológia terjedt el: a szennyvíziszapok anaerob rothasztásának mintájára. Ugyanakkor állandó törekvés mutatkozott a 92-94% folyadéktartalmú biomasszában az erjesztésre kerülő töltet szárazanyagának emelésére, nagy szervesanyag-tartalmú száraz mezőgazdasági termékkel. A folyékony biomassa gázosító erjesztése után folyékony biotrágya maradt vissza, aminek trágyakénti értékesítése sok gondot okoz még ma is, amikor már annak sűrítésére, gépi víztelenítésére is megindultak a próbálkozások. A volt MÉM Műszaki Intézet által kezdeményezett nagyüzemi, nedves-eljárású biogáz előállító berendezések (pl. Szécsény) nem váltak be.

A jelenleg javasolt biogáz-biotrágya előállító eljárás az előbbieken a MÉLYÉPTErv által Indiában bemutatott ún. „felszáraz eljárás” továbbfejlesztése az azóta itthon a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Tangazdaságában és az AGÁRDI MG-i Kombinát Felsőcikolai üzemegységében a mezőgazdasági egység területén megvalósult üzemi kísérletekkel a jól üzemeltethető egylépcsős termofil, felszáraz eljárást igazoltuk. Erre az jellemző, hogy a betöltés után egy lépcsőben már 60°C-ra felmelegített erjesztőtartály alsó felébe betöltik a biomassa előre meghatározott mennyiségét és vele annak N:P:K tartalmát, valamint max. 25% nedvességtartalmát. A betöltés befejeztével ráeresztik a tartályra a levehető gázzáró fedélszerkezetet, azt a vízzárba fixen rögzítik, majd beindul a szárazanyag lebontással párhuzamosan a biogáztermelés. 15-16 napi erjesztés után a gázzáró fedélszerkezet leemelik és gépi úton kiürítik a tartályt. Ezt a műveletsort párhuzamosan annyi tartállyal folytatják, amennyi az évi biomassa teljes tömegének a befogadására alkalmas.

A komplex erjesztési egylépcsős eljárás részletesebb ismertetése: (lásd a 1. és 2. ábrákat)



1. ábra. Települési szerves hulladék komplex kezelésének sémája

– a kommunális szennyvizet mechanikai előtisztítás során víz- és iszapfázisra bontjuk, a vizes fázist mesterséges vagy természetes biológiai tisztítás után befogadóba, az iszapfázist /1a/ pedig a biogáz előállításához vezetjük;

– a kommunális szerves szemétből a konyhai és papírhulladékokat /6/ szelektáljuk és 1-2 cm méretűre aprítás után a biogáz előállításához vezetjük;

– a mezőgazdasági rostos hulladékot /2-5/: a szalma- és szárazféléseket, a lomb- és nádanyagokat stb. külön kupacokban rendezzük, majd azokat 1-2 cm méretűre való aprítás után szintén a biogáz előállításához vezetjük;

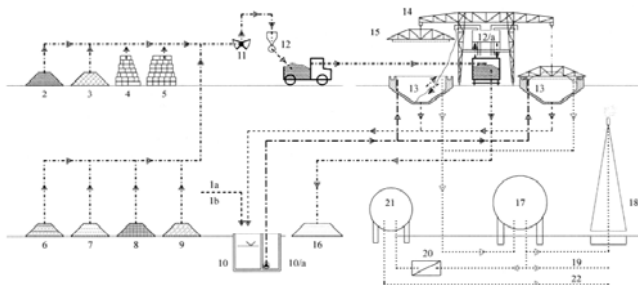
– az üzemi körülmények között keletkezett szarvasmarha- /7/, sertés- /8/, baromfi- /9/, trágyákat (akár híg állapotban, akár almos konzisztenciában) előkezeljük, s a biogáz előállításához vezetjük;

– a felsorolt anyagok frakcióit megfelelő beltartalmi vizsgálatoknak vetjük alá, összekeverjük olyan arányban, hogy a keverék szárazanyagtartalma 18-25%, C/N aránya 16:1÷19:1 közötti, N:P:K aránya (3÷5,4):(2,5÷4,4):(0,7÷1,9) közötti legyen. Ezek a számok az ideális erjesztést biztosító követelmények;

– a keveréket a zárható, speciálisan kiképzett erjesztőtartályba /13/ juttatjuk, amelyben egyfázisú fermentálással, állandó hőfok /56÷60 °C/ biztosítása mellett a biogázt a betáplált frakcióból kinyerjük;

– a keletkezett biogázt elvezetjük /17/, gázmotorban elégetjük /19/, a gázmotor hőenergiáját a fermentorok fűtésére és egyéb, hőenergiát igénylő tevékenységhez használjuk el, a kapcsolt generátorral elektromos energiát állítunk elő az üzemi berendezések energiaigényének, illetve további fogyasztók számára;

– a biotrágyát kiemelve, amelynek beltartalma értékesebb, mint folyamat kezdetén volt, a felhasználóknak értékesítjük.



2. ábra. Települési szerves hulladék komplex kezelésének folyamatábrája

A biomassza az ökoszisztémában létrejövő transzformált napenergia, olyan szervesanyag mennyiség, amely az élettérben producensek, konzumensek és lebontók segítségével fejt ki tevékenységét.

A biomassza jelentős része az ökoszisztémában hasznos terméként feldolgozásra kerül, egy része azonban hulladékként, melléktermékként – mint megújuló energiaforrás alapanyaga – felhasználásra vár. A melléktermékek aránya a mezőgazdaságban – hazai adatok szerint – kb. 50%, és a mezőgazdasági termelés munkafolyamatait ezt minden évben újratermelik. A biomassza termelést energetikai célra termesztett növényekkel fokozni lehet, illetve feldolgozásra alkalmasak azok a növényfajták, amelyek nem igényelnek művelést, vadon teremnek, sok esetben környezetszennyezők.

Számítások szerint Magyarországon a fel nem használt **biomasszában rejlő „in situ” energia mennyiség a jelenlegi energiafelhasználás 20-25%-át rejti.** A javasolt eljárás ezt az utóbbi biomassza mennyiséget is fel kívánja dolgozni biogázzá és biotrágyává.

Az eljárás technológiai folyamata biztosítja, hogy az egyébként környezetszennyező anyagok feldolgozása zárt rendszerben, folyamatos működéssel, bármely veszélyeztetettségű talajon, védett természeti környezetben megtörténjen. Felhasználva azt az előnyt, hogy a kinyert biogáz elégetéséhez rendszeresített gázmotor jelentős hőmennyiséget ad le, ennek az energiának a hasznosítása helyben lehetővé teszi az irányított termofil erjesztést, azaz a feldolgozásra előkészített frakciók beltartalmától függően az anyag 50-60 °C hőmérsékleten való tartását mindaddig folytatni kell, amíg a gáznyerés előnyös, illetve a **biomassza az előírt sterilitást el nem nyeri.**

Mi az új az eddig hulladékként kezelt szerves anyagokból a leírt erjesztés útján előállított két bioszármazék termelésében?

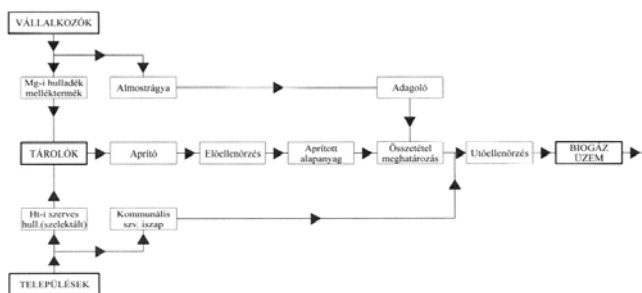
– A szennyvíztelepekről mobil sűrítővel felszerelt tartálygépkocsikon szállítjuk időről-időre el a telepeken összegyűlt iszapféléseket. Tehát ott további elhelyezési gond nem marad. A hetente egyszer (vagy többször) érkező iszapszállító tartálykocsi elszállítja az iszapokat a központi egység tárolójába, ott mennyiségi- és minőségileg bemérik azokat és hozzáadják a biomassza tömeghez akkor, amikor a telepvezető a betöltésre kerülő töltet nedvességtartalmának szabályozása érdekében azt szükségesnek tartja. Nedvesség-szükséglet mindig van, mert a mezőgazdasági hulladékokhoz az folyamatosan szükséges. (Lásd a 2. ábra 10. jelű folyadék tároló aknáját.)

– A háztartási szemetet településenként **szelektíven kell gyűjteni!** Ebben a komponensben valóban csak a szerves anyagokat lehet megtartani. A veszélyes hulladékokat (akkumulátorok, elemek, festékes dobozok és más ehhez hasonlókat) külön tárolóban kell gyűjteni az elszállításig.

– Ugyanígy külön-külön kell gyűjteni a műanyag-, a gumi-féléseket, az épület-törmelékeket.

A komplex erjesztő-telepre való beszállítás alkalmával a tárolóhelyen az anyagokat fajtánként mérlegelni, és személy szerint a leadók címein a mennyiségeket rögzíteni kell, hogy majd az évi értékesítés során a kártalanítási részesedés megállapítható legyen (Lásd a 3. ábrát!).

A szemét-féléseket mindezek ellenére a begyűjtő telepeken még egyszer szállító szalagra kell rakni, majd kézi úton a szalagról az oda nem való anyagféléseket el kell távolítani és el kell égetni. Ezzel zárul a szelektív szemétygyűjtés és ezt követi az aprítás ugyancsak a megkívánt 1-2 cm-es darabokra. A gyűjtő telepekre a szemét beszállítás minden munkanapon történik, illetve a különleges szemétfélésegekből hetente egy-egy napon egy-egy azonos fajtát szállítanak be.



3. ábra. A működés vázlatja (begyűjtés és előkészítés)

A beszállított anyagfélésegekről a háztulajdonosoknak az átvételkor nyugtát kell adni az átvett anyagról (mennyiség, darabszám stb. feltüntetésével.)

A biomasszák tárolóhelyeit, a települési szennyvíztisztítók helyeit, a szennyvíziszapok tároló helyeit, a biogáztelep helyét és az azokat összekötő közutak nyomvonalait a korábban említett 28 település esetére a mellékelt térkép mutatja be.

A biogáz-biotrágya telepek a szennyvíz-, a szennyvíziszap- s a talajminőség esedékes és szükséges vizsgálatainak végrehajtásához laboratóriummal és szükséges vegyi felszereléssel kell rendelkezzenek, a vizsgálatok és a minősítések végrehajthatósága érdekében. Igazolásokat kell adjanak az érvényes vegyvizsgálati előírások minőségi és időponti kötelezettségeinek megfelelően, figyelemmel a bevezetőben megjelölt rendeletek előírásaira.

A települési ingatlantulajdonosokat az általuk leadott és a biomasszában felhasználásra kerülő anyagfélésegekről – a nyugtáknak megfelelően – kártalanítani kell, és pedig a beadott anyagokkal beadott N;P;K tartalommal arányos biotrágya mennyiséggel, aminél a minőség-

ben kedvezőbb N;P;K tartalmat és a szállítások árait is figyelembe kell venni. Ezáltal a beszállító települések lakosai-tulajdonosai anyagilag érdekeltté válnak a közös vállalkozásban.

A termofil együtemű felszár az erjesztési eljárás építmenyéit az 1-33 számokkal feltüntetett létesítménysorozattal az 4. ábrán mutatjuk be. Ugyanennek a berendezésnek a folyamat-ábráját a 5. ábrán láthatjuk. Mind-egyik ábrán a teljes technológiai folyamatot, illetve azok elemeinek telepítési elrendezését is láthatjuk; a 6. ábrán a reaktortartály kialakítása látható.

Kövessük végig ezeken a nyers biomassza-félésegek útjait, az egyes erjesztő elemekbe kerülő töltetek bemérését, helybe szállítását, berakását, majd az érlelési folyamatot, az eközben keletkezett biogáz elvételének szabályozását, mennyiségi- és minőségi bemérését, a szükséges víztelenítést (párátlanítást) majd a folyamat befejezése után a keletkezett biogáz további kezelésének és felhasználásának útját. A telepen kerülnek elhelyezésre a biogáz hasznosítás lehetőségeinek megfelelő gázipérszeti felszerelések, a biztonsági felszerelésekkel együtt.

Hajtsuk végre ugyanezt a másik termék: a biotrágya vonalán is a különböző hasznosítási lehetőségek figyelembevételével.

A telepen kerülnek raktározásra (garázsolásra) a biomassza ill. a biotrágyát elszállító tehergépkocsik ill. tartálykocsik. A biogáztermelő és a biomasszatároló helyek, valamint a biotrágya tároló helyek közötti anyagmozgatásról kedvező és gazdaságos menetvertet kell készíteni, figyelemmel a biomassza-alapanyagok keletkezésének, beérkezésének, aratásának időpontjaira.

Az erjesztési komplex regionális berendezés működési folyamatának alapja a biomasszát szolgáltató települések

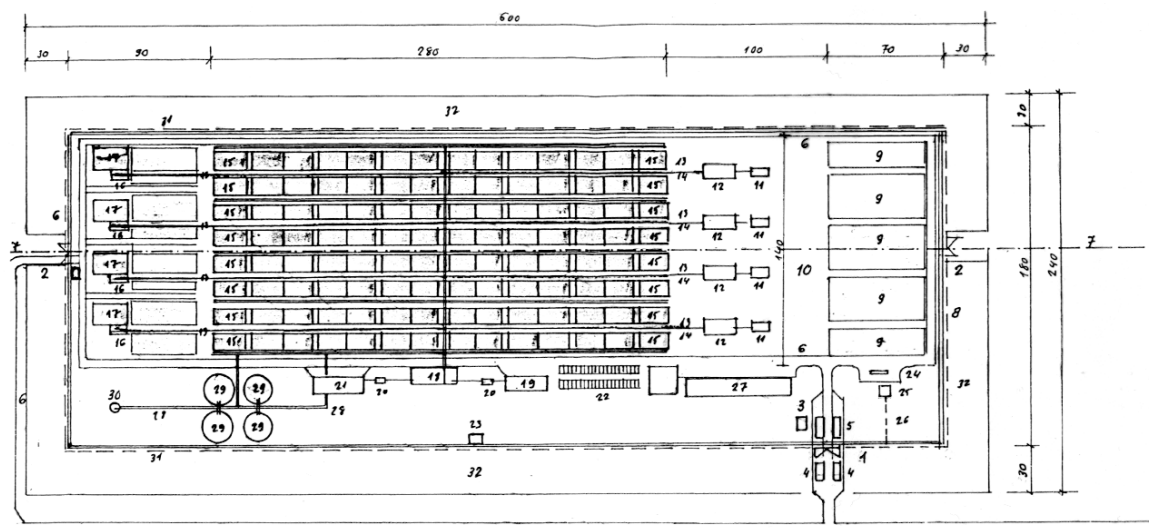


Térképmelléklet
A vizsgált Dunántúli régió

összettségének **biomassza-alapmérlege**, azaz az általuk évente biztosan megtermelhető és rendelkezésre bocsátható négyféle biomassza alapanyag tömege. A biomassza alapmérleg határozza meg a **várható évi- és napi-biogázhozamot**. Ebből fedezni kell a telep saját energia-szükségletét biogázból előállított áram, ill. ennek termelése során keletkező hőenergiával. A gáz nagyobb része általában felhasználásra kerül. Az egész évi – időszakonként változó – energia fogyasztási-igényre támaszkodóan a biogáz

teljes évi mennyiségének felhasználására – a jellemző időszakokra figyelemmel levő – tervet, előirányzatot kell készíteni. Ez a gazdaságos üzemeltetés alapja. A biogáz általános összetétele: metángáz 65%, széndioxid 33%, egyéb gázfélések 2%. A biogáz fűtőértéke: 22 MJ/Nm³.

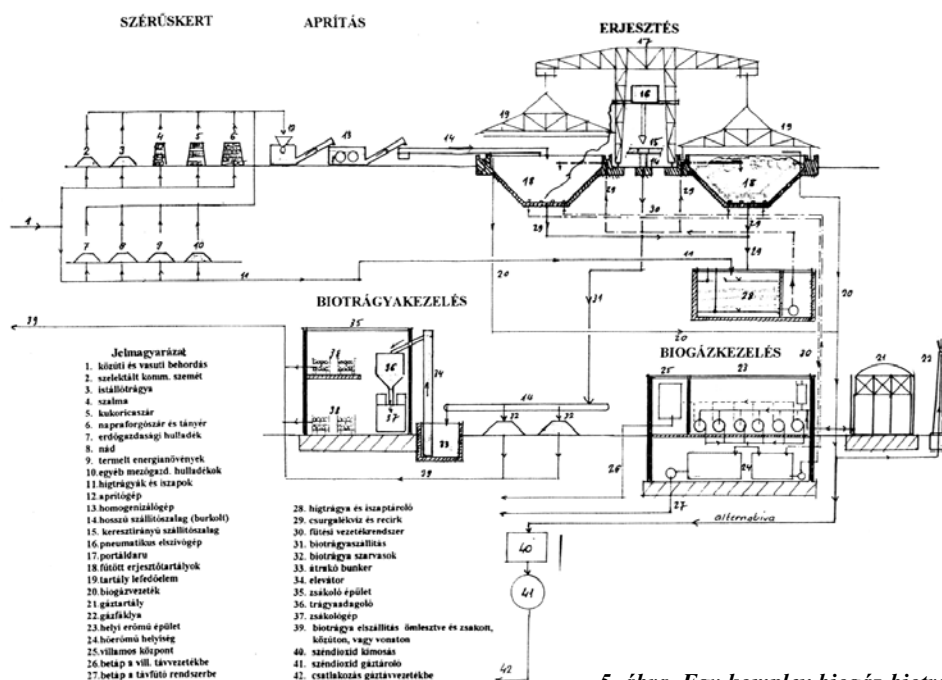
A felhasznált biomasszából a nyersanyag lebontás után keletkező **biotrágyával** elsősorban az alapanyagot beszállítókat kell kártalanítani, ill. ellátni. Így a nagyobb részt az érintett települések a mezőgazdasági műveléséhez szük-



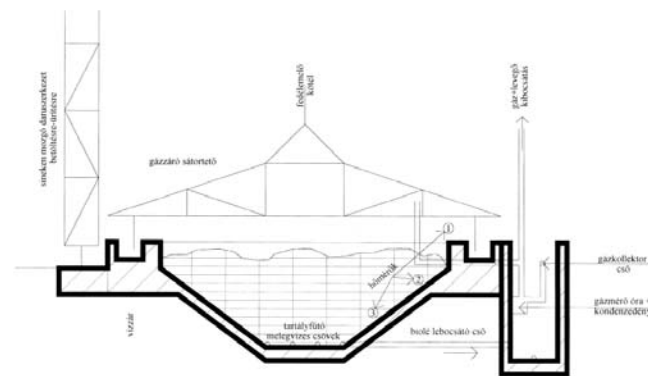
JELMAGYARÁZAT

- | | | | |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. főbejárat | 8. övörök | 17. biotrágya zsákoló épület | 26. tisztavíz elvezetés az övörökbe |
| 2. mellékbejárat | 9. átmeneti biomasszataroló | 18. hígtrágyatároló és szivattyúház | 27. garázs |
| 3. főporta | 10. burkolt szérűskert | 19. Szoc. épület és központi iroda | 28. közműcsatorna |
| 4. fertőtlenítő medence | 11. aprító berendezés | 20. ülepítő akna | 29. biogáz tartályok |
| 5. hidmérleg | 12. homogenizáló gép | 21. helyi erőmű épület | 30. gázfáklya |
| 6. telepi aszfaltút | 13. hosszú szállítószalag | 22. gépjárműparloló | 31. kerítés |
| 7. iparvágány | 14. portáldarupálya és daru | 23. csapadékvíz átemelő | 32. védő erdősáv |
| | 15. fűtött erjesztőtartályok | 24. járműmosóter | 33. TMK és javítóműhely |
| | 16. biotrágya tároló | 25. szennyvíztisztító berendezés | |

4. ábra. Egy komplex biogáz-biotrágya előállító telep helyszínrajza.



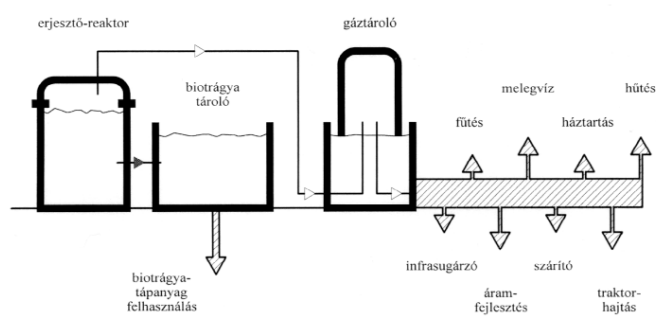
5. ábra. Egy komplex biogáz-biotrágya előállító telep folyamatábrája.



6. ábra. A reaktor felépítése.

séges tápanyag-igényük kielégítésére használhatják fel. Ez a tapasztalatok szerint bőségesen elegendő, sőt többlet is marad, amit értékesíteni lehet. A biotrágya minősége pedig jóval meghaladja műtrágyák ill. komposztok beltartalmi értékét. Az árusításra kerülő biomasszát helyben zsákolni kell és azt minőségi garancia igazolással is el kell látni.

Biogáz felhasználási lehetőségek: ahhoz, hogy a termelt biogáz optimálisan felhasználható legyen, segítséget nyújt a 7. ábra, aminek alapján helyszíni felmérések, tárgyalások és adás-vételi szerződések szerint lehet kidolgozni a biogáz egész évi folyamatos hasznosításának tervét. Ez az optimális gazdaságosság egyik sarokpontja. A másik sarokpont a keletkező biotrágya értékesítési lehetőségének a kidolgozása az előbb hivatkozott logikai modell alapján az adott települési egyesülési szövetkezet teljes területén.



7. ábra. A biogáz hasznosítási lehetőségei

Annak érdekében, hogy konkrét adatok tükrében lássuk a biogáz-biotrágya előállításában mutatkozó lehetőségeket, vizsgáljuk meg a 2. táblázatot, amely három különböző, közepes településből várható évi biogáz és biotrágya mennyiségét, az ahhoz szükséges létesítmény beruházási költségelőirányzatát mutatja be ECU-ban.

A keletkező biogázt gázmotorban /24/ avagy más gázüzemű berendezésben /25/ elégetjük (lásd a 8. ábrát) a gázmotor hőenergiáját az erjesztők fűtésére hasznosít-

juk, a kapcsolt generátorral elektromos áramot állítunk elő az üzemi berendezések energiaigényének fedezésére, illetve más, további fogyasztók számára. A berendezésünk lehetőségeit szem előtt tartva a teljes évi folyamatos gázfelhasználási program birtokában módunk van a keletkezett biogáz optimális hasznosítására.

Település jele:	Lakosszáma:	Mezőgazdasági területe	Szerves szemét mennyisége	Csatornázása és szennyvíztisztítása jelenleg:
„A”	2500 fő	962 ha	1300 m ³ /a	2/3 rész kész szvt. nincs
„B”	4500 fő	1020 ha	2980 m ³ /a	teljes szvt. van
„C”	3500 fő	3678 ha	2550 m ³ /a	nincs nincs

A településeken begyűjtendő biomasszából megtermelhető:

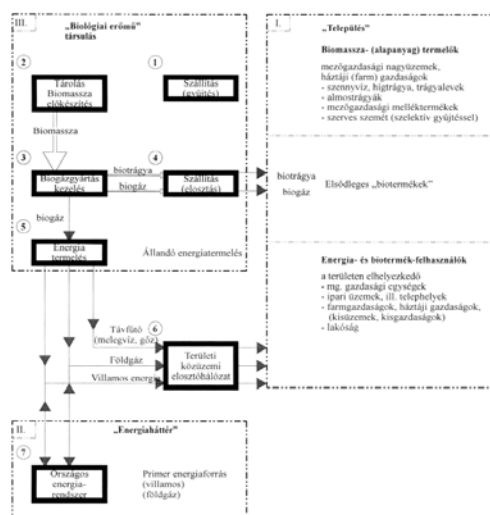
Település jele:	biogáz [Nm ³ /a], abból	bioföldgáz [Nm ³ /a]	CO ₂ gáz [Nm ³ /a]	biotrágya [t/a]
„A”	1.329.970	877.746	452.224	4.757
„B”	1.770.000	1.168.200	601.800	8.550
„C”	5.524.100	4.032.600	1.491.500	36.400

A települések komplex hulladékkezelő- és hasznosító létesítményeinek beruházási költség-előirányzata ECU-ban:

Település jele:	Előkészítő és befejező munkára:	Szennyvízcsatl. +szennyvíztisztításra:	Gázvezeték:	Biogáz-biotrágya telep:	Összesen:
„A”	144.000	690.000	–	826.000	1.660.000
„B”	166.000	600.000	355.000	1.049.000	2.170.000
„C”	244.000	1.000.000	405.000	1.491.000	3.140.000

2. táblázat

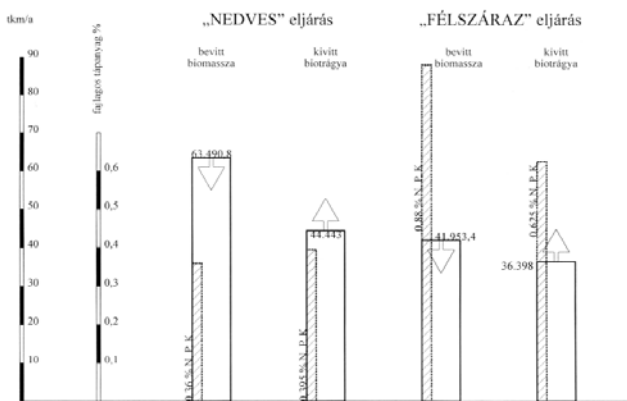
A keletkező biogáz összetételében a metángázon kívül – mint már ismertettük –33%-ban CO₂ gáz is van, amit a metán mellől ki kell mosni, ha a biogázt a települések meglévő földgáz-hálózatában, vagy ipari létesítményeiben folyamatosan kívánjuk értékesíteni. Ilyen esetben tárolót kell létesíteni a kimosott CO₂ gáz részére, hogy azt, mint levéltrágyát, a kertészeti üvegházak, fóliasátrak területén a termelt növényeknél minőségjavítási és termelés-gyorsítási célokból értékesíteni tudjuk. Ez is egy olyan kedvező mellékberuházás, ami a komplex beruházás gazdaságosságát növeli.



8. ábra. A biogáz felhasználása a komplex együttemű erjesztésnél

A biogáz-biotrágya érlelés javasolt technológiai eljárása lényegében a félszáraz erjesztési technológiára épül fel, termofil, azaz 50-60 °C üzemi erjesztési belső hőmérséklet mellett. A termofil eljárás felgyorsítja a szervesanyag lebontást, így egy-egy erjesztőtartály 15-16 napi üzemidővel dolgozik és ehhez jön még 1-1 napi többlet a berakodás, ill. a kiürítésnek végrehajtásához szükséges időtartam biztosítására.

Az erjesztési eljárások megvalósításánál korábban, hazánkban és világszerte is az úgynevezett „nedves eljárást” helyezték előtérbe. Szükséges volt tehát az Indiában nyert tapasztalatok, valamint a Dániában végzett hasonló kiértékelési munka összevetése, ami kimutatja: **mennyivel előnyösebb a félszáraz termofil erjesztés.** Ugyanis a nedves eljárás erjesztő m³-ként 6%, míg a félszáraz 24% szárazanyag mellett dolgozik. Az utóbbi konzisztenciája a hagyományos szalmás istállótrágyával meg egyező. A vizsgálat eredményeit a 9. ábrából láthatjuk.



9. ábra. A különböző biogáz-biotrágya előállító technológiáknál a bevitt biomassza és a kivitt biotrágya mennyisége, valamint azok beltartalmi változása azonos napi biogáz-termelés mellett

Összefoglalva a két eljárás vizsgálatából megállapíthatók a félszáraz eljárás előnyei a nedves eljárással szemben:

- A bevitt biomasszában a szervesanyag hányad 111,3%-kal nagyobb!
- A bevitt biomassza szállítási költsége 34%-kal kisebb!
- A bevitt biomasszában a fajlagos N,P,K tartalom 0,52%-kal magasabb!
- A kiejert biotrágyában erjesztés után megmaradó fajlagos N,P,K tartalom 0,63%-kal magasabb!

Különösen jelentős a félszáraz eljárásnál a szállítási költségek kisebb volta: **a nedves eljárásnál azonos szárazanyag-tartalom-bevitel mellett, a keletkező biotrágya kiszállítását is figyelembe véve 2 x 34%-kal nagyobb az össz-szállítási költség,** ami a nedves eljárásnál a 94%-os nedvességtartalomra vezethető vissza.

A javasolt komplex eljárás alkalmazását a mellékelt térképen mutatjuk be: a szóban forgó 28 település szennyvíztisztítóit, a mezőgazdasági szerves hulladékok

begyűjtési- és tárolóteri pontokat összekötő szállítási útvonalait, amiken a biomassza beszállítás – és a biotrágya kiszállítás a termőterületek elosztóhelyein megtörténhet. A térképen a szennyvíztisztító berendezéseken kívül a központi biogáz- és biotrágyatelepet és a biomassza különböző elemeinek egész évi tárolóit is feltüntettük.

Összefoglalva meg kell említeni, hogy a különböző nagyságrendű településeken keletkező biomasszák mennyiségei elegendő biogáz mennyiséget tudnak termelni, amivel az illető **települések teljes évi energiaigényét biztosítani lehet, valamint az általuk művelt terület talajtáperő-igényét (biotrágya formában) saját maga szolgáltathatja mégpedig (a parcella kísérletekkel igazolt) min. 15%-os minőségi termelés-többlettel!**

Ki kell emelni azt a tényt, hogy a komplex összevont régió területén lévő szennyvíztisztító berendezéseken keletkező iszapok csekély helyi előkezelés után (részleges víztelenítés) a központi biogáz-biotrágya előállító berendezésen feldolgozásra kerülő biomasszába kerülnek, ahol azok **a 16 napos 60 °C hőmérsékletű erjesztése során igazoltan sterilizálódnak,** s így a mezőgazdasági területeken a táperő pótlására a talajba kerülve ott veszély nélkül elhelyezhetők, sőt az előbb említett termésfokozást is biztosítják. Ugyanez vonatkozik a kezdeti időszakban a települések nem csatornázott területein keletkező hígfekáliák, valamint a nagyüzemi állattartások közül a hígtrágyával üzemelő egységekből származó különféle folyékony hígtrágyák legbiztosabb értékesítésére is! Ezek ugyanis, mint a biomassza mezőgazdasági hulladék-komponensei szerves anyagának nedvesítését szolgáló adalékok a 16 napos 60 °C-os érlelési idő alatt ugyancsak sterilizálódnak. Így ez a művelet nem helyenként külön-külön, hanem központosítottan, egy helyen elérhető és azt majd az igazolt minőségű biotrágya hasznosítása során érvényesíteni is lehet. Ez az eljárás az EU számára is bejelentendő akkor, amikor már a hazai komplex egylépcsős termofil erjesztésű berendezés prototípusa megtekinthető lesz és a mérések alapján az eredményei az itt leírtakat itthon is igazolták.

Az egylépcsős erjesztési eljárásról lekerülő biotrágya azért is kedvező a mezőgazdasági műveletek során, mert az a technológiai eljárással gyommag-mentessé válik, így a vetemények sokkal tisztábbak lesznek és a megcélzott növények fejlődése könnyebb lesz, egyszerűsödik.

Előnye ennek az eljárásnak a mezőgazdasági termelés szempontjából, hogy az **évi tápanyag-utánpótlást az agronómiai követelményekhez lehet igazítani.** A betakarított termés utáni talajállapot, valamint a következő vetésnél figyelembe vett növényi kultúrák tápanyagainak összesített nagyságrendjére lehet és kell beállítani azt a **biotrágya mennyiséget és minőséget,** ami az érintett szántóterületre esedékes. Ezt azután valóban arra a területre kell kijuttatni. Miután az érintett területen a biogáz-biotrágya előállító üzemegység tartja kezében a kész termékek értékesítését is, így módjában van, hogy a

berendezés betöltésekor a megfelelő időpontban a megfelelő receptet alakítsa ki még az erjesztő-tartályba való betöltés előtt, majd ürítéskor a késztermék megfelelő elhelyezéséről, továbbításról gondoskodják. Üzem közben az egyes erjesztőkádak működtetése során mérni kell a gáz minőségét (max 5 naponként), az erjesztőkben folyamatosan a belső hőmérsékletet, az erjesztőből lebocsátott folyadék pH értékét, és más, az erjesztés szempontjából fontos komponenset. Az erjesztőből kitermelt biotrágyát kémiai vizsgálattal minősíteni kell (száranyag /%, szervesanyag /%, C/N arány, pH érték, N;P;K tartalom, esetlegesen nehézfém-tartalom, valamint még azokat a komponenseket kell bevizsgálni, amiket az EU 86/218 EGK számú irányelve a szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználása esetére előír.

A magyar mezőgazdaság jövőben megoldandó feladatai közül a biotrágyával két jelentős problémán lehet segíteni:

– színvonalas termeléssel biztosítani tudjuk a berendezés vonzáskörzetében az exportképes termékeknek a hazai és a külföldi piacra való kijuttatását,

– a munkaigényesebb (de jövedelmezőbb) kertészeti és szőlészeti ágazatokban a megélhetést jobban lehet biztosítani, lévén, hogy a biogázból kimosott CO₂ gáz, mint levéltrágya is növeli a minőségi és mennyiségi termelést!

Az eddig ismertetett berendezés a megvalósításának területén a vidékfejlesztés, a környezetvédelem és számtalan egyéb összetevőnek nemcsak, hogy megfelel, hanem egyenesen kívánatos is! Ilyen előnyök az alábbiak:

• A keletkező biotrágya tápanyagtartalma – a ma igen magasan megbecsült komposzthoz képest – azért kedvezőbb, mert **itt az erjesztés 60 °C-on, zártan történik**, így a N nem távozik el a levegőbe (mint a komposztnál), hanem biológiailag gyorsan-ható formában kötődik meg a termékekben. Ez biztosítja a biotrágyával előállított termék előbbiekben említett mennyiségi növekedését.

• A sok komponensből álló biomassza segít a falusi településeken a szennyező foltok felszámolásában. A háztartási szemét szelektív gyűjtése és azok értékesítése rendre szoktatja a lakosságot – ezen felül biztosítja, hogy a biotrágyában sem marad veszélyes mérgező anyag. Ugyanerre a kérdésre már a tervezés során is gondot kell fordítani és **település teljes területén az iparból származó szennyvizet le kell választani és helyben kell tisztítani és mérlegteleníteni**, így azok melléktermékei nem kerülhetnek be a biotrágyába. **A biotrágya előállítás a műtrágya-gyártást lényegesen visszaszoríthatja.**

• Döntő kérdés a biotrágya nedvességtartalma, ami a nedves erjesztésű folyékony biotrágyával szemben ideálisnak mondható (almostrágya konzisztenciájú).

• Az eljárás koordinálja a településeken a szennyvíz-csatornázás, a háztartási-szemét elszállítás és elhelyezés minden problémáját, az állattartás maradványainak higiénikus és rendszeres elszállítását és hasznosítását. Ezzel irányt mutat nemcsak hazánk, hanem a még itt nem tartó EU állammok részére is.

• A biogáz megújuló energia, tehát országos viszonylatban az itt termelt energia gáz- és áram-import csökkentési előnyöket jelent. Ismert probléma, hogy a széntüzelésű-erőműveink felújításra szorulnak, az ezekre fordítandó beruházási költségekkel az így nagyobb hasznot hajtó biogáz-biotrágya előállító telep regionális telepítésével kedvezőbb gazdasági eredményeket tudunk elérni.

• A komplex telepek regionális megvalósításához meg kell nyerni elsősorban a települések önkormányzatait, majd annak megfelelően, hogy milyen közművek megvalósítása szükséges, csatornázáshoz és szennyvíztisztításhoz a BM, ill. a KÖM – a gázvezetékek megvalósításához, ill. a keletkező gáz- és hőenergia hasznosításához a GM nyújt támogatást. A sokoldalúan érintett Önkormányzatoknak a berendezések elhelyezéséhez szükséges területeket, az utak, a víz- és árambekötés költségeit kellene viselnie, valamint az érintett minisztériumok által megkívánt „saját erőt” kell biztosítani a lakosság bevonásával. A bemutatott eljárás komplex kivitele, az eddigi számítások szerint, nagyságrend függvényében 6-8-10 éven belül térül meg.

Az ismertetett eljárás elterjesztése hazánkban nemzetgazdasági érdek, amit „komplex bemutató telepek” telepítésével kell beindítani. Megyénként kb. 1-1 komplex telep fokozatos megvalósításával volna célszerű. Az import áram és földgáz egy részének pótlása az állandóan évről-évre keletkező hulladékból előállítható biogázból nyerhető, valamint a biotrágya használata – a jobb terméseredmények és talajállapot biztosítása mellett – a műtrágya használatot küszöböli ki, ami már talajállapotunk szerkezetét is rontja!

Nagy előnyt jelent az is, hogy a régiókban kiépítendő központi biogáz-biotrágya előállító telepek fokozatosan építhetők ki, és pedig a teljes berendezés erjesztőtartály-parkját ütemezni lehet, ugyanígy a keletkezett biogáz hasznosító üzemegységeket is lépésenként lehet kiépíteni az igényekhez igazodóan. A témában már tárgyalásokat folytattunk a német DOBSTADT céggel, akik komposzt-telepekhez az ottani technológiához szükséges gépi felszereléseket gyártják és azok felhasználásával komplett telepeket létesítenek. Megismerve az itt előadott eljárást azonnal kooperációra tettek ajánlatot és gépsoraikkal rendelkezésünkre állnak. Németországban az eljárás már 1993 óta ismerté vált, de a szabadalmunkat nem adtuk el, mert azt itthon kívánjuk elsőként bevezetni. Nürnbergben 1993-ban nemzetközi feltalálói- és újdonság-verseny volt, ahol ezzel az eljárással ezüstérmet, a II. helyet vívtuk ki 150 feltaláló között.

Tanulmányunk és az abban foglaltaknak ismertetése azt a célt szolgálta, hogy a témában 1960 óta felismert eredményeinknek a megvalósulás felé való vezető utat megtaláljuk, mert ennél az eljárásnál csak az első telep megvalósítása fog még további időt igénybe venni, a tények azután mindenkit meg fognak az eredményességéről győzni.

Hozzászólás dr. Somlyódy László akadémikus úr: „MÉGIS KINEK A PÉNZE?” c. írásához

A MEGTAKARÍTÁS KINEK A PÉNZE?

Dr. Csanda Ferenc, Ph.D. okl. mérnök - Dr. Csépai Lajos okl. mérnök SUPERNODIG Kft.

Dr. Somlyódy László akadémikus úr, a MaSzeSz elnöke, a HÍRCSATORNA 1999. évi november decemberi számában megjelent: MÉGIS KINEK A PÉNZE ? c. írását szövszerint így kezdi:

„A következő 10-15 évben Magyarországon több mint 1500 szennyvíztelep fog épülni. Ezt kívánja az EU csatlakozás, de ami talán ennél is fontosabb, az életminőség javítása, az elmaradott térségek fejlesztése, továbbá a felszíni és felszín alatti vizeink védelme.” Majd később ezt írja:

„Mit gondolnak, mennyit tudnánk megtakarítani? Az építendő telepekre, mai áron úgy 100 milliárd forint beruházási- és 5 milliárd forint/év üzemelési költséget (sokat biztosan nem tévedek). Kit érdekel a dolog?”

Nagyon elgondolkoztatóak a professzor úr szavai. Valóban kit, kiket érdekel az, hogy mindent elkövessenek azért, hogy korszerű, gazdaságos, az adottságokat optimálisan figyelembe vevő szennyvíztisztító telepek épüljenek hazánkban?

S vajon az illetékesek mindent megtesznek azért, hogy ha a jó gazda gondosságával meg lehet takarítani 100 milliárd forintot, akkor az meg is legyen takarítva? Mert mint a professzor úr írja: „**A mi pénzünkről van szó!**”

A továbbiakban röviden ismertetjük a magyar C-C kemofizikai eljárást, amely lehetővé teszi a számos, pénzben ki nem fejezhető előnye mellett azt is, hogy minden 100 milliárd forint összegű, hagyományos szennyvíztisztítási beruházásból 2530 milliárd forint megtakarítható legyen!

A C-C kemofizikai eljárás

A Csanda-Csépai találmány szerinti C-C kemofizikai szennyvíztisztítási eljárás lényege az, hogy a mechanikai tisztítási fokozatot kiegészítjük a mindössze 4-8 százalékos költséget igénylő C-C kemofizikai berendezéssel. Ezáltal a hagyományos mechanikai tisztítás kb. 30 százalékos tisztítási hatásfoka több mint kétszeresére, 65-70 százalékos tisztítási hatásfokra növekszik a KOI, a BOI₅ és a foszfor vonatkozásában.

Így a nyers szennyvíz szennyezettsége már az I. ütemben egyharmadára csökken, ami már egy részbiológiai tisztításnak felel meg.

A C-C kemofizikai eljárás alkalmazásával a biológiai tisztítás költségeinél is jelentős, 40-50 százalékos megtakarítás érhető el, mivel az előtisztítás magasabb mértéke miatt kevesebb levegőztető és utóülepítő térfogatra, kisebb területre stb. van szükség.

A nyers szennyvízhez megfelelő módon és helyen adagolt hazai, környezetbarát vegyszerek csökkentik az esetleges bűzképződést és stabilizáló hatásuk révén elősegítik a nyers iszap elhelyezhetőségét, mezőgazdasági hasznosítását.

Az eljárás további előnyei

Egyaránt alkalmazható új és meglévő tisztítótelepeknél. Meglevő mechanikai tisztítótelep esetén a telep kb. 30 százalékos tisztítási hatásfoka több mint kétszeresére, 65-70 százalékra növelhető, kis költséggel.

Meglevő, túlterhelt biológiai szennyvíztisztító telep kapacitása 50 százalékkal növelhető kis költséggel.

Kis helyigényű. A fajlagos energiafogyasztása, üzemeltetési költsége rendkívül alacsony. Az üzemeltetése automatikus. Szélsőséges terhelési viszonyok között is közel azonos tisztítási fokot biztosít. Decentrálisan is megépíthető, s ezáltal gyakran több kilométer hosszúságú, költséges gyűjtőcsatorna is megtakarítható.

A szennyvíztisztítás üzembiztonsága megnövekszik. Ugyanis a hagyományos mechanikai tisztítás biológiai vagy kémiai (a biológiai szennyvíztisztításra) mérgező hatásokra nem reagál. Például nagyfokú savas szennyvíz bevezetése esetén ezt a C-C kemofizikai eljárás automatikusan, nagyobb mennyiségű hazai, környezetbarát adalékanyag hozzáadásával közömbösíti. (A csupán mechanikai tisztítás hatástalan az ilyen mérgező anyagokkal szemben, és így a mérgező anyagokat a befogadóba továbbítja.)

A C-C kemofizikai eljárás a biológiai tisztítás üzembiztonságát tovább fokozza és a biológiai tisztítás hatásfokát a maximumra emeli. Ismeretes, hogy a biológiai tisztítás nagyobb savas hatásokra (ph-csökkenés 6 alá), vagy biológiai mérgekre érzékeny, ami a biológiai tisztítás károsodásához, a tisztítási hatásfok nagyarányú csökkenéséhez vezethet. A C-C kemofizikai eljárás ezt a kedvezőtlen hatást a kicsapatás segítségével megakadályozza.

A keletkező többletiszap nem jelent többletköltséget, mert az iszap fokozott besűrűsödése miatt többlet-térfogat nem lép fel, ezért a rothasztó térfogata nem növekszik, sőt az alkális iszap a rothasztásra kedvező hatású és csökkenti a sűrítő körüli szagterhelést.

A C-C kemofizikai eljárás hazai, olcsó, környezetbarát adalékanyagok, vegyszerek és felszerelések felhasználásával magyar tervezők, magyar szakembe-

rek, magyar kivitelezők bevonásával, gazdaságosan, szükség szerint több ütemben is világszínvonalon valósítható meg.

Referencia

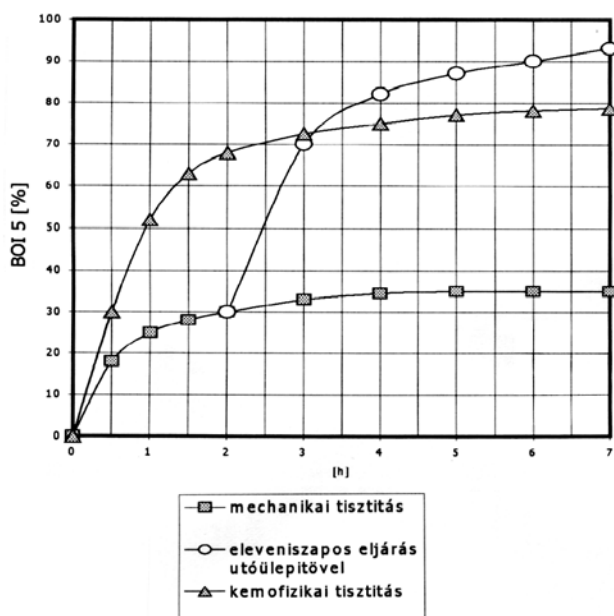
A C-C kemofizikai eljárásunk műszaki és gazdasági előnyeit, létezősültését mindenben igazolja és bizonyítja dr. R. Haberl okl. mérnök, egyetemi tanár (Universität für Bodenkultur Wien) által, az ausztriai Sollenauban 1988 óta kifogástalanul üzemelő, C-C kemofizikai eljárásunk szerinti szennyvíztisztító telepről készített részletes szakvéleménye is.

Hazai vizsgálatok

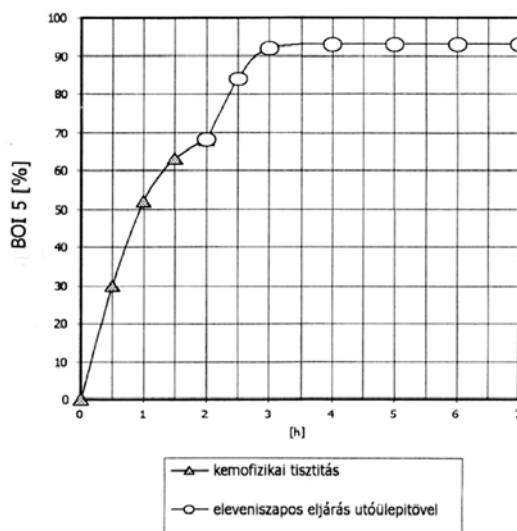
A C-C kemofizikai eljárásunk hatékonyságának igazolására Baja város szennyvíztisztításának fejlesztése témában a Mélyépterv Komplex Mérnöki Rt. közreműködésével Baján a tisztítótelepen 1995 májusában helyszíni vizsgálatokat végeztünk.

A vizsgálatok szerint átlagosan 180 mg/l mennyiségű olcsó, hazai, környezetbarát vegyszer adagolásával a nyers szennyvíz KOI-ban mért szennyezettsége átlagosan 65 százalékkal, BOI₅ koncentrációja 60 százalékkal, ülepihető lebegőanyag- és foszfortartalma 80 százalékkal csökkent.

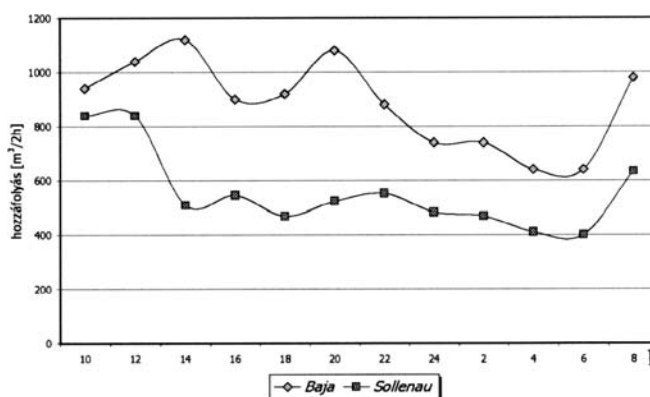
A továbbiakban az ábrák segítségével mutatunk be néhány vizsgálati eredményt (1-4. ábra).



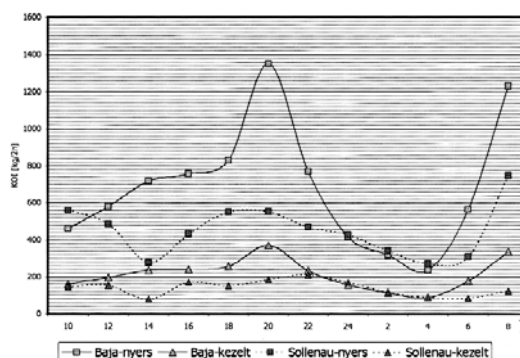
1. ábra. A mechanikai tisztítás, az eleveniszapos eljárás utóülepítővel és a C-C kemofizikai eljárás hatékonyságának összehasonlítása a BOI₅ eltávolítása vonatkozásában. Az ábra jól szemlélteti, hogy a C-C kemofizikai eljárás a mechanikai tisztítás 30 százalékos hatásfokát több mint kétszeresére, 60-70 százalékra növeli a KOI, BOI₅ és a PO₄ vonatkozásában, ezáltal a nyers szennyvíz szennyezettsége egyharmadára csökken, ami már részbiológiai tisztításnak felel meg.



2. ábra. A szennyvíztisztítás hatásfoka az idő függvényében C-C kemofizikai eljárás alkalmazása esetén.



3. ábra. Baján a nyers szennyvíz mennyisége a vizsgált napon 10620 m³/d volt, ami (10620 m³/0,2 m³) 53100 lakos-egyenértéknek felel meg. Ugyanakkor az ausztriai Sollenauban 6664 m³/d nyers szennyvízmennyiséget mérten amely mennyiség (6664 m³/0,2 m³) 33320 lakos-egyenértékkel azonos.



4. ábra Baján a vizsgálat napján a nyers szennyvíz KOI-ban mért szennyezettsége 8359 kg/d volt. A C-C kemofizikai eljárással kezelt szennyvíz KOI-ban mért szennyezettsége viszont 2505 kg/d értékre csökkent, ami egyben azt is jelenti, hogy a C-C kemofizikai tisztítás hatásfoka a vizsgált napon 70 százalék volt. Az ausztriai Sollenauban ugyanakkor 68 százalékos tisztítási hatásfokot mértek. Baján a szennyvíz átlagos % KOI töménysége (8359/10620) 787 mg/l volt a vizsgált napon. Sollenauban a szennyvíz átlagos % KOI töménysége (5436/6664) 815 mg/l volt.

Irodalom

Csanda-Csépai: Javaslat Budapest főváros kommunális és ipari szennyvizeinek hatékony, gazdaságos tisztítására C-C kemofizikai eljárás alkalmazásával. 1993.12.15., 1-50 old., Supernodig Kft.

Csanda-Csépai: Városok, települések szennyvizeinek gazdaságos, hatékony tisztítása C-C kemofizikai eljárással Technika, 1994.05.07.

Csanda-Csépai: Települések, városok szennyvizeinek tisztítása C-C kemofizikai eljárással. Hidrológiai Tájékoztató. 1995. április.

Csanda-Csépai: Szennyvizek tisztítása C-C kemofizikai eljárással. Országos Közművesítési konferencia, Győr, 1999. 301-302. old.

Csanda-Csépai: C-C kemofizikai eljárás alkalmazásának lehetősége a hazai szennyvíztisztításban. Építési Piac, 2000. január. 32-33. old.

MÉLYÉPTELV KOMPLEX MÉRNÖKI Rt.

1012. Budapest, Várfok u. 14.

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

E-mail: melyepterv@mail.matav.hu

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

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

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

Tevékenységi területek, szakágazatok címszavakban:

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

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





Korrespondenz Abwasser 2000/03

Vízvezetési rendszerek

A leendő Berlin-Brandenburg-International repülőtér vízvezetése

Neithard Müller és Jaroslava Baierova (Berlin)

Összefoglalás

A már meglévő Schönefeld repülőtér a jövőbeni Berlin-Brandenburg-International repülőtérre építik ki. A tanulmány leírja azt a vízgazdálkodási koncepciót, amely a tervezésre vonatkozó vízjogi engedélyezési kérelem alapjául szolgál, melyet 1999 végén adtak be. A kedvezőtlen hidrogeológiai viszonyok miatt nagy tároló térfogatokat kell betervezni, a csúcsterhelés szükséges csökkentése érdekében. Egyidejűleg azonban a csapadéklefolyás téli üzem alatt keletkező szerves terhelését az élővizek számára elviselhető mértékűre is le kell csökkenteni. A koncepció ezért a különböző terhelésű lefolyások szétválasztását javasolja, a könnyű-folyadék leválasztók, talajszűrő-berendezések, vagy a közelben fekvő kommunális szennyvíztisztító telep segítségével történő célirányos tisztítás lehetővé tétele érdekében.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, repülőtér, csapadékvíz, lefolyás, részáram, kezelés, vastalanítószer

Kommunális szennyvíztisztítás

Numerikus áramlásszimuláció szennyvíztisztító telepeken: a légbefúvásos homokfogó

Michael Kaufmann és Erich Holthausen (Bergisch Gladbach)

Összefoglalás

A kommunális szennyvíztisztító telepek légbefúvásos homokfogóinak feladata, hogy visszatartsák az ásványi-, egyidejűleg azonban tovább szállítsák a szerves részecskéket. Itt a visszatartás és a szállítás közti egyensúly megteremtése a cél. A numerikus áramlásszimuláció segítségével számítható a légbefúvásos homokfogóban létrejövő háromdimenziós áramlás. A "postprocessing" lépésben lehetséges a különböző átmérőjű és sűrűségű részecskék visszatartásának és továbbállításának meghatározása. Tehát még a tervezési- és konstrukciós szakaszban, ahol még lehetőség van a megfelelő korrigálásra, számítható a homokfogó leválasztási funkciója. A geometriai- és hidraulikai változások gyorsan követhetők. A levegőztetési teljesítmény optimalizálása segítségével energiát is meg lehet takarítani. Nagy keresztmetszetű homokfogók esetében gondosan meg kell vizsgálni az áramlást és a hatásokat. Mindenekelőtt a medence levegőztetése miatti energiabevitelre kell figyelmet fordítani. A túl nagy levegőmennyiségek csökkent visszatartási képességet okoznak az ásványi részecskék számára. A túl erős örvénylések megakadályozzák az ásványi részecskék leülepedését.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, mechanikai tisztítás, homokfogó, levegőztetés, áramlás, részecske, visszatartás, transzport, szimuláció

Rothasztó tartályokban kialakuló habképződés csökkentése a fölösiszap előkezelése segítségével

Matthias Barjenbruch, Heike Hoffmann, Jens Tränckner és Ole Kopplow (Rostock)

Összefoglalás

A rothasztó tartályokban különböző okok miatt jöhet létre habképződés. Az okokat többek között túlterheléssel vagy hidrofób anyagokkal magyarázhatjuk. Továbbá a periodikus időközönként fellépő habzás mindenekelőtt a fonalas mikroorganizmusok jelenlétéhez kötődik. Eddig különböző, viszonylag rendszertelen stratégiákat (pl. az eleveniszapos fokozat iszapterhelésének csökkentése, a rothasztó tartály iszapszintjének csökkentése, habképződést gátló szerek adagolása) próbáltak ki a habképződés visszaszorítása érdekében, több-kevesebb sikerrel. Ezen tanulmány keretén belül laboratóriumi rothasztási vizsgálatokban a fölösiszap feltárásának mechanikai és termikus előkezelési módszereit vizsgálták. Míg a nagynyomású homogenizátorral történő részekre bontás esetében a habfázisnak csak csekély mértékű csökkenését érték el, a 121 °C-os termikus előkezelés segítségével a habképződés hatékonyan visszaszorítható volt. Egyidejűleg mindkét előkezelési módszer esetében fokozott gáztermelődést figyeltek meg. A termikus kezelés esetében a habképződés csökkenését valószínűleg az exopolimer anyagok csökkenése okozta.

Kulcsszavak: iszap, anaerob, hab, mikroorganizmusok, részekre bontás, mechanikai, termikus

Különböző mintavételi rendszerek hatása az érkező KOI-terhelés számítására

Hatás az eleveniszapos tisztítóberendezések méretezésére

Gunnar Demoulin és Reinhold Haider (Salzburg/Ausztria)

Összefoglalás

A nyers szennyvízből való reprezentatív kevert minták vételére gyakran vákuum-rendszerű automatikus mintavevő-berendezéseket alkalmaznak. Mivel a mintagyűjtő tartályok korlátozott térfogatúak, és a mintavételi gyakoriságnak a lehető legsűrűbbnek kell lennie, az adagolóedénybe szívott mintatérfogat nagy részét ismét elengedik. A beadagolt és az elengedett minták öt különböző szennyvíztisztító telepen végzett összehasonlításakor először jelentős KOI-különbséget találtak. Ezt a mintavételi folyamat alatti, az adagolóedényben végzett ülepedésre vezetik vissza. Mivel az anyagrészcsek mértékadóan az oxigénigény számítására és a fölösiszap-termelésre hatnak, azok mennyiségének megbízható megállapítása a szennyvíz-mintavételnél az eleveniszapos telepek méretezésében döntő jelentőségű. A KOI-modell alapján történő érzékenység-elemzés megvilágítja a partikuláris KOI-hányad hatását a szennyvíztisztító telep-méretezésre.

Kulcsszavak: elemzés, mintavétel, módszer, összehasonlítás, KOI, eleveniszapos berendezés, méretezés

Ipari szennyvíztisztítás / Berendezésre vonatkozó vízminőségvédelem

Kommunális szennyvíztisztító berendezés üzemeltetőjének követelménye a textilipari szennyvízbevezetésére és a bírságotól való mentesítés

Steffen Heinrich és Dieter Münz (Niederfrohna)

Összefoglalás

A Frohnbach/Sachsen-i Szövetség úgy döntött, hogy 1997-től a textiliparnál különleges szabályozást vezet be, melynek célja az ilyen üzemekből származó szennyvíz festékanyag tartalmának csökkentése a környezetvédelem érdekében. Az intézkedések az üzemekben a bevezetett szennyvíz festékanyag tartalmának csökkentésére lehetőséget nyújtanak a szennyvíz mennyiségének csökkentésére is.

Kulcsszavak: közigazgatás, jog, textilipar, szennyvíztisztítás, festékanyag, szabály, bírság, tehermentesítés

Hulladék/szennyvíziszap

Szolgáltatások tervezése, optimalizációja és irányítása

A bvse-társaság "Service Engineering a tisztító- és újrahasznosító vállalatok számára" szakterület-tervezése

Achim Hallerbach, Andreas Habel (Bonn) és Klaus Weyh (Biebertal)

Összefoglalás

Az eddig inkább csekély szolgáltatói hányaddal rendelkező német tisztító- és újrahasznosító szakma közepes méretű vállalatainak egyre összetettebb partnerigényeknek kell megfelelniük és kínálatukat ki kell bővíteniük a kiegészítő szolgáltatásokkal. A hagyományos tisztító- és újrahasznosító üzlettel ellentétben az egyedi szolgáltatások egyre nagyobb versenyképességet kínálnak, mivel ezek a szolgáltatások majdnem kizárólag a vállalatok know-how-jára épülnek és egy jelentősen kisebb árérzékenységet mutatnak az ügyfelek oldaláról.

Ez alapján került kidolgozásra a “Service Engineering a tisztító- és újrahasznosító vállalatok számára”. A szakma-konceptió a szolgáltatások fejlesztésének módszertani alapjaival foglalkozik. Ez azt jelenti, hogy az összefolyamatot tekintjük, az ötlettől a megvalósulásig, ahol a fő gondolat a szolgáltatások mérnöki tervezése és arculat-kialakítása. Ezzel párhuzamosan vizsgálatokat végzünk a szolgáltatások fejlesztésére vonatkozó javasolt szerkezetek és menedzsment-tervek tekintetében.

Kulcsszavak: hulladék, elhelyezés, újrahasznosítás, szolgáltatás, vállalat, verseny, menedzsment

Hulladék/szennyvíziszap/hidrológia/vízhasznosítás

Sztochasztikus méretezési módszer elve a városi vízgyűjtő területekről származó befogadó-terhelés meghatározásához

Peter G. Schmitt-Heiderich, Jürgen Ihringer és Erich J. Plate (Karlsruhe)

Összefoglalás

Nyilvánvaló, hogy a települési vízgazdálkodási infrastrukturális intézkedésekre fordítható nemzetgazdasági vagyoni egyre csökken. Ezért a települési vízgazdálkodási szakembereknek az ilyen intézkedéseket a lehető legmagasabb gazdaságossági mutatóval kell tervezniük, amihez többek között össze kell hasonlítaniuk a befogadó vízgyűjtő területére vonatkozó intézkedéseket azok élővíz-terhelő, ill. tehermentesítő hatásának tekintetében. A manapság használatos módszerek erre alig alkalmasak. Bizonyos vízkoncentrációk túllépési valószínűségének számításával kapcsolatban lehet itt segítséget nyújtani. Ezen módszert egy, a szerkezetépítésből vett példával illusztráljuk és elképzeléseink szerint egy csapadékvíz-tároló medence méretezésére alkalmazzuk.

Kulcsszavak: szennyezésterhelés-számítás, települési vízgazdálkodás, költségek, gazdaságosság, csapadékvíz-tároló medence, méretezés, kevert szennyvíz, tehermentesítés

Hidrológia/vízhasznosítás/élővizek/talaj

Vízfolyások kialakítása és gondozása városi területeken

Herbert Massing (Düsseldorf) és Georg Schrenk (Bonn)

Összefoglalás

A belterületen található patakok és folyószakaszok fejlesztésére vonatkozó tervezetek az intézkedések nagysága és minősége által jelentősen befolyásolják egy város jövőbeni településszerkezetét és hasznosítását. Ezért a tervezőknek különösen nagy figyelmet kell fordítaniuk a helység történelmére és szerkezetére. A városi területek folyóvizeinek rendbentartására kötelezettek igényes és felelősségteljes feladata, hogy a vizeket természetes életközösségeként kezeljék, valamint hogy a vízfolyás üdülő-, pihenő funkcióját megtartsák a lakosság számára. A következőkben bemutatjuk, mely vízgazdálkodási intézkedéseket lehet alkalmazni, hogy a városi területek folyóvizeit mind ökológiailag, mind az ott élő ember számára hasznosítsuk. Nem csak a vízgazdálkodás és a tájépítészet, hanem a városépítészet, várostervezés, építészet, valamint minden olyan csoport szakembereit is megszólítjuk, akik azt a feladatot tűzték ki célul maguk elé, hogy az emberiséget tudatára ébresszék, mennyire visszahatnak a városi folyóvizek a szociális és kulturális viselkedésmódokra.

Kulcsszavak: vízvédelem, folyóvizek, város, vízgazdálkodás, kialakítás, gondozás, folyamat

Gazdaság

A természetes csapadékvíz-kezelés gazdaságossága

Karl-Ulrich Rudolph és Helmut Balke (Witten)

Összefoglalás

Egy szövetségi projekt keretén belül, amelyet a Szövetségi Oktatási, Tudományos, Kutatási és Technológiai Minisztérium megbízásából folytatnak, többek között a természetes csapadékvíz-hasznosítás gazdaságossági kérdéseit is kidolgozzák. A következő tanulmányban először az üzemgazdasági alapokat mutatjuk be költségelemzéssel. A továbbiakban a nemzetgazdasági hasznosítás jelentősebb szempontjait ábrázoljuk. A természetes csapadékvíz-kezelésre vonatkozó intézkedések újrafinanszírozását leginkább a szennyvízdíjak és -járulékok segítségével kell megoldani, amelyekre vonatkozóan leírjuk a manapság használatos rendszereket és alkalmazásokat.

Kulcsszavak: gazdaság, költségek, esővíz, csapadékvíz, hasznosítás, üzemgazdaság, nemzetgazdaság, díj



Korrespondenz Abwasser 2000/04

Vízvezető rendszerek

Önöblítő nyomott rendszerű vízvezető rendszerek Magyarországon

Szabó Tamás (Debrecen/Magyarország)

Összefoglalás

1989 óta Magyarországon a nyomott rendszerű vízvezető rendszereket kb. 2500 szivattyúval építették ki. Az alkalmazott szivattyúknak meredek vízhozam-szállítási magasság-jelleggörbéik vannak és kis mennyiségű szennyvizet szállítanak nagy nyomással. Ehhez kis csőátmérőkre és kis tárolótérfogatokra van szükség az önöblítő nyomott rendszerű csőhálózatban. Az elmúlt években sokrétű tapasztalatokat gyűjtöttek a rendszerekkel, az üzemeltetéssel és a méretezéssel kapcsolatban. A nyomott rendszerű vízvezetés a magyarországi infrastruktúra fontos elemévé vált.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, nyomott rendszerű vízvezetés, önöblítés, szivattyú, tervezés, méretezés, üzem, tapasztalat, Magyarország

Kommunális szennyvíztisztítás

Szennyvíztisztító telepek levegőztető berendezéseinek kiválasztása, pályáztatása és átvétele

Martin Wagner (Darmstadt)

Összefoglalás

A nitrogén- és foszforeltávolítással működő biológiai szennyvíztisztítás elengedhetetlen feltétele a megbízhatóan működő levegőztető rendszer, a kis elfolyási koncentrációk érdekében. A rendszerek kiválasztásának-pályáztatásának különféle megoldása lehetséges. Egyrészt a levegőztető rendszerre nagyon részletes kiírást lehet készíteni, ha előírjuk például a kompresszor típusát, valamint a levegőztető elemek anyagát és alakját. Másrészt a levegőztető rendszereket úgy is ki lehet írni, hogy kizárólag a minimális, átlagos és maximális körülmények közötti szükséges oxigénbevitelt (kg O₂/h), valamint a tiszta vízbe való nagy fajlagos oxigéntermelést (pl. 3,5 - 4,2 kg O₂/kWh) írják elő. A pályázati kiírás ezen módja esetében a kivitelező cégek szabadon kiválaszthatják a kompresszor-típust, a levegőztető elemeket, a csővezeték-fektetés módját, stb, ami a kisebb beruházási- és üzemeltetési költségekben nyilvánulhat meg. Mivel az elérendő oxigénbeviteli- és fajlagos oxigéntermelési értékeket garantálni kell, a pályáztatás itt bemutatott módja esetében a szükséges értékeket ellenőrizni kell oxigénbeviteli- és fenékebbesség-vizsgálatokkal.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, levegőztetés, pályáztatás, oxigénbevitel, fajlagos oxigéntermelés, fenékebbesség, mérés

A szabványosított teszt módszerek áttekintése és összehasonlítása a biológiai lebonthatóság vizsgálatára

Ute Merrettig-Bruns (Oberhausen)

Összefoglalás

Szerves anyagok biológiai lebonthatóságának vizsgálatára számos szabványos teszt módszer létezik, amelyek ezen áttekintés keretében kerülnek bemutatásra. A teszt módszerek többségét a vizes aerob rendszerekben való lebontási

viselkedés vizsgálatára fejlesztették ki, a felszíni vizek és szennyvíztisztító telepek körülményeire támaszkodva, ahol a különböző feltételek és kérdések számára dolgoztak ki tesztmódszereket. Néhány éve észrevehető a tesztmódszerek számának növekedése is, amelyek az anyagok egyéb körülmények (mint pl. a vizes anaerob rendszerek a rothasztó tornyok és rothasztó berendezések szimulációjához, valamint szilárd anyagban gazdag rendszerek a komposztáló telepek és a talaj körülményeihez) közötti lebomlás viselkedésének vizsgálatát teszik lehetővé.

Kulcsszavak: elemzés, anyag, szerves, biológiai lebontás, aerob, anaerob, teszt, szennyvíztisztítás, iszapkezelés, komposzt, talaj

Hulladék/szennyvíziszap

Hulladéklerakók csurgalékvize és komposzt-csurgalékvíz tisztításából származó híg iszap víztelenítése nád- ágyakkal - Egy próbaprojekt tapasztalati beszámolója és eredményei

Udo Wähning (Soest)

Összefoglalás

A Werl-i (Északrajna-Wesztfália) csurgalékvíz-tisztító telepről származó fölösiszapot az olyan hagyományos módszerekkel, mint a szűrőprések vagy a centrifugák, csak aránytalanul nagy költségráfordítással lehetett vízteleníteni. Az ultraszűrés alkalmazása a csurgalékvíz-tisztításban lehetővé teszi a szükséges magas biomasz-koncentrációt a biológiai tisztítási fokozatban, azonban megvan az a hátránya, hogy az iszap nagyon erősen homogenizálódik és ezáltal veszít ülepedési képességéből. A nagymolekulájú polimerek alkalmazása a pelyhesítéshez nem javasolt, mert a szennyvíztisztító telepre visszavezetett csurgalékvíz eltömítené az ultraszűrő membránjait.

A szennyvíziszapot növényzettel beültetett szűrőmezőre vezetik amely nagyon kedvező alternatívaként mutatkozik be a hagyományos víztelenítő rendszerekhez képest. Mivel itt természetes víztelenítő rendszerről van szó, minden adalékanyagról lemondhatunk, mint pl. a kicsapató- vagy pelyhesítőszerekről. Az iszap jó vízteleníthetőségi tulajdonságot mutat. A betelepítési folyamatokkal az eddigi tapasztalatok szintén jók. A csurgalékvíz-tisztításból származó iszapmennyiségek összehasonlíthatatlanul csekélyek. A szennyvíziszap növényekkel való víztelenítésének általánosságban magas területigénye itt ezért kisebb jelentőségű.

Kulcsszavak: iszap, víztelenítés, módszer, nád, növényzettel való beültetés

Jog

A berlini Vízművek részleges privatizációja

Reinhart Piens (Essen)

Összefoglalás

Berlin város Alkotmánybírósága 1999. október 21-én egy absztrakt normakontroll keretében, amelyet a berlini Képviselőház 64 tagja terjesztett be, döntött az 1999. május 17-i keltezésű, a Berlini Vízművek Részprivatizációjáról szóló törvény alkotmányosságáról. A bíróságnak a nyilvános szervezkedési jog alapvető kérdéseivel, különösen az alkotmányos demokrácia törvényességével kellett foglalkoznia. A díjkalkuláció fontos kérdéseiről is ítélnie kellett. A Berlini Törvényt a részprivatizációról két határozatban hatálytalanították.

Kulcsszavak: jog, törvény, Berlin, részprivatizáció, Berlini Vízművek, ítélet

Ipari szennyvizek/berendezéstől függő vízvédelem

Az összes kötött nitrogén meghatározása szintetikus oldatokban és egy ipari kísérleti szennyvíztisztító telepen

Klaus Merkel, Ralf Gensicke (Gaggenau), Ralf Schuch és Josef Winter (Karlsruhe)

Összefoglalás

Az összes-kötött nitrogén DEV H 27 (Német Egységes Módszer a víz-, szennyvíz- és iszapvizsgálathoz) szerinti meghatározása oxidatív módon, kemolumineszcencia-detekcióval kevésbé megbízhatónak bizonyult erősen szennyezett ipari szennyvizek esetében, és nem kritikussnak a szennyvíztisztító berendezések reaktorainak online-

irányításában. Ezen meghatározási módszer alkalmazása esetén a mindenkori szennyvízmátrix befolyásolja a mérési eredményt, amely néhány szennyvízfajta számára 40%-kal kevesebbet eredményezhet, amennyiben DIN szerinti hiteles oldatot használunk. További problémát jelent az Al_2O_3 /platina-katalizátor, amelyből különböző elegyek eltérő aktivitást mutatnak, és különböző abszolút mérési eredményekhez vezetnek ugyanazon standard minta esetén. Nyilvánvalóvá vált, hogy még szükség van fejlesztésre, amíg az online-elemzés módszere alkalmazhatóvá válik változó összetételű komplex szennyvízmátrixok esetében.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, biológiai tisztítás, nitrogén, elemzés, online

Élővizek/talaj

Szerves légszennyező anyagok talajvízre való hatása

Volker Schenk (Bergheim)

Összefoglalás

A DVWK (Német Vízgazdálkodási és Építési Egyesület) megbízásából kutatási terv keretében vizsgálták a “A levegőben lévő káros szerves anyagok okozta talajvíz-terhelést”. A munkát szakmailag a 3.5-ös, “talajvízkémia” elnevezésű DVWK-szakbizottság vezette. A záróbeszámolót itt tesszük közzé.

Kulcsszavak: talaj, bevitel, szennyezőanyag, szerves, értékelés, talajvíz, ivóvíz

Vízépítés/vízenergia

Duzzasztógátak méretezési módszere - mőtárgy és altalaj közti kölcsönhatás

Walter Wittke (Aachen)

Összefoglalás

A Német Vízgazdálkodási és Építési Egyesület (DVWK) “Völgyzáró gátak” szakbizottságának “Méretezési módszerek” munkacsoportja a Német Völgyzárógát Bizottsággal (DTK) és a Német Geotechnikai Társasággal (DGGT) való szoros együttműködés keretében kidolgozta a “Duzzasztógátak méretezési módszere - mőtárgy és altalaj közti kölcsönhatás” című munkalapot. A munkalapban bemutatjuk mind a hagyományos módszereket, mind a numerikus számítási eljárásokat, valamint megvitatjuk és összehasonlítjuk azok mindenkori hatékonyságát. Az altalajra és az építőanyagokra vonatkozó vizsgálatokkal, valamint az arra felépítendő duzzasztógát- és altalaj-modellekkel, a számításokra vonatkozó állításokkal, ezen alapvető anyagtörvényekkel, valamint a számítási eredmények mérnöki interpretációjával mutatjuk be a következő tanulmányban a mértékadó összefüggéseket.

Kulcsszavak: vízépítés, duzzasztóművek, duzzasztógát, építőanyag, állékonyság, duzzasztási tér, rézsűhelyzet, szigetelés

Gazdaság

A csapadékvíz-kezelési díj bevezetése Berlinben GIS-szel támogatott felületmegadás alapján

Michael Knust (Hecklingen), Volker Lischke és Bernd Hennig (Berlin)

Összefoglalás

A Berlińi Vízművek (BWB) úgy döntött, hogy Berlin város területén 2000-től szennyvízre és a csapadékvízre külön díjazást vezet be. A díjszámítás a beépítettség-csatlakozás-arány alapján történik. A beépített és a burkolt felületek önbevalló rendszer keretében kerülnek megállapításra, és a Geográfiai Információs Rendszerben (GIS) kezelik azokat. Ehhez az Automatikus Földrajzi Fekvés Térképének (ALK) felületi adatait egészítik ki légi felvételek kiértékelésének eredményeivel, és ábrázolják felületi értékelő térképen. Ezzel a térképpel keresik meg a Vízművek összes ügyfelét, kivéve azokat az eseteket, amikor nincs lehetőség a csapadékvízcsatorna-rendszerre való csatlakozáshoz. Az így meghatározott beépített és burkolt felületek szolgálnak a következő számlázás alapjául.

Kulcsszavak: gazdaság, csapadékvíz, díj, torzított lépték, számítás, felület, burkolat, geográfiai információs rendszer, költség-számítás

ATV/GFA kutatási alapok

A csapadékvíz-elszivárogatás berendezéseinek építési- és üzemeltetési költségei

Renate Hamacher (Aachen)

Összefoglalás

A helyi csapadékvíz-hasznosítás gazdaságilag előnyös lehet, ha a helyi viszonyok lehetővé teszik a különleges előtisztítási intézkedések nélküli nyílt elszivárogatást. Kis áteresztőképességű talajok esetén a méretezési paraméterek pontos meghatározása különösen fontos, mivel azok költségekre való hatása döntő jelentőségű.

A helyszíni csapadékvíz-elhelyezést azonban idejekorán be kell építeni a vízelvezetési tervbe, mivel alárendelt helyzete van a szűkösen rendelkezésre álló szabad felületekért folyó harcban. A csapadékvíz-elszivárogatás decentralizált módszereinek összehasonlításában a teknős elszivárogatás bizonyult a legkedvezőbb megoldásnak. A beruházási költségek nagy része csökkenthető saját rész bevonásával és a gondozás, a hagyományos zöldfelület gondozásával való összehasonlításban nem okoz járulékos költségeket.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, esővíz, csapadékvíz, elszivárogatás, módszer, költségek, összehasonlítás

Meghívó 2000. évi taggyűlésére

Tisztelt Tagtársunk!

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Elnöksége szeretettel meghívja Önt/Téged Szövetségünk vezetőségválasztó taggyűlésére.

A taggyűlés időpontja: **2000. május 17-én, délután 14 óra**
 helye: **Budapesti Műszaki Egyetem, K épület II. em. 40**

A taggyűlés programja:

13³⁰ Regisztráció
 14⁰⁰ Megnyitó, köszöntések
 14⁴⁰ Taggyűlés napirendjének jóváhagyása, tisztségviselőinek megválasztása
 14⁵⁰ Alapszabály módosítás
 15⁰⁵ Beszámoló az elmúlt évi tevékenységről

K á v é s z ü n e t

15⁵⁵ Gazdasági beszámoló az 1999. évről, 2000. év gazdasági terve
 16¹⁵ Elnökség választás
 16⁴⁰ A MaSzeSz 2000. évi tervei
 16⁵⁵ Zárszó

Tekintettel a Taggyűlés fontosságára megjelenésére/megjelenésedre számítunk.

A taggyűlés írásos anyagát a regisztrációnál lehet átvenni.

Budapest, 2000. április 20.

MEMBRÁNTECHNOLÓGIA A SZENNYVÍZTISZTÍTÁSBAN VALAMINT A SZENNYVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSBAN

VISSZATEKINTÉS AZ ELMÚLT HÚSZ ÉVRE

Zsirai István, *okl. mérnök*
ZENON Systems Kft.

Néhány „maroknyi csapat” húsz évvel ezelőtt, felismerően a membrántechnológia szerepét, gőzerővel kezdett dolgozni a magyarországi honosításon, gyártáson, referencia megteremtésén. Kutatási központok alakultak és a fejlesztések irányai főleg a membránok gyártása illetve az ipari alkalmazástechnológiák fejlesztése irányába mentek el. Akkoriban még a membrán modulok (fordított ozmózis, ultraszűrés, mikroszűrés, nanoszűrés, pervaporáció) csillagászati árai és a technológiák védeltsége miatt a „KGST országok” számára szinte elérhetetlen volt ez a technológia, mely azonban már akkor komoly szerepet játszott a hadiiparban, űrtechnikában, biotechnológiában, gyógyszeriparban, élelmiszeriparban.

Mi volt tehát a cél?

A szokásos recept: gyártsunk mi is és fejlesszünk mi is. Nem kellett több mint pár év és a néhány „maroknyi csapat” már három magyarországi bázison is képes volt membránokat és komplett modulokat gyártani kiváló minőségben.

A nyolcvanas éveket én úgy jellemezném, hogy az alapok lerakásának és a technológiák fejlesztésének ill. népszerűsítésének valamint az első referenciák építésének periódusa volt. Megszülettek az első membrántechnológiát ismertető, tanító és bemutató, magyar nyelven íródott kiadványok. Megalapítottuk a membrántechnológusok országos fórumát 1990-ben (Membrántechnikai Konferencia) Tatabányán, mely azóta is töretlen ambícióval népszerűsíti az eredményeket évente, a hagyományos őszi találkozóin. (Idén október 12-13-án Tatán lesz a jubileumi X. Országos Membrántechnikai Konferencia). A magyar műszaki egyetemeken elkezdtek oktatni ezen új eljárásokat a szűrőtechnika, a víz-, és szennyvíztechnológia területén és az ipari üzemek nagyon jó érzékkel elkezdtek telepíteni ezen új generációjú szűrőtechnikai eljárásokat.

A 80-as évek elején csak olyan üzemek voltak képesek membrántechnológiát honosítani, ahol a

végtermék piaci értéke elviselte az akkor még magas fajlagos beruházási- és üzemeltetési költségeket. A megtérülési mutatók már akkor sem voltak lebecsülendők, hisz egyes termékeket már akkor sem lehetett membrántechnológia nélkül előállítani. Itt gondolok elsősorban a gyógyszeriparra (pl. peroxidáz enzim előállítása stb.), de nagyon izgalmas pár évet töltöttünk a Paksi Atomerőmű primerkörü szervezeten szivárgású hulladékvizeinek újrahasznosítási technológiájának megvalósításán (háromlépcsős membrántechnológiai eljárás), amely világszabadalom lett. A magyar szakértői csapat több mint 20 szabadalmat tett le az asztalra 1982-1990 között a membrán alkalmazástechnika területén. Ami a sors fintora, és amire csak a 90-es években jöttünk rá, hogy a fejlett országok (USA, Japán) membrántechnológiai K + F tevékenységeinek hátterében – a 70-es évektől - kiváló magyar szakemberek álltak, akik letették a membrángyártás alapjait a mai piacvezető világcégeknél. Ezen ma már ismert személyiségek egyike volt Jakabházy István vegyész-mérnök, a mai piacvezető cégeknél többek között Benedek András vegyész-mérnök.

Az elmúlt 15 évben az ipar számos területén elterjedt és elfogadott technológiává vált a membrántechnika (gépipar, élelmiszeripar, gyógyszeripar, biotechnológia stb.), de valójában a szakma legfontosabb célja az volt, hogy bevezessük ezen eljárásokat az általános víz és szennyvízkezelés területére is, amely minőségileg megváltoztatja a szakma gondolkodását és nagyon nagy hatékonyságú technológiákat, egyben kiváló tisztított elfolyó minőséget garantál mindkét területen.

Tudtuk, hogy a kommunális szférához az iparon keresztül vezet az út, hisz a kommunális felhasználói kör a „végső” fázis, amikor már a membrángyártás /modulgyártás tömegtermeléssé válik, ugyanakkor a technológiák letisztulnak, leegyszerűsödnek és egyben teljesen bizonyítottan megbízhatóvá válnak. Ez megtörtént. Az ipari üzemek ma már rutinszerűen alkalmazzák – akár a legmegbízhatóbb

technológiákat igénylő energetikai üzemekben, hűtőkori, kazánkori vízpótlásokra -, a tengerparti országok ivóvíznyerésének jelentős hányada membrántechnológián alapuló tengervíz sótalanítókól származik, az ipari szennyvíztisztítási és víz újrahasznosító eljárások ma már ki sem kerülhetik ezt a technológiát.

Az elmúlt húsz évben a membrántechnika kivívta helyét és szerepét – megérdemelten – a szakmában, és jogosan váltott és vált le számos hagyományos, korszerűtlen vegyipari műveletet. Több milliárd USA dollár értékű az éves membrántermelés ma már a világpiacon, és több milliárd USA dollár értékű az évente értékesített, membrántechnológián alapuló víz- és szennyvíztisztító telepek beruházási összege. Ez a hihetetlen fejlődés drasztikusan csökkentette a fajlagos költségeket, amely lehetővé tette 5 évvel ezelőtt, hogy a membrántechnológia „bekooghasson” a kommunális szférához.

A második generációs membrán modulok, a „be-merülő” (immersed) nyitott modulok kinyitották az ajtót a kommunális víz- és szennyvízkezeléshez. Az elmúlt 5 évben több mint félezer ivóvíz és szennyvíztisztító telep épült világszerte és idén már 100 000 és 200 000 m³/nap kapacitású telepek épülnek, de tervezés alatt állnak már 500 000 m³/nap kapacitású telepek is. Megszűntek a korlátok a technikai oldalon, s egyben a gazdaságossági paraméterek is lényegesen jobbak, mint az 5–10 évvel ezelőttiek.

Olyan új minőségi problémák jelentek meg (Giardia, Cryptosporidium), amelyeket megnyugtatóan csak a membrántechnológia tud megoldani, ugyanakkor a komplex, nagy hatékonyságú szennyvíztisztítás során kikerülhetetlenné váltak a Membrán Bioreaktoros eljárások (MBR), amelyek új utat nyitottak a szennyvíz újrahasznosítása területén is.

A magyar szakmai fórumok figyelmét nem kerültek el ezek a tények és az elmúlt évek, hónapok és napok egyre inkább a figyelem középpontjába helyezték a membrántechnológiát és annak használhatóságát a kommunális szférában is. Örvendetes tényként kell elkönyvelnünk azt, hogy az MTA Vízgazdálkodási Bizottsága Öllős professzor úr vezetésével szintén napirendre tűzte e témát nagy sikerrel.

Úgy gondolom, hogy a fogadókészség a tudományos és szakmai körök részéről kiváló, és ha ezt a megvalósítás is követi, úgy van esélyünk a „nagy ugrásra”, amely behozhatja a számottevő lemaradásunkat a minőségi víz- és szennyvízkezelésben.

A MASZESZ Hírcsatorna felkérésére az elkövetkező számokban megjelentetjük az elmúlt évek különböző fórumain, (konferenciáin) megjelent izgalmas szócikkeket a membrántechnológia növekvő térnyeréséről a szennyvíztisztítás (ipari és kommunális egyaránt) területén.

Remélem, hogy sikerül egy objektív szakmai betekintést nyújtani és tovább növelni a hazai szakmai kör érdeklődését.



Ipari/nagyüzemi szennyvizek újrafeldolgozásának és újrafelhasználásának alternatívái

ZENON Municipal Systems Inc. és ZENON Environmental Inc.

Országaink fejlődésével felismertük, hogy a környezet, természetes erőforrásaink és állampolgáraink egészségének védelme tervezésünk kritikus célkitűzésévé kell, hogy váljon, ha sikeresek akarunk lenni. Ezek a célkitűzések azt követelték iparágainktól és kormánytisztviselőinktől, hogy szigorú politikát és szabályozást dolgozzanak ki a szennyvízkibocsátásokkal és a maradékanyagok elhelyezésével kapcsolatban.

Az ipar és a kereskedelem számára gyakran nehéz és költséges feladat, hogy megfeleljenek ezeknek az előírásoknak, mivel ez jelentős beruházásokat igényel a tervezés, a gépi berendezés és a karbantartás terén. Amint egyre kifinomultabb megoldásokat tudtunk kidolgozni, nyilvánvalóvá vált, hogy egy sor környezetvédelmi és gazdasági ösztönző szorgalmazza az ipari és nagyüzemi műveletekből származó szennyvíz újrafeldolgozását és újrafelhasználását. A sikeres, költség hatékony tisztítási és újrahasznosítási megoldások általában az alábbi alapvető elemek némelyikét ill. összességét foglalják magukban:

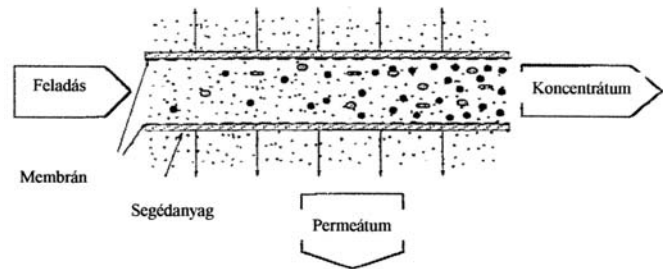
- Az édesvíz felhasználásának minimalizálása
- A vegyszerfelhasználás minimalizálása
- A maradékanyagok mennyiségének minimalizálása
- Az üzemeltetési és karbantartási igények minimalizálása
- A folyamati víz újrafelhasználásának maximalizálása
- A maradékanyagok koncentrációjának maximalizálása
- A maradékanyagok újrafelhasználásának maximalizálása
- A folyamat megbízhatóságának maximalizálása

Ahogy egyre szigorúbbakká váltak a környezeti kibocsátással szembeni követelmények, a korábban elfogadott tisztítási technológiákat már nem lehet hatékonynak tekinteni, mert nem nyújtják a fenti alapvető elemeket. A fenti előnyök biztosítása érdekében a régi technológiák módosítására tett kísérletek gyakran további tisztítási lépcsőket, bonyolultabb technológiát, emelkedő üzemeltetési és karbantartási költségeket és csökkenő technológiai megbízhatóságot eredményeznek. Továbbá, a cégek olyan irányú nyomás is nehezedik, hogy javítsák nemzetközi versenyképességüket, így most már egyre jobban tudatosul, hogy jelentős érték és költségmegtaka-

rítás érhető el olyan nyersanyagok visszanyerésével, melyeket korábban a szennyvízzel együtt kidobtak.

Keresztáramú membrános leválasztási technológia

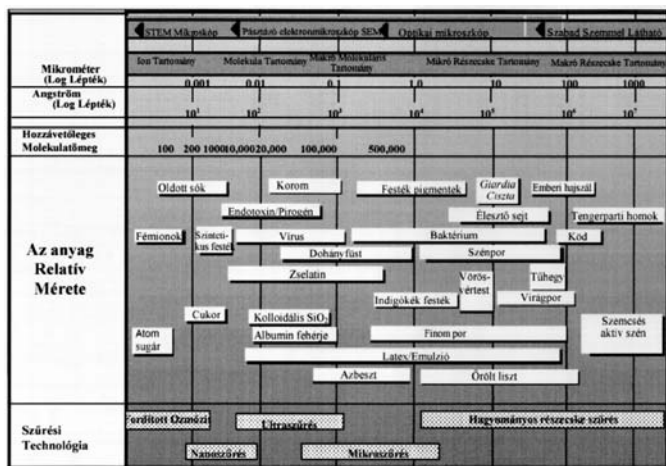
A keresztáramú membrános leválasztó rendszerekben, amint az 1.sz. ábrán is látható, a folyamati vagy feladott víz nyomás alatt áramlik tangenciálisan a membránszűrő felülete felett. A membrán képes leválasztani mind az oldhatatlan anyagokat (pl. baktériumokat, vírusokat, kolloidokat, lebegőanyagokat), mind a leválasztási molekulásúlyú oldható anyagokat a folyamati vízből, előállítva a permeátum áramot (szűrt víz) és a koncentrátum áramot (szűretlen víz).



1. ábra. A keresztáramú membrános leválasztás olyan fejlett technológia, mely a szűrést kezelővegyeszer felhasználása nélkül biztosítja.

A keresztáramú membrános leválasztás olyan fejlett technológiák élvonalába tartozik, melyek biztosítani tudják a költség hatékony újrafeldolgozást és az ipari és nagyüzemi célokra történő újrafelhasználást. Ezek a keresztáramú membrános leválasztó technológiák, beleértve a fordított ozmózist, a nanoszűrést, az ultraszűrést, a mikroszűrést és az átpárolgatót, egy sor üzemelési előnyt jelentenek. Ezek az előnyök az alacsony energiafogyasztás, az alacsony üzemeltetési és karbantartási igények és a kezelővegyeszer felhasználásának teljes megkerülése.

Amint a 2.sz. ábrán is látható, a membránok nagy szelektivitásra képesek az egész szűrési spektrumban, és igen hatékonyak bizonyultak még a molekula szintű leválasztásban is. Bár a membrántechnológiák eredeti alkalmazása elsősorban a pozitív visszacsatolású víztisztítási és sólanítási területekre összpontosult, ezeknek a technológiáknak az integrálhatósága teljes, anyagvisszanyerést és biológiai tisztítást is magában foglaló szennyvíztisztító eljárásokba, most már gyakorlatilag is a legkorszerűbbnek tekinthető technológiát eredményezett.



2. ábra: A keresztáramú membránszűrés spektrum lefedi a víz- és szennyvíztisztításban érdeklődésre számot tartó teljes tartományt, magában foglalva az anyagok visszanyerését és az újrahasznosítást is.

Sok példa van a membránok gyakorlati alkalmazására az iparban anyagok újrahasznosítása terén (pl. lúgos mosófolyadék és elektrolitikus festék újrahasznosítása szolgáltató két köznapi példát az autó- és fémmegmunkáló iparban). Az utóbbi időben sikeresen demonstrálják a membrántechnológia és a fejlett biológiai tisztítóeljárások kombinálását. Ez a membrántechnológia felhasználásának egyik izgalmas területe, mivel lehetővé válik ipari és nagyüzemi területekről származó összetett szerves szennyvizek széles spektrumának hatékony kezelése olyan minőségben, hogy a feldolgozott víz alkalmas visszaforgatásra és újrafelhasználásra.

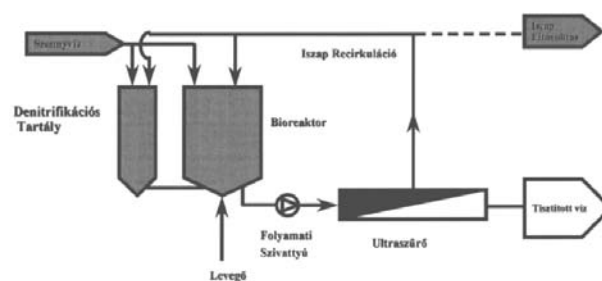
Integrált membrános biológiai reaktor rendszerek

A nagy mennyiségű szerves anyaggal szennyezett víz hatékony tisztításához és újrahasznosításához szükséges bizonyos fokú biológiai tisztítást is biztosítani. A hagyományos biológiai reaktor rendszerek teljesítményének és hatékonyságának azonban korlátot szab utóülepítők teljesítménye. Azok teljesítményét a kezelő szakértelme és szorgalma, az iszap ülepíthetősége, az alapvető kialakítás, a szilárdanyag kezelés, valamint a hidraulikai és szerves terhelés változásai határozzák meg. Ha zavarok támadnak, és „rostos” ill. „tűszerű” pelyhek képződnek, a biológiai reaktor szilárdanyagai könnyen elveszhetnek, ami gyatra reaktor teljesítményt eredményez. Ha rögzített határterületű rendszerekben mutatkoznak zavarok (pl. forgó biológiai kontaktor, fluid ágy), és láposodás jelentkezik, ezek a szilárdanyagok is elveszhetnek, ami hatékonyság veszteséget eredményez.

Amint a 3.sz. ábrán is látható, kifejlesztettek egy olyan membrános biológiai reaktor rendszert, mely keresztáramú membránokat alkalmaz a legtöbb hagyományos tisztítási technológiában szereplő utóülepítők és utószűrő eljárások helyettesítésére. A keresztáramú

membrános leválasztó lépcső egyszerű és megbízható pozitív akadályt képez az oldható szerves anyagok és a mikroorganizmusok számára. A leválasztási teljesítmény független a biológiai folyamati folyadék minőségétől vagy állapotától. Ezen kívül, a membránok teljesen kiküszöbölik a passzív „derítős” kialakítással összefüggő karbantartást és folyamati korlátokat. A pozitív membránszűrés eljárás nagymértékben leegyszerűsíti az egész tisztítási eljárást azzal, hogy kiküszöböli az utóülepítők karbantartást, a rutinszerű technológiai szabályozásokat, beleértve az ülepíthetőséget elősegítő vegyszeradagolást és a rendszeres iszapműveleteket. Mivel a technológiai zavarokból adódó iszap-felhalmozódással és a kevert szennyvíz bonyolult pehelyképződési feltételeivel összefüggő problémák kiküszöbölnődnek, igen stabil és hatékony biológiai eljárás jön létre. Ezen kívül, mivel nincs szükség rendszeres technológiai beállításokra, kézi megtisztításra és karbantartási műveletekre, a membrános/biológiai eljárást nagymértékben lehet automatizálni oly módon, hogy szabványos, programozható ipari vezérlőelemek működtessék a folyamatot, kiküszöbölve ezzel a legidőigényesebb és kritikusabb követelményeket – az utóülepítők karbantartását.

ZenoGem® Membrán Bioreaktor ÁLTALÁNOS FOLYAMAT ÁBRA



3. ábra. Összetett szerves szennyvíz költség hatékony tisztítására és a folyamati víz újrahasznosítására keresztáramú membrános leválasztást alkalmazó fejlett biológiai tisztítórendszer egyszerűsített folyamatábrája

A zárt, membrános leválasztó eljárás másik előnye, hogy lehetővé teszi az egész rendszer elhelyezését egy kompakt, zárt rendszerben. Így sokkal tisztább eljárás jön létre, mely kiküszöböli a nyitott medencékkel és derítőkkel összefüggő szagokat, rovarokat és esztétikai problémákat. A membrános biológiai reaktor rendszerek gyakran épületeken és gyárakon belül helyezkednek el, közel a szennyvíz keletkezési helyéhez, ami csökkenti a szerelési költségeket mind a tisztítás, mind az újrahasznosítás szempontjából.

A biológiai tisztítás és a membrántechnológia integrálásának a legjelentősebb előnyei azonban a biológiai reaktorban jelentkeznek. A membrántechnológia lehetővé teszi, hogy a reaktorokat sokkal nagyobb iszap-

koncentráció mellett üzemeltessék, mint amekkora a hagyományos technológia során korábban lehetséges volt. Lehetővé teszik továbbá a hosszú iszaptartózkodási időket, míg rövid és mindentől függetlenül állítható hidraulikai tartózkodási idővel üzemelnek. Ez az integrált membrános biológiai rendszereket kiváló eljárásokká teszi nagy koncentrációjú és nehezen kezelhető biológiai szennyvizek tisztítása terén, és biztosítja jelentősen kevesebb iszap termelését. Nem szokatlan dolog, hogy az integrált membrános biológiai rendszerek a reaktorban 2%-ot is meghaladó iszapkoncentrációval üzemelnek, ami 2-10-szer nagyobb, mint amilyen a hagyományos rendszerek üzemeltethetők.

Összességében elmondható, hogy a fejlett, integrált membrános biológiai reaktor rendszerek több hagyományos rendszerrel szemben a következő előnyöket biztosítják:

- Minimális vagy nulla vegyszerfelhasználás
- Hosszú szilárdanyag tartózkodási idők
- Következetes tisztított víz minőség
- Ellenállás a technológiai zavarokkal szemben (rendkívül nagyfokú megbízhatóság)
- Kevesebb iszaptermelés
- Automatizált üzemelés
- Kevesebb karbantartási igény
- Kompakt kialakítás
- Gyakorlatilag semmi lebegőanyag

Ezek az előnyök szinte mind elengedhetetlenek a tisztított szennyvíz újrafelhasználására és visszaforgatására szolgáló rendszerek tervezéséhez, különösen, ami a tisztított szennyvízben a lebegőanyagok hiányát illeti, mivel ez szükség esetén lehetővé teszi fordított ozmózis rendszerek használatát a továbbtisztításhoz előkezelés nélkül.

Eddig a Zenon Environmental két olyan termékcsaládot hozott forgalomba, melyek ezt a fejlett, membrános biológiai reaktor technológiát alkalmazzák: a ZenoGem[®]-et olajos ipari szennyvizek tisztításához és a Cycle-Let[™]-et nagymennyiségű szennyvíz kezeléséhez és újrahasznosításához. A kettő együtt több mint 85 rendszert jelent Észak-Amerikában, beleértve Mexikót is. Ezen kívül, a technológia üzemképesnek bizonyult és sikeresen bemutatkozott a cellulóz- és papíriparban, az élelmiszeriparban és néhány más, nehezen kezelhető szennyvizet kibocsátó területen.

ZenoGem[®]: Olajos ipari szennyvíz innovatív tisztítása

Probléma

A nehézipar ágazatai, beleértve a vasipart, az acélipart, az autópárt és a nagyteljesítményű gépek előállítását, olajemulziós szennyvizet bocsátanak ki számos művelet során, beleértve a lemezanyagok hideghengerlését, a

csőgyártást, a galvanizáláshoz való fémelőkészítést, a gépi megmunkálás műveleteit, stb. Sok esetben a szennyvízáram szabad és emulgeált olajat egyaránt tartalmaz. Az olajemulziót felületaktív anyagok rendszerint stabilizálják. Ezen kívül a szennyvízáramok tartalmazhatnak fémszappanokat, oldott fémeket és piszokból, fémrészecskékből és hengerlési revéből álló lebegőanyagokat is. A fémmegmunkálási folyadékoknak az üzem környezetére gyakorolt hatását csökkentendő, szükség van a folyadékok megfelelő kezelésére. Annak érdekében, hogy csökkenjen a környezetre gyakorolt hatásuk, erőfeszítéseket kell tenni a gyártóüzemekből származó ilyen folyadékok kibocsátásának csökkentésére. Ezért a fémmegmunkálási folyadékok lehető legnagyobb mértékű visszaforgatása és újrafelhasználása a gyártóüzemen belül egyaránt lehet költség hatékony és környezetre érzékeny megoldás.

A fémmegmunkálási folyadékokat tartalmazó szennyvizek kezelésére ma használt legáltalánosabb hagyományos eljárások egy fizikai és kémiai lépcsőket tartalmazó sorozat, mégpedig: mennyiség és koncentráció kiegyenlítés, szabad olaj eltávolítása, lebegőanyagok eltávolítása, vegyszeres emulzió felbontás, oldott levegős flotálás, derítés és szűrés. Ezeket a folyamatokat nehéz működtetni, és nagy mennyiségű olajos iszapot eredményeznek, melynek a kezelése költséges és nehézkes az elhelyezése.

A szintetikus folyadékok használatával járó oldható szerves anyagok lényegében kezeletlenül kerülnek a hagyományos rendszerekbe, ami megnövekedett biokémiai oxigénigényt (BOI), kémiai oxigénigényt (KOI) és szerves nitrogénvegyületeket eredményez a tisztított szennyvízben. A szerves anyagok csökkentése és a nitrogénvegyületek oxidálása érdekében gyakran szükség van egy biológiai tisztítórendszerre is a fizikai-kémiai eljárások után.

ZenoGem[®] eljárás

Megoldás

A 3.sz. ábrán vázolt ZenoGem[®] eljárást 1990 óta sikeresen mutatták be autópárti olajos szennyvizek kezelése terén egy sor félüzemi, kisüzemi és nagyüzemi berendezésen. A keresztáramú membrános szűrési eljárás hatékonyan távolítja el a szennyezőanyagokat az emulgeált olajos szennyvizekből, és azokat a biológiai reaktorban koncentrálja, ahol megtörténik biológiai oxidálásuk. Az ultraszűrés olyan jól megalapozott eljárás, mely képes eltávolítani az összes lebegőanyagot, valamint az ásványi olajokat (HFOG) 10 mg/l-nél kisebb szintre csökkenteni.

Ld. az 1. és 2.sz. referenciát a ZenoGem[®] részletes értékelésével és nem-membrános alternatívákkal való összevetésével kapcsolatban.

Alkalmazás:

Autóipari gyártóüzem, Mansfield, Ohio, USA.

Az egyik első ZenoGem® berendezést olajos szennyvizek tisztítására, egy autóipari gyártóüzemben, Mansfieldben (Ohio, USA) szerelték fel. A szennyvízáram szintetikus, fél-szintetikus és ásványi olaj alapú fém-megmunkálási folyadékokat tartalmazott. A szennyvíz-mennyiség napi 150 000 liter.

Ennek a rendszernek a tipikus input/output teljesítménye illusztrálja azt a magas szintű teljesítőképességet, melyet az eljárás többféle olajos szennyvízzel kapcsolatban demonstrált:

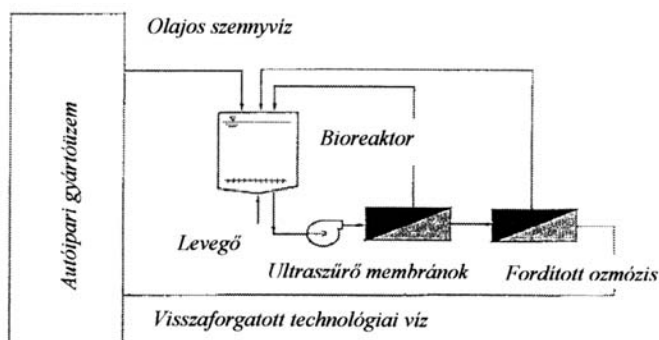
Paraméter	Input (ppm)	Output (ppm)	%-os csökkentés
BOI ₅	1170	17,3	>98%
KOI	5298	435	>92%
Össz. zsírok, olajok (TFOG)	634	17,7	>97%
Ásványi olajok (HFOG)	276	4,5	>98%

A tisztított szennyvíz paraméter értékei jóval alatta maradnak a csatornára engedés ill. az üzemi technológiai víz visszaforgatását és újrafelhasználását célzó, fordított ozmózissal történő továbbtisztítás által megkövetelt értékeknek.

Alkalmazás:

Olajos szennyvíz tisztítása és újrahasznosítása, Saltillo, Mexikó.

A mexikói Saltillóban egy új autóipari gyártóüzemben felszereltek egy ZenoGem® rendszert, fordított ozmózissal kiegészítve az újrahasznosításhoz. Amint a 4. ábrán is látható, a technológia olajos szennyvizet fog kezelni egy aerób biológiai reaktorba integrált ultraszuro membrános rendszerrel. A rendszert fordított ozmózis egészíti ki a feldolgozott szennyvíz további tisztítása érdekében. A koncentrátum visszakerül a ZenoGem® eljárásba továbboxidálás céljából, a permeátumot pedig üzemi technológiai vízként újrafelhasználják.



4.sz. ábra: ZenoGem®-et alkalmazó olajos szennyvízkezelő és visszaforgató rendszer egyszerűsített folyamatábrája, Santillo, Mexikó

Ez az újrahasznosító rendszer napi 150 000 (évi 46 800 000 liter) víz visszanyerést eredményez, aminek a közvetlen kihatása az, hogy kiküszöböli a fentiekkel azonos mennyiségű friss édesvíz szükségletet, amit pedig komolyan korlátozott talajvíz készletekből kellett volna felhasználni. Ezen kívül a rendszer jelentősen csökkenti a végül elhelyezésre kerülő iszap mennyiségét ill. javítja annak minőségét. Ez a megtakarítás hozzájárul Saltillo, mint gyártóközpont életképességének hosszú távú fennmaradásához, és elősegíti jobb életminőség fenntartását a lakosság számára.

Cycle-Let™: Nagymennyiségű kommunális szennyvíz tisztítása és visszaforgatása

Probléma

A lakosságnövekedés, a gazdasági növekedés és a világ sok részén fellépő tartós szárazság kihatásai egyre inkább tudatosítják a vízkészletek korlátozott voltát. Ezt a tényt erősen alátámasztja a terjedő vízvédelmi mozgalom, mely számos, a vízhasználatot szigorító és a vízkészletek hatékonyabb felhasználását igénylő rendeletet eredményezett. A vízvédlem hangsúlyozása nagyobb érdeklődést hozott magával mind a víz, mind a szennyvíz kezelésének új technológiai és alternatív módszerei iránt.

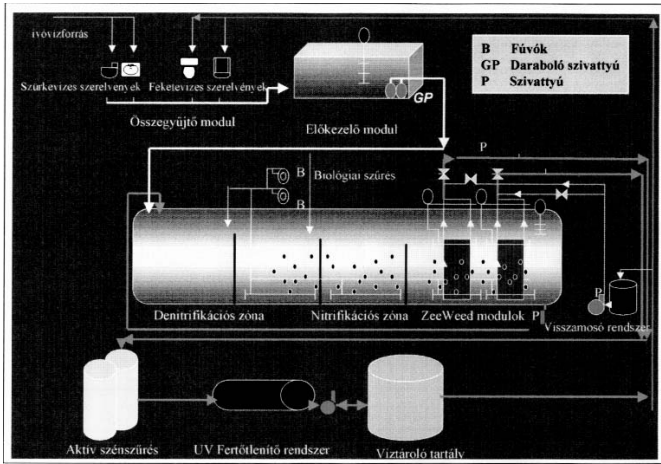
Az ipari, magán- és középületekben, pl. irodaépületekben, bevásárlóközpontokban, szállodákban, többcsalós lakóparkokban, pl. nagy lehetőség rejlik a vízfelhasználás csökkentése terén azzal, hogy a szennyvizet a helyszínen tisztítják és nyerik vissza a tisztított szennyvizet öntözésre, WC-öblítésre, párolgási veszteségek pótlására és más, emberrel nem érintkező alkalmazásokra. A helyszíni szennyvíztisztítás egyszerűen azt jelenti, hogy a szennyvizet egy olyan berendezés tisztítja és bocsátja ki, mely a helyszínen van elhelyezve, és nem pedig egy közcsatornára vagy vízfolyásba engedi, mely a tisztított szennyvizet elvezeti a helyszínről. Az ilyen alkalmazásokban történő visszaforgatás jelentős kihatással lehet a vízvédlemre, és elősegítheti mind a vízellátási, mind a szennyvíz elhelyezési problémák megoldását.

A szennyvíz épületen belüli visszaforgatása viszonylag egyszerű művelet, de a biztonságossága és a sikere csak egy gondosan megtervezett és működtetett tisztítási eljárással és jól megtervezett és gondosan szerelt vízvezetékrendszerrel biztosítható.

Cycle-Let™: Kommunális szennyvíz újrahasznosítása Megoldás

Az 5. ábra egy olyan kommunális szennyvíztisztító és újrahasznosító rendszer vázlatát mutat be, melyet sikeresen alkalmaztak a legkülönbözőbb területeken 1979 óta.

Ezt az újrahasznosítási módszert egyre szélesebb körben használják Észak-Amerikában, elsősorban a szennyvízkibocsátások csökkentésére környezetvédelmi szempontból érzékeny területeken, ahol nincs szennyvízcsatorna ill. nem elég a kapacitása.



5.sz. ábra: A Cycle-Let™, egy hatékony kommunális szennyvíztisztító és újrahasznosító rendszer egyszerűsített folyamatábrája

A szállodák, többcsaládos lakóparkok, üdülőterületek, kórházi komplexumok, üdülőhelyek, stb. olyan létesítmények, melyek nagymennyiségű szennyvizet termelnek, és nagy az öntözővíz igényük. Ezek a területeken a szennyvíz visszanyerése öntözési vagy párologáspótlási célra friss édesvizet és pénzt takaríthat meg.

Az USA több államában nem szokatlan dolog, hogy a golfpályákat másodlagosan kezelt és fertőtlenített szennyvízzel öntözik. Valójában olyan államokban, mint Arizona, illegális dolog a pályákat friss édesvízzel öntözni, ha tisztított szennyvíz felhasználására is van lehetőség. Olyan helyeken azonban, ahol épületeket, járdákat és köztereket körülvevő parkok korlátozatlan öntözéséről van szó, a hagyományos másodlagos tisztítótelepek egymagukban nem képesek biztosítani a biztonságos öntözéshez szükséges megbízhatóságot, teljesítményt és vízminőséget.

Kaliforniában a korlátozatlan öntözéshez az szükséges, hogy a vízminőség állandóan megfeleljen az összes Coli tekintetében a 2,2/100 ml alatti értéknek és a zavarosság tekintetében a 2 NFU alatti értéknek. Ennek a kritériumnak az az alapja, hogy biztosítsa a vírusok megsemmisítését. Az alábbiakban néhány olyan ország ezzel kapcsolatos követelményeit ismertetjük, ahol gyakorlat a tisztított szennyvíz korlátozatlan öntözése.

Példák visszanyert víz korlátozatlan öntözésre való felhasználási kritériumaival kapcsolatban*

Paraméter	Japán	Izrael	Dél-Afrika	Kuwait	Szaudi-Arábia
E.Coli-szám	<10/100 ml	12(80%), 2,2 (50%)mpn/100 ml	Magas fokon álló tisztítás	100/100 ml	2,2 mpn/100 ml
Maradék klór (mg/l)	0,4	0,5		1	---
Külső megjelenés	Nem kellemetlen	---	Ivóvíz minőség	---	---
Zavarosság (NTU)	---	---		---	1
Magas fokon álló szűrés	---	Szükséges		---	---
BOI (mg/l)	---	15		10	10
pH	5,8 – 8,6	---		---	6 – 8,4
Össz.LA (mg/l)	---	---		10	10

*WHO

Ezek a vízminőségi követelmények általában szükségessé teszik a magas fokon álló vegyszeres kezelést, szűrést és fertőtlenítést. Magas fejlettségi fokú helyszíneken előfordulhat, hogy a hagyományos, nagy, nyitott tisztítótelepek nem megvalósíthatóak, mivel általában bűdösek, csúnyák és esztétikailag nehezen illeszthetők egy adott helyszínre.

A biológiai tisztítással társított ultraszűrő technológia sok előnyt nyújt a kommunális szennyvíz visszanyerését is magában foglaló alkalmazási területeken. Az ultraszűrő membránok feladata, hogy igen alacsony molekulásúlynál válasszák le a szennyező anyagokat. A kommunális szennyvizek tisztításában használt ultraszűrő membránok általában 15.000 MW molekulásúlynál választanak le. Ilyen kiszűrési szint mellett végbemegy a kommunális szennyvízben előforduló legtöbb oldható szerves anyag, baktérium és vírus izolálása és eltávolítása a folyamat szennyvízből (ld. a 2.sz. ábrát).

A membrán pozitív akadályt képez a szennyező anyagok és a mikroorganizmusok számára, függetlenül a biológiai eljárás minőségétől és feltételeitől. Mint már korábban jeleztük, a membránrendszer valójában helyettesíti a legtöbb hagyományos tisztítási eljárásban megtalálható utóülepítő és utószűrési eljárásokat.

Alkalmazás

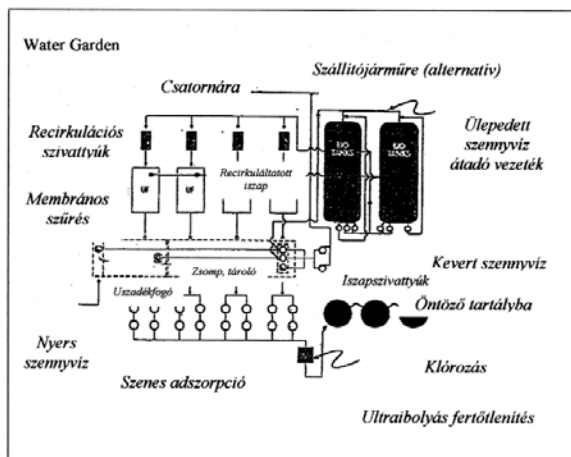
Cycle-Let^Mberendezés: Water Garden, Santa Monica, Kalifornia

Water Garden kitűnő példája annak, miképpen integrálhatók könnyen a membrános biológiai tisztítórendszer előnyei egy létesítményben, és hogyan biztosítható a költség hatékony működéshez és a közegészség védelméhez szükséges hosszú távú megbízhatóság. Ez a létesítmény 1,3 millió négyzetláb területű irodákból, vegyes kiskereskedelmi egységekből áll, melyeket kiterjedt tájkert és hat hold dekoratív tórendszer vesz körül.



6. ábra: Cycle-LetTM mintaberendezés, Water Garden, Santa Monica, Kalifornia

Egy ilyen nagyságú létesítmény napi frissvíz igénye általában kb. 416 350 liter, és kb. 340.650 liter szennyvíz keletkezik naponta. Ebben a létesítményben a vízfelhasználást kb. 151.400 liter/nap mennyiségre csökkentették víztakarékos szerelvényekkel, beleértve ultra-ala-



7. ábra: A Water Garden-i Cycle-Let rendszer egyszerűsített folyamatábrája

acsony vízfelhasználású WC-eket. A víztakarékosságból adódó lecsökkent szennyvíz mennyiség igen nagy koncentrációjú kommunális szennyvízárámot eredményez, melyet integrált Cycle-Let™ membrános biológiai rendszerrel tisztítanak, mely kényelmesen elfért a parkoló létesítmény földszintjén (6. és 7. ábrák).

A membrános biológiai rendszert szén adszorpció és klóros fertőtlenítés követi, mielőtt a tisztított szennyvíz tárolásra kerülne a WC-kben és vízdékben öblítővízként, a tájkerben öntözésre és a dísztavakban párolgáspótlásra való újrafelhasználáshoz. E célokra már egyáltalán nincs szükség friss édesvíz felhasználására. Az egész létesítmény teljes vízfelhasználását 70%-kal csökkentették, és a szennyvízkibocsátás szinte teljesen megszűnt.

Összefoglalás

A membránszűrési technológia bevált alternatíva a szennyvízben lévő anyagok, beleértve magát a folyamati vizet is, visszaforgatására és újrafelhasználására.

Referenciák

1. Hare R.W., P.M. Sutton és A. Janson, „Olajos szennyvíz membránnal fokozott biológiai tisztítása”, Vízvédelmi Szövetség Konferenciája, Washington, D.C., 1990
2. A. Janson, „ZenoGem eljárás ipari szennyvíz tisztításához – három ipari szennyvízárám félüzemi kísérleteinek eredményei”, 39. Ontariói Környezetvédelmi Konferencia, Toronto, Ontario, 1992. június
3. E.Jordan és G.G. Cano, „A szennyvíz – mint fontos forrás” VIII. Congreso National 1992, Acciones Para un Ambiente Limpio, Cocoyoc, Mexikó, 1992. szeptember.



2000. május 4.- 6. között az Európai Vízügyi Szövetség (EWA) éves közgyűlését tartja Budapesten. A Közgyűléshez illeszkedően 2000. május 5-én a KHVM konferenciatermében, Budapest, VII. Dob u.75-81.

„A közép kelet-európai régió az Európai Unió csatlakozás előtt”
címmel nemzetközi konferenciát rendezünk az alábbi programmal:

08 ³⁰ – 09 ⁰⁰	Megnyitó beszédek <i>dr. Pepó Pál</i> , környezetvédelmi miniszter, <i>dr. Hajós Béla</i> KHVM h. államtitkár
09 ¹⁵ – 09 ³⁵	A települési szennyvíz –irányelv követelményei különös tekintettel az érzékeny területek kijelölésére <i>Claus Hagebro</i> , az EWA elnöke
09 ³⁵ – 09 ⁵⁵	A vízvédelmi EU-s joganyag nemzeti átvételének programja <i>Garáné dr. Nagy Katalin</i> , KöM főtanácsos
10 ²⁰ – 10 ⁴⁰	A kis- és nagyméretű szennyvíztisztító telepekkel szemben támasztott követelmények Németországi kezelése <i>Jörg Londong</i> , EWA Tud. Műsz. Bizottság
10 ⁴⁰ – 11 ⁰⁰	A szennyvíztisztítási igény változása a hazai kis és nagy szennyvíztisztítóknál az EU harmonizáció kapcsán <i>dr. Kárpáti Árpád</i> , egyetemi docens
11 ⁴⁰ – 12 ⁰⁰	A szennyvíztisztítás EU-s szabványainak rövid áttekintése <i>Fritz Conradin</i> , EWA Tud. Műsz. Biz. Elnök
12 ⁰⁰ - 12 ²⁰	A csatornázás és szennyvíztisztítás szabványosításának hazai helyzete és szükséges fejlesztési irányai <i>Dulovicsné, dr. Dombi Mária</i> , főisk. tanár
12 ⁴⁵ - 12 ⁵⁵	Zárszó <i>dr. Somlyódy László</i> , egy. tanár, akadémikus, az IWA alelnöke, a MaSzeSz elnöke

TISZTA VIZET A JÖVŐNEK!

A Meteorológiai Világszervezet – WMO főtitkára Prof. G. O. P. Obasi a Víz 2000. évi Világnapja alkalmából „A VÍZ A HUSZONEGYEDIK SZÁZADBAN” c. cikkében a következőket írja:

... „Röviden tehát a 2000. évi víz világnapra üzenetünk a következőkben foglalható össze. A XXI. Században:

- **a víz ritka kincs lesz,**

A nemzeti hidrológiai szolgálatok figyelmét fel fogjuk hívni arra, hogy végezzék el a vízkészletek nélkülözhetetlen számbavételéhez szükséges munkát, beleértve a vízkészletek változékonyságának értékelését is.

- **a természetes vizeket az elszennyeződés növekvő mértékben fogja fenyegetni,**

A nemzeti hidrológiai szolgálatoknak vízminőségre vonatkozó megfigyeléseket is kell folytatniuk, és a veszélyt jelentő határértékek túllépése esetén a helyi közösségeket riasztani kell.

- **növekvő erősségű árvizes és aszályos időszakoktól kell tartanunk,**

A nemzeti meteorológiai és hidrológiai szolgálatoknak a jövőben még jobban együtt kell működniük, hogy megfelelő árvízi riasztásokat adhassanak ki, és kielégítő iránymutatással szolgáljanak az aszályok jövőbeli előfordulásáról. Ezen munka során fontos lesz az éghajlat-változásnak és a környezetre gyakorolt lehetséges hatásának becslése és az éghajlati előrejelzések hatékony előrelátásának növelése.

- **a természetes vizekkel mindenkinek törődnie kell, mindenki érezzen felelősséget vizeinkért,**

A WMO-val regionális és nemzetközi szinten együttműködve, annak támogatását élvezve, a nemzeti hidrológiai és meteorológiai szolgálatokra kulcsszerep vár a fenti kérdések megoldásában. Viszont minden operatív és stratégiai döntés széleskörű képviseleti alapon elvégezett konzultációnak kell megelőznie, ezzel biztosítható az egész társadalom bevonásával az édesvízkészlet megóvása.

Ennek szellemében felhívjuk a kormányok figyelmét, hogy adjanak kellő pénzügyi és törvénykezési támogatást a megfelelő regionális és nemzetközi szervezeteknek, hogy azok együttműködésüket erősíthessék, ezáltal a nemzeti hidrológiai és meteorológiai szolgálatok a XXI. Századi emberiség javára vezető szerepet játszhassanak a jelenlegi, egyre válságosabb édesvíz helyzet megoldásában.”

Megjegyzés: A cikkrészlet az NHP/OHP HÍRADÓ 2000/2 számából vettük át.



SZTOCHASZTIKUS MÉRETEZÉSI MÓDSZER ELVE A VÁROSI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEKRŐL SZÁRMAZÓ BEFOGADÓ-TERHELÉS MEGHATÁROZÁSÁHOZ

Peter G. Schmitt-Heiderich, Jürgen Ihringer, Erich J. Plate (Karlsruhe)

Összefoglalás

Nyilvánvaló, hogy a települési vízgazdálkodási infrastruktúrális intézkedésekre fordítható nemzetgazdasági vagyon egyre szűkösebb. Ezért a települési vízgazdálkodási szakembereknek az ilyen intézkedéseket a lehető legmagasabb gazdaságossági mutatóval kell tervezniük, amihez többek között össze kell hasonlítaniuk a befogadó vízgyűjtő területére vonatkozó intézkedéseket annak élővíz-terhelő, ill. tehermentesítő hatása tekintetében. A manapság használatos módszerek erre alig alkalmasak. Az élővíz befogadó bizonyos szennyezettségi koncentrációi túllépési valószínűségének számításával kapcsolatban lehet itt segítséget nyújtani. Ezen módszert egy, a szerkezetépítésből vett példával illusztráljuk és elképzeléseink szerint csapadékvíz-tároló medence méretezésére alkalmazzuk.

Kulcsszavak: szennyezésterhelés-számítás, települési vízgazdálkodás, költségek, gazdaságosság, csapadékvíz-tároló medence, méretezés, kevert szennyvíz, tehermentesítés

1. Bevezetés

A szennyvizet oly módon kell megtisztítani, hogy az közjavakra ne legyen káros befolyással. Ezt a Vízháztartási Törvény [10] (WHG) 7a §-a úgy fogalmazza meg, hogy a szennyvíz bevezetése kizárólag akkor engedélyezhető, „ha a szennyvíz szennyezőanyag-tartalmát olyan alacsony értéken lehet tartani, amennyire azt a technika mai állásának megfelelő módszerek betartása szerint csak lehetséges”. A befogadóba bevezetett szennyezőanyag-tartalom csökkentésére szolgáló berendezéseknek költség kihatása van. Mivel minden nemzetgazdaság anyagi forrásai korlátozottak, a műszaki biztonsági követelményeket nem lehet tetszés szerinti mértékű szintre emelni. Így [5] szerint a megkövetelt biztonság, valamint a jogilag engedélyezett kockázat határa nem feltétlenül a műszakilag lehetséges legmagasabb értékénél található. A kockázati határ normatív rögzítése ezért kényszerűen a biztonságtechnikai és gazdasági szükségességek közötti kompromisszumon alapul.

Az olyan statisztikai fogalmakban való gondolkodás, mint a kockázat, ill. biztonság, azzal a döntő előnnyel jár, hogy összehasonlíthatjuk a különböző területeket a rendelkezésre álló biztonsági szint vonatkozásában. A szerkezetépítés területén nemrég készültek el az előzetes

szabványok a megbízhatósági elemzés segítségével, amelyek a megkövetelt biztonság, ill. a hibák előfordulásának maximálisan megengedhető valószínűsége alapján a műszaki irányelveket Európa-szerte harmonizálják [2]. Ennek segítségével lehet pl. a hidak méretezési módszereit Németország és más nemzetek esetében minőségileg összehasonlítani. A különböző regionális szabványok aztán a megváltozott hibavalószínűségekben fejeződnek ki, és ebből kifolyólag lehetőség nyílik az anyagi szempontok szerinti értékelésre.

Egy hasonló méretezési-, ill. bizonyítási módszer felépítését – a befogadónak egyesített rendszerű csatornahálózat okozta terhelésére – részletezzük jelen tanulmányban. Először azonban egy képzelt kísérlet segítségével megvilágítjuk a különbséget a hagyományos méretezés (pl. az A128 szerint) és a megbízhatósági elemzés (ill. a sztochasztikus méretezés) között.

2. Hagományos méretezési elv

A sztochasztikus méretezés előnyeinek, ill. a hagyományos méretezés gyengéinek bemutatása érdekében a következő képzelt kísérletet végezhetjük el. Képzeljük el, hogy egy vízgazdálkodás területén tevékenykedő mérnöknek duzzasztási tér méretezése helyett folyó felett átívelő hidat kellene megterveznie. Körülbelül a következő utat követné:

Elemzi a rendszert a terhelés és a teherbíró képesség szempontjából. Ezen szemléletből következik, hogy mind a teherviselő szerkezet kiválasztása, mind az anyag kiválasztása meghatározza a híd teherbíró képességét. A további elemzés kimutatja, hogy a közlekedés mértékadóan terheli a hidat. A közlekedésből származó terhelést a járművek súlya, a járműtengelyek száma, az útpályák száma, a fékezőerők, a becsapódási- és baleseti terhelések, az útpálya felületi minősége, stb. eredményezi. Mindezen ismeretek birtokában képes arra, hogy megtervezzen egy matematikai modellt, amely a teherbíró képesség és a terhelés közötti összefüggést írja le.

A továbbiakban felismeri, hogy jelentős szerepet játszik a terhelés dinamikája. A kifárasztási terhelésmoделlek kifejlesztése céljából szüksége van a terhelés időbeni lefolyására, amihez a forgalomterhelés hosszú idősoraira van szükség. A szomszédos híd miatt véletlenül rendelkezésre állnak ezek az időbeni terhelési sorok. Ezen sorok segítségével aztán elvégezheti a modellszá-

mításait és bebizonyíthatja, hogy a híd megfelel a maximális terhelésre.

A híd elkészülte után egy utólagos számítással megállapítja, hogy a modellek segítségével a mért értékek nem írhatók le pontosan. A mérnök ezért megfogadja, hogy tovább finomítja a modellt, hogy a számított és a mért értékek között nagyobb egyezést érjen el. Mivel végülis abban a helyzetben van, hogy máshol is méretezhessen hidakat, továbbra is arra fog következtetni, hogy az idősorokat teljes felületen és hosszabb időtartamok alatt kell megállapítani.

Eddig tartott ez a képzelt kísérlet. Ebben a hagyományos méretezési elméletben azt kell bizonyítani, hogy az s terhelés kisebb, mint az r terhelhetőség ($s < r$). Az s és r értékek véletlenszerűségét általában tapasztalati biztonsági tényezők segítségével állapítják meg, hogy aztán a "biztonságos oldal" becslését megadhatjuk. Mindenesetre ekkor a még mindig fennálló tönkremeneteli valószínűséget már nem lehet megállapítani, vagyis a méretezés biztonsága ismeretlen.

3. Sztochasztikus méretezés, ill. a megbízhatósági elemzés szerinti méretezés

Ha összehasonlítjuk ezt a módszert a szerkezetépítés ma érvényben lévő előírásaival [2], amelyek segítségével a méretezést és az ellenőrzést Európa-szerte egységesítették, kapunk néhány, következményeket eredményező különbséget:

a) A közúti hidak teherbírási ellenőrzéséhez használt európai forgalomterhelési modell számára [4] is, hogy az említett példánál maradjunk, a hidak forgalmi terhek által okozott viselkedését numerikus szimuláció segítségével modellezték. Ezt *kiválasztott hidakra végezték el, a mérési- és számítási eredményekből az egyszerűsített Európai Terhelési Modellek levezetése érdekében*. Mivel minden mért idősor elméletileg végtelen alapeset-csoportnak csak egy megvalósulását ábrázolja, és ezzel a mért formában soha többet nem lép fel, a terheket (s terhelés) statisztikai mennyiségek, ill. eloszlásfüggvények formájában írják le. A terhelési adatok ezzel szabványosíthatók és követhetők.

b) A teherbíró képességet (r terhelhetőség) ugyancsak véletlen mennyiségként definiáljuk. Aztán bizonyításra kerül, *hogy a teherbíró képesség tönkremenetele csak egy előre megadott valószínűséggel következik be*. A nemzetileg megkívánt magasabb biztonsági szint csak kisebb tönkremeneteli valószínűségben fejeződik ki.

A mérnök a sztochasztikus méretezésnél figyelembe veszi, hogy a valóság véletlenszerű. Bizonyításra kerül, hogy a rendszer biztonsága nem abszolút, hanem fennáll egy maradék kockázat. A települési vízepítésben ez a szemlélet különösen elterjedt, mindenesetre azonban nem a műtárgy-, hanem az üzemi tönkremenetel kocká-

zatában. A települési vízgazdálkodási berendezéseket gazdasági megfontolások alapján gyakori üzemi hibára kell méretezni. Így elkerülhetetlen a csapadékvíz-tároló medencékből a befogadóba való kevert szennyvíz-leeresztés. Ezért az ellenőrzés, ill. a méretezés során meg kell mutatni, hogy a határérték csak bizonyos valószínűséggel kerül túllépésre.

Amennyiben ez a kérdés nem merül fel, az a következőket jelenti:

A különböző vízgyűjtő területekre vonatkozó, a szennyezőanyag-bevitel csökkentésére irányuló intézkedések *hatásait* (pl. az össz-duzzasztási térfogat) *nem lehet egymással összehasonlítani*. Még akkor is, ha az ellenőrzés az A128 szerint történik, különböző biztonsági követelmények rejlenek majdnem minden új méretezésben, mivel a szennyezőanyag-továbbítást meghatározó folyamatok véletlenszerűségét nem lehet figyelembe venni.

Ezt a következőkben egy, az A128 szerinti méretezési példa segítségével illusztráljuk, mielőtt a 3.2. fejezetben bemutatnánk az immisszió-központú méretezési módszert.

3.1 Az A128 szerinti méretezési módszer

Általában megjegyezhető az A128-hoz, hogy számos betáplált adat esetében átlagos körülmények feltételezéséből indulunk ki (pl. átlagos csapadéklefolyás), vagyis a paraméterek változékonyságát regisztráljuk, azonban a módszerbe még nem építettük be. Mivel az átlagos kiindulási értékek, amelyeket statisztikailag átlag- vagy várható értékeknek neveznek, vezetnek a nemlineáris összefüggések esetén minden kényszerűséget nélkülözve átlagos duzzasztási tér-méretezéshez, a duzzasztási tér-méretezés biztonsága nem ismert.

Az A128 [1] 11-es fejezetében méretezési példán levezetjük a szükséges össz-tárolótérfogat számítását. Ezen példa alkalmazandó aztán sztochasztikus méretezési módszer illusztrációjaként is. Pusztán a csapadékos és a szárazidei koncentrációkat lehet változtatni, noha a legtöbb egyéb változó is ugyanúgy véletlen változó. Az egyszerűség kedvéért minden további paramétert állandónak és az A128 példájához megfelelőnek feltételezzük. Ezért ezekkel nem foglalkozunk tovább.

Az A128 [1] szerinti méretezési példa szerint 475 mg KOI/l-es szárazidei koncentrációt mértünk az előtisztítás előtt. A 107 mg/l-es KOI csapadékvíz-koncentrációval együtt 21,6 m³/ha-os fajlagos össz-tárolótérfogat adódik. Ezt a változót az 1. táblázatban V_0 -val jelöltük. Mivel az A128 szerint 600 mg/l-es minimális szárazidei koncentráció az előírás, a méretezés számára a szárazidei koncentrációt 475-ről 600 mg/l-re kell emelni. Ezen nagyobb biztonság jelentőségét példaképpen a V_1 -es változóval világíthatjuk meg.

A V_1 -es változóhoz a mért szárazidei koncentrációk eloszlását normáeloszlásúnak tekintjük, 475 mg/l-es átlaggal és 75 mg/l-es szórással. A normáeloszlású koncentrációkból számítható a 95%-os 600 mg/l-hez tartozó el nem érési valószínűség, vagyis, 5% valószínűséggel várható 600 mg/l-nél magasabb koncentráció. Ezáltal az A128 szerinti, 21,6 m³/ha-ra való méretezés 95%-os méretezési biztonságot követel meg! Azonban ha a szükséges duzzasztási teret a 475 mg/l-es mért átlagértékkel számítjuk, a fajlagos össz-tárolótérfogat kb. 16 m³/ha-ra adódik.

Ezzel ellentétben egy olyan vízgyűjtő terület, amely ténylegesen 600 mg KOI/l-es átlagértéket mutat a szárazidei lefolyás esetén, ugyanolyan nagy medencét igényel 21,6 m³/ha fajlagos össz-tároló térfogattal. Ezen terület méretezési biztonsága ekkor azonban csak 50% (feltételezés: szimmetrikus eloszlású szárazidei koncentrációk). *Ezzel olyan községekben, amelyek szennyvize csak csekély mértékben terhel, magasabb biztonsági követelményeket támasztunk, mint azon községekben, ahol magasabbak a szárazidei koncentrációk.*

Ezen megemelt biztonsági követelmények a tárolótér építési- és üzemeltetési költségeinek segítségével anyagi szempontból értékelhetők. A V_1 változóra nézve ez azt jelenti, hogy kb. 5,5 m³/ha járulékos tárolóteret kell még finanszírozni. Ez a biztonsági járulék, amelyet nem alkalmaznak egységesen, végeredményben kizárólag a csekély szennyeződéssel magyarázható. Ezáltal a községeket annál keményebben büntetik a magasabb biztonsági szabvány előírással, minél kisebbek a meglévő szárazidei koncentrációk.

A V_2 változóval példászerűen ábrázoltuk, hogy a csapadékvíz-koncentrációk változékonysága ugyanúgy a megváltozott biztonsági tényezőkben nyilvánul meg. Ennél a számításnál állandónak, az A128 szerint, 600 mg/l KOI-nak tételezzük fel a szárazidei koncentrációt. A [3] szerint az átlagos csapadékvíz-koncentráció intervalluma 47 és 115 mg/l között változik. Az A128 szerinti, 107 mg/l-es csapadékvíz-koncentráció átlagos megadása olyan vízgyűjtő-területekre nem érvényes, ahol kismértékű csapadékvíz-szennyeződések várhatók. Ezért a csapadékvíz-koncentrációkra a 10 mg/l-es átlagértéket (a 95%-os szórás) feltételezzük (normáeloszlás). Az eredmény újra csak azt mutatja, hogy az A128 szerinti méretezésnél ezen gyengén terhelt területekre magasabb biztonsági előírást terhelünk (88%), mintha ténylegesen 107 mg/l vagy annál nagyobb csapadékvíz-szennyezés volna várható. Ez, az A128-ban közelebről nem tárgyalt biztonsági többlet a V_2 számára járulékos, 6 m³/ha-ra vonatkozó medenceköltségeket okoz.

Mivel a valóságban a szárazidei- és a csapadékvíz-koncentrációk változnak, V_3 -ban és V_4 -ben mindkét paramétert normáeloszlásúnak feltételeztük. Amennyiben az előre becsült, 600 és 107 mg/l-es értékek el nem

érési valószínűségei részbiztonságokat jelentenek, úgy kimutatható, hogy ebből az információból nem lehet következtetni az össz-biztonságra (lásd 1. táblázat). Ideális esetben egyenlő rész-biztonságokat kell választani, annak érdekében, hogy a méretezésben végigvihető legyen a biztonság (az érvelésláncolat a leggyengébb tagján bukkin meg).

Az 1. táblázat számértékeit tetszőlegesen választottuk. Ennek ellenére egyértelmű, hogy az A128-ban nincs szó következetes méretezési módszerről. Ebből kifolyólag nem lehetséges különböző területek duzzasztási térméretezésének összehasonlítása. Ez csak a méretezési biztonság megadása mellett volna megengedhető. A korlátozott anyagi eszközöket nem lehet úgy alkalmazni, hogy a legmagasabb haszon legyen elérhető.

Mivel az élővizek azok, amelyek a bevezetett szennyezőanyag-terhelést befogadják, lehetőség kínálkozik a kibocsátott szennyezőanyag-hányadnak a befogadó koncentrációin alapuló elemzésére. Hasonló immisszió-központú méretezés elvét a következőkben tárgyaljuk. Az immisszió-központú méretezési módszer szükséges lépéseit a 3.3-as pont alatt mutatjuk be.

3.2 Sztochasztikus méretezési elv

Általában érvényes a méretezési, ill. az ellenőrző számításokra, hogy az s terhelést az r terhelhetőséggel hasonlítjuk össze. Mivel a szennyezőanyag-hányad-számításnál mind s , mind r a különböző véletlen folyamatok mérlegeléséből következnek, a méretezési elvnek figyelembe kell vennie ezen véletlenszerűségeket. A következőkben bemutatott immisszió-központú méretezési elvre ez a szabály érvényes.

A befogadó s terhelése a csapadékból származik, amelyet a változó alapadatok jellemeznek. A csapadékot háromdimenziós valószínűségi sűrűség függvény írja le, ha a csapadék időtartama és a csapadékinzintitás mellett a csapadékesemény előtti száraz időtartamot is figyelembe vesszük. Bizonytalan modellparaméterű lefolyási- és szállításmodellek segítségével, amelyeket műtárgymodellhez kapcsolunk, kapjuk meg az s eseménytől függő terhelést (vízmennyiség és szennyezőanyag-terhelés). Ebben az esetben az alapadatok és a modellparaméterek is változók. A szennyezőanyag-elfolyás, vagyis a befogadó terhelése, ezzel véletlen változóvá válik, amelyet az x_1 véletlen változó képez (lásd 1. ábra).

$$s = g(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1)$$

A befogadó r terhelhetősége, vagyis az ökológiailag elviselhető szennyezőanyag-mennyiség, véletlen változóvá válik, ha r -t megengedhető koncentrációként definiáljuk. A megengedhető szennyezőanyag-kibocsátás a befogadóba való kibocsátás függvényeként adódik. Ez a kibocsátás függ a befogadó vízgyűjtő területének nagyságától, az évszaktól, a talajnedvességtől, stb., és a csa-

padéktól. Az r terhelhetőséget az n -k kapcsolati változókból kapjuk. A csapadékmennyiség itt az r és s változóban jelenik meg és hatással van az r és s véletlen változók közti korrelációra.

$$r = h(x_k, x_{k+1}, \dots, x_m, \dots, x_n) \quad (2)$$

Az s és r vizsgálatából megkapjuk az $f_{s,r}(s, r)$ valószínűségi sűrűség függvényt, amelyből aztán levezethető a befogadóban lévő koncentrációk eloszlása. A (c_{krit}) kritikus koncentráció megadásából következik a P_v tönkremeneteli valószínűség, mint túllépési valószínűség (lásd 1. ábra). Amennyiben ezen valószínűség nagyobb, mint egy megkövetelt P_{vzul} valószínűség, a tervező mérnök által meghatározandó méretek (pl. medencenagyság, szennyvíztisztító telep-teljesítőképesség, csapadékelzávárogatás, stb.) addig változtathatók, amíg a $P_v < P_{vzul}$ feltétel ki nem elégül.

3.3 A változékonyság és a bizonytalanság elemzése

A 3.2-es fejezetben bemutatott elvnek konkrét méretezési módszerre való átültetése érdekében első lépésben a bizonytalanságokat, ill. a változékonyságokat kell elemezni. A bizonytalanság és a változékonyság fogalmában nem teszünk különbséget ezen cikk keretében. Mindkét fogalmat szinonimaként használjuk. A [6, 7, 9]-es irodalomban található a megkülönböztetés.

A 2. ábrán tüntettük fel a változékonyság különböző okait a modellkomplexitással szemben. A szennyezőanyag-hányad-számításnál a változékonyság nagy része magyarázható a természetes változékonysággal. Ezen természetes változékonyságon kívül további variabilitási tényezők járulnak hozzá az összváltozékonysághoz. Ugyanúgy, mint a természetes változékonyság, az eseménybizonytalanság, amely a szétválasztási kritériumok választásából adódik [9, 11], valamint a szűrőpróba-bizonytalanság sem a modellkomplexitás függvénye. A modellbizonytalanság azonban a növekvő modellkomplexitással csökken, mivel a javított matematikai vagy fizikai modell jobb közelítést ad a valóságra. Mindenesetre növekvő modellkomplexitással nő a modellparaméterek száma. Ezáltal megnő a paraméter-bizonytalanság is. *A minimális összbizonytalanság nem feltétlenül a maximális modellkomplexitás esetén adódik!*

Amennyiben a terhelési esetet immiszióközpontú szemlélettel elemezzük, nem csak a szennyezőanyag-modellekre, hanem olyan modellekre is szükség van, amelyek a befogadóban a lefolyást írják le. Ezeket a modelleket ugyancsak a bizonytalanságuk szempontjából kell elemezni.

Csak a bizonytalanságok ismeretében lehet kiválasztani a modellt, amelyen a méretezés alapul. Ha például a bizonytalansági elemzés azt eredményezi, hogy az összváltozékonyság legnagyobb része megmagyarázható a természetes variabilitással, a szennyezőanyag-számítás leegyszerűsíthető. Az elfolyó szennyezőanyag kiszámítására vonatkozó sztochasztikus modellt vezetik le [9]-ben.

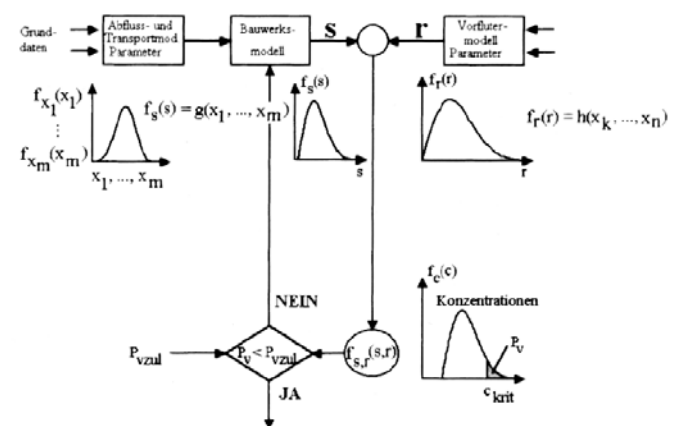
4. Végkövetkeztetés

A jelenlegi helyzetben a települési vízgazdálkodással foglalkozó szakember gazdaságossági és jogi peremfeltételek útvesztőjében találja magát. A jogi peremfeltételek készakarva biztosítanak bizonyos játékteret, annak érdekében, hogy az "általánosan elismert műszaki szabályok", a "technika mai állása" és a "tudomány és technika mai állása" alapján a törvényhozó szervek igazodni tudjanak az új ismeretekhez. A gazdaságosságot műszaki irányelvek és azok értelmezése segítségével mértékadóan meghatározhatjuk.

Ezek után a mérnök kreativitását a műszaki irányelvek és azok értelmezése érdekében kell latba vetnie, hogy aztán kompromisszumokat dolgozhasson ki, ame-

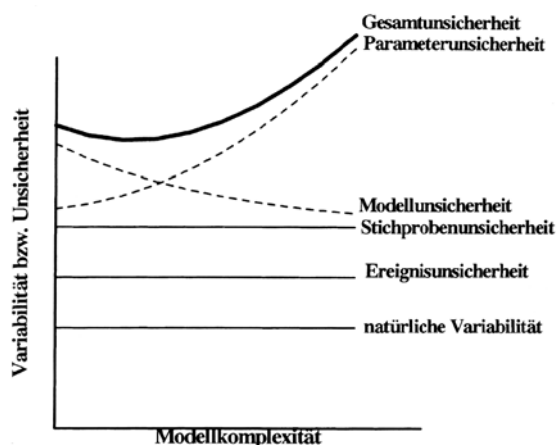
Változó	Szárazidei koncentráció c_s			Csapadékvíz-konc. c_c			Fajlagos térfogat	
	$E(c_s)$ [mg/l]	ρ [mg/l]	$P_c\{600\}$ [-]	$E(c_c)$ [mg/l]	ρ [mg/l]	$P_c\{107\}$ [-]	$E\{V_c\}$ [m ³ /ha]	$P_c\{21,6\}$ [-]
V_0	475/600	-	-	107	-	-	21,6	-
V_1	475	75	0,95	107	-	-	16,2	0,95
V_2	475/600	-	-	95	10	0,88	15,6	0,88
V_3	475	75	0,95	95	10	0,88	11,3	0,97
V_4	475	75	0,95	120	10	0,10	22,7	0,43

1. táblázat. Fajlagos össz-tárolótérfogat a változó szárazidei- és csapadékvíz-koncentrációk függvényében



1. ábra. Sztochasztikai méretezés vázlatja ([8]-ra támaszkodva) (Grunddaten = alapadatok, Abfluss- und Transportmodell-Parameter = lefolyási- és transzportmodell-paraméterek, Bauwerksmodell = műtárgy-modell, Vorflutermodell-Parameter = befogadómodell-paraméterek, nein = nem, ja = igen, Konzentrationen = koncentrációk)

lyeket minden, a döntési folyamatban részt vevő személy felvállal. Ez azonban csak akkor sikerülhet, ha a méretezési-, ill. ellenőrzési folyamat követhetetlen maximális előírásokból indul ki. Olyan méretezési módszereket kell kidolgozni, amelyek a kockázat és biztonság alapján engedélyeznek bizonyos játéktérrel. Hasonló méretezési módszer elvét mutattuk be ezen tanulmányban.



2. ábra. A változékonyság, ill. bizonytalanság és modellkomplexitás viszonya (Modellkomplexitüt = modellkomplexitás, Variabilitüt bzw. Unsicherheit = változékonyság, ill. bizonytalanság, Gesamtunsicherheit = ösz-bizonytalanság, Parameterunsicherheit = parameter-bizonytalanság, Modellunsicherheit = modellbizonytalanság, Stichprobenunsicherheit = szürópróba-bizonytalanság, Ereignisunsicherheit = eseménybizonytalanság, natürliche Variabilitüt = természetes változékonyság)

Irodalom

- [1] ATV (1992): Arbeitsblatt A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastung in Mischkanalisationen. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., St. Augustin
- [2] Eurocode No. 1 (1995): Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1: Grundlagen der Tragwerksplanung, DIN V ENV 1991-1
- [3] Lammersen, R. (1997): Die Auswirkung der Stadtentwässerung auf den Stoffhaushalt von Fliessgewässern. Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Universität Hannover, Institut für Wasserwirtschaft, Heft 15
- [4] Merzenich, G., Sedlacwk, G. (1995): Hintergrundbericht zum Eurocode 1 - Teil 3.2: "Verkehrslasten auf Strassenbrücken". Hrsg: Bundesministerium für Verkehr, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Lehrstuhl für Stahlbau, Heft 711
- [5] Marburger, Peter (1981): Das technische Risiko als Rechtsproblem. Schweizer Ingenieur und Architekt; 39; pp. 829 - 837
- [6] Plate, E. J. und Duckstein, L. (1988b): Stochastic aspects of water quality modelling for non-point sources. Proc. of the International Symposium on Water Quality of Agricultural Non-Point Sources, Logan, Utah, Jun 19-23, US Dept. of Agr., Agricultural Research Service ARS-81, Jun 1990, Pt. 2, pp. 631-654
- [7] Plate, E. J. (1992): Stochastic design in hydraulics: concepts for a broader application. proceedings of the Sixth IAHR Int. Symp. on Stochastic Hydraulics, Taipei
- [8] Plate, E. J. (1993): Statistik und angewandte Wahrscheinlichkeitslehre für Bauingenieure. Ernst und Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin
- [9] Schmitt-Heiderich, P. G. (1996): Vorfluterbelastung aus städtischen Einzugsgebieten unter Berücksichtigung von Unsicherheiten. Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe, Heft 54
- [10] Wasserhaushaltsgesetz WHG (1996): Sechstes Gesetz zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG); Bundesgesetzblatt Jahrgang 1996 Teil Nr. 58, ausgegeben zu Bonn am 18. November 1996
- [11] Xanthopoulos, C. (1990): Methode für die Entwicklung von Modellregenspektren für die Schmutzfrachtberechnung. Schriftenreihe des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Heft 57

SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK LEVEGŐZTETŐ BERENDEZÉSEINEK KIVÁLASZTÁSA, PÁLYÁZTATÁSA ÉS ÁTVÉTELE

Martin Wagner, Darmstadt

Összefoglalás

A nitrogén- és foszforeltávolítással működő biológiai szennyvíztisztítás elengedhetetlen feltétele a megbízhatóan működő levegőztető rendszer, a kis elfolyási koncentrációk érdekében. A rendszerek kiválasztásának-pályáztatásának különféle megoldása lehetséges. Egyrészt a levegőztető rendszerre nagyon részletes kiírást lehet készíteni, ha előírjuk például a kompresszor típusát, valamint a levegőztető elemek anyagát és alakját. Másrészt a levegőztető rendszereket úgy is ki lehet írni, hogy kizárólag a minimális, átlagos és maximális körülmények közötti szükséges oxigénbevittelt (kg O₂/h), valamint a tiszta vízbe való nagy fajlagos oxigéntermelést (pl. 3,5 – 4,2 kg O₂/kWh) írják elő. A pályázati kiírás ezen módja esetében a kivitelező cégek szabadon kiválasztják a kompresszor-típust, a levegőztető elemeket, a csővezeték-fektetés módját, stb, ami a kisebb beruházási- és üzemeltetési költségekben nyilvánulhat meg. Mivel az elérendő oxigénbevitteli- és fajlagos oxigéntermelési értékeket garantálni kell, a pályáztatás itt bemutatott módja esetében a szükséges értékeket ellenőrizni kell oxigénbevitteli- és fenéksebesség-vizsgálatokkal.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, levegőztetés, pályáztatás, oxigénbevittelt, fajlagos oxigéntermelés, fenéksebesség, mérés

1. Bevezetés

Szennyvíztisztító telepek üzembe helyezése után nagyon sok üzemeltető megállapítja, hogy az eleveniszapos medence nitrifikációs tartományának beépített levegőztető kapacitása annyira magas, hogy a csökkentett teljesítmény ellenére gyenge terhelésű időszakokban az eleveniszapos medencében nagy, részben a telítettségi koncentráció közelbeni mozgó oxigénkoncentrációk alakulnak ki. Ennek következményei nem csak szükségtelenül nagy energiaköltségek, hanem a denitrifikáció problémái is, amennyiben az oxigént tartalmazó szennyvíz a denitrifikációs zónába kerül. Az vázolt probléma utal a szennyvíztisztító telepek levegőztető berendezései gondos tervezésének és méretezésének szükségességére. Szabályszerű tervezés és méretezés mellett oly módon kell kialakítani a levegőztető rendszert, hogy a mérnökirodának az oxigénbevittelt mennyiségére [kg O₂/h], szabályozhatóságára és gazdaságosságára vonatkozó adatai, valamint a berendezéseket gyártó cégek megfelelő mér-

tékű keverésre vonatkozó adatai betartásra kerüljenek. A berendezéseket gyártó cégek által megadott garantált értékek vizsgálatára - amelyek általában az oxigénbevittelt [kg O₂/h] és a fajlagos oxigéntermelés [kg O₂/kWh], valamint a fenéksebességek - oxigénbevittelt-méréseket és a fenéksebességek mérését (a kielégítő mértékű keveredés bizonyításaként) független intézeteknek, ill. laboratóriumoknak kell elvégezniük.

Jelen tanulmányban a szennyvíztisztító telepek levegőztető rendszerei pályáztatásának, a munka kiadásának és átvételének módját ismertetjük. A kiírás beható vizsgálata után végül a levegőztető berendezések kiadását és átvételét részletezzük, ahol különösen az oxigén-bevittelt mérések kivitelezésébe és kiértékelésére, valamint a fenéksebességek mérésére térünk ki részletesen.

2. A levegőztető rendszerek pályáztatása

2.1. A levegőbeviteli technika kiválasztása

A tiszta vízbe való szükséges oxigén-bevittelt (OC_{max}, OC_{átlag} és OC_{min} [kg O₂/h]) pontosabb megállapítása után kell pályáztatni az alkalmazandó levegőztető rendszert. Ehhez a tervező mérnökirodának először azt kell megállapítania, hogy légbefúvásos-, felületi- vagy egyéb (injektoros, ejektoros) levegőztető rendszert kell beépíteni. A tanulmányban alapvetően a ma elsősorban alkalmazott légbefúvásos levegőztető rendszer pályáztatása kerül ismertetésre.

Alapvető gondolat a légbefúvásos rendszer pályáztatásánál az a tény, hogy az ilyen rendszer több komponensből áll, amelyeket együttesen kell optimalizálni. Részleteiben a nagynyomású levegőt előállító berendezés (kompresszor), csővezetékek, tolózárak, szerelvények és levegőztető elemek említendők. Csak akkor érhető el nagy fajlagos oxigéntermelés, OP [kg O₂/kWh] és ezzel a gazdaságos oxigénbevittelt, ha az egyes elemek optimálisan egymáshoz vannak hangolva.

Az itt bemutatott kiválasztási módszer jelentős szempontja a lehető legnagyobb **szabadság az innovatív ötletek és hatékony levegőztető rendszerek** alkalmazásában. Amennyiben a tervezőiroda kizárólag a szükséges oxigénbevittelt (jó szabályozhatóság), nagy fajlagos oxigéntermelési követelményt, valamint az eleveniszap leülepedésének megakadályozását írja elő, kiindulhatunk abból, hogy megbízható és gazdaságosan működő levegőztető rendszert telepítettek. A pályáztatásnál azt is

meg kell követelni, hogy a telepítő cég megnevezzen referenciatelepeket és független intézetek, ill. laboratóriumok által elvégzett, a tiszta vízbe való oxigén-beviteli mérésekről szóló beszámolókat is mellékeljen. Ezzel lehetővé válik a cég által eddig telepített levegőztető rendszerek vizsgálata az elért fajlagos oxigéntermelésre vonatkozólag.

A légbefúvásos levegőztető rendszer **pályázatának célja**, hogy a szennyvíztisztító berendezés minimális, átlagos és maximális terhelése esetén bizonyos mennyiségű oxigént gazdaságosan bevezessünk a szennyvízbe anélkül, hogy kis terhelés esetén az eleveniszap leülepedhessen a medencében. Ennek megvalósítása érdekében a tervezőirodának a telepítő cég számára **meg kell adnia** a következő adatokat:

- a tiszta vízbe való oxigénbevitel (OC_{max} , $OC_{átlag}$, OC_{min}),
- a fajlagos oxigéntermelés ($OP_{átlag}$),
- levegőztető elemek minimális elhelyezési sűrűsége.

Annak érdekében, hogy a mikroorganizmusok oxigénfogyasztási igényeihez mindenkor megfelelő mennyiségű oxigén álljon rendelkezésre, a kivitelező cégnek garantálnia kell a levegőztető rendszer **tiszta vízbe való oxigénbevételét** (OC [kg O_2 /h]) a szennyvíztisztító telep maximális, átlagos és minimális terheléseinél (OC_{max} , $OC_{átlag}$, OC_{min}) is. Gazdaságos oxigénbevitel érdekében a tervezőirodának (viszonylag magas) oxigéntermelést kell megkövetelnie átlagos oxigénbevitel esetén. A kompresszor kedvező kiválasztása (sűrítő típusa) és meghatározása, egyenletesen elosztó levegőztető elemekkel való megfelelő elhelyezési sűrűsége és 5 - 7 m-es szokásos medencemélység esetén 3,5 - 4,2 (esetleg 4,5) kg O_2 /kWh fajlagos oxigéntermelés érhető el a tiszta vízben, átlagos oxigénbevitel mellett. Ennél alacsonyabb értékek gazdasági okokból csak kivételes esetekben, sekély medencék (pl. 2 - 3,50 m-es befúvatási mélységű levegőztető elemek) esetén engedélyezhetők. A termelési értékek a kompresszor motorjának kimenő teljesítményére vonatkoznak. Elválasztott keringtetésű és levegőztetésű levegőztető rendszerek esetén a keverőművek teljesítményfelvételét figyelembe kell venni a fajlagos oxigéntermelés számításánál.

A **pályázat szövegében** az eleveniszapos medencét a **fő méretekkel** (hossz, szélesség, mélység) kell leírni, valamint a **hasznosítás módja** (nitrifikáció, denitrifikáció, biológiai foszforeltávolítás) alapján bemutatni. Továbbá ki kell fejteni, hogy a szállító saját felelősségére felszereli a levegőztető rendszert kompresszorral, csővezetékekkel, szerelvényekkel és levegőztető elemekkel, valamint garanciát vállal az oxigénbevitel, fajlagos oxigéntermelés és a fenéksbességek tekintetében.

A levegőztető rendszer méretezéséhez meg kell állapítani az oxigén-beviteli értékeket, pl.:

- OC_{max} : [kg O_2 /h],
- $OC_{átlag}$: [kg O_2 /h],
- OC_{min} : [kg O_2 /h].

A levegőztető rendszert úgy kell kivitelezni, hogy a tiszta vízbe való maximális oxigénbevitel (OC_{max}) teljesüljön. Átlagos és minimális oxigénbevitel esetén biztosítani kell a levegőztető rendszer működőképességét. Különösen azt kell megkövetelni, hogy a tiszta vízbe való átlagos oxigénbevitel ($OC_{átlag}$) mellett a lehető legnagyobb fajlagos oxigéntermelést érjük el.

Az **α -értéket**, amelynek segítségével a szennyvíz által támasztott követelményekből a tiszta vízbe való oxigénbevitel számítható, a tervezőiroda adja meg. Légbefúvásos levegőztető rendszerek esetén 0,6-os átlagos α -értékből lehet kiindulni, ahol a szennyvízben lévő felületaktív anyagok (tenzidok, olajok, zsírok, stb.) nagy koncentrációja esetén alacsonyabb α -értékeket is megfigyeltek (REICHERT, 1997).

A kivitelező cég által az OC_{max} , $OC_{átlag}$, OC_{min} terhelési esetekre garantálandó, **szabványos körülményekre vonatkozó fajlagos oxigéntermelési értékeket** külön meg kell adni különböző levegő beszívási hőmérsékletek esetére. A kompresszor javasolt levegő beszívási hőmérsékletei 5, 10, 20 és 35 °C. Így összesen 12 (!) biztosítandó értéket kapunk a fajlagos oxigéntermelésre vonatkozólag (három OC -érték négy lédbeszívási hőmérséklethez). A fajlagos oxigéntermelés különböző hőmérsékletekre való megadása azért szükséges, mert a kompresszor teljesítményfelvétele, különösen turbo-kompresszorok esetén, a beszívott levegő hőmérséklettől függ. A garanciavizsgálatok alkalmával megállapítható változó évszakos hőmérsékletek figyelembe vétele mellett a különböző hőmérsékletfüggő fajlagos oxigéntermelések megadása elkerülhetetlen, mivel ez a tény a kivitelező cég számára ennek megfelelően előnyököt és hátrányokat eredményezhet.

A pályázató irodának a különböző terhelési esetek (OC_{min} , $OC_{átlag}$, OC_{max}) és légbeszívási hőmérsékletek mellett az éves várható üzemóraszámot is meg kell adnia. A szavatolt oxigéntermelésből kiindulva kiszámítható a betervezett levegőztető berendezés éves elektromos energia-igénye [kWh/a]. A rendszerre csatlakozott lakosokra és lakosegyenértékekre vonatkozólag 25 kWh/(fő+LE).a érték tekinthető szokásosnak. Ezzel lehetséges a felkínált levegőztető berendezés megítélése üzemgazdasági szempontból is.

A levegőbefúvó elemeket a pályázatban részletesen le kell írni. Az elemek alakja (csövek, tányérok, lemezek mellett) különös figyelmet kell fordítani az anyag (kerámia, gumimembrán, merev porózus műanyag, fólia) megadására is. A fajlagos oxigénfelvételt [g O_2 /m³.m] OC_{min} -, $OC_{átlag}$ -, OC_{max} -ra, ill. a megfelelő levegőtérfigat-áramokra is meg kell határozni. Meg kell adni továbbá a levegőztető elemek felületét [m²], a minimális, a

maximális, valamint a szokásos légtérhelést elemenként [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$], és OC_{min} , $OC_{\text{átlag}}$, OC_{max} esetére az elemek nyomásvesztését. Fontos adat a tervezőiroda által megadott **minimális elosztási sűrűség**, amelynek betartása esetén nem ülepedhet le az eleveniszap. 8 – 10 %-os elosztási sűrűsénél (az levegőztető elemek összfelülete a medence alapterületére vonatkoztatva) kisebb elosztási sűrűséget nem szabad alkalmazni az átlagos, 8 m körüli medencemélységek esetén. Az alsó érték aerob stabilizációs, míg a nagyobb érték nitrifikációs/denitrifikációs berendezés esetén választandó. Nagyon kis elosztási sűrűségek esetén meg kell vizsgálni a keverőművek beépítésének szükségességét.

A **kompresszor** a lehetséges légtérfogató-áramra vonatkoztatva úgy kell megválasztani, hogy a maximális és a minimális légtérfogató-áram aránya 1:10 sőt, kiegyensúlyozatlan terhelésű szennyvíztisztító telepek esetén 1:15 legyen. Ezen követelmény betartásához legalább három sűrítőt kell alkalmazni. A légtérfogató-áramot lehetőleg közvetlenül a mikroorganizmusok oxigénigényéhez kell igazítani, pl. kisebb egységek vagy kompresszorok bekapcsolása által, amelyeket átmenet nélkül illeszteni lehet az igényekhez. Költség- és kihasználtsági okokból meg kell vizsgálni, ill. meg kell kérdőjelezni a tartalék aggregát szükségességét. Amennyiben ténylegesen elomlana egy aggregát, szervezési intézkedéseket kell hozni annak érdekében, hogy a károkat a lehető leggyorsabban elhárítsuk, ill. be lehessen üzemelni költségmentesen gépeket. Alternatív megoldásként szóba jöhet a pótalkatrészek vagy tiszta oxigén tartalékolásának lehetősége.

A felsoroltakon kívül a következőket kell tartalmaznia a kiírásnak:

- levegő beszívás a külső vagy kompresszor térből,
- gépterem-szellőztetés (hangszigetelve),
- a kompresszor szigetelése (a hangerő-mérő műszer maximálisan 75 dBA-t mutathat minden sűrítő működése esetén, szabadtéren való méréssel a DIN 45635 szerint, 1 m távolságban).

A **szabályozó szerelvények** kiválasztásánál (pl. ívesdugattyús tolózár, stb.) a H 265-ös ATV-segédlet (1991) útmutatásai használandók. A szabályozó szerelvényeket tág mérési tartományra kell hitelesíteni, ahol a maximális vízhozamhoz tartozó nyomásvesztés nem lehet 10 hPa-nál nagyobb. A levegőztető rendszer minden szennyvízszint alatti **csővezetékét** 1.4571-es anyagból kell gyártani. A vízszint fölött az 1.4301-es anyag, ill. horganyzott acél is elegendő.

A kivitelező cég által beépített levegőztető rendszer vizsgálatához **garanciát** kell vállalni, amelyen belül standard körülmények között (20 °C, 1.013 hPa, 0 g/m³) a következő, tiszta vízbe való oxigénbevittelt kell garantálni:

- OC_{max} : [kg O₂/h]
- $OC_{\text{átlag}}$: [kg O₂/h]
- OC_{min} : [kg O₂/h].

Az oxigénbevétel a következő légtérfogató-áramok segítségével érhető el:

- $Q_{L,\text{max}}$: [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$]
- $Q_{L,\text{átlag}}$: [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$]
- $Q_{L,\text{min}}$: [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$].

A kompresszor fajlagos teljesítményfelvétele a garantált oxigénbevétel eléréséhez:

- SLA_{max} : [Wh/m³_N.m]
- $SLA_{\text{átlag}}$: [Wh/m³_N.m]
- SLA_{min} : [Wh/m³_N.m].

A fajlagos teljesítményfelvételt [Wh/m³_N.m ellennyomás] nem a levegőztető elemek befűvási mélységére, hanem a kompresszoron létrejövő ellennyomásra [m] kell vonatkoztatni.

Amennyiben a levegőztető rendszert elválasztott keringetéssel és levegőztetéssel építik ki, a teljesítménysűrűség [W/m³] járulékosan hozzáadandó a három fent említett terhelési esethez.

A következő oxigén-beviteli értékek garantálhatóak:

Szivattyúzási hőmérséklet	Garantált fajlagos oxigéntermelési értékek		
	OP _{max} [kg O ₂ /kWh]	OP _{átlag} [kg O ₂ /kWh]	OP _{min} [kg O ₂ /kWh]
T [°C]			
5
10
20
35

2.2. A garanciamérések kiírása

Annak érdekében, hogy a levegőztető rendszer beüzemelése után a garantált bevitteli- és fajlagos termelési értékek, valamint a fenékbességek vizsgálhatók legyenek, **oxigénbevitteli- és fenékbességek-méréseket** kell végezni. Legcélszerűbb, ha a szennyvíztisztító telep üzemeltetője saját maga adja ki az oxigénbevitteli- és fenékbességek-mérések elvégzését egy, a bizalmát élvező intézetnek vagy laboratóriumnak. Ezért kell egymástól elkülönítve tekinteni az oxigénbevitteli méréseket a levegőztető technikától.

A tiszta vízben való **oxigénbevitteli méréseket** az M 209-es ATV-munkalap (1996) útmutatásai szerint kell elvégezni. Ennek a munkalapnak jelentős kitétele, hogy a tervezőiroda, a kivitelező cég és az üzemeltető meg tudjanak egyezni a kivitelezés és az oxigénbevitteli mérések kiértékelésének részleteiben, mint pl. a mérések

száma, az elektródák száma, az áramfelvétel meghatározására szolgáló mérőeszközök, stb. Ezen módszer követésével nagy rugalmasságot nyerhetünk az oxigénbeviteli mérések kivitelezésénél.

Fent említett fejtegetések alapján oxigénbeviteli mérések segítségével meg kell vizsgálni a garantált minimális, átlagos és maximális oxigénbevitelt (OC_{\min} , $OC_{\text{átlag}}$, OC_{\max}). Az M 209-es ATV-munkalap által javasolt mérés-ismétlés miatt mégis összesen hat oxigénbeviteli mérést kell elvégezni, ami nagy költségeket okoz és az oxigéntesítéshez használt nátrium-szulfid a víz határérték feletti sótartalmához vezet. Emiatt javasolható, hogy kizárólag a maximális és az átlagos oxigénbevitelt mérjük a garanciameérések keretén belül. A mérések javasolt ismétlésszáma miatt így összesen négy külön mérést kell elvégezni. Amennyiben több mérésre volna szükség a garanciavállalás vizsgálatához, mérési módszerként használhatjuk a tiszta oxigénnel való deszorpciós módszert, amelynek segítségével elkerülhetjük a víz sótartalmának megnövekedését (WAGNER, 1997 és ATV, 1996).

Amennyiben a méréseket a fent említett hőmérsékletektől eltérő hőmérsékleten végezzük, a kívánatos fajlagos oxigéntermelési értékeket a garantált értékekkel kell összevetni, ahol az értékek között lineáris interpoláció segítségével lehet közelíteni.

A mérési tűrőhatárok tekintetében az M 209-es ATV-munkalap útmutatásai szerint kell eljárni. Amennyiben az érintett felek nem állapodnak meg másképp, az oxigénbevitel szempontjából fennálló garancia akkor kerül teljesítésre, ha a mindenkori beállításhoz történő mérések átlaga a garantált értékhez képest 5 %-os hibahatáron belül van. A fajlagos oxigéntermelés esetében a garancia teljesítettnek tekinthető akkor, ha a mindenkori beállításhoz történő mérések átlaga a garantált értékhez képest 8 %-os hibahatáron belül van. A különböző értékek abból adódnak, hogy a fajlagos oxigéntermelésnél a kompresszor és a keverőművek teljesítmény-felvételének meghatározásánál járulékos mérési hiba lép fel.

Abban az esetben, ha a garantált **oxigénbevitelt és -termelést nem értük el**, a levegőztető rendszer utólagosan bizonyos időtartamon belül kijavítandó. Minden ezzel kapcsolatos költséget a kivitelező cégnek kell állnia. Amennyiben a garantált beviteli- és termelési értékeket a javítás után sem éri el a rendszer, a telepítő cégnek a többlet-áramfogyasztás költségeit bizonyos ideig (pl. 5 évig) viselnie kell. A többlet-áramfogyasztás kiszámítását a pályázati kiírásban kell ismertetni. Lehetséges számítási mód, ha segítségül hívjuk a garantált és az elért oxigéntermelés különbségét $OC_{\text{átlag}}$ átlagos oxigénbevitelnél. A többlet-áramfogyasztást kiszámíthatjuk egy megállapított, pl. 0,25 DM/kilowattórás ár, a szennyvíztisztító telep kihasználtságára vonatkozó csökkentő fak-

tor és az átlagos $OC_{\text{átlag}}$ oxigénbevitel esetén érvényes éves üzemóraszám alapján.

Annak biztosítására, hogy a telepített levegőztető rendszerrel bizonyos fajlagos oxigéntermelési érték hosszabb ideig biztosítható legyen, meg kell hogy egyezzenek a felek, hogy **kétéves üzem után az oxigéntermelés** csökkentése a mért értékek maximum 5 %-ával lehetséges. Ezen garantált értékek vizsgálatához az üzemi körülmények közötti oxigénbevitel-mérésekhez leginkább az M 209-es ATV-munkalapban leírt távozó-levegő-módszer alkalmazható. A garanciaértéket 0,6-es α -értékkel kell számolni, amennyiben egyéb mérések nem eredményeznek más α -értéket.

A levegőztető rendszer minden elemére **5 éves szavatosságot** kell vállalni. Ez a légbefúvásos levegőztető elemek gumimembránjára is vonatkozik, amennyiben az elemeket olyan szennyvíztisztító berendezésbe építették be, amely által tisztított szennyvíz túlnyomórészt kommunális eredetű. A gumimembrán-levegőztető elemek szavatossági idejét csökkenteni kell, ha az ipari/nagyüzemi szennyvíz dominál. Ebben az esetben a szavatosság rövidebb lehet 5 évnél.

A garantált **fenéksebességek** vizsgálatára vonatkozó **mérések** lebonyolítására mindaddig nem íródott munkautasítás vagy munkalap. Ez azt jelenti, hogy már a pályázati kiírásban meg kell egyezni a mérési- és kiértékelési módszereket illetően. A fenéksebességek mérésére különösen ajánlottak azok az induktív mérőműszerek, amelyek elsősorban légbefúvásos levegőztetésű eleveniszapos medencékben való fenéksebesség-mérésekre alkalmazhatók ott ahol az elemek a teljes felületet lefedik. Az elválasztott keringtetésű és levegőztetésű medencékben forgószárnyas áramlásmérő műszerekkel is elvégezhetőek a mérések.

A teljes felületet lefedő légbefúvásos levegőztetésű eleveniszapos medencékben való fenéksebesség-mérésekre vonatkozó garanciákat csak a minimális oxigénbevitel (OC_{\min}) esetén kell biztosítani. A teljes felületre kiterjedő levegőztető rendszerek esetén a kis térben bekövetkező áramlás által korlátozott átlagos fenéksebesség 0 cm/s. Ezért a teljes felületre kiterjedő légbefúvásos levegőztetés kiírásában meg kell adni azt az idő-résarányt, amely alatt a sebesség pl. a 15 cm/s-os vagy 30 cm/s-os fenéksebességet meghaladja. Cirkulációs medencében nehézszip esetén 30 cm/s-os, könnyűszip esetén 15 cm/s-os fenéksebesség kielégítő.

A fenéksebesség-mérésekhez alternatívaként az eleveniszapos medence különböző, meghatározott helyein szárazanyag-tartalom-méréseket is lehet végezni. Ehhez pl. folyamatosan mérő TS-szondákat lehet alkalmazni. A garantált értékeket be kell tartani.

3. Levegőztető berendezések vállalkozásba adása

A levegőztető berendezések vállalkozásba adásának a kiírásból kell kiindulnia. A beruházási költségek mellett az éves költségekben a tiszta vízben való garantált oxigéntermelés alapján számított üzemeltetési költségeket is be kell vonni. Továbbá az ajánlatok elbírálásánál a kivitelező cég referenciáit is figyelembe kell venni. Különösen az adatok megbízhatóságát kell megvizsgálni, amelyekből az oxigénbevitelre, fajlagos oxigéntermelésre és a kompresszor fajlagos teljesítményfelvételére, valamint a fenéksebességekre vonatkozó garanciavállalások levezetésre kerültek.

Különös figyelmet kell fordítani a kompresszor fajlagos teljesítményfelvételére. A szokásos értékek a kompresszor típusától (forgódugattyús kompresszor, turbókompresszor, csigakompresszor), a légtérfogató-áramtól és a 3,4 és 4,5 Wh/m³_N·m közötti intervallumban lévő ellennyomástól függően változnak (PÖPEL/WAGNER, 1997). Továbbá a levegőztető elemek fajlagos oxigénfelvételére vonatkozó adatokat is meg kell vizsgálni. Kerámia, gumimembrán vagy merev porózus műanyagból készült elemekkel a tiszta vízben 10 – 15 %-os elosztási sűrűség, 5–6 m-es szokásos medencemélység és 1 m³_N/m³·h légtérfogató-áramok mellett 17 – 20 g/m³_N·m-es értékeket lehet elérni. Magasabb értékeket állíthatunk elő fóliaanyagú lemez-levegőztető elemek segítségével (PÖPEL/WAGNER, 1989).

Az ajánlat értékelése során a garanciaértékek vizsgálata mellett az alkalmazott anyagok minőségét, az elektromos- és szabályozástechnikai berendezéseket, a javítási- és karbantartási költségeket, a raktározási költségeket, a felhasználóbarát tulajdonság mértékét és a kivitelező cég liquiditását is meg kell vizsgálni. A látszólag nagyon kedvező ajánlatok gyakran csak azon az áron valósíthatóak meg, hogy a szállított anyagok és gépek kifogásolható minőségűek.

A levegőztető rendszer beüzemelésénél az építést irányító tervezőirodának a lehető legnagyobb gondossággal kell eljárnia. A levegőztető elemek fektetésénél különösen az egyenletes magassági fekvésre (lehetőleg szintezőműszer segítségével), és az elemek rögzítésénél a megfelelő gondosságra kell ügyelni, mivel az eleveniszapos medencében nem csekély dinamikus erő hat az alkatrészekre.

4. A levegőztető rendszerek átvétele oxigénbeviteli- és a fenéksebesség mérésének segítségével

A telepítési munkálatok után a levegőztető rendszert az átadás előtt a beruházónak kell átvennie. Minden egyes műtárgy-, valamint gépi alkatrész (kompresszorház, kompresszor, csővezetékek, tolózárak, levegőztető elemek, stb.) vizsgálata mellett a garantált oxigénbevitelt

[kg O₂/h] és a fajlagos oxigéntermelést [kg O₂/kWh] mérésekkel kell bizonyítani. Ezen kívül a garantált fenéksebességeket [cm/s] is meg kell vizsgálni.

Az **oxigénbeviteli mérések** előkészítéséhez alapvető megbeszéléseket kell folytatni minden, a mérésekben érintett fél részvételével, a kivitelező cég által megadott, oxigénbeviteli és fajlagos oxigéntermelési garancia vizsgálatához. Első lépésként, amennyiben ez nem került szabályozásra a pályázati kiírásban, a tiszta vízben való mérési módszerről (nátrium-szulfittal vagy nitrogénnel való abszorpciós módszer vagy tiszta oxigénnel való deszorpciós módszer) és a vízminőségről (ivóvíz, nyíltvíztartásból származó talajvíz, stb.) kell megegyezni. A kivitelező cégeknek saját érdekükben el kell utasítaniuk a tisztított szennyvíz vagy folyóvíz alkalmazását (felületaktív anyagok), hacsak nem szól ez ellen valamilyen nyomós érv (pl. nagyon magas víz-/szennyvízdíj). A mérésekhez beállítandó légtérfogató-áramot megtalálhatjuk a kiírásban, ill. a garanciavállalásban. Nehézségek különösen a nagy szennyvíztisztító telepeken adódhatnak, ha a méréseket nem minden, hanem csak egy kiválasztott áramlási útvonalon végzik el. Elsősorban a kompresszor teljesítményfelvételénél adódnak problémák, mivel azokat esetlegesen szükséges alacsony légtérfogató-áram esetén energetikailag kedvezőtlen hatásfok-tartományban kell üzemeltetni.

Nagy szennyvíztisztító telepeken való méréseknél bevált módszer, hogy már a kiírásban rögzítésre kerül, hogy az oxigén-beviteli méréseket és a kompresszor teljesítményfelvételére vonatkozó méréseket időben egymástól elválasztva kell elvégezni. A kompresszorokat az oxigén-beviteli mérésekhez úgy kell beállítani, hogy azok a mérések számára megállapított légtérfogató-áramokat termeljék. Az oxigénbeviteli mérések ideje alatt a kompresszor teljesítményfelvételét nem határozzák meg. A teljesítmény-mérést a szennyvíztisztító telep beüzemelése után végzik el. A berendezés egy jellemző üzemi tartományában (pl. OC_{átlag} átlagos oxigénbevitel esetén) beállítják az ehhez szükséges állandó légtérfogató-áramot és a kompresszor teljesítményét, valamint a kompresszoron létrejövő ellennyomást mérik. Ezen mérések alapján számolják ki a fajlagos teljesítményfelvételt [Wh/m³_N·m] és alkalmazzák azt az oxigénbeviteli mérésekhez. Ha az így kiszámított fajlagos teljesítményfelvételt megszorozzuk az oxigén-beviteli méréseknél beállított légtérfogató-árammal, és a kompresszoron kialakult megfelelő ellennyomással, megkapjuk a számított teljesítmény-felvételt [KW] az oxigén-beviteli mérések időpontjára. A mért oxigénbevitel és a számított teljesítmény alapján számítandó az elért fajlagos oxigéntermelés.

A garantált **fenéksebességek** utólagos vizsgálatánál meg kell különböztetnünk az áramlási medencében való méréseket és a teljes felületen elhelyezett légbefúvásos

levegőztetésű eleveniszapos medencében történő méréseket. A köráramlású medencében a garantált fenéksebességet forgószárnyas áramlási mérőműszerek segítségével méréstechnikai problémák nélkül meg lehet állapítani, mivel ezekben a medencékben leginkább irányított áramlás van jelen. Mások a viszonyok a teljes felületen elhelyezett levegőztetésű légbefúvásos eleveniszapos medencében, amelyekben a kivitelezők gyakran 30 cm/s-os átlagos fenéksebességet garantálnak. Mivel az ilyen medencékben a számos kisterű áramlási összetevő miatt 0 cm/s-os átlagos fenéksebesség valósul meg, arra kell következtetni, hogy a kiírásokban megkövetelt 30 cm/s-os minimális fenéksebesség a teljes felületen levegőztetett légbefúvásos levegőztető-rendszerek esetén egyáltalán nem léphet fel. Kizárólag olyan fenéksebességeket (pl. 30 cm/s) lehet vizsgálni, amelyeket bizonyos ideig (pl. az idő 40 %-ában) meghalad a fenéksebesség. A teljes felületen levegőztetett légbefúvásos levegőztető-rendszerű medencékben a fenéksebesség-méréseket induktív mérőrendszerekkel kell végezni, amelyekkel az áramlási összetevők az idő függvényében megállapíthatóak.

5. Összefoglalás

A nitrogén- és foszforeltávolítású biológiai szennyvíztisztításnál a levegőztető-rendszerek és a keverő-berendezések függetlenítése elengedhetetlen követelményt jelentenek a kis elfolyó koncentrációk érdekében. Szennyvíztisztító telepek üzemeltetői gyakran megállapítják, hogy a levegőztető rendszer túlméretezett, ami abban jelenik meg, hogy az eleveniszapos medence nitrifikációs részében nagyon magas oxigénkoncentrációk lépnek fel, amelyek denitrifikációs nehézségekhez vezetnek. A fejtegetések alapján egyértelmű, hogy a levegőztető rendszerek méretezése, pályázati kiírása, vállalkozásba adása és átvétele nagy jelentőségű a kis és folyamatstabil elfolyási értékek, valamint a kis üzemeltetési költségek érdekében.

A levegőztető rendszerek **pályáztatása** sokféle módon történhet. Egyrészt nagyon részletesen le lehet írni a levegőztető rendszereket, amikor pl. a kompresszor típusát (forgódugattyús kompresszor, turbókompresszor, csigakompresszor), anyagát (kerámia, gumimembrán, merev porózus műanyag, fóliaanyag) és a levegőztető elemek alakját (csövek, lemezek, tányérok) a tervezőiroda előírja. Másrészt a levegőztető rendszereket oly módon is le lehet írni, hogy kizárólag a minimális, átlagos és maximális követelmények teljesítéséhez szükséges oxigénbevitelt, a tiszta vízben való magas fajlagos oxigéntermelést (pl. 3,5 – 4,2 kg O₂/kWh) és azt a követel-

ményt rögzíti a kiírás, hogy az eleveniszap nem ülepedhet le. A kiírás ezen módja esetében a kivitelező cégek szabadon megválaszthatják a kompresszor típusát, a levegőztető elemeket, a csővezetékek fektetését, stb., ami kis beruházási- és üzemeltetési költségek formájában jelenhet meg. A kiírásnak ezt a formáját konkretizálja jelen tanulmány, különösen a szokásos medencemélységek esetén lehetséges fajlagos oxigénkihasználtság, fajlagos légtérfogat-áramok és a levegőztető elemek elosztási sűrűségének tekintetében. További, garanciaértékek megadására, szerződészegés esetében fennálló büntetések számítására arra az esetre, ha garancia nem kerül betartásra, és a levegőztető rendszerek hosszabb üzemelési idő utáni teljesítményének vizsgálatára vonatkozó módszerek képezik a levegőztető rendszerek pályázati kiírására vonatkozó megfontolások befejezését.

A levegőztető rendszerek **vállalkozásba adását** a pályázati kiírás adataihoz kell igazítani. Annak részletes vizsgálata, hogy a levegőztető rendszerek egyes alkotóelemei (kompresszor, szabályozó szerelvények, csővezetékek, levegőztető elemek) a garantált oxigén-beviteli és -termelési értékeket elérik-e, képezi a kiíró tervezőiroda vállalkozásba adási javaslatának alapját. Ezen kívül a levegőztető rendszerek kiadásánál figyelembe kell venni a beruházási-, üzemeltetési- és raktározási költségeket, karbantartási hajlandóságát és a kivitelező cég likviditását.

Alapvetően a kiírás itt bemutatott módja esetén meg kell vizsgálni a garantált oxigénbevitelt és fajlagos oxigéntermeléseket, valamint a fenéksebességeket, **oxigénbeviteli** és **fenéksebesség-mérések** (esetleg TS-mérések) segítségével. Ezzel független intézeteket és laboratóriumokat bízhatnak meg, amelyeket a tervezőiroda, ill. a megbízó nevez meg. Az intézetek és laboratóriumok kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy azok az oxigénbeviteli mérések és a fenéksebesség-mérések kivitelezése és kiértékelése terén nagy tapasztalattal rendelkezzenek.

A tiszta vízben való oxigén-beviteli mérések és a fenéksebesség-mérések megvalósítása előtt alapvetően egyeztető tárgyalásokat kell folytatni a mérésekben érintett felek között. Ezen tárgyalások során különösen a mérési módszer (nátrium-szulfittal történő abszorpciós módszer vagy tiszta oxigénnel történő deszorpciós módszer), az alkalmazandó víz (ivóvíz, talajvíz), valamint a kompresszor teljesítményfelvétele meghatározásának mérési módszere rögzítendő. A fenéksebesség-mérések tekintetében meg kell határozni a mérőműszereket, valamint a kiértékelő módszert.

Irodalom

ATV-H 265 (1991) "Regelung der Sauerstoffzufuhr beim Belüftungsverfahren", Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., Hennef

ATV-M 209 (1996) "Messung der Sauerstoffzufuhr von Belüftungseinrichtungen in Belüftungsanlagen in Reinwasser und in belebtem Schlamm", Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., Hennef

DIN 19569 (1992) "Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstung. Besondere Baugrundsätze für Einrichtungen zur aeroben biologischen Abwasserreinigung", Normenausschuss Wasserwesen im DIN

Pöpel, H.J., Wagner, M. (1989) : Sauerstoffeintrag und Sauerstofftrag moderner Belüftungssysteme,

Teil 1: Druckluftbelüftung, *Korrespondenz Abwasser 36 (1989), S.543*

Teil 2: Mechanische oder Oberflächenbelüftung, *Korrespondenz Abwasser 36 (1989), S.582*

Pöpel, H.J., Wagner, M. (1997) : Leistung und Bemessung von Überbelüftungssystemen. ATV-Fortbildungskurs für Wassergütwirtschaft und Abfalltechnik I/2, 15.-17. Oktober 1997, Fulda

Reichert, J. (1977): Bilanzierung des Sauerstoffeintrags und des Sauerstoffverbrauchs mit Hilfe der Abluftmethode. Hrsg.: Verein zur Förderung des Instituts WAR – Wasserversorgung, Abwassertechnik, Abfalltechnik, Umwelt- und Raumplanung der Technischen Hochschule Darmstadt, Band 96

Wagner, M. (1997) : Sauerstoffzufuhrmessungen in Reinwasser mit der Desorptionsmethode unter Zugabe von Reinsauerstoff, *gwf Wasser-/Abwasser, Heft 4, S. 211*



BEVEZETETT EN SZABVÁNYOK AZ MSZT/MB 130 „VÍZELVEZETÉS ÉS CSATORNÁZÁS” NEMZETI SZABVÁNYOSÍTÓ MŰSZAKI BIZOTTSÁG TERÜLETÉN

MSZ EN 124:1999	Közlekedési területeken alkalmazott víznyelő- és aknafedések. Szerkezetkialakítási követelmények, vizsgálatok, megjelölés
MSZ EN 274:1994	Lefolyószerezvények típusai és műszaki követelményei
MSZ EN 295-1:1994	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 1. rész: Követelmények
MSZ EN 295-1:1991/A2:1998	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 1. rész: Követelmények
MSZ EN 295-2:1994	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 2. rész: Minőség-ellenőrzés és mintavétel
MSZ EN 295-3:1994	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 3. rész: Vizsgálati eljárások
MSZ EN 295-4:1999	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 4. rész: Különleges idomok, átmeneti idomok és tartozékok követelményei
MSZ EN 295-5:1999*	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 5. rész: Alagcsövek követelményei
MSZ EN 295-5:1994/A1:1999*	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 5. rész: Alagcsövek követelményei
MSZ EN 295-6:1999	Vízvezetési és csatornázási kőagyag csövek, idomaik és kötéseik. 6. rész: Kőagyag aknák követelményei

MSZ EN 295-7:1999*	Vízvezetési és csatornázási kőanyag csövek, idomaik és kötéseik. 7. rész: Csőátsajtoláshoz használható kőanyag csövek és kötéseik követelményei
MSZ EN 329:1999	Épületgépészeti berendezések szerelvényei. Zuhanytálcák lefolyószerelvényei. Általános műszaki előírások
MSZ EN 411:1999	Épületgépészeti berendezések szerelvényei. Mosogatók lefolyószerelvényei. Általános műszaki előírások
MSZ EN 588-1:1999*	Szálerősítésű cementcsövek szennyvízvezetés és alagsövezés céljára. 1. rész: Csövek, csatlakozások és szerelvények gravitációs rendszerekhez
MSZ EN 752-1:1999	Települések vízvezető rendszerei. 1. rész: Általános előírások és fogalom-meghatározások
MSZ EN 752-2:1999	Települések vízvezető rendszerei. 2. rész: Követelmények
MSZ EN 752-5:1999*	Települések vízvezető rendszerei. 5. rész: Helyreállítás
MSZ EN 752-7:1999*	Települések vízvezető rendszerei. 7. rész: Üzemeltetés és fenntartás
MSZ EN 773:1999*	Hidraulikus nyomás alatti csövek, vízvezető vezetékek és csatornák elemeinek általános követelményei
MSZ EN 1085:1999	Szennyvizek tisztítása. Fogalommeghatározások
MSZ EN 1123-1:1999*	Vízvezető vezetékek hosszirányú varrattal hegesztett, tűzi horganyzott acélból készült csövei és idomai csapos-tokos csőkapcsolattal. 1. rész: Követelmények
MSZ EN 1123-2:1999*	Vízvezető vezetékek hosszirányú varrattal hegesztett, tűzi horganyzott acélból készült csövei és idomai csapos-tokos csőkapcsolattal. 2. rész: Méretek
MSZ EN 1124-1:1999*	Vízvezető vezetékek hosszirányú varrattal hegesztett rozsdamentes acélból készült csövei és idomai csapos-tokos csőkapcsolattal. 1. rész: Követelmények, vizsgálatok, minőség-ellenőrzés
MSZ EN 1124-2:1999*	Vízvezető vezetékek hosszirányú varrattal hegesztett rozsdamentes acélból készült csövei és idomai csapos-tokos csőkapcsolattal. 2. rész: S rendszer, méretek
MSZ EN 1124-3:1999*	Vízvezető vezetékek hosszirányú varrattal hegesztett rozsdamentes acélból készült csövei és idomai csapos-tokos csőkapcsolattal. 3. rész: X rendszer, méretek
MSZ EN 1253-1:1999*	Víznyelők épületekben. 1.rész: Követelmények
MSZ EN 1253-2:1999*	Víznyelők épületekben. 2.rész: Vizsgálati módszerek
MSZ EN 1253-3:1999*	Víznyelők épületekben. 3.rész: Minőség-ellenőrzés
MSZ EN 1293: 1999*	Pneumatikus nyomás alatti csövek, vízvezető vezetékek és csatornák elemeinek általános követelményei
MSZ EN 12109. 1999*	Épületeken belüli vákuumos vízvezető rendszerek

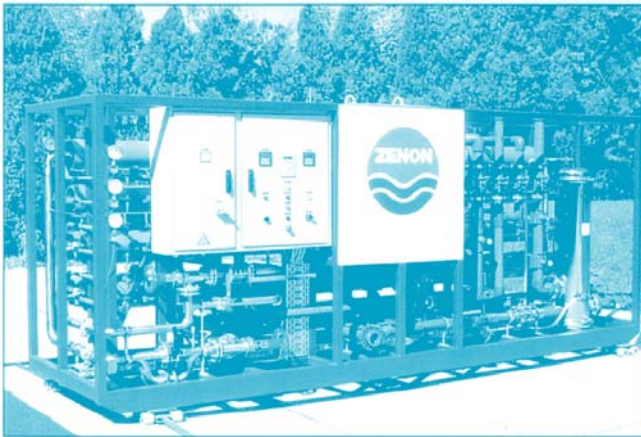
*Megjegyzés: a *-al jelölt szabványok angolnyelven bevezetett dokumentumok
Az EN 752-3 és EN 752-4 honosítások nyomdában vannak*



ZENON SYSTEMS KFT.

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

Membrán szeparációs víz- és szennyvízkezelési technológiák, berendezések



30 m³/h teljesítményű kazántápvíz előkészítő rendszer

Vízelőkészítés, vízkezelés:

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

Szennyvízkezelés:

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



1000 m³/nap teljesítményű ZenoGem® kommunális szennyvíztisztító

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

ZENON SYSTEMS KFT.

A Zenon Environmental Inc. Canada Közép-Európai Központja
2800 Tatabánya, Fatelepi út 3-4.
2803 Tatabánya, Pf. 353

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

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

