

TARTALOM

MaSzeSz – HÍRHOZÓ	2
Somlyódy L.: A VÍZ VILÁGNAPJÁRA	3
Wanner J., et al: Biológiai habok az eleveniszapos szennyvíztisztító telepen – okok, problémák, megoldások	4
Barthel, J., et al: Fixfilmes utódenitrifikációs szennyvíztisztító telep kiválasztása az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetségnél	10
Born W., et al: Közbenső ülepítő medencék teljesítménye és méretezése	16
Hírsatorna ismertető rendezvényünkről	22
KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
2000/12	23
2001/1	28
Deli András: Az érdeklődés homlokterébe kerülnek a szennyvíztisztító kisberendezések és a velük kapcsolatos törvények és szabályozások	32
Oláh J., et al: Fonalas mikroorganizmusok szaporodása és az Észak - Budapesti szennyvíztisztító telep üzemi paramétereinek közötti kapcsolat vizsgálata	33



H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Ismét eltelt két hónap, melynek háromnegyede már a 21-ik század időközletét „koptatja”.

Vezetőségünk január 19-én ülésezett. Fő témánk a 2001. év programjának előkészítése.

Az utóbbi számunkban ígéretet tettünk, hogy tájékoztatást adunk a 2001. évre tervezett programjainkról. Nos lassan összeáll a program, melynek gerincét a következő rendezvények képezik:

február 19.-25.	Továbbképzés Drezdában a csatornázást és
február 26. - március 4.	szennyvíztisztítást tervező, beruházó és üzemeltető szakemberek részére
május	Taggyűlés
augusztus 25. – 30.	Nyári akadémia (nemzetközi részvétellel)
szeptember 17.-18.	II. Magyar Szennyvíztechnikai és Hulladékgazdálkodási Konferencia és szakkiállítás
október 8.-9.	II. közös előadói ülés az ATV-DVWK-val
október 15.-19.	Részvétel a IWA nemzetközi konferenciáján Berlinben


A második Magyar Szennyvíztechnikai és Hulladékgazdálkodási Konferencia és Szakkiállításra jelentkezési lap a 43. oldalon található a kiállítani kívánók részére.

Jelen számunkkal kapcsolatosan, szíves figyelmükbe/figyelmetekbe ajánlom a „**Fixfilmes utódenitrifikációs szennyvíztisztító telep kiválasztása az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetségnél**” és a „**Közbenső ülepítő medencék teljesítménye és méretezése**” című fordításokra, valamint az eleveniszapos szennyvíztisztítás problémáira rámutató tanulmányokra: „**Biológiai habok az eleveniszapos szennyvíztisztító telepen – okok, problémák, megoldások**” és „**Fonális mikroorganizmusok szaporodása és az Észak-Budapesti szennyvíztisztító telep üzemi paramétereinek közötti kapcsolat vizsgálata**”.

Külön felhívom mindnyájuk szíves figyelmét elnökünk, Somlyódy László akadémikus köszöntőjére a közelgő Vízügy Világnapja alkalmából.

Közreműködésüket megköszönve:

Budapest, 2001. február 15..


 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.

A VÍZ VILÁGNAPJÁRA

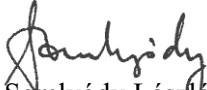
1987-ben jelent meg az ENSZ kezdeményezésére készült un. Brundtland Bizottság jelentése („Our Common Future”), amely széles nyilvánosságot biztosított a fenntartható fejlődés koncepciójának és világszerte alapvetően befolyásolta a környezettel kapcsolatos gondolkozásmódot. Érdekes módon a jelentés alig fordított figyelmet a vízre, azonban szellemisége és a vízzel foglalkozó, nemzetközileg elismert szakemberek koordinált reakciói eredményeként gyorsan megindult az a folyamat, amelyet a dublini deklaráció, a Rio de Janeiro-i konferencia, a hágai Víz Világ Fórum és számos egyéb esemény jellemez, és amely eredményeként ma már szinte axióma, hogy a víz a jövő fejlődésének meghatározó eleme.

A folyamat egyik következménye, hogy az ENSZ március 22-ét a Víz Világnapjává nyilvánította, amelyet szakmai programok sokaságával most már évek óta itthon is, az ország szinte minden részén megünnepelünk. Így lesz ez ebben az évben is. A programok változatosnak ígérkeznek. Nemzetközi konferenciát is szervezünk: a holland királyi herceg részvételével a Global Water Partnership (GWP) tart két napos rendezvényt, amely keretében a közép-kelet európai térség szakemberei számolnak be a tavalyi Víz Világ Fórum óta elért eredményekről és cserélik ki tapasztalataikat - a nyugat-európai kollegáikkal együtt - az EU tavaly jóváhagyott vízgazdálkodási politikájának (Water Framework Directive) implementálási kérdéseiről.

Az elmondottak mind jó hírek. A kis ördög azonban nem alszik bennem. A rádiót hallgatva és az újságokat olvasva az érzésem az, hogy már alig van olyan nap, amit ne nyilvánítottak volna a víz, a Föld, az egészség, a mozgássérültek stb. napjává. Attól is tartok, hogy specifikusan a vízzel kapcsolatban lassan nem lesz már új elképzelésünk, amellyel kellően ki tudnánk fejezni aggodalmunkat és cselekvőkészségünket. Időnként az is eszembe jut, hogy az esemény kötelezően „kipipálandó” ünneppé válhat és némileg elterelheti a figyelmet a mindennapok alapvető fontosságú cselekvéseiről.

Miközben tehát köszöntöm a Víz Világnapját, elsősorban azokat a szakembereket köszöntöm, akik napról-napra, a legtöbbször észrevétlenül adják tudásuk legjavát ahhoz, hogy közös jövőnk érdekében közös ügyünket szolgálják. Köszöntöm a vízzel foglalkozó politikusokat és döntéshozókat is. Kívánom, hogy felelősségteljes munkájukat a jövőben még határozottabban végezzék. Végezetül és összességében kívánok kevesebb ünneplést és több cselekvést.

Budapest, 2001. február



Somlyódy László
a MaSzeSz elnöke
akadémikus



BIOLÓGIAI HABOK AZ ELEVENISZAPOS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN – OKOK, PROBLÉMÁK, MEGOLDÁSOK

Wanner J., Růžicková I., Krhůtková O.

VŠCHT Prága

Bevezetés

A eleveniszap leválasztásánál fellépő hat probléma egyike, mellyel a biológiai szennyvíztisztító telepeken találkozunk, a habképződés (Wanner, 1994). A hab a felületaktív anyagok jelenlétének következménye a szennyvízben, vagy az eleveniszapban. A felületaktív anyagok jelenléte stabilizálja a buborékokat, melyeket a vízfázisba történő mechanikai vagy pneumatikus levegőbevitel hoz létre. Míg a felületaktív anyagokat nem tartalmazó tiszta vízben a levegőbuborékok a felszínre jutva elpukkadnak, nem képeznek habot, a felületaktív anyagot tartalmazó vízben a felszínen gyülekeznek, és habot képeznek. Amennyiben a szennyvíz nem tartalmaz lebegőanyagot, a hab kétfázisú – levegő/folyadék – rendszert alkot. A levegőztetők kikapcsolása után néhány másodperc, perc telik el, míg elpukkad az összes jelenlévő buborék – megszűnik a hab. A „buborék-elhalás” oka a gravitáció, melynek köszönhető, hogy a buborék felületét alakító folyadék visszajut a folyadék fázisba. A felületaktív anyag nagy molekulái lassítják a folyadék visszajutását a habból (a folyadékfilmben gátak képződnek) és stabilizálják a habot. A szennyvíz, vagy szennyvíz-eleveniszap elegy levegőztetésekor a habot háromfázisú rendszer alkotja. A mikroszkopikus méretű lebegőanyag részecskék (érhetően hidrofób) jelenléte még tovább lassítja a folyadék gravitációs visszafolyását. A „buborék-elhaláshoz” szükséges idő akár tíz percekre, vagy órákra megnőhet, s így bekövetkezik a hab stabilizálódása.

A szennyvíztisztítási gyakorlatban a habok három alapformája fordul elő:

- detergens eredetű habok,
- az eleveniszapos rendszer bedolgozásakor keletkező habok,
- bizonyos fonalas mikroorganizmusok jelenlétében keletkező biológiai habok.

Detergens eredetű habok

Tényleges detergens eredetű habok napjainkban a szennyvíztisztító telepen ritkán fordulnak elő. Képződésük tipikus volt a szintetikus mosószerek tömeges alkalmazásakor az 1950-es és 60-as években, amikor a kereskedelemben kapható detergensok gyártásához nehezen bontható tenzideket használtak fel. Ebből az időből származó szakirodalomban találkozhatunk olyan szennyvíz-

tisztító telepi fotókkal, ahol a telep elvész a könnyű fehér hab alatt, melyet a szél a telep tágabb környezetébe hord szét. A technológusok ezen új jelenségre az eleveniszapos medence körül vízpermetező felszerelésével reagáltak. Kis intenzitású, tartós permetezés (változó eredménnyel) segítette a keletkező habok széttörését. Az 1950-es és 60-as években a városi szennyvíztisztító telepek nálunk és világszerte csak mechanikai, vagy klaszikus eleveniszapos – rövid tartózkodási idejű – lépcsővel rendelkeztek, mely idő nem volt elegendő a nehezen bontható tenzidek lebontására. Így a hab probléma átkerült a befogadóba. Maděra professzor hagyatékában található a Moldva folyón, Prága alatt, Klecany-ban megépített duzzasztómű ebből az időszakból származó fotója. Hogy valóban erről a műről van szó, csak Maděra professzor megjegyzéséből derül ki, mert a művet néhány méteres, a duzzasztó alatti turbulencia okozta, fehér habréteg takarja. A vázolt problémát megoldani az akkori tisztítási technológiák miatt lehetetlen volt, a megoldáshoz a könnyebben bontható tenzidek gyártására való áttérés járult hozzá.

Amennyiben napjainkban is megjelenik a szennyvíztisztító telepen a detergens típusú hab, ez legnagyobb valószínűséggel fegyelmetlen ipari szennyezőre utal.

Az eleveniszapos rendszer bedolgozásakor keletkező habok

A felületaktív anyagokat a szennyvízben nem csak a szintetikus tenzidek jelentik. Egy sor szerves anyag, nevezetesen fehérje jellegű szerves kolloid polimerek, a felületaktív anyagok tulajdonságaival rendelkeznek. Az eleveniszapos rendszer bedolgozási szakaszában tipikus a nagy S0/X0 arány, vagyis nagy a szubsztrátum/biomassa arány. Az eleveniszapos rendszerek bedolgozása rendszerint úgy történik, hogy az eleveniszap természetes kifejlődése a tisztított szennyvíz levegőztetése során valósul meg, vagy korlátozott mennyiségű eleveniszapot beszállítanak, egy másik, már jól működő, szomszédos szennyvíztisztító telepről. A nagy S0/X0 (tápanyag/mikroorganizmus) arány esetén nem elég a tartózkodási idő az eleveniszapos medencében a szennyvízzel érkező, felületaktív anyag tulajdonságú szerves anyagok lebontásához, ennek eredménye a detergens habokra emlékeztető habképződés (**1. ábra**). Ez a probléma csak néhány

napig áll fenn, és magától megszűnik mihelyt elegendő eleveniszap alakul ki.



1. ábra. Hab, az Ústí nad Labem-i szennyvíztisztító telep bedolgozásakor

(a felvételt Ing. Loužecký, SČVK cégtől bocsátotta rendelkezésünkre)

Biológiai habok

Az eleveniszapos medencében mindig található biológiai eredetű felületaktív anyagok. Poliszacharid, vagy fehérje jellegű szerves anyagokról van szó, melyeket organotróf baktériumok termelnek, mint a sejten kívüli anyagtartalékot, vagy mint polimer mátrix alapot, melyben az egyes sejtek aggregációja történik meg. A biológiai eredetű felületaktív anyagok képződése némely fonalas mikroorganizmusra különösen jellemző. Ezen fonalas mikroorganizmusok sejtfalai jelentősen hidrofóbok. A fonalas mikroorganizmusok így a vízfázisból a buborékokba taszítódnak. Az említett két tényező kombinációja alapján flotációra kedvező környezet alakul ki, vagyis a szennyvíz-eleveniszap elegyből a biomassza felúszik. Szállító gázként az eleveniszapos levegőztető medence levegő buborékain túl, nitrogén is lehet a denitrifikációs, vagy az ülepítő medencében. Tekintettel arra, hogy ezek a habképző fonalas baktériumok nem növekednek szabadon (legalább is nem túlnyomó részben) a víztérben, hanem az eleveniszap pelyheket szövik át, a flotációnál a nem fonalas biomassza is a habba kerül, növelve ezzel is az eleveniszapos rendszerben a habba jutó biomassza mennyiségét.

A biológiai hab képződését a szennyvízben lévő zsír- és olajtartalom tovább támogatja. Ezek az anyagok a szállítás következtében a szennyvízben finom diszperziós, vagy emulzió formában jelentkeznek, mikroszkopikus méretű zsír részecskéket, vagy olajcseppeket képeznek. Ezekre könnyen tapadnak rá a fonalas baktériumok hidrofób fonalai. Mikroszkópban meglehetősen figyelni, hogyan vannak ezek a részecskék, vagy cseppecskék teljesen körülvéve fonalas mikroorganizmusokkal. Így keletkeznek a

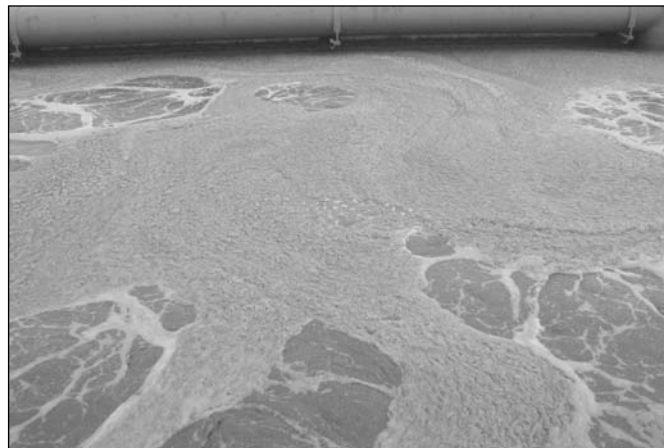
szennyvíz-eleveniszap elegyénél kisebb sűrűségű képződmények, ami a biomassza flotálását ismét elősegíti. Továbbá a zsírok és olajok bontásából keletkező szubsztátum kedvezően befolyásolja a fonalas mikroorganizmusok növekedését. A tényezők egyike, melyek a hazai eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken a biológiai hab egyre gyakoribb előfordulását okozzák, lehet a kereskedelmi detergenszek egyre nagyobb mértékű felhasználása háztartásaikban. A zsír és olaj hulladékok a háztartásokból valamint a nagyüzemi konyhákból általában a csatornában kötnek ki, azonban olyan formában, mely nem teszi lehetővé ezek kiválasztását a zsír- és olajfogókban. A zsírok és olajok felszabadulása csak az eleveniszapos medencében, a konyhákból használt detergenszekből származó tenzidek lebontása után történik meg.

A biológiai hab fokozatosan fejlődik ki. Amennyiben az eleveniszapos rendszer kialakítása olyan, hogy a levegőztetett szekciókban a vízfelszín mozgása szabad, a hab nem tud összegyűlni és átjut a tisztító telep további részeibe (nálunk ilyen szennyvíztisztító telepre példa a Pízen-i, vagy az Ústí nad Labem-i - a **2. ábrán** látható szennyvíztisztító mű).



2. ábra. Szekciókra osztott eleveniszapos medence, melyben a hab a felszínen szabadon eltávozik

Az eleveniszapos medencében, melyben nincs lehetőség a habok akkumulációjára a felszínen csak könnyű biológiai hab képződik, melyben még megfigyelhetők a habot alkotó egyes buborékok (**3. ábra**).



3. ábra. Példa a könnyű biológiai habra az eleveniszapos medence felszínén

Ha azonban a medence szerkezeti kialakításának köszönhetően a felszínen a hab visszatartása megtörténik, hosszú távon itt akkumulálódik és stabilizálódik (**4. ábra**). A biotermészet koncentráció az ilyen habban fokozatosan növekszik, mert mielőtt bekövetkezik a hab összeesése, megtörténik annak kiszáradása. Az ilyen környezet általában jól megfelel a habképződő mikroorganizmusoknak, mert nagyon sokszor az aktinomyces. Az aktinomyces eredetileg talaj mikroorganizmus és ilyen környezethez jól alkalmazkodik. Sőt a zsírok és olajok koncentrációja következtében - ilyen környezetben - nem szenved a specifikus szubsztrátum hiányában. Egyik korábbi kutatásunk alkalmából az Újézd nad Lesy szennyvíztisztító telepen megállapítottuk, hogy a lebegőanyag koncentráció a habban nagyságrenddel nagyobb, mint az eleveniszapos medencében, ami az előző eszmefuttatásunkat, az ilyen szubsztrátum koncentrációját alátámasztja.



4. ábra. Példa a stabilizált biológiai iszapra

A biológiai habok az eleveniszapos rendszerekben egy sor üzemeltetési problémát okoznak. A habban tárolódik a rendszer biotermészetének jelentős része, úgyhogy nehéz megtartani a szükséges iszapkört. Rosszabb esetben, biotermészet elúszás következik be a medencéből. Nyári időszakban a vastag habréteg könnyen berothad, és kellemetlen szag keletkezik. Az eleveniszapos telep üzemeltetése szempontjában azonban a legrosszabb következmények a következők:

hab alakul ki az utóülepítő felületén is, és ha az nincs védve merülő falakkal az elúszó iszap ellen, jelentős mennyiségű iszapelúszás következhet be minden kedvezőtlen következményével (**5. ábra**),

a habképző mikroorganizmusok a fölös eleveniszappal bekerülnek a rothasztó medencébe, ahol a habzás egészen a rothasztó medence folyamatainak felborulásához vezethet (Dohányos, 1999).



5. ábra. A biotermészet nagymértékű elúszása az utóülepítőből a merülő-fallal nem védett elvezető vályúba

Habképző fonalas mikroorganizmusok

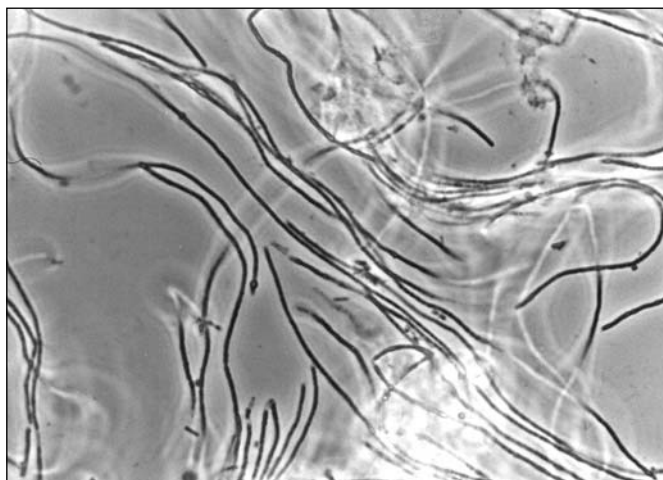
Az 1996-1998-as években nagyterjedésű kutatás valósult meg, melynek célja volt megállapítani, a Csehországi eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken leggyakrabban előforduló, habzást okozó fonalas mikroorganizmusokat (Wanner et al., 1998; Wanner et al. 1999). Ezen nemzeti áttekintés eredménye nem volt nagyon meglepő. Az összes fő habképző szervezet az F csoportba tartozik Wanner és Grau 1989-es osztályozása szerint (Wanner és Grau, 1989) és (az előfordulás csökkenő sorrendjében) ide tartozik:

Microthrix parvicella,

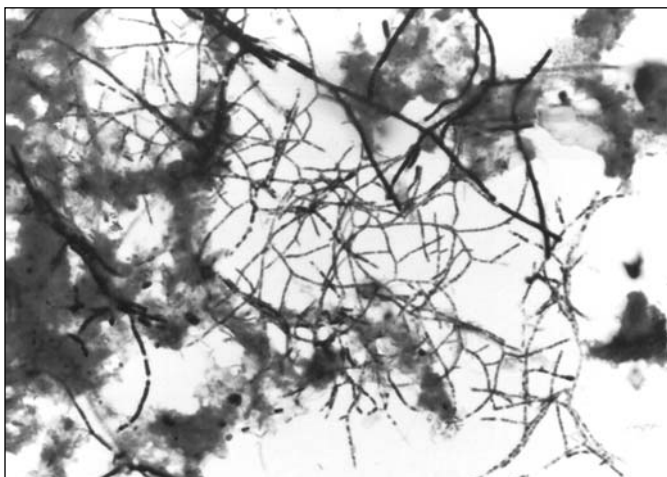
GALO (Gordona amarae like organisms+ korábban *Nocardia amarae* like organisms vagy nokardioformájú aktinomyces),

Nostocoida limicola.

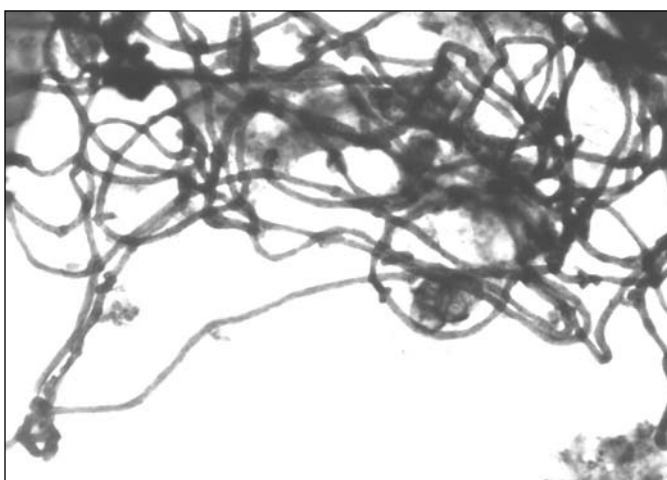
A **6.–8. ábrán** mutatjuk be a habképző fonalas mikroorganizmusok azonosítási jellemzőit.



6. ábra. *Microthrix parvicella* (1250x, fűzési kontraszt)



7. ábra. 7 GALOs (125Mx, közvetlen fény, Gramo féle festés)



8. ábra. Nostocoida limicola (1250x, közvetlen fény, Neisser féle festés)

Vízpermetezés alkalmazása

A vízpermetezés elve a hab "hígításán" nyugszik, vagyis annyi (az utóülepítőből elfolyó) tisztított vizet vezetnek a buborékba, hogy az a fonalas mikroorganizmusok által előállított "gát" effektust a buborék vízfilmében megszünteti. A permetezőt legtöbbször az utóülepítő kotróhídjára, vagy az összekötő csatornába helyezik el, ahol a hab gyülekezik (9. ábra). A permetezés alkalmazásával bizonyos effektus elérhető, azonban a probléma megoldása nem, mert a habképző fonalások a hab összeesés után visszakerülnek az eleybe, vagy a recirkulációs iszapba és ismét habzást idéznek elő az eleveniszapos medencében. Az utóülepítőből elfolyó víz minősége szempontjából az intézkedés hatékony lehet.



9. ábra. A hab permetezése összegyülekezésének helyén, az összekötő csatornában

Intézkedések a biológiai habok előfordulása esetén

A biológiai habok előfordulásának vizsgálata a hazai eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken annak a feltárására is irányult, melyek a tervezők, vagy üzemeltetők által a hab problémával kapcsolatban tett leggyakoribb intézkedések (Wanner et al., 1999). A vizsgálatok eredményeit foglalja össze az 1. táblázat.

1. táblázat. A 62 eleveniszapos szennyvíztisztító telepen a biológiai habok ellen tett leggyakoribb intézkedések Csehországban

Intézkedés	Szennyvíztisztító telep	
	Száma	%-a
Vízpermetezés alkalmazása	26	42
Hab lekotrása és mechanikai eltávolítása	18	29
Recirkulációs iszappal történő manipuláció	16	26
Iszapkor csökkentése	15	24
Merülőfalak utólagos felszerelése	13	21
Kontaktzónák (szelektorok) alkalmazása	10	16
A habok klórozása	3	5

Hab lekotrása és mechanikai eltávolítása

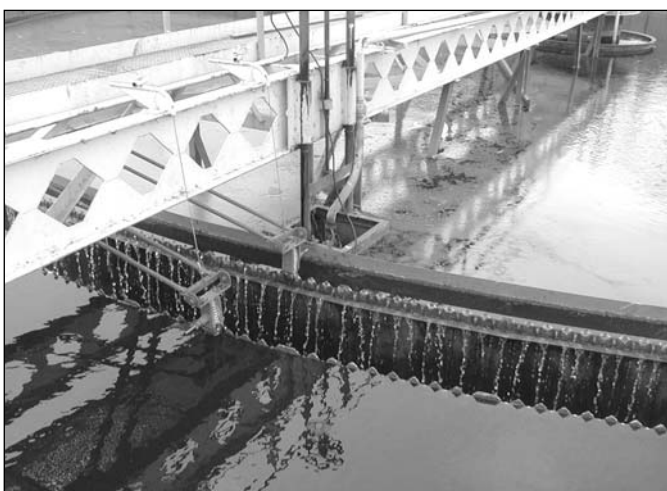
Igen hatékony intézkedésről van szó, mert így szelektíven növekszik a habképző fonalas mikroorganizmusok hígítási sebessége a rendszerben. Minden mikroorganizmus az eleveniszap vegyes kultúrájú biocönózisában csak akkor tud megmaradni, ha a növekedési sebesség nagyobb, mint a lebontási és hígítási sebesség. Ha a habképző mikroorganizmusok eltávolítása a habbal nagyobb mértékű, a lebontás és hígítás sebessége meghaladhatja növekedésük sebességét.

A hazai szennyvíztisztító telepeken a hab fölözése és eltávolítása leggyakrabban az utóülepítőben történik, amennyiben ezek az elvezető vályú előtt merülő fallal vannak ellátva. Az utóülepítő szokványos habföldrő berendezése, főként a köralaprajzú medencék esetén nem nagyon hatékony. A mechanikailag eltávolított hab aránya az utóülepítő felületén lévő összes habhoz képest ezeknél a klasszikus berendezéseknél igen csekély, mint ahogyan az látható a 10. ábrán.



10. ábra. A köralaprajzú utőulepítő klasszikus habfőzője

Külföldön különböző más megoldásokat alkalmaznak, mint arról (Wanner, 1999) számol be. Azonban néhány hazai telepen is található nem megszokott, hatékony berendezés, mint például az úszó biomassza eltávolítására a híddal együtt mozgó gyűjtő zsomp (11. ábra).



11. ábra. A híddal együtt mozgó gyűjtő zsomp az úszó biomassza eltávolítására

Megfelelő hely a hab megfogására és mechanikai eltávolítására lehet az eleveniszapos medencét és az utőulepítőt összekötő vályú (12. ábra).

A kifogott és mechanikailag eltávolított habot soha nem volna szabad visszavezetni az eleveniszapos medencébe. Hasonlóan az így eltávolított hab átszivattyúzása a rothasztóba jelentős rizikót tartalmaz (Dohányos, 1999). Ezért beválik, ha a kifogott habot a kirothasztott iszaphoz adagolják a közös víztelenítés előtt, esetleg azt megelőzheti a meszes stabilizálás. Németországban, a Hannoveri szennyvíztisztító telepen eredményesen ki-

próbálták a leválasztott habok dezintegrálását nagyforulatú szivattyúban, mely a habot a rothasztó medencébe továbbította. A habképző fonalas mikroorganizmusok fonalainak dezintegrálása következtében ezek már nem okoznak habzási problémát a rothasztó medencében (Příbyl, 1998 -szóbeli közlés).



12. ábra. Példa a habok mechanikai eltávolítására a beton vályúból.

Recirkulációs iszappal történő manipuláció

Az utőulepítő felületén nagyobb mennyiségű felúszó hab esetén az üzemeltetők néha növelik a recirkulált iszap arányát. Ezzel lerövidül az iszap tartózkodási ideje az utőulepítő fenékrészében és csökken a denitrifikáció során keletkező, a felhajtó gáz szerepét betöltő nitrogén veszélye. Tekintettel azonban arra, hogy minden utőulepítőt - a recirkulációs iszap koncentrációjára nézve - optimális recirkulációs arányra méreteznek, ezen intézkedés nem ölthet tartós jelleget.

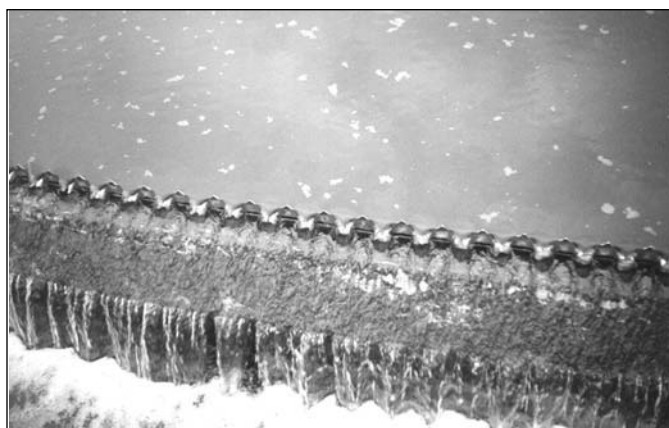
Iszapkor csökkentése

Az iszapkor csökkentése, mint intézkedés a habképző fonalas szervezetek ellen, ismét abból a kinetikai elképzelésből indul ki, hogy fokozott biomassza elvétellel ki lehet hígítani az eleveniszapból a fonalas mikroorganizmusokat. Az USA nyugati partján lévő szennyvíztisztító

telepek tapasztalatai alapján, ahol ezt a stratégiát gyakran alkalmazzák, az derül ki, hogy a várt effektus csak az iszapkor drasztikus – három nap alá – csökkentése után következik be. Ilyen stratégiának Európában kevés az esélye, tekintettel a mi eleveniszapos szennyvíztisztító telepeinken általános nitrifikációs igényekre.

Merülőfalak utólagos felszerelése

Néhány hazai szennyvíztisztító telepen, különböző okokból kifolyólag, nem épültek ki az utóülepítőben a merülő falak. Az egyik elképzelés az volt, hogy a felúszó biomasza szabad eltávozásával sikerül a hígítási sebességet a habképző fonalas mikroorganizmusok növekedési sebességével szemben megnövelni és így a fonalask eltűnnek a rendszerből. De mint ahogyan az már említésre került, a fonalask mikroorganizmusoknak bizonyos kötődése van a nem fonalask populációhoz, és az az elképzelés, hogy a rendszerből jelentéktelen fonalask biomasza koncentráció távozik el anélkül, hogy az eleveniszap is eltávozik, nem igazolódott be. Még legjobb esetben is megfigyelhetünk a merülő fallal nem rendelkező utóülepítőkből, igaz apró, de általában állandó eleveniszap elúszást (13. ábra).



13. ábra. Eleveniszap elúszás a merülő fallal nem rendelkező utóülepítőből

Kontakt terek (szelektorok) alkalmazása

A kontaktterek kismértékű alkalmazásának a habképződés háttérbe szorítása indokolható a habképző mikroorganizmusok tulajdonságaival, melyek nagymértékben közelítenek a pehelyképző mikroorganizmusok tulajdonságaihoz. Az eleveniszapos tisztítási technológiával üzemelő telepeink üzemeltetési tapasztalatai úgy foglalhatók össze, hogy a kontakttér hatása mutatkozik, ha az aerob és a rendszerben jól stabilizált fokozott biológiai foszforeltávolítás működik (Wanner et al., 1999).

A habok klórozása

Az irodalomban gyakran ajánlják a biomasza hab klórozását ott, ahol koncentráltan található, pl. klóros vízzel,

vagy klórnan oldattal való permetezéssel az eleveniszapos medence és az utóülepítő medencét összekötő csatornában. Tudomásul kell azonban venni, hogy a habréteg néhány tíz cm-es lehet, és aránylag ellenálló az aktív klór biomaszába történő bejutásával szemben. Ez az üzemeltetőt a klóranyag folyamatos növelésére készíti, aminek eredménye a rendszeres mikroszkopikus ellenőrzés nélkül rendszerint a túlklórozás és az eleveniszap polikultúrájának funkciók tönkretétele, különösen a biológiai tápanyag eltávolítású eleveniszapos rendszereknél.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken a habok három formájával találkozunk: (i) detergens eredetű habok, (ii) az eleveniszapos rendszer bedolgozásakor keletkező habok, (iii) biológiai habok. Az utóbbi években éppen a biológiai habok keletkezése jelent komoly üzemeltetési problémát az eleveniszapos telepeken Csehországban. A fonalask mikroorganizmusok áttekintése a hazai eleveniszapos telepeken kimutatta, hogy a leggyakrabban előforduló habképző mikroorganizmusok közé *Microtrix parvicella*, *GALOs N. limicola*. A szennyvíztisztítási gyakorlatban egy sor módszert alkalmaznak a biológiai hab képződésének és következményeinek korlátozására a szennyvíztisztító telepen és az elfolyó víz minőségében. A cikkben leírt módszerek közül a legmegbízhatóbb megoldásnak tekinthető a habok felfogása a technológiai sor legalkalmasabb helyén és mechanikai eltávolítása az eleveniszapos rendszerből. Nem ajánlott a fölös-iszap és a habok anaerob stabilizálása előzetes kezelés nélkül, mert az habzáshoz vezethetne a rothasztóban.

KÖSZÖNET

Jelen cikk alapadatait: *“A fonalask mikroorganizmusok tulajdonságainak nemzeti áttekintése a Csehországi eleveniszapos szennyvíztisztító telepeken és a szennyvíztisztító telepre gyakorolt negatív hatásait csökkentő intézkedések ellenőrzése”*, című (NAZV reg.č. EP7210) kutatómunka szolgálta.

IRODALOM

- Dohányos M. (1999) Pěnění metanizačních nádrží. Sb. Předn. Sem. SyS a AČE ČR Zpracování a využití kalů z čistíren odpadních vod, J. Wanner (ed), Praha 24.3.1999, pp.18 -25
- Wanner J. (1994) Activated Sludge Bulking and Foaming Control. TECHNOMIC Publ.Co.,Inc., Lancaster, PA, USA.
- Wanner J., Grau P. (1989) Identification of filamentous microorganisms from activated sludge: A compromise between wishes, needs and possibilities. Wat. Res., 23.7, 883-891.
- Wanner J., Ruzickova I., Jetmarova P., Krhutkova O., Paraniakova J. (1998) A national survey of activated sludge separation problems

in the Czech Republic: filaments, floc characteristics and activated sludge metabolic properties. *Wat. Sci. Tech.*, 37,44/5, 271-279.

Wanner J. (1999) Poznatky z navrhování a provozu kruhových dosazovacích nádrží. Sb.predn.4.sem.VHOS a AČE ČR Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod. VHOS Moravská Třebová, 20-21.4. 1999.

Wanner J., Ruzickova., Krhutkova O., Pribyl M. (1999) Activated sludge population dynamics and wastewater treatment plant design and operation (experience from national survey of activated sludge plants in 1995-1999), Paper accepted for the 8th IAWQ Conf. On Design, operation and economics of Large Wastewater Treatment Plants, Budapest, 6-9 September 1999.

FIXFILMES UTÓDENITRIFIKÁCIÓS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP KIVÁLASZTÁSA AZ „OBERE LUTTER” SZENNYVÍZ SZÖVETSÉGNÉL

Kiválasztás, tervezés, valamint az üzemeltetés első eredményei

Jürgen Barthel (Kulmbach), Hubert Burbaum (Gütersloh), Ferdinand Klegraf (Kulmbach)
és Rolf Meyer (Hannover)

Összefoglalás

A gütersloh-i „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetségnek (AOL) 380.000 LE-ű szennyvíztisztító telepén műszaki berendezésekre volt szüksége a denitrifikációhoz. Európa-szerte kiírt pályázat és az elő-, valamint az utókapcsolt denitrifikáció költség/haszon-elemzése után az AOL az utókapcsolt fixfilmes denitrifikációs berendezés mellett döntött. A döntési folyamatot, valamint a tervezési alapokat, a telep leírását és az üzemeltetési eredményeket mutatják be.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, denitrifikáció, fixfilmes reaktor, tápanyag-lebontás, metanol, bioszűrő, Obere Lutter

1. Bevezetés

Az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetség (AOL) a Vizes Szövetségek Törvénye szerint alapított szennyvízszövetség és székhelye Kelet-Weszfáliában van. Tagtelepülések Bielefeld és Gütersloh városok.

Az AOL jelenleg két főgyűjtőt és egy 380.000 fő kiépítési nagyságú (csatlakozott: 380.000 fő) szennyvíztisztító telepet üzemeltet. Az ipari-kisipari ágazatból származó tisztítandó szennyvíz 75%-os részaránya nagyon nagy. Mivel ezen kívül nagyobb üzemekből (cserzőipar, nagy vágóhidak) is bevezetnek nagy szerves szennyezőanyag-tartalmú szennyvizet, a szövetség szennyvíztisztító telepére különösen nagy befolyó koncentráció érkezik (1. táblázat).

1. táblázat: Befolyó koncentrációk

Paraméter	Koncentráció
KOI	Kb. 2.200 mg/l
BOI ₅	Kb. 950 mg/l
NH ₄ -N	Kb. 70 mg/l
Szerves N	Kb. 100 mg/l

Ezen nagyterhelésű szennyvizek tisztítása 1997-ig többek között két biológiai fokozatban történt, kiegészítve egy, a 2. biológiai fokozat elé helyezett kis denitrifikációs-berendezéssel – amelyet úgy méreteztek, hogy az utóülepítésben ne történhessen ellenőrizhetetlen denitrifikáció –, valamint egy utókapcsolt biológiailag hatékony flokkulációs szűrővel (Biofor) és utótisztító tó segítségével.

Ezen berendezések alkalmazásával a felügyeleti hatóság által az akkoriban a vizekbe vezethetőség rögzített megkövetelt határértékei (2. táblázat) biztonsági tartálékkal betarthatók voltak.

2. táblázat: Határértékek és elfolyó koncentrációk

Paraméter	Határérték	Elfolyó koncentrációk
KOI	60 mg/l	< 50 mg/l
BOI ₅	12 mg/l	< 8 mg/l
NH ₄ -N	3,0 mg/l	< 1 mg/l
P	0,7 mg/l	< 0,6 mg/l

A Szennyvíz Szövetség a meglévő berendezésekkel az N_{szerves}-lebontásra vonatkozó járulékos követelményeknek azonban nem tudott eleget tenni. Az NO₃-N-érték a szennyvíztisztító telep elfolyásánál éves átlagban 60 mg/l és 90 mg/l között ingadozott.

2. Kiindulási alapok

A kommunális szennyvizek élővizekbe való vezetésének határértékei alapján a szennyvíztisztító telep elfolyásánál többek között az N_{szerves}-re 18 mg/l a határérték.

Ezen érték betarthatósága érdekében új denitrifikációs berendezés tervezése és építése vált szükségessé.

Az AOL egy tervezőirodát bízott meg kiépítési javaslat, ill. terv készítésével.

Az 1993 augusztusában a tervező által a biológiai fokozat megfelelő bővítésére készített tervben a szennyvíztisztító telep először előkapcsolt négykaszádós denitrifikációjú egylépcsős biológiai nitrifikációs berendezéssel működő telepként került megtervezésre.

A 9 mg/l-es tervezett értékre való méretezés az eleveniszapos medencére 42.000 m³-rel, 51.200 m³-es össz-térfogatra való bővítést eredményezett.

Az első fokozat eleveniszapos medencéit ebben az esetben szennyezőanyag-terhelés-kiegyenlítő medenceként kellett volna használni.

A mellékelt költségszámítás alapján a szükséges átépítési munkálatok, valamint az új átemelők, medencék és vezetékek építési munkálatai és a gépi berendezések – beleértve az EMSR-technikát is – vonatkozásában kb. 31 millió DM-os várható beruházási költséggel számolhattunk.

A tervezéssel egyidejűleg az AOL megvizsgálta a kiépítési-, ill. a nitrogénlebontás hatékonyabbá tételének lehetőségeit is.

Ezenközben kiderült, hogy a tervezőiroda által javasolt változaton kívül – a szennyvíztisztító telep előkapcsolt denitrifikációs-berendezéssel rendelkező egylépcsős eleveniszapos biológiává való átépítése és bővítése – csak az utókapcsolt fixfilmes-, ill. fluidágyban való denitrifikáció jöhetett szóba.

Az első számítások ezen kívül azt eredményezték, hogy ez is csak abban az esetben volna lehetséges, ha a szennyvíztisztító telepre érkező nitrogénterhelés csökkenthető lenne. Az egyik jelentős szennyező üzemmel (cserzőipar) megbeszéltük a profilváltás és a szennyvíz-részáramok előtisztítása általi nitrogén- és BOI₅-terhelés csökkentésének lehetőségét. Ennek ellensúlyozására ezen intézkedéseknek közvetlen hatása kell hogy legyen a cég által fizetendő szennyvízdíj mértékére.

Bielefeld városa, az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetség, valamint az üzem több tárgyalás alkalmával elemezte a szövetség és az üzem közti együttműködés lehetőségeit.

A cserzőiparnak az üzem Szövetség-beli tagságának lehetőségei közül a Szövetség gyűjtőcsatornájára való közvetlen csatlakozás került kiválasztásra és Bielefeld városának kérésére a cserzőipar szennyvizének elhelyezésére vonatkozó szennyvíztisztítási kötelezettséget átvette az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetség.

A cserzőipar által az AOL-nek fizetendő kártérítést azóta évente számítják a „szennyező fizet” elv szerint az egyes tisztítási fokozatok különböző igénybevétele, valamint a napi átlagértékek és a csúcserkékek arányának figyelembe vétele alapján, melyet közvetlenül az AOL-nek fizettek meg.

3. Pályáztatás és kiértékelés

Ezen előzetes megfontolások után az Európai Unióra kiterjedő pályázati kiírás lebonyolításával bíztuk meg a

tervezőirodát. A verseny célja olyan cégek felkutatása volt, amelyeket az ajánlatra vonatkozó korlátozott pályáztatás keretében, megfelelő kiválasztás után felkérhettünk ajánlataik megtételére a következő változatok esetében:

1. tétel Az előkapcsolt denitrifikációjú szennyvíztisztító telep egylépcsős kiépítésének építési- és kiépítési munkálatai.
2. tétel A szennyvíztisztító telep előkapcsolt denitrifikációjú egylépcsős teleppé való kiépítésének gépészeti felszerelése.
3. tétel Fixfilmes- vagy fluidágyas denitrifikációs telep építése.

A pályázatokat mind az egyes részfeladatokra, mind az összes feladatra is be lehetett adni.

A 108 pályázó közül 20 cég teljesítette az AOL által szabott feltételeket az 1. tételre, 15 cég a 2. tételre és 5 cég az alternatív megoldásra. A kiválasztott cégeket ezek után meghívásos pályáztatás keretében felkértük ajánlataik elkészítésére. Az AOL számára leggazdaságosabb és legjobb megoldás kiválasztása érdekében első lépésként összehasonlítottuk az 1. és 2. tétel kb. 19,5 millió DM-s beruházási költségeit, valamint ezen változatok üzemeltetési költségeit a 3. tétel kb. 9,0 millió DM-s beruházási költségével és ezen fixfilmes megoldás üzemeltetési költségeivel, a költség-kézpénzérték-módszer alapján.

Az értékeléshez rögzített és dokumentált kamatlábakkal valamint fajlagos fogyasztói költségekkel, az újraelőállítás figyelembe vétele mellett számoltuk ki a mindenkori költség-kézpénzértékeket.

A pályázati kiírás időpontjában érvényes kamatok, elektromos áram- és metanol-árak alapján a számítás arra az eredményre vezetett, hogy fixfilmes denitrifikációs berendezés építése esetén a pályázat időpontjában érvényes, 0,50 DM/kg-os metanol-ár mellett a számított beruházási megtakarításokat teljes mértékben kiegyenlítették a berendezés nagyobb üzemeltetési költségei.

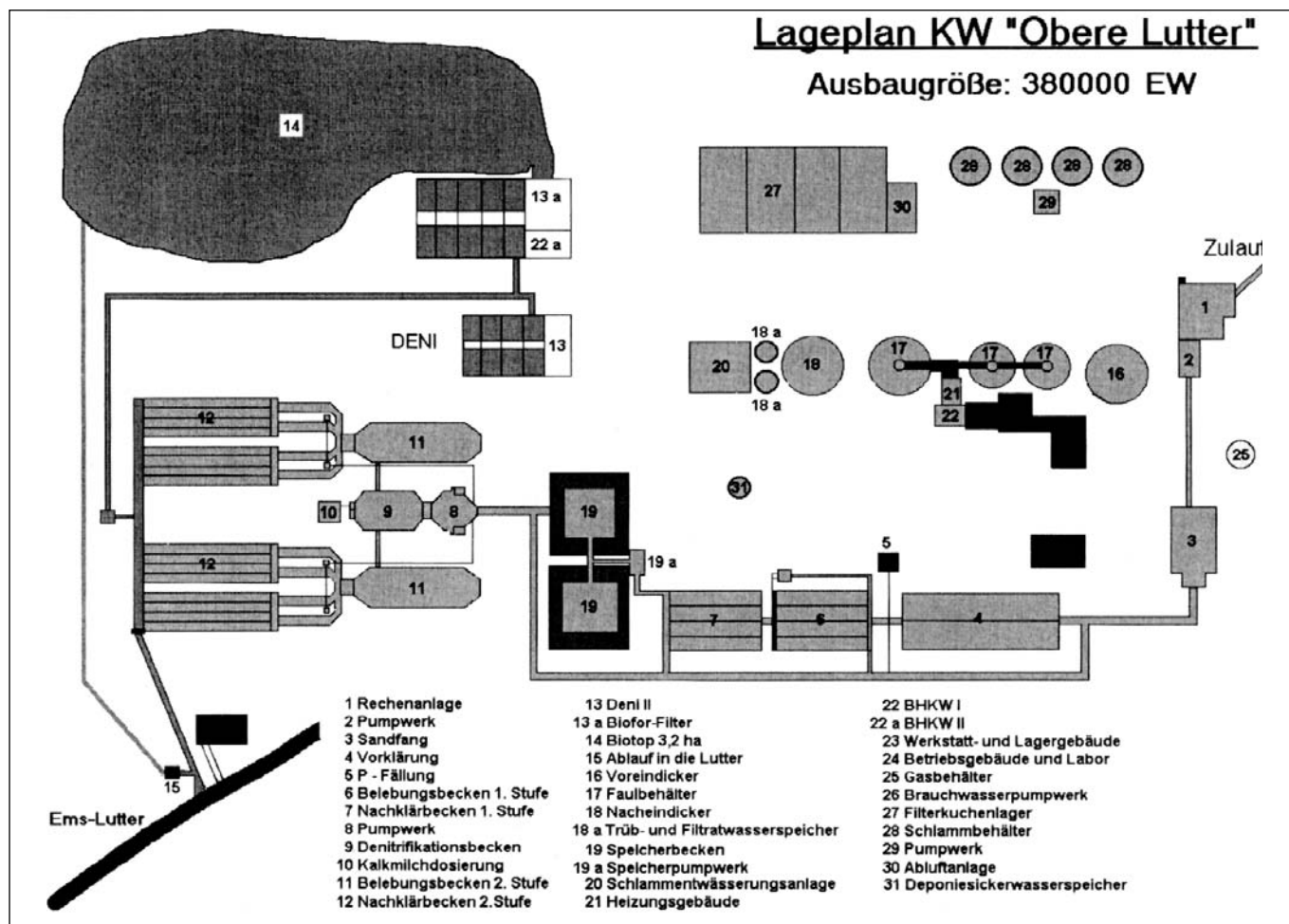
A számítások azonban azt is megerősítették, hogy a fixfilmes megoldás költségei a cserzőüzem előtisztítási technológiájának megvalósítása után még a gazdaságos sávban maradtak.

Miután a 3. táblázatban felsorolt „pro- és kontra-” érveket is bevontuk a döntési folyamatba, az AOL a fixfilmes utódenitrifikáció építése mellett döntött.

4. A berendezés tervezése

Módszerteknikai okokból a fixfilmes denitrifikációs berendezést a második biológiai fokozat meglévő ülepítő medencéje mögé és a meglévő kontakt-szűrő berendezés elé helyeztük (1. ábra).

Lehetséges intézkedések	A hagyományos telepre való hatás	Az utódenitrifikációra (DN) való hatás
<ul style="list-style-type: none"> Egy szennyező csökkenteni N-terhelését, vagy bezárja üzemét az „Obere Lutter” szennyvíztisztító vizgyűjtőjén. Egy szennyező növeli N-terhelését az „Obere Lutter” szennyvíztisztító vizgyűjtőjén. 	<ul style="list-style-type: none"> A medencenagyság, azaz a beruházás megmarad és továbbra is használható vagy részben üzemben kívül helyezendő. Az üzemeltetési költségek maidnem ugyanakkorák maradnak. Két további bioreaktor építése válik szükségessé. 	<ul style="list-style-type: none"> A külső szénforrás adagolása csökken. Az üzemeltetési költségek spontán is csökkennek. Az utódenitrifikáció bővítésére csak akkor van szükség, ha a szubsztrát-adagolás növelésével nem érhető el kielégítő eredmény.
A szennyvíztisztító befolyásánál csökken a BOI_5 -terhelés	Szükségessé válik a metanol-adagolás, mint a denitrifikáció szénforrás-pótlása	Az üzemeltetési költségek csökkenthetők a meglévő berendezésekben lejátszó BOI_5 -lebotlás energiafogyasztásának csökkentésével
Növekednek az elfolyó N koncentrációra vonatkozó követelmények	A telepet költséges módon bővíteni kell, pl. két további eleveiszapos medence építésével	Elsősorban lehetőségessé válik az alacsonyabb határértékek betartása a külső szénforrás adagolás növelésével. Másrészt lehetőség nyílik két szűrőkamrával való bővítésre, a gépészet vagy egyéb technológiai elem bővítése nélkül.
Emelkednek a külső szénforrás beszerzésének költségei	Az üzemeltetési költségek ugyanakkorák maradnak	Emelkednek az üzemeltetési költségek
Csökkentenek a külső szénforrás beszerzésének költségei (pl. egyéb szénforrás metanolként való alkalmazása)	Az üzemeltetési költségek ugyanakkorák maradnak	Csökkentenek az üzemeltetési költségek
A szennyvízdíjat a tényleges érték alapján számolják	Nem lehetséges beavatkozás	Külső eredetű szénforrás adagolásának gazdaságos növelése által elérhető az AOL számára legkedvezőbb megoldás.
Hagyományos építésmódok megvalósítása.	<ul style="list-style-type: none"> Hagyományos kiépítés esetén le kell tenni a kétlépcsős kiépítésről. Hátrány: az „Obere Lutter” szennyvíztisztító telep szennyvíztisztításának üzembiztonsága már nem biztosítható eddigi formájában. Különösen az „Obere Lutter” szennyvíztisztító telep viszonylag magas ipari részaránya mellett és az emiatt részben erősen ingadozó terhelés miatt válik szükségessé „robustusz biocónózis”. Ez csak a nagyterhelésű I. fokozatban adott. A meglévő telep átépítése a tervezés, kivitelezés és üzemeltetés területén a legnehezebb feladatok elé állítja a szakembereket azáltal, hogy minden feladatot a szennyvíztisztító telep folyamatos üzeme mellett kell megvalósítani. 	<ul style="list-style-type: none"> A meglévő kétlépcsős telep maradhat a jelenlegi formájában. A továbbiakban is magas üzemi biztonság Az új berendezések egyszerű beillesztése
A meglévő telep optimalizálása a tisztítási teljesítmény javítása érdekében, pl.	Nem lehetséges, a teljes átépítés miatt	Azonnal csökkentené az üzemeltetési költségeket.
a meglévő berendezések N-lebotlásának javítására vonatkozó biológiai módszerek által,		
a szennyvíztisztító telep szűnet- és csorgálékvízének részarám-tisztítása által.		



1. ábra: az „Obere Lutter” szennyvíztisztító telep helyszínrajza

(Lageplan KW „Obere Lutter” = az „Obere Lutter” szennyvíztisztító telep helyszínrajza, Ausbaugröße: 380000 EW = kiépítési nagyság: 380000 LE, Zulauf = befolyás, DENI = denitrifikációs-berendezés, Ems-Lutter = Ems-Lutter (folyó), 1 Rechenanlage = rácberendezés, 2 Pumpwerk = átemelő, 3 Sandfang = homokfogó, 4 Vorklärung = előüleítés, 5 P-Fällung = foszforkicsapás, 6 Belebungsbecken 1. Stufe = eleveniszapos medence, 1. fokozat, 7 Nachklärbecken 1. Stufe = közbenső ülepítő medence, 1. fokozat, 8 Pumpwerk = átemelő, 9 Denitrifikationsbecken = denitrifikációs medence, 10 Kalkmilchdosierung = mésztejadagolás, 11 Belebungsbecken 2. Stufe = eleveniszapos medence, 2. fokozat, 12 Nachklärbecken 2. Stufe = utóülepítő medence, 2. fokozat, 13 Deni II = denitrifikáló-berendezés II, 13a Biofor-Filter = Biofor-szűrő, 14 Biotop 3,2 ha = 3,2 ha-os utótisztító tó, 15 Ablauf in die Lutter = elfolyás a Lutter folyóba, 16 Voreindicker = elősírtó, 17 Faulbehälter = rothasztó tartály, 18 Nacheindicker = utósírtó, 18a Trüb- und Filtratwasserspeicher = csurgalék- és szűrletvíz-tároló, 19 Speicherbecken = tárolómedence, 19a Speicherpumpwerk = tároló-átemelő, 20 Schlammmentwässerungsanlage = iszapvíztelenítő berendezés, 21 Heizungsgebäude = fűtőépület, 22 BHKW I = I. blokkerőmű, 22a BHKW II = II. blokkerőmű, 23 Werkstatt- und Lagergebäude = műhely- és raktárépület, 24 Betriebsgebäude und Labor = üzemi épület és laboratórium, 25 Gasbehälter = gáztartály, 26 Brauchwasserpumpwerk = használati víz-átemelő, 30 Abluftanlage = használt levegő-berendezés, 31 Deponiesickerwasserspeicher = depónia csurgalékvíz-tároló)

A fixfilmes denitrifikációs berendezés méretezését a nitrát-terhelés, a hidraulikai terhelés és a szükséges maradéknitrát-koncentráció figyelembe vételével végeztük. A 4. táblázatban a méretezés szempontjából fontos nitrát-terheléseket foglaltuk össze.

4. táblázat: Nitrát-nitrogén-koncentrációk

Paraméter	Mértékegység	Befolyás	Elfolyás
NO ₃ -N maximum	mg/l	78,7	
NO ₃ -N átlag	mg/l	50	
NO ₃ -N minimum	mg/l	30	
NO _x -N maximum *	mg/l		8
NO _x -N átlag *	mg/l		6
NO _x -N minimum *	mg/l		4

* NO_x-N = a nitrát- és nitrit-nitrogén összege

Az utódenitrifikáció optimalizálása lehetségessé vált a szennyvíztisztító telep első és második biológiai fokozata közé terhelés-kiegyenlítő medence beépítésével. Az egykori folyékonyiszap-tartály kb. 10.000 m³ térfogatú szennyvíz-kiegyenlítő medencévé való átépítése lehetővé tette a közbenső tárolást nagy nitrát-tartalmú szennyvizek terhelési csúcsa esetén úgy, hogy a szélsőséges terhelési csúcsok elkerülhetők. Lehetségessé vált a fixfilm jelentősen kisebb térfogatra való tervezése.

Az 5. táblázat a fixfilmes denitrifikációs berendezés terhelés-kiegyenlítő medence figyelembe vétele melletti mértékadó kialakításának terhelési eseteit mutatja.

A telep méretezése szempontjából a 3. terhelési eset volt a mértékadó. Technológiaként felfelé átáramoltatott fixfilmes módszert választottunk. Ennek a rendszernek az az előnye, hogy a felfelé áramló szennyvízzel a denit-

rifikáció során keletkező nitrogén gáz nagymértékben eltávolításra kerül. Ezzel a fixfilm nyomásvesztésének emelkedése csökken az üzem alatt.

5. táblázat: Méretezési adatok

Terhelési eset	Vízhozam [m ³ /s]	Nitrát-terhelés [kg/h]
1 = száraz idő	1.365	120
2 = szárazidei maximális terhelés	2.400	134
3 = maximális vízhozam	4.000	200

A nitrogéngáz kinyerésére szolgáló „bumping”-öblítések – ahogy a lefelé áramoltatott fixfilmes reaktorokban történő denitrifikáció esetén is alkalmazásra kerülnek –, valamint az egy- vagy többrétegű szűrők kivitelezhetetlenek, ezért általában kerülendők.

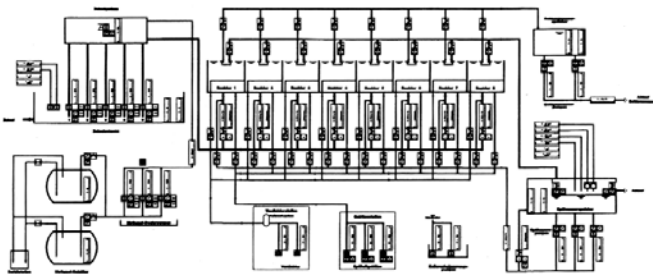
A berendezést nyolc, egyenként lekapcsolható és öblíthető egységgel szereltük fel. A nagy nitrát-terhelés miatt 5 m-es fixfilm-vastagság vált szükségessé. A fixfilm anyagaként 4-8 mm szemcseméretű duzzadó agyagot alkalmaztunk.

A biomasza kiürülése szakaszosan történik a levegő és a víz öblítő hatása miatt. Az öblítési folyamatot sűrített levegő célzott alkalmazásával segíthetjük elő.

Tápanyagként a módszertechnikai méretezés során metanolt alkalmaztunk.

5. A berendezés leírása

A berendezés felépítését a 2. ábra mutatja.



2. ábra: Technológiai folyamatábra

A fixfilmes denitrifikációs berendezés a következő szakaszokból áll: szennyvíz-átemelőmű, szubsztrát-adagolás, fixfilmes reaktorok és a reaktorok öblítésének felszerelései.

A 2. eleveniszapos fokozat utóülepítő medencéjéből elfolyó, ülepített szennyvizet a fixfilmes denitrifikációs berendezésben való további tisztításhoz átemelik. Az átemelő telep öt 5 db frekvenciaszabályozott búvár szivattyúból áll és többszörösen biztosított.

A szennyvizet a fogadó aknából a bevezető csatornába vezetik. Ez a pont az egész telep legmagasabb pontja. Itt történik a metanol-adagolás. A bevezető csatorna egy, a metanol szennyvízbe való keverésére szolgáló merülőmotoros keverőművel rendelkezik.

A metanol tápanyagot földalatti tartályokban tárolják. A szennyvíz nitrát-tartalmának függvényében adagolják, szivattyúk segítségével. A nitrát-terhelés mérése automatikusan történik az aktuális vízhozam és a denitrifikációra érkező víz nitrát-koncentrációja alapján.

A bevezető csatornából a tápanyaggal feldúsított szennyvizet a denitrifikációs reaktorokba vezetik. A szennyvíz, a párhuzamosan kapcsolt nyolc reaktorra való, egyenletes elosztásának elősegítésére minden befolyáshoz vízhozam-mérő műszert és automatikus szabályozó-szelepet építettünk be.

A felfelé áramoltatott denitrifikációs fixfilmes berendezések a következő alkatrészekből állnak: szűrőfenék, fixfilmes ágyazat és elfolyó-/iszapvíz-csatorna.

A szűrőfenék a szennyvíz és az öblítő folyadékok egyenletes elosztása érdekében szűrőgyertyákat tartalmaz. Ezeket támasztórteggel borítja. A fixfilm eltömődött rétegeinek fellazítására a szűrőfenékbe sűrített levegővel üzemelő lazító fúvókák kerültek beszerelésre.

A denitrifikált szennyvizet és a reaktorok öblítésekor keletkező szennyvizet egy, a reaktortúlfolyó fölé szerelt folyóka segítségével vezetik el. A folyóka nyílását a homlokoldalon az üzemállapotnak megfelelően lezárják. Perforált oldalsó lemezekből áll és ezáltal képes az „öblítés” üzemállapot során felúszó duzzadó agyagot visszatartani.

A biológiailag denitrifikált szennyvizet a reaktorokból közös tiszta víz-csatornába vezetik, így kerül az utókapcsolt flokkulációs szűrő-berendezésbe.

A biokémiai nitrát-lebontás során keletkező biomasza feldúsul a fixfilmes reaktorokban, és kivételre kerül a visszaöblítés során. A visszaöblítés a lebontott nitrát-hányad jellemzői, ill. a reaktorok üzemideje alapján történik. A denitrifikáció elfolyó vizét öblítővízként alkalmazzák. A visszaöblítés be- és elvezetése automatikusan történik. A reaktorok rögzített program alapján kerülnek öblítésre, sűrített levegő, levegő és víz, részben pedig ezek kombinációjának felhasználásával.

A reaktorok öblítése során keletkező szennyvizet az iszapvíz-tartályba vezetik és ott a rendszer hidraulikai kiegyenlítésének elősegítésére tartalékolják. A biomasza-tartalmú szennyvizet a szennyvíztisztító telep eleveniszapos berendezésének második fokozatába vezetik vissza tisztításra.

A fixfilmes denitrifikációs berendezés tároló-programozható irányítás segítségével teljesen automatikusan üzemel. Szükség esetén a kézi irányítás is lehetséges. Az egész telep online-mérőberendezésekkel való felszerelése a be- és elfolyásban lehetővé teszi a terheléssel arányos metanol-adagolást és az üzemzavarok korai felismerését, amelyeket a rendszer automatikusan jelez.

6. Üzemeltetési eredmények

A fixfilmes denitrifikációs berendezést 1997 augusztusában üzemelték be. 1997 november/decemberében került sor a próbaüzemre. A próbaüzem után a fixfilmes denitrifikációs berendezés vizét 14 mg/l NO₃ – N koncentrációra állították.

A 6. táblázat mutatja az utókapcsolt fixfilmes denitrifikációs berendezés be- és elfolyási minőségére vonatkozó üzemi eredményeket. A telepet minden hidraulikai terhelési esetben üzemeltettük.

6. táblázat: Szennyvízminőség

Paraméter		Befolyás	Elfolyás
NO ₃ -N	mg/l	71,3	0,9
NO ₂ -N	mg /l	0,1	0,3
NH ₄ -N	mg/l	0,2	0,2
N _{szervetlen}	mg/l	71,6	1,4

A nitrát-nitrogén teljes eltávolításának előfeltétele a metanol, mint tápanyag megfelelő adagolása és a minimális foszfor koncentráció. Ilyen feltételek mellett elkerülhetők a nagy elfolyási nitritkoncentrációk.

A szennyvíz ammónium-koncentrációjának biokémiai nitrátlebontás általi befolyásolását egy másik fixfilmes reaktor tapasztalataival ellentétben nem figyelhetjük meg. Ennek oka az alacsony befolyási koncentráció.

A 7. táblázat az üzemi eredményeket mutatja az utókapcsolt fixfilmes denitrifikációs berendezés üzemeltetéséhez szükséges üzemi eszközök és kibocsátások tekintetében. Átlagértékeket jelenít meg, amelyeket változó hidraulikai terhelési körülmények mellett mértünk.

7. táblázat: Üzemeltetéshez szükséges eszközök /kibocsátások

Üzemeltetéshez szükséges eszközök	Mértékegység	Fogyasztás/keletkezés /kibocsátások
Metanol	kg/kg NO ₃ -N _{eltáv.}	2,7
Elektromos energia	Wh/m ³	47,4
Izszapvíz	l/m ³	26,6

A terheléstől függő tápanyag-adagoláshoz a telep befolyási nitrát-koncentrációjának pontos meghatározása szükséges. A felügyelt terület „Obere Lutter” szennyvíztisztító telepének 50 mg/l NO₃-N-nél nagyobb koncentrációi esetén szigorú követelményeket állítottak az online-méréstechnikára vonatkozóan. Az üzembiztonság érdekében ezért ezt a mérőállomást túlbiztosított nitrátmérő műszerrel szereltük fel. A metanol-adagolással történő denitrifikáció számításának tudományos becslését az oxigénfogyasztás miatt kb. 10%-kal túlléptük.

Az elektromos energia az utódenitrifikáció esetében leginkább a szennyvíz emelésére használandó. Egy kisebb hányada összefüggésbe hozható a denitrifikációs folyamattal is.

A fixfilm denitrifikációs folyamatának üzeme során a fő elektromos energia-felhasználás a reaktorok öblítésekor történik. Emiatt közvetlen összefüggésben áll az izszapvíz-keletkezéssel. A denitrifikációból kikerülő szennyvíz 3%-nál alacsonyabb izszapvíz-mennyisége esetén kiindulhatunk a tisztítási folyamat össz-energiaszükségletének kb. 6%-át kitevő áramfogyasztásból. A fixfilmes utókapcsolt denitrifikáció folyamatának elektromos energia-fogyasztását < 3 Wh/m³-re becsülhetjük.

Az izszapvíz-mennyiség közvetlen összefüggésben áll a fixfilmes reaktorok öblítési igényével. Az öblítés feltételei a reaktorok nitráttal való feltöltődése, ill. működési időtartama. A befolyási nitrát-koncentráció és a szennyvíz-keletkezés megfelel a méretezési adatoknak, ill. túllépi azokat. A telep üzemeltetése során mind a működési időtartamot, mind a feltöltődési hányadot elértük.



„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

KÖZBENSŐ ÜLEPÍTŐ MEDENCÉK TELJESÍTMÉNYE ÉS MÉRETEZÉSE*)

Winfried Born, Axel Sobirey, Franz-Bernd Frechen (Kassel) és Simone Möller (Leverkusen)

Összefoglalás

Hogy a közbenső ülepítő medencék teljesítményéről és méretezéséről véleményt lehessen nyilvánítani, intenzív méréseket végeztek három köralaprajzú, vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepítő medencében. Az 1991-es ATV-A 131-es munkalap szerinti utólagos ellenőrző számítással együtt a vizsgált medencék teljesítménye jól becsülhető. Érkező vízhozamként az utólagos számítások során az ATV-A 131-től eltérően a (Q_m+Q_{RZ}) , ill. $(Q_m+Q_{RZ}+Q_{RS})$ változatokat is megvizsgálták. A kevés adat és rossz korreláció miatt a mérések során nem lehetett egyértelmű kapcsolatot teremteni az iszap térfogati- ill. felületi terhelés és az elfolyás szilárdanyag-koncentrációja között.

Ahogy azt egy körkérdés is mutatta, a közbenső ülepítő méretezését gyakran a legkülönbözőbb változatokban, az ATV-A 131, vagy az előülepítő medencék méretezése szerint végezték. Ezen változatok közül hét esetben végeztek méretezést a három vizsgált medencére. Az ebből a méretezésből kapott mélységet és medence-alapterületet mindig összehasonlították a tényleges méretekkel.

A három medence egyikére, amelyek méreteit az első lépésben jónak tartották, most azt a méretezési változatot keresték, melynek méretei a leginkább egyeztek a méretezés eredményeivel. Kimutatták, hogy ez a méretezési változat kiegyenlíti a másik két medencénél mérés-technikai módszerekkel megállapított hiányokat. Elmagyarázzák a méretezési folyamatot és javasolják azt köralaprajzú, vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepítő medencék méretezésére.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, ATV-A 131, közbenső ülepítő medence, méretezés

1. Bevezetés

A közbenső ülepítő medencék (ZKB) ma főleg akkor válnak szükségessé, ha a csepegtetőtestes telepeket a nitrogénlebontásra vonatkozó, szigorúbb követelmények miatt bővíteni kell. A kivitelezés során előnyben részesítjük az elődenitrifikációs medencéket. A közbenső ülepítő medencének az a feladata, hogy az eleveniszapot besűrítse és visszavezesse, továbbá a medencét követő csepegtetőtest szilárdanyag-terhelését korlátozza, mivel különben csökkent nitrifikációs teljesítménnyel kell számolni és az eltömődés veszélye is fennáll.

A közbenső ülepítő medencék olyan ülepítő medencék, amelyek üzemeltetési- és működési módjukban az utóülepítő medencékhez hasonlítanak; azonban azoktól két jelentős pontban különböznek:

- A közbenső ülepítő medencéből általában nagyobb (kb. 40-120 mg/l) szilárdanyag-elfolyás engedélyezett. Az utóülepítő medence szilárdanyag-elfolyásának ezzel szemben kisebbnek kell lennie 20 mg/l-nél.
- A tényleges felületi terhelés a csepegtetőtestből történő recirkuláció miatt a denitrifikációs szakaszban részben jelentősen nagyobb.

Az üzemeltetés számára kínálkozik egy olyan szabályozási lehetőség, amely azt szabályozza, hogy a recirkuláció emelkedő érkező hozamnál csökkenjen, úgy, hogy a közbenső ülepítő medence hidraulikai felületi terhelése bizonyos tartományban állandó legyen.

Jelenleg még nem létezik méretezési előírás a közbenső ülepítő számára. A tervező gyakran az utóülepítő medence méretezését veszi alapul, ahol bizonyos csökkentéseket végeznek. A mérnökirodák körkérdésben említett eljárás módjainak értékelhetősége érdekében három szennyvíztisztító telepen végeztünk méréseket.

2. A vizsgált szennyvíztisztító telepek leírása

Mindhárom vizsgált szennyvíztisztító telep rendelkezik előkapcsolt eleveniszapos és csepegtetőtestes fokozattal. A csepegtetőtest elfolyásától visszavezetett, nitrát-tartalmú vizet az eleveniszapos medence nem levegőztetett zónájában denitrifikáljuk. Az „A” és „B” szennyvíztisztító telepek esetében a kis recirkuláció miatt a nitrátnak csak egy kis részét lehetett csökkenteni. Az „A” és „C” szennyvíztisztító telepeknél a recirkulációt emelkedő érkező hozam mellett fokozatosan csökkentettük, annak érdekében, hogy a közbenső ülepítő medencét ne terheljük túl.

Az utóülepítő medence teljesítőképességének megítéléséhez a kevert szennyvíz érkezésekor fennálló szilárdanyag-leválasztási képesség mértékadó, a terhelés és az iszaptulajdonságok függvényében. Ezért nagy érkező hozamok esetén lefolyási görbét mértünk a medence hozzá- és elfolyásánál. Értékelési szempontként a medence iszapszintjét is felhasználtuk. Az egyetlen közbenső ülepítő medencével rendelkező telepeken végzett vizsgálatok után olyan szennyvíztisztító telepeket keres-

*) az ATV és a GFA kutatási alap támogatásával (31/99-es projekt). A záró beszámoló hosszabb változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető az ATV-DVWK-központban (Angelika Schiffbauer, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872-135, e-mail: schiffb@atv.de).

tünk, amelyek legalább két közbenső ülepítő medencével rendelkeznek, így csak az egyik medence terhelése esetén is elérhettünk csúcsterheléseket.

2.1 „A” szennyvíztisztító telep

A mai közbenső ülepítő medencét korábban utóülepítő medenceként használták. Átmérője 22 m és mélysége kb. 3,80 m. A szennyvíztisztító telep maximális kevert szennyvíz-hozama kb. 580 m³/h. Ennél magasabb érkező hozamok esetén mindkét eleveniszapos medencét levegőztetik, és a recirkulációt a maximális érkező hozam eléréséig fokozatosan nullára csökkentik, azaz maximális érkező hozam mellett a közbenső ülepítő medencét utóülepítő medenceként üzemeltetik.

Az iszapindex a mérések idején kb. 100 ml/g körüli értékű volt. A maximális felületi terhelés közel 1,6 m/h, az iszap térfogati terhelés 420 l/(m²*h) volt. Ilyen terhelés esetén 27 mg/l-es szilárdanyag-elfolyást mértünk.

2.2 „B” szennyvíztisztító telep

A „B” szennyvíztisztító telepen az eleveniszapos fokozat iszapját vízszintesen átáramoltattott, 23,7 m-es átmérőjű közbenső ülepítő medencébe, és két dortmundi medencébe (D = 10 m) osztottuk el. Az érkező hozam-eloszlás változása miatt száraz időjárás esetén ugyan elérhettük a vízszintesen átáramoltattott medence nagyobb terhelését, nagyobb befolyó hozamok érkezése esetén azonban az eleveniszapos medence visszaduzzasztása lépett fel, így a maximális felületi terhelés nem növelhető ilyen módon. A maximális kevert szennyvíz-hozam 850 m³/h körül volt.

A medence mélysége az áramlási út 2/3-ánál 2,76 m, a medence szélén 2,5 m. Hidraulikai okokból a lapos medence recirkulációs iszapját emelkedő érkező hozam esetén három fokozatban csökkentik. A nitrát-tartalmú víz recirkulációja egyrészt nagyon kis térfogatáram mellett az utóülepítő medence elfolyásából az előülepítőbe történik, másrészt az utóülepítő medence iszap-tölcséréből is jelentős anyagmennyiséget szivattyúznak az eleveniszapos medencébe.

73 ml/g és 160 ml/g közötti iszapindexek esetén a medence elfolyásánál különböző szilárdanyag-koncentrációkat kaptunk. A szilárdanyag-elfolyás maximális érkező hozamok [$q_A = 1,4$ m/h-ig, $q_{SV} = 400$ l/(m²*h)-ig] esetén is általában 50 mg/l alatt maradt. Hosszabb időtartamú nagyobb érkező hozamok esetén az iszapszint ingadozása különösen kicsi volt.

2.3 „C” szennyvíztisztító telep

A „C” jelű szennyvíztisztító telepen két darab, 42,5 m átmérőjű és az áramlási út 2/3-ánál 5,36 m mély közbenső ülepítő medence található. Itt ugyancsak megvan annak a lehetősége, hogy a két medencét különböző mértékben

terheljük. A recirkulációs iszapot általában medencénként 500 l/s értékkel ($q_{A,R} = 1,27$ m/h) állandó mennyiségben szállítottuk. A csepegtetőtestből származó, a denitrifikációs fokozatba visszavezetett recirkulációt 800 l/s-os érkező hozamig szabályozzuk, így az az érkező vízhozammal együtt 900 l/s-ot tesz ki. Nagyobb érkező hozamok esetében állandó 100 l/s-ot recirkuláltatunk. A telep maximális kevert szennyvíz-hozama kb. 1.150 l/s.

Különböző kísérleteket végeztünk, melyek alapján a teljesítmény határát szeretnénk volna megtalálni. Egyértelművé vált, hogy nem feltétlenül a medence hidraulikai terhelése jelentette a hiba okát, hanem a túl magas iszapszint. Amint az iszapszint 1,3 m-nél magasabbra emelkedett a vízfelszín alatt, az iszap elkezdett felúszni. Azonban a bevezető elosztó hengertől a medence széléig tartó megszakítás nélküli sűrűség-áram is oda vezetett, hogy a medence szélén iszapfelhők jöttek a víz felszínére és a kétoldról áramoltatott elvezető csatornán keresztül az elfolyásba kerültek.

Ahogy később kitűnt, a kísérletek alatt problémák adódtak a foszfátkicsapattal. Valószínűleg a túlادagolás és a kedvezőtlen elegyedési hely vezetett a rossz ülepítési képességhez, amit azonban az iszapindex segítségével nem lehetett megállapítani. Az iszapindex a mérések ideje alatt 85 és 96 ml/g közti értéket mutatott. Ez a probléma később, a pelyhesítőszert adagolásának optimalizálása segítségével megoldhatóvá vált. Ezek után az iszapszint ugyanakkora iszapindex és ugyanakkora hidraulikai terhelés mellett jelentősen alacsonyabban volt. Azt azonban meg lehet állapítani, hogy az 500 l/(m²*h) feletti iszap térfogati terhelés – a recirkulációt figyelmen kívül hagyva is – nagyon nagy.

Telep	Teljes telep			Medencénként			TS _{BB} [g/l]	ISV [ml/g]
	max Q _{zika} [l/s]	Q _{RZ} [l/s]	Q _{RS} [l/s]	Q _m [l/s]	Q _m +Q _{RZ} [l/s]	Q _m +Q _{RZ} +Q _{RS} [l/s]		
„A”	161,00	0,00	67,70	161,00	161,00	228,70	2,56	100
„B”	234,83	6,00	37,50	145,26	151,26	188,76	3,60	100
„C”	1.143,75	100	1.000	571,88	621,88	1.121,88	3,86	96

1. táblázat: A három vizsgált szennyvíztisztító telep méretezési adatai

3. A mérési eredmények értékelése és a közbenső ülepítő medence ATV-A 131 szerinti utóellenőrző számítása

A vizsgált medencék mélységére és alapterületére vonatkozó mérési eredmények értékelése az utóülepítő medencékkel kapcsolatosan szerzett tapasztalatok figyelembe vételével a következő eredményekre vezetett:

„A” telep:

A mélység bőven elegendő, semmi jele a magas iszapszint által okozott szilárdanyag-elúszásnak, a felület

nagysága megfelelő, az iszapszint-ingadozás nem túl nagy, a sűrűségáram a medence széléig tart.

		Q _m +Q _{RZ} +Q _{RS}	Q _m +Q _{RZ}	Q _m
„A” telep				
tényleges hidraulikai felületi-terhelés	q _A [m/h] =	2,2	1,5	1,5
tényleges iszap felületi-terhelés	q _{SV} [l/(m ² *h)] =	553	390	390
lehetséges iszap felületi-terhelés	max. q _{SV} [l/(m ² *h)] =	618	453	453
tényleges iszap térfogati-terhelés	q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	146	146	146
lehetséges iszap térfogati-terhelés	max. q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	163	163	163
„B” telep				
tényleges hidraulikai felületi-terhelés	q _A [m/h] =	1,5	1,2	1,2
tényleges iszap felületi-terhelés	q _{SV} [l/(m ² *h)] =	541	434	416
lehetséges iszap felületi-terhelés	max. q _{SV} [l/(m ² *h)] =	463	355	338
tényleges iszap térfogati-terhelés	q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	196	196	196
lehetséges iszap térfogati-terhelés	max. q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	168	168	168
„C” telep				
tényleges hidraulikai felületi-terhelés	q _A [m/h] =	2,8	1,6	1,5
tényleges iszap felületi-terhelés	q _{SV} [l/(m ² *h)] =	989	548	504
lehetséges iszap felületi-terhelés	max. q _{SV} [l/(m ² *h)] =	987	547	503
tényleges iszap térfogati-terhelés	q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	185	185	185
lehetséges iszap térfogati-terhelés	max. q _{SR} [l/(m ³ *h)] =	184	184	184

2. táblázat: A medencék utóellenőrzésének számítási eredményei

„B” telep:

A mélység megfelelő, semmi jele a magas iszapszint által okozott szilárdanyag-elúszásnak, a felület nagysága bőven elegendő, alig lépnek fel iszapszint-ingadozások, a sűrűségáram a medence széléig tart.

„C” telep:

Kedvezőtlen ülepedési tulajdonságok mellett iszapelúszás a túl magas iszapszint és a medence szélén felszálló iszapfelhők következményeként, vagyis túl kicsi az átmérő.

A következőkben a két közbenső ülepítő medencét az ATV-A 131 (Resch/Steinmann, 1991) alapján, az érkező hozam három különböző definíciója szerint utólag ellenőrizzük. A számítás során iteratív módon számoljuk ki az iszap térfogati-terhelést, melyben az egyes működési zónák mélységének összege éppen az adott medencemélységnek felel meg. Az 1. táblázat a számításokhoz rendelkezésünkre álló adatokat mutatja; a 2. táblázat az érkező hozam három definíciója alapján történő számítás eredményeit tartalmazza, amelyeknek többek között a mélység számításában szerepet játszó recirkulációs arányra is hatása van.

Az ATV-A 131-ben definiált érkező hozamok (2. táblázat, jobb oldali oszlop) figyelembe vételekor kitűnik, hogy az „A” telep medencéje az iszap-térfogati terhelés szempontjából nincs teljesen kihasználva. A „B” telep medencéje nagyobb terhelést kap, mint a méretezés szerint megengedhető terhelés. Emellett a felületi hidraulikai terhelés az 1,6 m/h-s határérték alatt marad

(ATV, 1991). A „C” telep medencéje az iszap térfogati-terhelés szempontjából a számítási határon üzemel. Ez az érték a nagy meglévő medencetér fogat miatt túllépi az ATV-A 131 450 l/(m²*h)-s határértékét.

Az a tény, hogy ezek az eredmények a mérések alapján levont végkövetkeztetésekkel meglehetősen jól egyeznek, arra utal, hogy a közbenső ülepítő medence méretezése lehetséges az ATV-A 131 alapján. Az érkező hozam definíciója a recirkulációs áram figyelembe vétele mellett a vizsgált közbenső ülepítő medencék esetében csak kevéssé tér el az iszap térfogati-terhelés szempontjából az ATV-A 131 szerinti definíciós eredményeitől. Ez azzal magyarázható, hogy ezeknél a telepeknél maximális érkező hozam esetén a recirkulációt erősen lecsökkentik vagy teljesen le is állítják. Ezt a döntést a nitrifikációs teljesítmény függvényében a teljes telepre alkalmazni kell. Az összes-nitrogénre vonatkozó szigorú elfolyási követelmények vagy a csepegtetőtest kielégítő tartalékai esetén a recirkulációt maximális érkező hozamnál is közepes szinten tarthatjuk. Így azonban mégis úgy tűnik, hogy figyelembe vettük a közbenső ülepítő medence méretezésénél.

Összehasonlításképpen az érkező hozam harmadik definíciója, mégpedig a közbenső ülepítő medence tényleges érkező hozama alapján is számoltunk. Ebből a definícióból jelentősen nagyobb iszap felületi- és iszap térfogati-terhelések adódnak. Az ilyen jellegű értelmezés esetén a maximálisan megengedhető terheléseket is meg kell növelni.

4. Különböző méretezési változatok vizsgálata

A következőkben különböző méretezési változatokat és a három vizsgált medencére azokból adódó méreteket vitatjuk meg. Az említett változatok a közbenső ülepítő medencék méretezési módszereinek választékát mutatják be, amelyeket egy körkérdés alapján állítottunk össze:

1. változat:

A méretezés az utóülepítő medencék ATV-A 131 szerinti méretezése alapján történik, azonban a h₃ tárolótér elhagyásával.

2. változat:

A méretezés az utóülepítő medencék ATV-A 131 szerinti méretezése alapján történik, azonban a h₁ tisztavíz-tér elhagyásával.

3. változat:

A méretezés az utóülepítő medencék ATV-A 131 szerinti méretezése alapján történik, azonban a h₃ tárolótér és a h₁ tisztavíz-tér elhagyásával.

4. változat:

A méretezés az utóülepítő medencék ATV-A 131 szerinti méretezése alapján történik, azonban megnövelt megengedhető iszap felületi terheléssel.

$$\text{megengedhető } q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$$

5. változat:

A méretezés az utóülepítő medencék ATV-A 131 szerinti méretezése alapján történik, azonban megnövelt megengedhető felületi hidraulikai terheléssel és iszap felületi terheléssel.

$$\text{megengedhető } q_A = 2,5 \text{ m/h}$$

$$\text{megengedhető } q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$$

6. változat:

A méretezés az előülepítő medencéhez hasonlóan történik; melynek során a megengedhető felületi hidraulikai terhelést és a maximális tartózkodási időt előre megadjuk.

a) megengedhető $q_A = 1,9 \text{ m/h}$

megengedhető $t_A = 1,65 \text{ h}$

b) megengedhető $q_A = 2,5 \text{ m/h}$

megengedhető $t_A = 1,5 \text{ h}$

Ezen méretezési változatok eredményeit összehasonlítottuk a ténylegesen meglévő méretekkel. A változatok egyszerű értékelhetősége érdekében úgynevezett minőség-értéket definiáltunk a medencemélység (G_h [%]) és a medence-alapterület (G_A [%]) megfelelésének megállapítására.

$$G_h = \frac{h_{\text{össz, szüks.}}}{h_{\text{össz, meglévő}}} \cdot 100[\%]$$

$$G_A = \frac{A_{ZKB, szüks.}}{h_{ZKB, meglévő}} \cdot 100[\%]$$

Minél jobban közelítik ezek az értékek a 100%-ot, annál jobban egyeznek az alkalmazott változat eredményei a tényleges medenceméretekkel. Amennyiben a kapott érték 100% feletti, a tényleges méretek kisebbek, mint a számított értékek. A 3. táblázatban összeállítottuk a számított minőségi értékeket.

A meglévő medence-méretektől való eltérések részben egészen nagyok. A $Q = Q_m + Q_{RZ} + Q_{RS}$ érkező vízhozam definíciója esetében a felületre vonatkozó nagy különbségek arra vezethetők vissza, hogy az ATV-A 131-ben a maximális felületi terhelés rögzítésekor a recirkulációs iszapmennyiséget csak közvetett módon vettük figyelembe.

„A” telep						
	Maximális ($Q_m + Q_{RZ} + Q_{RS}$)		Maximális ($Q_m + Q_{RZ}$)		Maximális Q_m	
	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]
ATV-A 131	71	135	95	95	95	95
V1 (ATV-A 131, h_3 nélkül)	61	135	81	95	81	95
V2 (ATV-A 131, h_1 nélkül)	58	135	82	95	82	95
V3 (ATV-A 131, h_3 és h_1 nélkül)	48	135	68	95	68	95
V4 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$)	71	135	95	95	95	95
V5 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$, $q_A = 2,5 \text{ m/s}$)	71	135	95	95	95	95
V6a (mint az EÜ medence, $q_A = 1,9 \text{ m/h}$, $t_A = 1,65 \text{ h}$)	83	114	83	80	83	80
V6b (mint az EÜ medence, $q_A = 2,5 \text{ m/h}$, $t_A = 1,5 \text{ h}$)	109	86	109	61	109	61

„B” telep						
	Maximális ($Q_m + Q_{RZ} + Q_{RS}$)		Maximális ($Q_m + Q_{RZ}$)		Maximális Q_m	
	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]
ATV-A 131	98	120	118	96	122	93
V1 (ATV-A 131, h_3 nélkül)	83	120	99	96	103	93
V2 (ATV-A 131, h_1 nélkül)	80	120	99	96	104	93
V3 (ATV-A 131, h_3 és h_1 nélkül)	65	120	81	96	85	93
V4 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$)	116	98	140	79	145	76
V5 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$, $q_A = 2,5 \text{ m/s}$)	116	98	140	79	145	76
V6a (mint az EÜ medence, $q_A = 1,9 \text{ m/h}$, $t_A = 1,65 \text{ h}$)	114	79	114	63	114	61
V6b (mint az EÜ medence, $q_A = 2,5 \text{ m/h}$, $t_A = 1,5 \text{ h}$)	136	60	136	48	136	46

„C” telep						
	Maximális ($Q_m + Q_{RZ} + Q_{RS}$)		Maximális ($Q_m + Q_{RZ}$)		Maximális Q_m	
	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]	G_h [%]	G_A [%]
ATV-A 131	51	220	84	122	90	112
V1 (ATV-A 131, h_3 nélkül)	43	220	70	122	76	112
V2 (ATV-A 131, h_1 nélkül)	41	220	75	122	81	112
V3 (ATV-A 131, h_3 és h_1 nélkül)	34	220	61	122	66	112
V4 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$)	60	180	100	100	108	92
V5 (ATV-A 131, $q_{SV} = 550 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}$, $q_A = 2,5 \text{ m/s}$)	60	180	100	100	108	92
V6a (mint az EÜ medence, $q_A = 1,9 \text{ m/h}$, $t_A = 1,65 \text{ h}$)	58	150	58	83	58	76
V6b (mint az EÜ medence, $q_A = 2,5 \text{ m/h}$, $t_A = 1,5 \text{ h}$)	70	114	70	63	70	58

3. táblázat: A minőségi értékek összeállítása

5. Méretezési javaslat

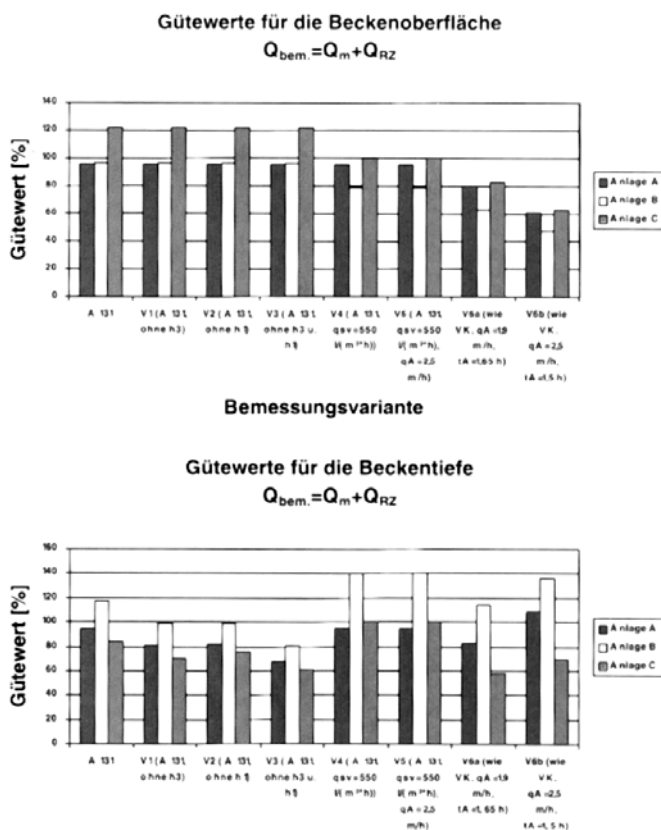
A 3. táblázat azt mutatja, hogy az 1-es és 2-es változat elég jól tükrözi a 3. fejezetben összefoglalt vizsgálati eredményeket. Az tűnik ki belőle, hogy az „A” telep esetében megfelelő a medence mélysége, és a medence alapterületét a legteljesebb mértékben kihasználják. A „B” telep medencéje a meglévő méretek esetében jó eredményeket mutat, a „C” telepnél pedig az építés so-

rán a helyhiány miatt hiányzó szélességi kiterjedést a mélység növelésével pótolták.

Már említettük, hogy a közbenső ülepítő medencére érkező vízhozamot célszerű úgy definiálni, hogy benne legyen a recirkuláció is. Amennyiben az ATV-A 131 szerint méretezünk, nem lehet a recirkulációs iszapot közvetlenül az érkező vízhozamban figyelembe venni, tehát a medencére ténylegesen érkező vízhozamot behelyettesíteni. Akkor, a használható eredmény elérése érdekében, meg kellene változtatni a megengedhető iszap térfogati-terhelést, valamint a megengedhető felületi hidraulikai terhelést is.

Az 1. ábra $Q_{\text{méretezési}} = Q_m + Q_{RZ}$ -re azt mutatja, hogy a „B” telep 1-es és 2-es méretezési változatai mind a medence-alapterület, mind pedig a mélység szempontjából nagyon közel esnek a tényleges medenceméretekhez.

Mivel a „B” telep üzeme során elfogadható teljesítményt mutatott, az utóülepítő és a közbenső ülepítő közötti két jelentős különbség (lásd 1. fejezet) figyelembe vételével, a bemutatott vizsgálatok után a közbenső ülepítő medence következő méretezési eljárása vezethető le az ATV-A 131 alapján:



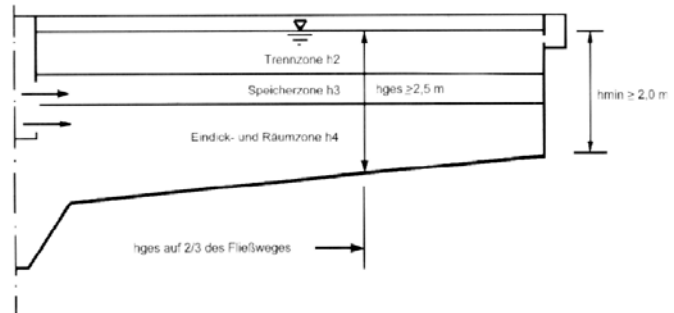
1. ábra: A medence-alapterület és -mélység különböző változatainak minőség-értékei $Q_{\text{méretezési}} = Q_m + Q_{RZ}$ esetén (Gütwerte für die Beckenoberfläche = minőség-értékek a medence-alapterületre; Gütwerte = minőségi érték; Anlage A = „A” telep; Anlage B = „B” telep; Anlage C = „C” telep; Bemessungsvariante = méretezési változat; Gütwerte für die Beckentiefe = minőség-értékek a medencemélységre)

- A méretezés alapjául a maximális érkező kevert szennyvíz-hozam szolgál, a recirkulációs vízhozammal együtt ($Q_m + Q_{RZ}$).

- Az alapterület ezzel

$$A = \frac{Q_m + Q_{RZ}}{q_A} \text{-ra adódik.}$$

- A recirkulációs arányt a recirkulációs iszapmennyiség és a méretezési vízhozam hányadosaként definiáljuk.
- Amennyiben a következő csepegtetőtestes fokozat nitrifikáció tekintetében rendelkezik bizonyos tartalékkal, vagyis 40 és 120 mg/l-es szilárdanyag-tartalom nem befolyásolja a nitrifikációt, a tisztavizes zóna kihagyható. Az egyes mélységek összegéből megkapjuk a $h_{\text{össz}}$ teljes mélységet. Ezt a mélységet az áramlási úthossz 2/3-ánál kell biztosítani (lásd 2. ábra). A minimálisan betartandó mélységek az ATV-A 131 követelményeihez képest 0,5 m-rel (a tisztavizes zóna mélységével) csökkennek, vagyis, $h_{\text{össz}}$ -nek legalább 2,5 m-nek és a medence pereménél a mélységnek legalább 2,0 m-nek kell lennie.



2. ábra: Vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepítő medence zónái és mélységei (Trennzona $h_2 = h_2$ -es szétválasztási zóna; Speicherzone $h_3 = h_3$ -as tárolási zóna; hges = hossz; Eindick- und Räumzone = sűrítési- és kotrási zóna; hges auf 2/3 des Fließweges = hossz az áramlási úthossz 2/3-ánál)

- A méretezés ellenőrzéseként szolgálhat pl. a fajlagos iszap térfogati terhelés. Ez a visszavezetett- és recirkulációs áramot is beleértve nem haladhatja meg a 200 l/(m³*h)-t.
- Annak érdekében, hogy a méretezés során ne kapjunk túl nagy alapterületet, a maximális érkező vízhozam esetén alkalmazandó recirkulációt a visszavezetett iszapmennyiség kb. felére kell korlátozni.

6. Következtetések

Három vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepítő medencén végzett mérések alapján vezettünk le méretezési módszert csepegtetőtestek elé kapcsolt közbenső ülepítő medencék számára, az ATV-A 131-es munkalap felhasználásával. A módszer figyelembe veszi a recirkuláció által keletkezett terhelést, valamint azon tényt, hogy a legtöbb esetben nagyobb szilárdanyag-koncentráció engedélyezhető, mint az utóülepítő medencék esetében. Akkor, ha a csepegtetőtestes szakaszt a nitrifikáció szempontjából alulméretezték, tisztavizes zónát kell betervezni, úgy mint az utóülepítőknél.

Eltételezve az ismertetett eltérésektől, eljárhatunk az ATV-A 131-ben (ATV, 1991) leírtak szerint. Időközben az ATV-A 131-et átdolgozták (ATV, 2000). A régebbi változattal szembeni jelentős változások a nagyobb megengedhető iszap térfogati-terhelés és h_4 eltérő számítása. Mivel a nagyobb megengedhető iszap térfogati-terhelésnek a mélység számítására is van hatása, javasolt először az 1991-es ATV-A 131 szerint tájékozódni.

Köszönetnyilvánítás

A Kassai Általános Főiskola „Települési vízgazdálkodás” szakcsoportja köszönetét fejezi ki az ATV-nak a kutatási terv anyagi támogatásáért. Kiemelten szeretnénk megemlíteni a nagy érdeklődést és a szennyvíztisztító telepek üzemeltető személyzetének közvetlenségét, akik-

nek szívélyes támogatása nélkül nem végezhetők volna el a vizsgálatokat. Köszönjük szépen!

Irodalom

ATV-A 131 (1991), „Bemessung von einstufigen Kläranlagen ab 5.000 Einwohnerwerten”, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik (GFA), Hennef

ATV-DVWK A 131 (2000), „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen,, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik (GFA), Hennef

Resch, H., Steinmann, G. A. (1991):

Hinweise zur praktischen Handhabung der Bemessung von Nachklärbecken nach ATV-Arbeitsblatt A 131, *Korrespondenz Abwasser 38*, Heft 9, S. 1166 ff.



purator
KÖRNYEZETTECHNIKA

egy életre érdemes
környezetért ...





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

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

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

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

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

Az alábbi megjelölt témakörökben kérek megkeresést

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

HÍRCSATORNA ISMERTETŐ RENDEZVÉNYÜNKRŐL

2001. január 17-én a KTE Talajmechanikai Szakosztálya, a MHT Oktatási és Ifjúsági Bizottsága továbbá a Csatornázási és Szennyvíztisztítási Szakosztálya, a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség, a SZIE Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Karának Közmű- és Mélyépítési Tanszéke szervezésében nagyszerű előadóülés megtartására került sor a SZIE Ybl Miklós Műszaki Főiskolai karán.

Az előadóülés témája: „Az MSZ EN 1610 - Zárt vízvezető csatornák fektetése és vizsgálata” c. szabvány bevezetésének várható hatásai.

Az előadóülés előadói: Dr. Dulovics Dezső Ph.D. egyetemi docens BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, és Dulovics Dezsőné dr. főiskolai tanár, SZIE-YMMFK Közmű és Mélyépítési Tanszék,

felkért hozzászóló: Dr. Telekes Gábor főiskolai tanár, tanszékvezető SZIE-YMMFK Közmű- és Mélyépítési Tanszéke,

levezető elnök: Keszezy Zsolt, a KTE Talajmechanikai Szakosztály elnöke, GEOHIDRO Kft voltak. Az ülést megnyitotta: Dr. Reischl Gábor DLA, főiskolai tanár, tanszékvezető, a SZIE-YMMFK főigazgatója.

Az előadásokat követő hozzászólások sokoldalúan világították meg az előadott téma jelentőségét.

Dr. Juhász Endre, a műszaki tudomány kandidátusa, a SZIE tanára hozzászólásában a csatornák megfelelőségét, és ezzel kapcsolatban az előadásban elhangzottak jelentőségét elemezte, Mészáros Pál, az M+T KKT részéről a csatornák statikai méretezésében a megváltozott adottságokat ismertette, és hiányolta a nemzeti szabványosítást.

Dr. Bozóky Szeszich Ádám a MÉLYÉPTERV CE részéről a tervezők felelősségét emelte ki a nem kötelező érvényű szabványok alkalmazása során, Dr. Wisnovszky Iván c. főiskolai tanár SZIE-YMMFK a szabálytalan bekötések okozta állékonysági problémákról szólt, Medgyesi Pál Makói Vízmű Kft, a Mérnöki Kamara szerepét, a műszaki ellenőrök és a kivitelezők kvalifikációját, Pósch Ferenc, FCSM az üzemeltető érdekltségét a minőségi csatornaépítésben vetette fel.

Az előadóülést széleskörű érdeklődés jellemezte, azon 34 fő vett részt a szakma minden szektorát képviselve.

Tájékoztatjuk T. Tagságunkat, hogy az MSZ EN 1610 szabvány bevezetése folyamatban van, más csatornázási és szennyvíztisztítási szabványokkal együtt. Megjelenésükről lapunk hasábjain tájékoztatást fogunk adni.





Korrespondenz Abwasser 2000/12

ATV-DVWK-taggyűlés

Csőkötések felújítása *) – Táguló injektált tömítések

Peter Maagh (Erfststadt)

Összefoglalás

A mai szennyvízcsatornák károsodását leggyakrabban a nem megfelelő tömítésű csőkötések okozzák. Ennek legfőbb oka a tömítés előállításánál az építkezés helyszínén felhasznált anyagok (pl. szalma és agyag, kátrányozott gyékényfonat és cementhabarcs, rugalmas szigetelőmasszák) nem megfelelő ellenállóképessége az öregedéssel szemben. Az alkalmazott csőanyagok (legtöbbször kőagyag vagy beton) a tömítésekhez képest változatlanul bizonyultak és még a régebbi csatornák esetében is felhasználható állapotban voltak.

A kitarítás nélküli rekonstrukció a csőkötések károsodása esetében hatékony és költségkímélő megoldás; melynek során gyakran alkalmaznak injektálásos módszereket, amikor a csatorna belső teréből injektálnak tömítőanyagot a csőkötésbe. Az anyag a hiányosság helyén behatol az azt körülvevő talajba és a talaj anyagával összekapcsolódva tömítőtestet képez a csővön kívül. A létező módszerek segítségével elérhető tömítések azonban működésükben és minőségükben nem hasonlíthatók össze a mai csövek munkaoldali tömítéseivel.

Az RWTH Aachen Építőgépek és Építéskivitelezés Tanszékén egy disszertáció keretében a nem megfelelő tömörű csőkötések kitarítás nélküli rekonstrukciójának új módszerét fejlesztették ki.

Vizsgálatok a textil-szűrőközegek segítségével megvalósuló nagyhatékonyságú szennyvíztisztítással kapcsolatban*)

Szövetszűrés és mikroszűrés

Ulrich Grabbe (Reichenburg/Svájc)

Összefoglalás

Bolyhos anyagok szűrőközegeként való alkalmazása segítségével megoldható a szövetszűrés alapproblémája, a szövetellenállás megmaradó alap-szennyeződés miatti jelentős növekedése. Ebből adódik a nagyobb maximális hidraulikai terhelhetőség, ill. szilárdanyag-felületi terhelés megengedésének a lehetősége, egyidejűleg megfelelő leválasztási teljesítmény mellett. A szövetben való hosszabb tartózkodási idő és a kisebb energiafogyasztás jelentős üzemeltetési költség-megtakarításhoz vezet. A telepek műszakilag egyszerűbben és kisebb szűrőfelületekkel kivitelezhetők, így a beruházás szempontjából is elérhető a költségek csökkenése. A már meglévő szövetszűrők említésre méltó műszaki változtatás nélkül szintén átalakíthatók bolyhos szövetes megoldássá. Az eltömődés problémakörének megoldása által a még finomabb szövetszerkezetű bolyhos anyagok (mikroszálalás anyagok) alkalmazása, és ezzel a szövetszűrők elfolyási értékeinek további javulása is lehetővé válik.

*) A szerzőt a tanulmány elkészítéséért 2000. szeptember 26-án az ATV-DVWK Ernst-Kuntze-díjjal tüntették ki.

Célkeresztben

Vízgazdálkodási kutatás és fejlesztés: a LAWA kutatási program új szerkezete

Wolfgang Merkel (Wiesbaden)

Összefoglalás

A „Vízgazdálkodási Kuratórium (KfW)” név alatt 28 éven keresztül sikeresen folytatták le a vízgazdálkodási kutatások koordinálását és a műszaki irányelvek támogatását a szövetségi tartományok és a műszaki-tudományos egyesületek között. 2001. január 1-től a KfW tagszervezetei és a Tartományi Víz Kutatócsoport (LAWA) közötti kölcsönös egyetértésben a támogatási program irányítását közvetlenül Mecklenburg-Előpomeránia tartomány veszi át; a KfW befejezi tevékenységét. Ebből az alkalomból nyújtanak áttekintést az elmúlt évekről.

Internet

Minőségmenedzsment-rendszerek – peremfeltételek, intézkedések, minősítés

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

„A minőség fontos, ha nem a legfontosabb tényező az ipari versenyben, és az is marad. Nem hiába hódította meg a „minőségi szabvány” az ipari világot – az ISO 9000-es szabványsorozat”-tal állítja egy minősítő. Ki kell hogy egészítsük: már nem kizárólag az „ipari” világot. A következőkben kiválasztott példák segítségével mutatjuk be, hogy a szennyvíztechnikai felelős hol szerezhethet információt az interneten a minőségbiztosításról, valamint hol található segítséget a minőség-menedzsment-rendszerek felépítéséhez.

Vízvezető rendszerek

Csapadékvíz-tisztítás örvényleválasztók segítségével

Gebhard Weiß és Hansjörg Brombach (Bad Mergentheim)

Összefoglalás

Az örvényleválasztókat az elmúlt években többször is sikerrel alkalmazták a csapadékvíz tisztításához; elsősorban egyesített csatornarendszer esetén. A működést és a lehetséges alkalmazási eseteket részletesen ismertetik. Az örvényleválasztóknak nem a jól ismert csapadékvíz-tisztító berendezéseket kell helyettesíteniük, hanem a kisebb medencetérfogatu berendezésekben kell azokat kiegészíteniük. A hagyományos ülepítő medence helyett örvényleválasztó elhelyezésével ugyanakkora szennyezőanyag-visszatartás mellett a térfogatnak kb. a felét megtakaríthatjuk. Ehhez kapcsolódnak még a teljes öntisztulás üzemi előnyei, az hogy a leülepedett iszap nem kavarodik fel újra, valamint hogy nincs szükség mozgó alkatrészekre. Röviden bemutatásra kerül a méretezési módszer, végül néhány kivitelezési példa következik.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, csapadékvíz-tisztítás, egyesített rendszerű csatornázás, leválasztó, hidrodinamikai, medence, kör alaprajzú.

Kommunális szennyvíztisztítás

Fixfilmes utódenitrifikációs szennyvíztisztító telep kiválasztása az „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetségénél

Kiválasztás, tervezés, valamint az üzemeltetés első eredményei

Jürgen Barthel (Kulmbach), Hubert Burbaum (Gütersloh), Ferdinand Klegraf (Kulmbach) és Rolf Meyer (Hannover)

Összefoglalás

A gütersloh-i „Obere Lutter” Szennyvíz Szövetségnek (AOL) 380.000 LE-ű szennyvíztisztító telepén műszaki berendezésekre volt szüksége a denitrifikációhoz. Európa-szerte kiírt pályázat és az elő-, valamint az utó-

kapcsolt denitrifikáció költség/haszon-elemzése után az AOL az utókapcsolt fixfilmes denitrifikációs berendezés mellett döntött. A döntési folyamatot, valamint a tervezési alapokat, a telep leírását és az üzemeltetési eredményeket mutatják be.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, denitrifikáció, fixfilmes reaktor, tápanyag-lebontás, metanol, bioszűrő, Obere Lutter

Kis szennyvíztisztító telepek karbantartása

A Szennyvíz-Infó-Börze projekt Alsószászország tartományban

Katrin von Felde, Maike Burmester és Joachim Vollmer (Hannover)

Összefoglalás

2000. április 1-e óta a „Szennyvíz-Infó-Börze” létezik Alsószászország tartományban. Ezzel a projekttel szeretné támogatni a Kommunális Környezet-Akció (U. A. N.) – az Alsószászországi tartománybeli Város- és Települési Szövetség egyik leányvállalata – a szennyvíztechnikai tapasztalatcserét. Az alapgondolat az általános kérdések feldolgozása az Alsószászországi tartománybeli Környezeti Minisztériummal való együttműködés keretében, minden érintett fél (települések, gyakornokok, lakossági csoportok, szakcégek és kutatók) bevonásával. Az első téma a kis szennyvíztisztító telepek karbantartása.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, kis szennyvíztisztító telep, karbantartás, tapasztalat, csere, Alsószászország tartomány

Hulladék/Szennyvíziszap

A Hulladéklerakási Rendelet hatásai

Klaus Fricke, Gunnar Ziehmman és Kai Münnich (Braunschweig)

Összefoglalás

A „Települési Hulladék” Műszaki Irányelv (TASi) 1993-as hatályba lépése óta vitatkoznak a mechanikailag-biológiailag előkezelt hulladék (MBA) lerakásáról. A „Rendelet a települési hulladék környezetbarát lerakásáról és a biológiai hulladékkezelésről” (AbfAbIV) szabályozza az MBA-hulladékok kezelését és lerakását. Az AbfAbIV tervezetét 2000. szeptemberében a Szövetségi Kabinet alkotta meg és a Szövetségi Tanács számára döntéshozásra előterjesztették.

A következő cikkben először azt vitatják meg, hogy az AbfAbIV követelményei a mechanikailag-biológiailag előkezelt „maradék-hulladékkezelés” segítségével betarthatóak-e. A második fejezet az MBA-anyagok termékminőségét és a kiválasztott beépítési méreteket írja le. Az ebből levezethető lerakóépítési- és üzemeltetési követelményeket tartalmazza a cikk utolsó fejezete.

Kulcsszavak: hulladék, lerakó, depóniaágaz, depónia-csurgalékvíz, hulladékjog, Hulladéklerakási Rendelet, Települési Hulladék Műszaki Irányelv, kezelés, mechanikai-biológiai

Ipari szennyvizek/Telepre vonatkoztatott vízvédelem

EDTA- (etilén-diamin-tetraecetsav-) tartalmú szennyvizek kezelése

Jürgen Pröter és Klaus Pflugbeil (Lipcse)

Összefoglalás

Egy erőmű berendezései lebontásának keretében késlekedtek 1.500 m³ komplex- és nehézfém-tartalmú szennyvíz tisztításával. A szennyvizet olyan mértékben kellett megtisztítani, hogy lehetővé váljon a befogadóba való közvetlen bevezetés. A szennyvíztisztításhoz UV-oxidációt és nehézfém-kicsapatást végző mobil berendezést alkalmaztak. Így képesek voltak úgy megtisztítani a szennyvizet, hogy az a környezetvédelmi hatóságok minden feltételének megfeleljen. A vízben lévő, etilén-diamin-tetraecetsav nevű komplex anyag több mint 99%-ban lebomlott. A kifejlesztett módszer megfelelő elemzés és adaptálás után számos problémás ipari szennyvíz tisztítására alkalmazható.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, szennyvíztisztítás, erőmű, UV-sugárzás, komplexképző, EDTA

Hidrológia/Vízhasznosítás

Természetes csapadékvíz-hasznosító berendezés céljai és tervezési alapelvei Drezdában

Christian Korndörfer, Jens Seifert, Harald Kroll és Lothar Fuhrmann (Drezda)

Összefoglalás

A természetes csapadékvíz-hasznosítás keretében Drezdában olyan tervezési alapelveket fejlesztettek ki, amelyek alapján levezethetők voltak az eddig elhanyagolt, „vízháztartás” és „vízvédelem” témákban az éves vízmérleg megtartásának és a csúcs-vízhozamok csillapításának bizonyos jellemzői.

Kulcsszavak: hidrológia, csapadékvíz, hasznosítás, városi, természetes, vízháztartás, Drezda

Vizek/Talaj

Az egykori berlini „Karolinenhöhe” öntöző mező ismételt üzembe helyezése tisztított szennyvízzel

A talajvíz minőségi jellemzőinek javulására való kihatások

Christoph Ertl és Gerhard Ginzel (Berlin)

Összefoglalás

A berlini „Karolinenhöhe” öntöző mező 1896 óta üzemel. 1987-ben elkezdtek tisztított szennyvizet adagolni a mezőre. A talajvíz-minőség értékelésének eredményei azt mutatják, hogy az öntöző mező hatása alatt álló talajvíz-csatornák szennyezőanyag-tartalma csökkenőben van a kevert szennyvíz helyett tisztított szennyvízzel történő öntözésre való átállás következtében. A felszíni vizek esetében az öntöző mező következtében kialakuló eutrofizációveszély a vízelvezető árkok elfolyási vízminősége alapján nem volt megállapítható. A hosszú távú vízgazdálkodás szempontjából az egykori öntöző mezők helyének ilyen célú újrafelhasználása a helyi körülmények (a talajvízkészletek védelmi osztálya, az öntözővíz korábbi használata és minősége általi szennyezettségi fok) figyelembe vételével a talajvíz-minőség javításának, ill. a kínálózkodó lehetőségek mennyiségi növelése lehetséges eszközének tűnik. A tisztított szennyvíz egykori, öntöző mezőkön történő újrafelhasználása hozzájárul a kommunális szennyvíz felhasználásáról szóló EU-irányelvnek (91/271/EU, 12 (1) cikkely, újrafelhasználási rendelet) való megfeleléshez, valamint annak a Vízháztartási Törvényben való egyértelműbbé tételéhez.

Kulcsszavak: talaj, hidrológia, talajvíz, talajvíz-veszélyeztetés, talajvíz-újraépződés, öntözés, tisztított szennyvíz, kevert szennyvíz, Berlin

Jog

Szennyvíztisztító telepek szélsőséges üzemi körülményei

Vízjogi és a szennyvízdíj szempontjából történő értékelés

Ulrike Jüttner és Hans Zehrfeld (Halle/Saale)

Összefoglalás

Szennyvíztisztító telepek szélsőséges üzemi körülményei alatt olyan bevezetéseket értünk, amelyek még nem felelnek meg a Vízháztartási Törvény (WHG) 7a §-a 1. bekezdése követelményeinek, valamint az új és bővített szennyvíztisztító telepek beüzemelési- és próbaüzemét, illetve a szennyvíztisztító telepek tervszerű karbantartási- és javítási munkálatait értik. Ezen körülmények vízjogi- és a szennyvízdíj szempontjából történő értékelését vitatják meg. A Vízháztartási Törvény 7a §-ának 3. szakasza szerinti telepek és bevezetések alkalmassá tételére felújítási engedélyt kell kérni, és a szennyvízdíj a bevezetett szennyvízmennyiség alapján kerül számításra. A beüzemelési- és próbaüzem időszakára, valamint a karbantartási- és javítási munkálatok idejére a hatóságoknak a türelmi elv figyelembe vételével tulajdonképpen bizonyos ideig tűrniük kellene a Vízháztartási Törvény 7a §-ának 1. szakasza, és a Szennyvízrendelet (AbwV) követelményeitől eltérő minőségű szennyvíz-bevezetéseket. A két utolsóként említett esetben a bevezetők számára valójában nem volna szabad megemelt szennyvízdíjat számlázni.

Kulcsszavak: jog, vízjog, Szennyvízrendelet, Szennyvízdíj-törvény, Vízháztartási Törvény, üzem, szennyvíztisztító telepek, zavar

Gazdaság

Szennyeződéstől függő szennyvízdíjak számítása* Különböző számítási alapok összehasonlítása

Antje Schöler és Ulrich Rott (Stuttgart)

Összefoglalás

Olyan település számára, amely a szennyezőanyag-mennyiség alapján történő szennyvízdíj megállapítása mellett dönt, felmerül a kérdés, hogy ez a díj melyik módszer szerint számítandó. Tisztázni kell azt is, hogy az egyes szennyvíz-jellemzőkre vonatkozó százalékos költségmegosztás milyen számítási alapelv szerint történjen. Ugyanis csak a számított szennyeződéssel függő szennyvízdíj egyértelműen követhető számítása esetén várhatjuk el az érintett bevezetők általi elfogadását.

A szennyeződéssel függő szennyvízdíj megállapítása az önkormányzatok belátása szerinti tartományban mozoghat. Ezért elemeznek, mutatnak be és hasonlítanak össze egymással különböző, ma alkalmazott számítási alapmódszereket és a szennyeződés szempontjából jelentős szennyvíz-jellemzők mindenkor választott költségeloszlását, aminek segítségével a lehetséges eljárások bemutathatók.

Kulcsszavak: gazdaság, szennyvíztisztítás, díjak, számítás, nagy szennyeződés-pótdíj, költségszámítás

*) Az ATV és a GFA kutatási alap támogatásával (20/98-as projekt). A záró beszámoló hosszabb változata 70 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető az ATV-DVWK-központban (Angelika Schiffbauer, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872-135, e-mail: schiffb@atv.de).

MÉLYÉPTELV KOMPLEX MÉRNÖKI Rt.

1012. Budapest, Várfook u. 14.

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










E-mail: melyepterv@mail.mataav.hu

A MÉLYÉPTELV Komplex Mérnöki Rt. az 1948-ban alapított Mélyépitési Tervező Vállalat (MÉLYÉPTELV) II. Komplex Irodából 1992-ben alakult Mélyépiterv 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 mélyépitési 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, vízelvezetés,**
-  **Víztisztítás, szennyvíztisztítás,**
-  **Vízszállítás-technológia, speciális szivattyútelepek,**
-  **Mélyépités, magasépités, szerkezetépités,**
-  **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 2001/1

Internet

Távmunka – nem csak a szövegszerkesztés és a programozás lehetséges

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

„A távmunka a jövő egyik legfontosabb munkavállalási formájává válik. Már most is létezik a munkavállalóknak és a vállalatoknak ez a formája”, írja a „Távmunka – új munkavállalási formák esélyei, nagyobb mértékű foglalkoztatás, rugalmas munkaidők” című kiadvány (kiadó: Gazdasági- és Technológiai, valamint Munkaügyi- és Szociális Minisztérium). Arra, hogy a távmunka lehetőségét nem csak szövegszerkesztők és könyvelők használják, hanem olyan feladatok elvégzésére is alkalmas, amelyeken elsősorban mérnökök dolgoznak, néhány példát már ma is találhatunk. A következőkben ezeket mutatják be röviden. Ugyanakkor az állam és a szövetségi tartományok szervezeteit is ismertetik.

Vízvezető rendszerek

SIMK – Részleges teltségi görbék szimulációja*)

Franz Valentin (München) és Christian Kölling (Geretsried)

Összefoglalás

Egy kutatási terv eredménye a tojás- és négyszög-keresztmetszetű, 3:1-es és 1:3-as szélesség-magasság-arányú szennyvízcsatornákra megállapítja, hogy a keresztmetszet-forma és a vízállás jelentékeny befolyását az ATV-A 110-es munkalap alkalmazása esetén, a hidraulikai sugár figyelembevételével a nem kör alakú és nem szögletes szennyvízcsatornákra is jól meg lehet becsülni. Ez az ATV-A 110-es munkalapban erősen kibővített alkalmazási lehetőségeket kínál a részleges teltségi görbék szempontjából.

A részleges teltségi görbékből levezethető alakú tényezők exponenciális formában való definíciójuk alapján sokkal nagyobb bizonytalanságokat tartalmaznak, mint a v_T/v_V részleges teltségi értékek (az áramlási sebességek aránya részleges teltségnél – T –, és teltszelvény esetén – V), ezért messzemenő következtetések levonására nem alkalmazhatók.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, ATV-A 110, szimuláció, részleges teltség, hidraulika, csatorna

*) az ATV és a GFA kutatási alap támogatásával (31/99-es projekt). A záró beszámoló hosszabb változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető az ATV-DVWK-központban (Angelika Schiffbauer, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872-135, e-mail: schiffb@atv.de).

Utókapcsolt tárolószakaszú túlfolyásos záportároló medence hatékonyságának vizsgálata

Michael Becker, Rüdiger Prinz (Dortmund) és Thomas Liebig (Essen)

Összefoglalás

Egy meglévő túlfolyásos záportároló medencével vizsgálták az utókapcsolt tároló-szakasz hatékonyságát hidraulika- és anyagvisszatartás szempontjából. A három éves időtartamon belül mért adatok kiértékelése azt mutatta, hogy az utótárolási szakaszon összehasonlíthatóan alacsony tárolási térfogat esetén már jelentős mértékű anyag-visszatartás következik be. Egy, a mérési adatokra kalibrált modell segítségével jelezték előre a tároló-szakasz hosszú távú hatását. Ezen kívül a vizsgálatok által fontos felismerésekre tettek szert a kevert szennyvíz-túlfolyó vízhozamát tárolni képes szakaszok tervezése és tartós üzeme érdekében.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, csapadékvíz, tárolás, túlfolyásos záportároló medence, kevert szennyvíz, szennyezőanyag-hányad, hidraulika

Élővizek/Talaj

A talajokban való anyagtranszport előrejelezhetősége gyors áramlás („preferential flow”) figyelembe vételével

Andreas Schwarz és Martin Kaupenjohann (Hohenheim)

Összefoglalás

A viszonylag mobilis nitrát mellett a szerves, ill. ásványi talajfázishoz való magas affinitásuk ellenére pl. növényvédő-szereket és foszfátot is kimutattak a talajvízben. Ennek oka a nagy sebességgel, előnyben részesített by-pass pályákon („preferential flow”) történő áramlás. A tanulmány célja annak bemutatása, hogy a „preferential flow” milyen okai és befolyásoló tényezői ismeretesek már, amelyeket a modellezés során figyelembe kell venni, valamint, hogy a talajban való gyors anyagtranszport vízszintes és függőleges skálán való előrejelzése elméletileg miért nem lehetséges. A „preferential flow” meghatározásához szükséges paraméterek nem, vagy alig mérhetők közvetlenül, vagy nem paraméteresíthetők objektív módon. A modell ezidáig még nem volt használható, mivel az áramlás a „preferential flow” segítségével nem mérhető. A nagy csapadékkintenzitások és azok időpontjai, mint a „preferential flow” fontos szabályozási jellemzői, nem jelezhetők előre vízszintes- vagy függőleges keresztmetszeti skálán, így a gyors anyagáram a talajokban elméletileg nem mutatható ki előre. Azok a menedzsment-modellek, amelyek segítségével alapvetően az anyagkimosódás veszélyeztető potenciálját lehet egy bizonyos helyen megbecsülni, a gyors anyagáramot még nem veszik figyelembe. A „Gyors anyagtranszport talajokban” nevű ATV-DVWK-munkacsoport keretében dolgozzák ki az anyagok kimosódási potenciáljának megbecsléséhez szükséges kulcsot függőleges-, ill. vízszintes síkon, irodalmi adatok alapján, valamint terepvizsgálatokkal ellenőrzik azt.

Kulcsszavak: talaj, anyagtranszport, gyors áramlás, szimuláció

Kommunális szennyvíztisztítás

Lamella-kötegek alkalmazása az eleveniszapos medencében a szárazanyag-tartalom növelésének elősegítésére

Dirk Schönberger, Manfred Köhne (Siegen), Rainer Plaß, Ivan Sekoulov (Hamburg), Reinhard Schröder és Markus Schieberr (Essen)

Összefoglalás

A határértékek szigorítása a kisebb szennyvíztisztító telepek üzemeltetőit arra kényszeríti, hogy a telep teljesítőképességét jelentősen megnöveljék. A drága átépítésnek vagy teljesen új telep létesítésének lehetséges változataiként módszer- és szabályozástechnikai intézkedéseket vizsgáltak meg. Módszerttechnikai intézkedés gyanánt lamella-kötegeket szereltek az eleveniszapos medencébe. Ez az eleveniszapos medence szárazanyag-tartalmának jelentős emelését, ezzel a szennyvíztisztító telep teljesítőképességének növelését teszi lehetővé. Mérés- és szabályozástechnikai intézkedésként az aktivitásmérésen alapuló Symbio-módszert alkalmazták, ahol az oxigénszabályozás szükséges értékét a terhelés függvényében változtatták.

A tanulmányban a lamella-kötegek szennyvíztisztító telepen való beszerelésének és üzemeltetésének gyakorlati tapasztalatait mutatják be. A telep teljesítmény-növelésére megvalósított intézkedések hatásait a mért görbék segítségével ábrázolják.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, szabályozástechnika, lamellás leválasztó, eleveniszapos medence

Nitrogénoxidáció anoxikus denitrifikációs medencében; a csepegtetőtestből kivett nitrifikánsok segítségével

Richard J. Vestner (Neubiberg)

Összefoglalás

Kommunális csepegtetőteszt szennyvíztisztító telep elő-denitrifikációjának tesztelésére szolgáló fél-üzemi kísérleti berendezésben készítettek mérleget az anoxikus eleveniszapos medencében a szimultán nitrogén-oxidációról és –redukcióról, a be- és elvezetett nitrogénhányadok kiértékelése után. Az aktív, autotróf biomassza csepegtetőtestből való kiöblítése és az eleveniszapos medencébe történő bevitele által az ammónium oxidációjának biológiai potenciálját teremtették meg, amely az eleveniszapos fokozat iszapkorától független volt.

A módszerhez kötött oxigénbevétel a bevezetett ammónium-nitrogén 38%-ának oxidációját tette lehetővé. A denitrifikáció csak 40%-os hatásfokot ért el, ami az anoxikus reaktorban lévő rövid kontaktidőre vezethető vissza.

További vizsgálatok alapján azt szeretnék kimutatni, hogy a csepegtetőtestből kiöblített nitrifikánsok által létrejöh-e rendszeres, jelentős nagyságrendű nitrogénoxidáció, mivel a kiöblített biológiailag aktív biomassza kihatással lehet a következő, a csepegtetőtest elfolyásával táplált tisztítási fokozatra.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, csepegtetőteszt berendezés, denitrifikáció, előkapcsolt, nitrogénlebontás, oxidáció

Közbenső ülepitő medencék teljesítménye és méretezése*)

Winfried Born, Axel Sobirey, Franz-Bernd Frechen (Kassel) és Simone Möller (Leverkusen)

Összefoglalás

Hogy a közbenső ülepitő medencék teljesítményéről és méretezéséről véleményt lehessen nyilvánítani, intenzív méréseket végeztek három köralaprajzú, vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepitő medencében. Az 1991-es ATV-A 131-es munkalap szerinti utólagos ellenőrző számítással együtt a vizsgált medencék teljesítménye jól becsülhető. Érkező vízhozamként az utólagos számítások során az ATV-A 131-től eltérően a $(Q_m + Q_{RZ})$, ill. $(Q_m + Q_{RZ} + Q_{RS})$ változatokat is megvizsgálták. A kevés adat és rossz korreláció miatt a mérések során nem lehetett egyértelmű kapcsolatot teremteni az iszap térfogati- ill. felületi terhelés és az elfolyás szilárdanyag-koncentrációja között.

Ahogy azt egy körkérdés is mutatta, a közbenső ülepitők méretezését gyakran a legkülönbözőbb változatokban, az ATV-A 131, vagy az előülepitő medencék méretezése szerint végezték. Ezen változatok közül hét esetben végeztek méretezést a három vizsgált medencére. Az ebből a méretezésből kapott mélységet és medence-alapterületet mindig összehasonlították a tényleges méretekkel.

A három medence egyikére, amelyek méreteit az első lépésben jónak tartották, most azt a méretezési változatot keresték, melynek méretei a leginkább egyeztek a méretezés eredményeivel. Kimutatták, hogy ez a méretezési változat kiegyenlíti a másik két medencénél mérés-technikai módszerekkel megállapított hiányokat. Elmagyarázzák a méretezési folyamatot és javasolják azt köralaprajzú, vízszintesen átáramoltatott közbenső ülepitő medencék méretezésére.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, ATV-A 131, közbenső ülepitő medence, méretezés

Hulladék/Szennyvíziszap

A vízháztartás hatása egy háziszemét-lerakó működésére

Werner P. Bauer, Markus Stahl (München), Reiner Schultheiß és Christian Daehn (Kulmbach)

Összefoglalás

A bajorországi Wirmsthal hulladéklerakón a telep lefedésének a depónia működésére való hatását vizsgálták kutatási projekt keretében. Különösen a hagyományos hulladéklerakókhöz képest megváltozott vízháztartási hatások voltak figyelemre méltóak. Világossá vált, hogy a lefedés alatti száraz hulladék-lerakás először a depóniagáz-termelés csökkenését, majd annak folyományaként megnövekedett gyúlékonysági veszélyt okozott. A következ-

*) az ATV és a GFA kutatási alap támogatásával (31/99-es projekt). A záró beszámoló hosszabb változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető az ATV-DVWK-központban (Angelika Schiffbauer, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872-135, e-mail: schiffb@atv.de).

mény a fedett, hulladékkal feltöltött területek vízzel való folyamatos öntözése, valamint az újabb feltöltésű szakaszok fedetlenül hagyása volt. A szabályozott vízadagolás által bemutathatták, hogy a hulladéktestben végbemenő biológiai aktivitás mind a víztartalomtól, mind pedig a víz mozgásától és eloszlásától függ.

Kulcsszavak: hulladék, lerakó, csurgalékvíz, depóniagáz, égés, öntözés

Ipari szennyvizek/Telepre vonatkoztatott vízvédelem

AOX képződése klórtartalmú mosó- és tisztítószeres következtében

Walter Gekeler (Düsseldorf)

Összefoglalás

Klórtartalmú fertőtlenítő- és tisztítószeres alkalmazása esetén AOX képződhet, melynek mennyiségéről és jelentőségéről újra és újra vitatkoznak. Az ipari és kisipari bevezetéseknek az AOX-termelésben való részaránya jelentősen visszaesett. A fontos folyamatokat klórmentes módszerekkel helyettesítették. Klórtartalmú anyagokat ma kizárólag ott alkalmaznak, ahol az a higiénia és az egészség felelőssége miatt feltétlenül szükséges. Az AOX mellékreakcióinak részaránya jellemzően 1% körüli érték. A nem használt klóros tisztítószeres sem vezetnek jelentős AOX-terheléshez a szennyvízben. Az évente 6.200 tonna klórtartalmú anyag kommunális szennyvízbe való bevitele reálisztikus szemléletmód mellett csak kb. 0,1 g/l AOX-t eredményez a felszíni vizekben. A klórtartalmú tisztító és fertőtlenítőszeres tilalmának sem volna jelentős hatása az AOX-koncentrációra.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, AOX, képződés, tisztítószer, mosószer, kémiai tisztítás

Gazdaság

Nürnberg városi szennyvíztisztító telepeinek üzemi optimalizálása

Bernd Dorias (Stuttgart), Ernst Appel és Peter Flügel (Nürnberg)

Összefoglalás

A Nürnbergi Városi Csatornázási Műveknél üzemoptimalizálást végeztek. Különösen nagy figyelmet fordítottak a személyzet teljes mértékű bevonására. A vizsgálati eredmények nagyarányú elfogadottsága mellett ezzel azt is elérték, hogy a kidolgozott megoldási javaslatok átültetését a saját személyzet – amennyiben erre lehetőség adódott – fejlesztette tovább.

Ezen átfogó üzemi optimalizálás eredményeivel és azok átültetésével az üzemi ráfordításokat 20%-kal csökkenteni tudták, ezzel egy időben pedig a külső cégekre szánt költségek is csökkenthetők voltak. Ezzel párhuzamosan növelték a berendezések üzembiztonságát és a munkatársak elhivatottságát is. A dolgozók teljes bevonásával megteremtették annak alapját, hogy a munkafolyamatokat egy későbbi időpontban újra felülvizsgálják és optimalizálják.

Kulcsszavak: gazdaság, üzem, optimalizálás, Nürnberg, üzemi ráfordítás

Hidrológia/Vízhasznosítás

A földhasznosítás okozta párolgás, a növényzet és a talaj szempontjából

Ulrich Wendling (Offenbach/Main)

Összefoglalás

Az ATV-DVWK „Hidrológia és vízhasznosítás” főbizottságának „Párolgás” munkacsoportja jelenleg a növényzet és egyéb földhasznosítások párolgásra való hatásáról szóló projekten dolgozik; ennek célja a „Szántóföld- és vízfelületek párolgásának számítása” című, 238/1996-os DVWK-jegyzetnek új, a gyakorlatban is használható módszereket és információkat tartalmazó fejezettel való kiegészítése. Az új fejezet lehetővé teszi majd az egész területet lefedő párolgászámítás során a különböző művelésű mezőgazdasági területek, az erdős területek, egyéb természetes növényzetű területek, a lazán, ill. sűrűn beépített és részben burkolt felületek, stb. összetettségének figyelembe vételét. A módszerek alapja a rendelkezésre álló regionális adatok alapján kapott egységes meteorológiai jellemzők (fűre vonatkoztatott átlagos párolgás és korrigált csapadékmennyiség), a földhasználati paraméterek a maximális párolgás és a talaj jellemzőinek (hasznos földkapacitás és kapilláris emelkedés) számítása.

Kulcsszavak: hidrológia, vízgazdálkodás, párolgás, föld, hasznosítás, talaj, növényzet, vízháztartás

AZ ÉRDEKLŐDÉS HOMLOKTERÉBE KERÜLNEK A SZENNYVÍZTISZTÍTÓ KISBERENDEZÉSEK ÉS A VELÜK KAPCSOLATOS TÖRVÉNYEK ÉS SZABÁLYOZÁSOK

Ez év január 31 és február 1 között került sor Csehországban, Kobylíben a szennyvíztisztító kisberendezésekkel foglalkozó szimpóziumra, amelyen csehországi (AČE ČR), német (ATV-DVWK), osztrák (Karintiai Tartományi Hivatal), szlovák (AČE SR) és magyar (MaSzZeSZ) szennyvíztechnikai szervezetek képviselői vettek részt.

A szimpózium témája a szennyvíztisztító kisberendezések (<50 LE) szabályozási/szakmai kérdései voltak. A résztvevők előadásokat hallgattak a szabályozási kérdésekről, az országos illetve tartományi, vagy megyei koncepció tervekről, a vízjogi engedélyezési eljárásról, az alkalmazási engedélyek problémáiról, valamint a műszaki megoldásokról, továbbá a berendezések szervizelésével, karbantartásával és ellenőrzésével kapcsolatos kérdésekről.

A szimpózium végén a résztvevők ajánlásokat fogalmaztak az egyes témakörökben, amelyek összeállítását, egységes formába öntését és ennek leegyeztetését a házigazda cseh szervezők vállalták magukra. Mihelyt ez rendelkezésünkre áll, közreadjuk az érdeklődők számára. Addig is, a teljesség igénye nélkül álljon itt ez a rövid ismertető.

A témabeszámolók rendkívül eltérő képet festettek az egyes országokról.

A nagy csatornázottsági fokkal rendelkező országokban, mint Németország, Ausztria, a kisberendezések ügye éppolyan részletesen és a külső szemlélő számára (legalábbis hozzánk képest) harmonikusan szabályozott, mint minden más ottani szennyvízzel kapcsolatos kérdés. Ezekben az országokban a kisberendezések kizárólag azon területek szennyvízelhelyezésének az eszközei, ahol gazdaságosan csatornával nem oldható meg a szennyvízelvezetés. Csatornával ellátott területeken az úgynevezett „csatlakozási kényszer” – a csatornára kötés kötelező volta miatt ezek a megoldások nem jönnek szóba. Az osztrák előadó arról számolt be, hogy az önkormányzatok terülefejlesztési terveikben külön le is határolják a kisberendezésekkel ellátandó területeket.

A berendezések alkalmazási engedélyeztetési folyamatára mutattak példát a német előadók, amelyből kiderült, hogy hosszú időn keresztül, a jövőendő üzemi körülményeket (szabadság miatt alulterhelés vagy a beérkező szennyvíz teljes hiánya, áramszünet, túlterhelés „vendégek fogadása miatt”, stb...) messzemenőig szimulálni igyekezve vizsgálják a kisberendezések tisztítási hatásfokát, és ez alapján történik azok minősítése.

A kisberendezésekre Németországban hatósági előírás alapján úgynevezett karbantartási szerződést kell kötni azok üzemeltetőinek, magánszemélyeknek is. Ezzel biztosítható a berendezések évenkénti felülvizsgálata, szervizelése, a működés ellenőrzése. A szerződő partner itt vagy a berendezés gyártója, vagy más közeli szennyvízes üzemeltető. A német ATV külön tanfolyamokat indít, hogy ezekre a speciális üzemeltetési feladatokra szakembereket képezzen ki.

A csehországi kép már közelít a miénkhez, amennyiben az előadók időnként az egymással nem összehangolt, ellentétes törvényeket is felelgettek. Ugyanakkor az előadások azt a benyomást keltették a hallgatóban, hogy a szennyvíztisztító kisberendezések ott jobban előtérben vannak, mint hazánkban. A csehországi csatornázottság messze a magyar előtt jár, a csatornára kötött lakások száma meghaladja a 60%-ot, ezzel együtt az előadásokból kitűnt, hogy a csatornázott települések még nem csatornázott részein is telepítenek ilyen kisberendezéseket, elsősorban az új beépítésekhez kapcsolódóan. Az előadók szerint Csehország mindig is élenjárt a kisberendezések fejlesztésében és gyártásában. A szimpóziumon elhangzottak sejteni engedték, hogy ez a terület ott jelentős piacot és ennek megfelelően üzleti lehetőséget is kínál számos vállalkozásnak. A jogi háttér ellentmondásai, például a kisberendezéseknél megkövetelt határértékek egységes szabályozásának a hiánya, készletet jelent a vállalkozók számára, hogy a maguk eszközeivel segítsenek a rendteremtésben. Ennek egyik jele volt ez a szimpózium is, amelyet – mint megtudtuk – éppen ezek a vállalkozók kezdeményeztek.

A magyar előadók nem voltak könnyű helyzetben, hiszen folyamatosan változó környezetről, az Európai Unióhoz igazodó jogrendről kellett beszámolni. Ismét bebizonyosodott azonban, hogy hazánkban nem mindig csak a pénz hiányzik, a rendszerek, szabályozások terén is még nagyon sok a tennivaló, hogy harmonizált, átlátható, szakmailag megalapozott, európai rendszerben működjék a szennyvízelhelyezés, amelyen belül a helyére kerülhetne a kisberendezések ügye is.

A szimpóziumon a MaSzZeSZ képviselőjében résztvettek: Kovács Károly alelnök, Dr. Dulovics Dezső Ph.D. és Deli András.

Budapest, 2001.február 16.

Deli András s.k.

A FONALAS MIKROORGANIZMUSOK SZAPORODÁSA ÉS AZ ÉSZAK - BUDAPESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP ÜZEMI PARAMÉTEREI KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA

Oláh József – Román Pál – Kozák Teresa – Rása Gábor:
Fővárosi Csatornázási Művek Rt.

1. Bevezetés

A szennyvíztisztító telepek üzemeltetési gyakorlatában jól ismert a fonalas szervezetek megjelenésével együtt járó iszap felúszás és ezt követően a tisztított szennyvízzel elúszó iszap vízminőség rontó hatása. A vázolt jelenség az üzemeltetési gyakorlatban az egyik legsúlyosabb gondnak tekinthető, és indokolja a kérdés rövid elméleti és gyakorlati szempontból történő tárgyalását.

A jelenséget egyrészt a fonalas baktériumok elszaporodása és ennek következtében kialakuló laza, nehezen ülepedő eleveniszap okozza. Másrészt a fonalas baktériumok elszaporodása nélkül is kialakulhat laza, szétesett iszap-pehely szerkezet. Az utóbbi jelenséget például kis oxigén koncentráció, tápanyag hiánya, toxikus anyagok jelenléte is kiválthatja. Az okokat egyértelműen nem lehet szétválasztani, mert például a tápanyag hiány nemcsak pehely-szétesést, hanem a fonalas baktériumok elszaporodását is kiválthatja. Az elúszó iszap pelyhek az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségét jelentősen lerontják.

A munka keretében nyomon kísértük két meghatározó fonalas szervezet (**021 N, Nocardia**) szaporodását és vizsgáltuk, hogy a környezeti tényezőknek milyen kombinációja szükséges ahhoz, hogy e szervezetek a baktériumtársuláson belül visszaszoruljanak. A célkitűzés volt még az is, hogy értékeljük az üzemeltetés során rendelkezésre álló beavatkozási lehetőségeket, amelyekkel az eleveniszap ülepedési tulajdonságait javítani tudjuk. Jelen tanulmány keretében összefoglaljuk az Észak – Budapesti szennyvíztisztító telepen szerzett vizsgálati eredményeket és üzemi tapasztalatokat.

2. Az eleveniszap ülepedésénél jelentkező zavaró tényezők

Az eleveniszapos szennyvíztisztításnál az eleveniszap és a tisztított szennyvíz szétválasztása (utóülepités) egyik legkényesebb és az üzemeltető számára legtöbb gondot jelentő művelet. Az eleveniszap ülepedési tulajdonságát a biológiai tisztítás folyamatában számos biokémiai folyamat és üzemeltetési tényező befolyásolja. Az eleveniszap ülepedésénél jelentkező zavarokat általánosságban az **1. táblázatban** foglaljuk össze. A táblázat

rövid áttekintést ad az iszap ülepedését jelentősen befolyásoló iszap-felfúvódási (fonalas baktériumok elszaporodása) jelenség kialakulásának okairól és összefoglalja az ülepitést jellemző zavarokat.

A jelenség megnevezése	A jelenség természete	A jelenséget kiváltó ok	A jelenség jellemzése
Széteső, diszperz pelyhek (deflocculation)	Szétesett pehelyszerkezet, úszó „magányos” sejtek	Oxigén hiány, alacsony pH (<7,0), toxikus terhelési lökések, kicsiny F:M arány (<0,2 kgBOI ₅ /kg _{szap} ·d)	Az elfolyó, tisztított szennyvíz zavaros. Gyenge pehely-kepződés. A jól megkülönböztethető ülepedő iszap póráz hiánya.
Tünnő kicsiny pelyhek (pinpoint floc)	Kicsiny, sűrű, pelyhek, melyek gyorsan ülepednek.	Ipari szennyvizek hatása (kis mértékű a biopolimer képződés). Kicsiny F:M arány (<0,2 kgBOI ₅ /kg _{szap} ·d)	Kicsiny iszap index. Opálos elfolyó szennyvíz. Kevés a fonalas baktérium.
Iszap-felfúvódás (filamentous bulking)	Nagy számú fonalas szerkezet, amely az ülepedést akadályozza	Egyoldalú tápanyag kínálat (ipari szennyvizek hatása, nehezenbontható szubsztrátok, kismolekula súlyú szerves savak) Kicsi tápanyag és baktérium tömeg arány (F/M) Oxigén hiány Foszfor és nitrogén hiány Szulfid ionok jelenléte Változó biológiai terhelés	Nagy iszap index. Az elfolyó víz tiszta. Levegőtető medencében kicsiny az eleven iszap koncentráció. Az utóülepitőben magas az iszap-szint. Nehezen vitzeleníthető az iszap. Az utóülepitőből iszap elúszás lehetősége fenn áll, ami jelentős vízminőség romlást okoz.
Felúszó iszap	Gáz kiválás (N ₂)	Oka rendszerint az utóülepitőben lejátszódó denitrifikáció	Felúszó pelyhek és iszap „pamacosok” jelennek meg az utóülepitő felszínén. Nagyfokú iszap elúszás.
Hab és uszadék	A levegőtető medencében flotáció megy végbe. A hab nagy számú iszap-pelyhet köt magához.	Ipari szennyvíz (felületaktív anyagok) hatása. Alapvető ok a Nocardia elszaporodása: magas oxigén koncentráció, kicsiny F:M arány (<0,2 kgBOI ₅ /kg _{szap} ·d)	Színes könnyű hab. Ellenálló tömör hab, nagy lebegőanyag tartalommal.
Az utóülepitőben túlzottan magas iszap szint	Az iszap megközelíti a bukó-vályút. Nagy az iszapterhelés. Iszap elvétele szükséges.	Iszapelvétele hiánya következtében az utóülepitőben megnő az iszap mennyisége és az iszapszint.	Elúszó iszap. Bizonytalan üzemelés. Az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségének nagyfokú romlása tapasztalható.

1. táblázat Az eleveniszap ülepedésénél jelentkező zavarok összefoglalása

A **2. táblázatban** az üzemelési paraméterek és néhány ipari szennyvíz tisztítása során megjelenő fontosabb fonalas baktérium típust foglaltuk össze (Fleit, et al.:1992, Wanner: 1994, Krhutková, et al.:1999)

3. A tápanyag eltávolítást befolyásoló szelektív tényezők

Az iszap-felfúvódási folyamat okaival, kialakulásával, megszüntetésének módjaival számos szakirodalmi cikk foglalkozik. Közleményünkben kizárólag a pehely (flock) és fonalas szerkezetű baktériumok szelektív versenyét befolyásoló tényezőket tárgyaló szakirodalmi hivatkozásokkal és a fonalas baktériumok kialakulását befolyásoló üzemi paraméterek hatásával foglalkozunk. A pehely és fonál szerkezetű mikroorganizmusok szubsztrát hasznosítását alapvetően az alábbi tényezők befolyásolják (Li et al.:1993, Oláh:1994, Lind et al.: 1998):

Üzemelési viszonyok vagy a szennyvíz jellemzői	Meghatározó típusú fonalasok megnevezése
Alacsony oxigén koncentráció az eleveniszapos medencében	S. natans, 1701, 1863 és 021 N típusok, Thiothrix
Kicsiny szervesanyag terhelés	M. parvicella, H. hydrossis, 004, 0092, 0581, 0961, 0673, 0803, 1851
A tisztítandó szennyvíz nitrogén vagy foszfor hiányos	S. natans, 021 N, Thiothrix
A tisztítandó szennyvízben nagy a szulfid koncentráció	Thiothrix, Beggiatoa, 021 N
Vágóhídi eredetű szennyvíz	021 N
Szeszipari eredetű szennyvíz	021 N, 0041, N. limicola
Gyümölcs feldolgozásból származó szennyvíz	021 N, M. parvicella, S. natans
Sörgyári szennyvíz	S. natans, 021 N, 1701
Zöldség feldolgozó ipari szennyvíz	Actinomyces, 0041, 021 N
Téjipari szennyvíz	0092, 021 N, H. hydrossis
Papíripari szennyvíz	0041, 021 N, Actinomyces
Zsírfieldolgozó üzem szennyvize	0041, 021 N, N. limicola

2. táblázat Az üzemi paraméterek, és néhány ipari szennyvíz biológiai tisztítása során megjelenő fontosabb fonalas baktérium típusok összefoglalása

- Szennyvíz összetétele;
- A biomassza tartózkodási ideje (iszapkor);
- A levegőztető reaktor szubsztrát koncentrációja;
- Oldott oxigén koncentráció;
- A tápanyag (N, P) koncentráció,
- A pH,
- Hőmérséklet;
- A baktériumok szelektív képessége.

A biológiai szennyvíztisztítás során olyan üzemelési viszonyokat kell beállítani, hogy zömmel a pehely („flok”) képző baktériumok szaporodjanak, és ez által a fonalas baktériumok pedig visszaszorulhatnak. E cél elérésére két út kínálkozik:

a) A különböző sebességgel lezajló katabolikus (energia felszabadító, disszimilációs folyamat) és anabolikus (sejtépítő) folyamatok eredményeképpen lejátszódó kinetikus szelekciót úgy befolyásoljuk, hogy a körülmények a pehelyképző baktériumok szaporodásának kedvezzen.

b) Gátoljuk a szubsztrát hasznosításból származó metabolitok képződését és ezáltal romlik a fonalasok képződésének esélye.

Az esetek jelentős részében a két folyamat kombinációjával kell számolni. A pehelyképző baktériumok szaporodásának (a) folyamat) elősegítésére néhány üzemi paraméter (iszapkor, O₂ koncentráció, terhelés) az üzemeltetők egy részének rendelkezésére áll ugyan, de az esetek nagy részében a szennyvíztisztító telepek fontosabb üzemeltetési mutatóit nem lehet lényegesen befolyásolni. Ez azt is jelenti, hogy az üzemeltető a fonalas szervezetek szaporodását nem tudja minden esetben üzemi beavatkozásokkal visszaszorítani.

3.1 A tisztítandó szennyvíz összetétele

A szennyvízben lévő biológiailag könnyen bontható tápanyagok (glukóz és glukóz tartalmú di- és poliszacharidok, alkoholok, illó zsírsavak, aminosavak) elősegítik a fonalasok kialakulását.

A szennyvizek összes szennyeződésének 10–15% -át a könnyen bontható anyagok teszik ki, a másik 75%-ot pedig lebegőanyag alkotja. A hidrolízis révén a lebegőanyagból biológiailag bontható szubsztrát képződik. Az előüleptető műtárgyban a tartózkodási idő növelésével növekszik a hidrolízis mértéke és a hidrolízis termékek nagyobb koncentrációban pedig a fonalasok szaporodását fokozzák.

Az élelmiszeripari szennyvizek a fentiekben ismertetett könnyen bontható anyagokat nagy mennyiségben tartalmazzák. A hidrolízis komplex folyamat: koloidok adszorbeálódnak a baktérium pelyhek felületén, majd a baktériumok extracelluláris enzimek segítségével a szerves lebegőanyagot alkotó nagy molekulákat szétdarabolják. Ezt követően a hidrolízis termékek oldatba kerülnek és diffúzió segítségével az elkevert rendszerben eljutnak a baktériumokhoz. A hidrolízis helye és a hidrolízis termékeinek hasznosítása közötti távolság nagyon kicsiny így ezek a termékek a fonalas baktériumok számára tápanyagként szolgálhatnak.

3.2 A biomassza tartózkodási ideje (iszapkor)

A fonalas baktériumok jelenléte és az iszapkor között nincs egyértelmű kapcsolat. Ez azt jelenti, hogy bizonyos típusú fonalas baktériumok a kicsiny és a nagy iszapkornál egyaránt jelen vannak. Az iszapkor és a fonalas baktériumok jelenlétét Wanner (1994) nyomán az 3. táblázatban mutatjuk be.

Fonalas baktériumok megnevezése	Iszapkor, Θ (d) →						
	2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	20,0
1701 típus	→						
S. natans	→						
Thiothrix	→						
021 N típus	→						
Nocardia	→						
0041/0675 típus	→						
M. parvicella	→						
0092 típus	→						

3. táblázat Az iszapkor és néhány fontosabb fonalas baktérium jelenlétének összefüggése (Wanner, 1994)

Az ábrából arra következtethetünk, hogy a kisebb iszapkor esetében kevesebb fonalas faj van jelen, mint a közepes vagy a nagyobb iszapkor esetében. Ez a megfigyelés arra ösztönözheti az üzemeltetőt, hogy a kicsiny iszapkor esetében nem áll fenn a fonalas szervezetek szaporodásának veszélye, azonban a kicsiny iszapkornak vannak bizonyos hátrányai:

- Az eleveniszap összetétele és tulajdonságai instabilak;
- A pelyhek, szétesésével kell számolni, ennek következtében a tisztított, elfolyó szennyvíz zavaros lesz;
- A tápanyag lebontás nem fejeződik be.

3.3 A levegőztető medencében fenntartott aktuális szubsztrát koncentráció

A kinetikus szelekció azon alapszik, hogy az egyes baktérium fajok növekedési - és szubsztrát lebontási sebessége különbözik egymástól. A kinetikus szelekciót döntően befolyásolja a szubsztrát koncentráció. A baktériumok szaporodási sebessége ($\frac{dX}{dt}$) és a tápanyag le-

bontási-sebesség ($\frac{dS}{dt}$) között az alábbi egyszerű összefüggés (1) áll fenn. Az (1) összefüggésben szereplő tápanyag lebontási sebesség és a sejthozam állandó (Y) viszonylag egyszerű módszerekkel meghatározható és így a baktériumok szaporodási sebessége jól jellemezhető:

$$\frac{dX}{dt} = -Y \frac{dS}{dt} \quad (1)$$

Ahol: $\frac{dX}{dt}$ a baktériumszaporodás sebessége,

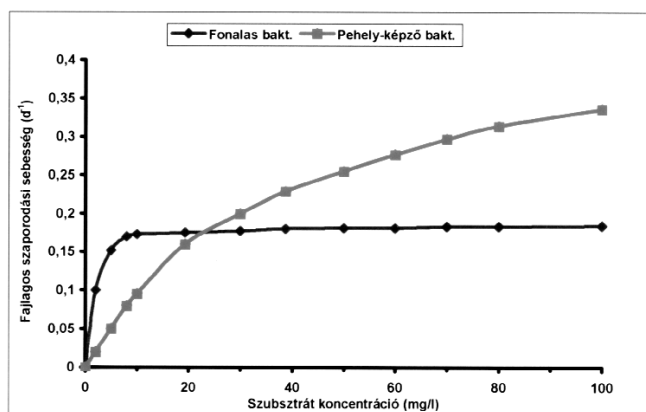
$\frac{dS}{dt}$ a tápanyag lebontás sebessége,

Y a sejthozam állandó.

Példaként megemlíthetjük, hogy két baktérium faj között egy a szubsztrátért folytatott szelekciós „versenyt” kizárólagosan a szubsztrát hasznosítási sebesség dönti el. A fonalas- és a pehelyképző baktériumok szaporodási sebességének és a tápanyag koncentrációjának az összefüggését a **1. ábra** mutatja be. A szaporodási sebesség vagy a szubsztrát hasznosítási sebesség alapján a baktérium fajok jellemezhetők:

a) A nagy szubsztrát koncentráció jelenlétében nagy a fajlagos szaporodási -és szubsztrát lebontási sebesség;

b) A kisebb tápanyag koncentrációknál általában a fonalas baktériumok lebontási sebessége nagyobb, mint a pehelyképző baktériumoké. Ez azt jelenti, hogy ilyen esetben a fonalas szervezetek válnak dominánssá.



1. ábra A fonalas és a pehely-képző baktériumok szaporodási sebességének és a tápanyag koncentrációjának összefüggése (Van den Eynde et al: 1982)

Az a) és a b) állapot egyszerre nem létezhet az eleveniszapos kevert kultúrájú rendszerben, viszont az eleveniszapban általában mindig megtaláljuk mindkét folyamatra jellemző kultúra képviselőit. A szelekciós versenyben dől el, hogy pl. a könnyen bontható tápanyag (acetát, glukóz, alkoholok, illó zsírsavak) jelenlétében a pehelyképző populáció rovására a fonalasok elszaporodnak-e, és dominánssá válnak-e?

3.4 A levegőztető medencében fenntartott oxigén koncentráció

A Sphaerotilus natans és 1701 típusú fonalas baktériumok szaporodásához kis oxigén koncentráció szükséges. Az említett szervezetek fél-telítési állandója lényegesen kisebb, mint a pehelyképző heterotróf baktériumoké. A heterotrófok nagyobb fél-telítési állandójának értéke a pehelyben nagyobb diffúziós ellenállást fejt ki és így kedvez a pehelyben a kisebb oxigén koncentrációt igénylő fonalasoknak. Bizonyos esetekben az oldott oxigén koncentráció értéke nagy, de a nagy terhelés következtében a pehely belsejében oxigén hiány léphet fel, és ez kedvez a fentiekben ismertetett két fonalas csoport elszaporodásának. Számos esetben az oxigén koncentráció növekedése más tényezőkkel (szénhidrát tartalmú szubsztrát, alacsony biológiai terhelés) együtt is kiválthatja a fonalasok (Nocardia, 021 N és 041 N) szaporodását.

A közcsatornán át érkező szennyvíz kénhidrogén koncentrációja (> 2,0 mg/l) sok esetben jelentős lehet, továbbá az alacsony redoxpotenciál kedvez a szulfát redukáló baktériumok szaporodásának és a folyamat eredményeként kénhidrogén képződik. A pehely belsejéből a kénhidrogén a pehely szélére diffundál és gátolja a pehelyképző baktériumok szaporodását. A fonalas szervezetek a kénhidrogénre kevésbé érzékenyek, mint a pehelyképző baktériumok, ez azt eredményezi, hogy ebben az esetben a fonalas szervezetek szaporodásával kell számolni (Zietz, 1996).

Az oxigén koncentráció és a biológiai terhelés szoros kapcsolatban van a fonalasok szaporodásával. A **4. táblázatban** bemutatjuk az egyes terhelési értékekhez tartozó oxigén koncentráció értékeket, amelyek ahhoz szükségesek, hogy kis oxigén koncentráció miatt a fonalasok ne szaporodjanak el.

Biológiai terhelés (kgKOl/kg _{iszap} d)	A terheléshez tartozó oxigén koncentráció (mg/l)
0,3	1,0
0,5	2,0
0,75	3,0
0,9	4,0

4. táblázat A fonalasok szaporodásának megakadályozásához szükséges oxigén koncentráció értékek (Wanner, 1994)

3.5 Tápanyag ellátás

A gyakorlatban a tápanyag kérdését nitrogénre és foszforra szokták leszűkíteni. Ez a felfogás helytelen, mert számos más elem is szükséges ahhoz, hogy a biológiai lebontás zavartalan legyen és a fonalasok a levegőztető medencében ne szaporodjanak el. A **5. táblázatban** a zavartalan biológiai tisztításhoz szükséges fontosabb tápanyag elemek koncentrációit adjuk meg.

Tápanyag megnevezése	Szükséges koncentráció (g tápanyag/kg BOI ₅ eltávolított)
N	50
P	10
Fe	126,2
Ca	4,5
Mg	2,0
Mo	0,43
Zn	0,16
Cu	0,15
Co	0,13
Na	0,05

5. táblázat A zavartalan iszapszaporulathoz szükséges tápanyag elemek összefoglalása (Wanner, 1994)

A gyakorlatban megfigyelték, hogy a nitrogén és a foszfor hiánya egyértelműen fonalasok szaporodását indíthatja el. Számos esetben, azonban mikroelemek hiánya is fonalasok szaporodását okozhatja. Az ipari szennyvizek kezelésénél sokszor a makro- és a mikroelemek hiánya idézi elő a fonalasok szaporodását.

3.6 A pH és a hőmérséklet hatása

A szennyvíztisztítás optimális pH tartománya 6,0 – 8,5 értékek közé esik. A pH < 6,0 érték alatt a gombák elszaporodása várható, ebben az esetben a pH –t mész adagolással kell korrigálni. Az optimális pH tartomány nem csak a pehelyképző baktériumok, hanem a fonalas szervezetek szaporodásának is kedvez. A növekvő hőmérséklettel csökken az oxigén oldhatósága, viszont növekszik a fonalas szervezetek szaporodása: a két hatás eredményeképpen, pl. nagyobb hőmérsékleten (> 20 °C) a kisebb oldott oxigénigényű Sphaerotilus natans erőteljes szaporodása várható. A nagyobb hőmérséklet (> 20 °C) általában a fonalasok szaporodásának kedvez.

4. Az Észak – Budapesti szennyvíztisztító telepen végzett mérések eredményeinek értékelése

A telep eleveniszapos egységének fontosabb adatait a **6. táblázatban** foglaljuk össze.

Az Észak – Budapesti szennyvíztisztító telepen a szennyvíz tisztítása négy tisztító soron történik. Az üzemeltetés folyamatos biológiai ellenőrzés mellett folyik. A következőkben az 1999. év téli és a nyári időszakában a szennyvíztisztító telep 1. számú eleveniszapos szekci-

ójának biológiai vizsgálati eredményeit és üzemi paramétereit hasonlítjuk össze. Miután a szennyvíz szétosztása és az egyéb üzemi paraméterek valamennyi tisztító soron közel azonosak, ezért az 1. technológiai vonal jellemzésével az egész szennyvíztisztító telep üzemét jellemezhetjük. Vizsgálatainknál két domináns fonalas baktérium faj (**021 N és Nocardia**) szaporodását kísértük nyomon. Az üzemeltetés során, a szennyvíztisztító telepen, a nyomon követett két fonalas baktérium tömeges elszaporodása az üzemeltetői beavatkozások miatt nem következett be. Az alábbiakban éppen a két fonalas baktérium típus szaporodásának kezdeti fázisában az üzemeltetési paraméterek változását és a nagy mértékű elszaporodását megakadályozó beavatkozásokat tárgyaljuk. Vizsgáltuk, hogy mik azok az üzemi beavatkozási lehetőségek, amelyek segítségével a fonalasok szaporodását megakadályozhatjuk. A két baktérium faj gyakoriságának trendjét az iszapkoncentráció, az iszapindex, a BOI₅ terhelés, az iszapkor és az oldott oxigén koncentráció függvényében vizsgáltuk. Az ábrák értelmezéséhez a fonalasok száma és a mintákban mért gyakoriság közötti összefüggést a **7. táblázat** mutatja be.

Megnevezés	A telep üzemi jellemzői	A szennyvíz jellemzői	
		Befolyó	Elfolyó, tisztított
A tisztított szennyvíz mennyisége (m ³ /d)	120 000	-	-
A levegőztetés típusa finom buborékos mély légbefúvással	Levegőztető elemek: TEXAIR	-	-
Eleveniszap koncentráció (g/l)	2,5	-	-
Eleveniszap szervesanyag hányada	0,8	-	-
Levegőztetési idő (h)	6,2	-	-
Fajlagos iszapterhelés (kgBOI ₅ /kg _{iszap} d)	0,39	-	-
Iszap index (ml/g)	100 - 200	-	-
KOI (mg/l)	-	417	58
BOI ₅ (mg/l)	-	243	9,7
Lebegőanyag (mg/l)	-	182	15
NH ₄ -N (mg/l)	-	19,8	20
Összes P (mg/l)	-	6,8	4,3
Összes Kjeldahl – N (mg/l)	-	36,7	30,2

6. táblázat Az Észak – Budapesti szennyvíztisztító telep fontosabb üzemi mutatói

A mikroszkópi (~20 µl) mintában mért fonalas baktériumok száma	Gyakoriság
1 – 3	1
3 – 5	2
5 – 10	3
10 – 20	4
20 – 50	5
50 – 100	6
> 100	7

7. táblázat A fonalasok számának és gyakoriságának az összefüggése

4.1 Az iszapkoncentráció és a fonalasok gyakoriságának összefüggése

A téli (január, február) hónapokban, a levegőztetőben az eleveniszap koncentráció 1,7 g/l értékről 3,4 g/l értékre nőtt, ezzel egyidőben a **021 N** szervezetek gyakorisá-

ga 1-ről 6-ra, a **Nocardia** baktériumok számának gyakorisága pedig 1-ről 4-re nőtt. Később (február vége) mindkét fonalas baktérium száma erőteljesen csökkent és visszaesett 1 – 2 szokásos gyakorisági értékre annak ellenére, hogy az iszapkoncentráció nem csökkent.

A nyári hónapok vizsgálati eredményeit értékelve megállapíthatjuk, hogy az iszapkoncentráció 2,5 g/l -ről 1,2 g/l értékre történő csökkenése közben a **021 N és Nocardia** fonalások száma kissé növekedett (4 -ről 7 gyakoriságra). Ezt követően az iszap koncentrációja fokozatosan újra 2,5 g/l -re állt vissza, majd a vizsgálati időszak végéig 2,5 g/l érték körül ingadozott, tehát üzemi viszonyokat tekintve az iszapkoncentrációt közel állandó értéken tartottuk. Az iszapkoncentráció 2,5 g/l értékre történő beállítását a **021 N és Nocardia** fonalások számának erőteljes csökkenése követte. A csökkenést három hét után mindkét fonalas esetében egy újabb növekedési hullám követte. A vizsgálatok azt jelzik, hogy a fonalas szervezetek száma és az iszap koncentráció között egyértelmű összefüggés nincs.

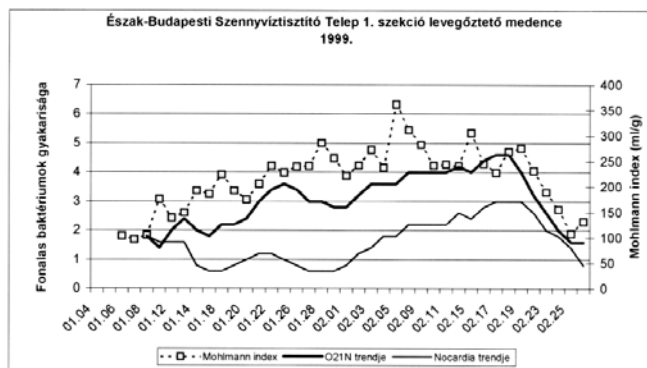
4.2 Az iszapüledési index és a fonalások szaporodásának kapcsolata

A 2/a. ábra a téli a 2/b. ábra pedig a nyári időszakban mutatja be a fonalas baktériumok gyakoriságát és az iszapindexnek (ml/g) a vizsgálati időszakban történő változását. Ez azt jelenti, hogy az iszapindex az iszap üledésére ill. az üledést közvetlenül befolyásoló fonalások mennyiségének jellemzésére alkalmas.

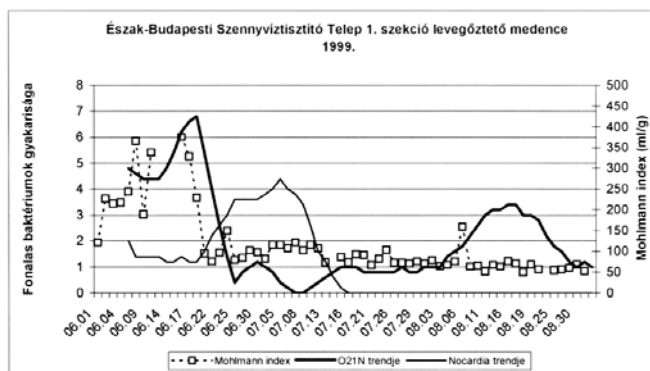
Az ábrák alapján megállapíthatjuk:

- A téli üzemi időszakban (3/a. ábra) az iszapüledési index, a **021 N-** és a **Nocardia** fajok számának időbeni változása között egyértelmű az összefüggés. A nyári üzemi időszak viszonyait a 3/b. ábra mutatja be. Látható, hogy a **021 N** fonalások gyakoriságának növekedésével (5-ről 7-re nőtt) az iszapindex értéke 250 ml/g-ról 380 ml/g-ra nőtt, ami egyértelmű romlást mutat. A **021 N** gyakoriságának csökkenésével (7-ről 2-re) az iszapindex egyértelmű javulást (380 ml/g -ról 100 ml/g értékre csökkent) mutatott. Az iszapindex javulásával és a **021 N** fonalások csökkenésével egyidőben a **Nocardia**-nak a száma megnőtt (2-es 4-es gyakoriságra) ilyen mértékű **Nocardia** növekedés azonban az iszapindex csökkenést nem befolyásolta. Később (07.29.-től) a **021 N** fonalások száma újból növekedett és ezt csökkenés követte (08.18.-tól). Az ábra alapján megállapítható, hogy a **021 N és a Nocardia** kismértékű (4-es gyakoriságig: mintánként 10–20 baktérium fonal mennyiség) növekedése nem jelent feltétlenül iszapindex növekedést és ennek megfelelően tisztított szennyvíznél vízminőség romlást. A vizsgálatok azt mutatják,

hogy alkalmanként a fonalások kismértékű szaporodása elkerülhetetlen. Ezen „hullámzó” szaporodási periódusok megjelenése nem jelent az üzemelesre nézve azonnal veszélyt, de mindenképpen figyelmeztető jel az üzemeltető számára, hogy időben beavatkozzon és a fonalások további szaporodását megakadályozza.



2/a. ábra A fonalas baktériumok gyakoriságának és az iszap-indexnek a téli időszak folyamán bekövetkező változása



2/b. ábra A fonalas baktériumok gyakoriságának és az iszap-indexnek a nyári időszak folyamán bekövetkező változása.

4.3 A BOI terhelés és a fonalások szaporodása

A BOI terhelés ($\text{kgBOI}_5/\text{kg}_{\text{iszap}} \cdot \text{d}$) és a fonalások számának összefüggése alapján megállapíthatjuk:

- A téli időszakban a terhelés csökkenést a **021 N és a Nocardia** fonalások számának növekedése követte: a terhelés 0,8 – 1,0 értékről 0,5 $\text{kgBOI}_5/\text{kg}_{\text{iszap}} \cdot \text{d}$ körüli értékre csökkent és a fonalások gyakorisága a felsorolás sorrendjében 4 – 6 és 3 – 4 gyakoriságra nőtt.
- A nyári időszakban a biológiai terhelés nagyfokú ingadozását (0,6 – 1,1 között, átl.: 0,6) kisebb terhelési ingadozások követték (0,3 – 0,6 között, átl.: 0,4 $\text{kgBOI}_5/\text{kg} \cdot \text{d}$) és a **021 N** jelzésű fonalások száma a 5 - 7-es gyakoriságról 1-es gyakoriságra csökkent. Ezzel egyidőben a **Nocardia** száma a terhelés csökkenés hatására növekedett (4 – 5-ös gyakoriság). Ezt ismét gyen-

ge terhelésnövekedés (ált.: 0,5) követte és ezzel egyidőben mindkét fajta fonalas száma lecsökkent (1-es gyakoriság). A terhelés ezután még tovább csökkent (ált.: 0,4), ezzel egyidőben mind **021 N**, mind a **Nocardiak** száma növekedést mutatott. Az üzemi periódus végén a terhelés ismét 0,6 kgBOI₅/kg.d értékre nőtt. Ezt követően a terhelésnövekedéssel együtt mindkét fonalas szervezet száma lecsökkent. A **Nocardiak** szaporodását feltehetően a terhelés csökkenés vagy a szennyvízzel érkező egyéb, számukra kedvező tápanyag válthatta ki.

- Egyes szakirodalmi közlemények (Lind, et al: 1993) szerint a nagy terhelés ingadozás kiválthatja a fonalások szaporodását, ezt a megállapítást a fentiekben ismertetett üzemi körülmények is alátámasztják. A kisebb terhelésnél (kisebb tápanyag koncentráció) az 1. ábra értelmében a fonalások nagyfokú szaporodása magyarázható.

- Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy van olyan terhelési tartomány (0,3 – 0,5 kg BOI₅/kg.d), ahol a fonalas szervezetek szaporodása a legkisebb mértékű. Ezen terhelési értékek alatt ill. felett a fonalas szervezetek szaporodása előfordulhat.

4.4 Az iszapkor hatása a fonalások szaporodására

Az iszapkor és a fonalások szaporodása közötti kapcsolatot az alábbiakban foglalhatjuk össze:

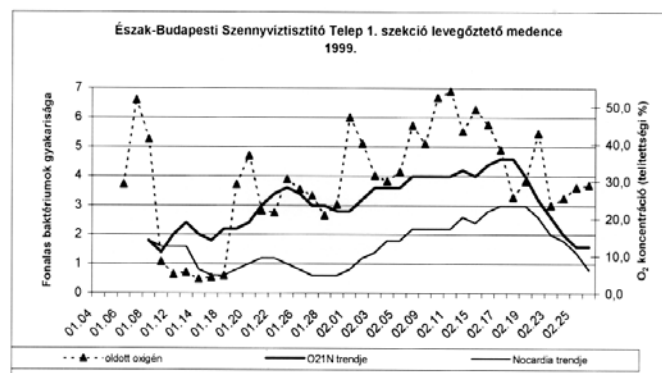
- A téli vizsgálatok első időszakában (01.06 – 01.28.) a iszapkor értéke 3,0 d-ről 6,5 d-re nőtt, ezt követte a **021 N** jelzésű fonalások szaporodása. Számuk a 4-es gyakoriságról 6-ra nőtt. A téli vizsgálatok utolsó időszakában (02.10. – 02.20.) az iszapkor lecsökkent 2 d és 3 d érték közé. A **021 N** fonalások száma ebben az időszakban stagnált (gyakoriság: 4), majd az iszapkor csökkenését (3,0 d-ről 1,5 d-re) némi késéssel a fonalások számának csökkenése követte.
- A téli vizsgálatok során a változó, viszonylag nagyobb (4 – 6,5 d) iszapkornál számottevő *Nocardia* szaporodást (1 – 2 gyakoriság) nem észleltünk. Az iszapkornak további 2 – 3 d-re történő csökkenése során a *Nocardia* gyakorisága kismértékben növekedett.
- A téli vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy az iszapkor csökkenésével a **021 N** fonalások gyakorisága csökkent. A 2 d iszapkor alatt a **021 N** fonalások száma teljesen visszaszorult (gyakoriság:1). Ez két okkal is magyarázható: először lehetséges, hogy a nagyon kicsiny iszapkor hatására kialakuló rövid generációs idejű (néhány óra) heterotróf pehelyképző baktériumok versenytársai lettek a könnyen bontható tápanyagokat kedvelő fonalásoknak és a fonalások szaporodása ez által visszaszorult. Másodszer az iszapkornak nagy mértékű csökkenése (< 2 d) következtében elképzelhető, hogy a fonalások (**021 N**) „kimosódtak” az eleveniszapos rendszerből.

- A nyári vizsgálatok első időszakában (06.01. – 06.21.) az iszapkor 1,5 d-ről 5,5 d-re nőtt. Ezt követte a fonalások gyakoriságának növekedése (gyakoriság: 5-ről 7-re nőtt) is. Ezt az időszakot követően az iszapkor csökkenésével együtt csökkent a fonalások száma is. Az 1 d iszapkornál – hasonlóan a téli üzemi vizsgálatokhoz – a fonalások száma nagyon lecsökkent (gyakoriság: 1). A **Nocardiak** szaporodása az iszapkor növekedését 2 – 3 napos késéssel követi. A **Nocardiak** hasonlóan **021 N** fonalásokhoz 2 d < iszapkor alatt nem szaporodtak.

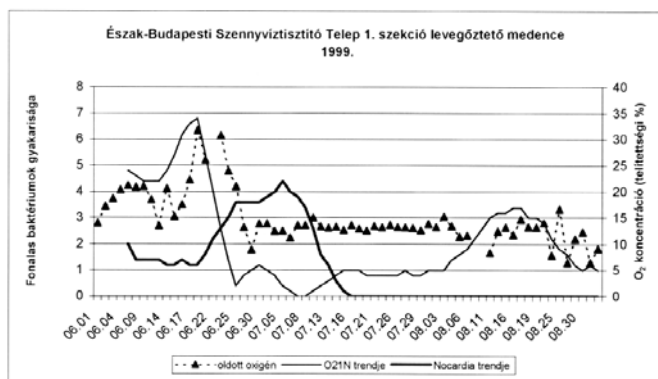
4.5 Az oxigén koncentráció és a fonalások szaporodásának összefüggése

A **3/a. ábra** a téli és a **3/b. ábra** pedig a nyári időszakban a fonalas baktériumok gyakoriságát és az oxigén koncentrációnak a vizsgálati időszakban történő változását mutatja be. Az ábrák oxigén és baktérium szám időbeni változási görbéit értékelve megállapíthatjuk:

- A **3/a. ábra** görbéinek lefutásából megállapítható, hogy ha az oxigén koncentráció 2,0 mg/l érték fölé nő a **021 N** fonalások száma megnő. A **Nocardiak** szaporodása hasonlóan a **021 N** fonalashoz követi az oxigén koncentráció növekedését. A **021 N** fonalások és a **Nocardiak** szaporodása az oxigén koncentráció növekedését kb. egy napos késéssel követi.
- A nyári időszak elején (06.01. – 06.21.) az oxigén koncentráció növekedését és csökkenését a **021 N** fonalások számának hasonló változása követte, majd 1,5 mg/l oxigén koncentráció körül a **021 N** fonalások teljesen visszaszorultak. Később (07.29. – 08.04.) az oxigén koncentráció emelkedését (1,2-ről 2,0 mg/l-re) ill. csökkenését (0,5 mg/l) a **021 N** fonalások számának növekedése (4 gyakoriság), majd csökkenése (1 gyakoriság) kísérte. A **Nocardiak** szaporodásának felfutása ill. csökkenése hasonlóan a **021 N** fonalásokhoz az oxigén koncentráció növekedését ill. csökkenését követte.



3/a. ábra A fonalas baktériumok gyakoriságának és az oldott oxigén koncentrációnak a téli időszak folyamán bekövetkező változása.



3/b. ábra A fonális baktériumok gyakoriságának és az oldott oxigén koncentrációjának a nyári időszak folyamán bekövetkező változása.

5. A fonális szervezetek szaporodásának visszaszorítására ajánlott módszerek rövid ismertetése

A fonális szervezetek szaporodásának megakadályozására ajánlott módszerek közül csak a szaporodási folyamatot befolyásoló, a környezeti módosításokat érintő, természetes beavatkozási módszerekkel (oxigén koncentráció, terhelés változtatása, oxikus, anoxikus szelektorok hatása stb.) foglalkozunk. Nem tárgyaljuk a különböző kémiai anyagoknak (klór, hidrogén-peroxid, vas, alumínium sók, polimerek, adalék anyagok stb.) a pehely szerkezetre gyakorolt hatását, mert ezek az anyagok a fonális szervezetek szaporodását ugyan gátolják, de vegyszeradagolás abbahagyása után a fonális szervezetek általában újra elszaporodnak. A vegyszeres beavatkozás sokszor csak tüneti kezelést jelent.

5.1 Az üzemi tapasztalatok összefoglalása

A vázolt iszap-felfúvódási jelenség nagyon összetett okokra vezethető vissza, a legritkább eset az, amikor a fonálisok szaporodását egyetlen tényező váltja ki.

Az üzemi tapasztalatokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- A fonálisok megjelenése, számuknak növekedése vagy csökkenése és az iszapkoncentráció között egyértelmű összefüggés nincs. A fonálisok szaporodási szakaszában a fonálisok száma és az iszapkoncentráció között arányossági összefüggés még alkalmanként felfedezhető, de ez feltehetően arra utal, hogy a fonális és heterotróf baktérium kultúra azonos szaporodási fázisban van.
- Az iszapindex növekedése jól követi a fonálisok számának a növekedését. Ez azt mutatja, hogy az esetek jelentős részében az iszapindex jól jellemzi az iszap ülepedő képességét. Meg kell azonban jegyezni, hogy az iszapindex nem üzemeltetési, hanem csak ellenőrző paraméter. Kétségtelen, hogy az

iszapindex a gyakorlatban a legegyszerűbben mérhető paraméter, amely az iszapülepedést jellemzi.

- A vizsgált fonális szervezetek (**021 N, Nocardia**) terhelésnövekedés ($> 0,6 \text{ kgBOI}_5/\text{kg.d}$) és terhelés csökkenés ($< 0,3 \text{ kgBOI}_5/\text{kg.d}$) hatására egyaránt növekedést mutattak. Tehát van egy optimális terhelési tartomány ($0,3 - 0,5 \text{ kgBOI}_5/\text{kg.d}$), amely a vizsgált fonálisok szaporodásának nem kedvez. Ebben a terhelési tartományban viszonylag nagy a szubsztrát koncentráció, amely a pehelyképző baktériumok szaporodásának kedvez (1. ábra) és ennek következtében a fonális szervezetek megjelenésével nem kell számolni. A **Nocardia** szaporodása alapvetően a terhelés és az oxigén koncentráció függvénye. A kisebb terhelés ($< 0,2 \text{ kgBOI}_5/\text{kg}_{\text{iszap}}\text{.d}$: teljes oxidációs rendszer) és jó oxigén ellátottság ($3 - 5 \text{ mgO}_2/\text{l}$) mellett a **Nocardia** nagymértékben szaporodik. A **Nocardia** szaporodását más esetekben a tápanyag összetétele (illózsírsavak, könnyen bontható tápanyag) is kiválthatja.
 - A vizsgált fonális szervezetek (**021 N, Nocardia**) mennyisége az oxigén koncentráció növekedésével ($> 2,0 \text{ mg/l}$), ill. csökkenésével ($< 1,0 \text{ mg/l}$) egyaránt növekedést mutatott. Tehát a terheléshez hasonlóan van egy optimális oxigén koncentráció tartomány ($1,5 - 2,5 \text{ mg/l}$), amely a vizsgált fonálisok szaporodásának nem kedvez.
 - A fonális szervezetek szaporodását az esetek legnagyobb részében több ok együttesen váltja ki. Például esetünkben a terhelésváltozásokkal egy időben lejátszódó oxigén koncentráció változások együttesen váltották ki a fonálisok elszaporodását.
 - Az Észak–Budapesti szennyvíztisztító telepen a fonálisok alkalmankénti szaporodását a befolyó szennyvíz oldott kénhidrogén koncentrációja ($4 - 8 \text{ mg/l}$) is előidézhetheti. Sőt ezt a szulfid koncentrációt a szulfát redukáló baktériumok további elszaporodása még csak növelheti. A fonális szervezetek a kénhidrogénre kevésbé érzékenyek, mint a pehelyképző baktériumok, és ennek következtében a fonális szervezetek a pehelyképző baktériumok rovására túlszaporodhatnak.
- Az Észak–Budapesti szennyvíztisztító telepen a jelentkező fonálisok visszaszorítására az alábbi vizsgálati és üzemelési módszert alkalmazzuk:
- Mikroszkópos vizsgálatokkal az iszap szerkezetét és felépítését mind a négy tisztító soron napra készen nyomon követjük.
 - A szennyvíztelep kémiai (KOI, összes szénhidrát tartalom stb.) és biokémiai (BOI_5 , RBOI , biológiai aktivitás) jellemzőit szintén gyakran mérjük. Ezekkel a vizsgálatokkal a telep egyensúlyi viszonyai jól jellemezhetők és ezekből a vizsgálatokból

levonható következtetések az egyéb üzemi paraméterekkel összevetve az üzemelést jól segítik.

- Azon a tisztító soron, ahol a fonalások megjelentek az oxigén koncentrációt a helyzetnek megfelelően csökkentjük vagy esetleg növeljük (ismeretes, hogy mind a kicsi, mind a nagy oxigén koncentráció elindíthatja a fonalások szaporodását).
- Azon a tisztító soron, ahol a fonalások megjelentek a szennyvíz átkormányzásával a biológiai terhelést növeljük, ennek következtében a pehely-terhelés ill. bioszorpció növekszik. Ezek a hatások, pedig a pehelyképző baktériumok szaporodásának feltételeit javítják.
- Az iszapkoncentráció változtatásával a biológiai terhelést növelhetjük vagy csökkenthetjük. A tapasztalataink azt mutatják, hogy a 0,3 – 0,5 kgBOI₅/kg.d terhelési tartomány között a pehelyképző baktériumok szaporodása erőteljes és itt a fonalás szervezetek szaporodása visszaszorul. A fenti terhelési tartomány alatt illetve felett a fonalás szervezetek szaporodása jelentősen nő. A kisebb terhelésnél (< 0,3 kgBOI₅/kg.d) főleg a **Nocardia**, nagyobb terhelésnél viszont **021 N** fonalás szervezetek megjelenésével kell számolni. Ez a megfigyelés összhangban van az Észak-Budapesti szennyvíztisztító telepen 1993. évben végzett vizsgálatokkal (Kozák, 1993).
- A **Nocardia** szaporodására a 15 – 37 °C hőmérséklet tartomány tekinthető optimálisnak. A **Nocardia** szaporodását könnyen bontható tápanyagok (alkoholok, aminosav származékok, glukóz ill. zsírsavak) is kiválthatják. A hosszabb generációs idejű (8 – 13 h) **Nocardia**knak a kisebb iszapkor (< 4 d) vagyis terhelés-növelés nem kedvez. A pehelyképző baktériumok viszont a kisebb iszapkor mellett (generációs idő < 3 h) jól szaporodnak és ilyen terhelési tartományban a pehelyképző heterotrof baktérium közösség a meghatározó.

A fonalás szervezetek szaporodásának megakadályozására szolgáló egyértelmű, biztos megoldás nincs, csak a körülményeket lehet oly mértékben megváltoztatni, hogy a fonalás szervezetek szaporodása visszaszoruljon és az új körülmények mellett elsősorban a pehelyképző baktériumok szaporodjanak.

5.2 A szennyvíztisztító telep kialakításának és a fonalás szervezetek szaporodásának kapcsolata

A fonalások szaporodásának megakadályozására a szennyvíztisztító telep kialakításánál az alábbi lehetőségek kínálkoznak:

- **Kétlépcsős eleveniszapos tisztítás.** Az első lépcsőnél (levegőztető + közbenső ülepítő) nagy biológiai terhelést (3,0 – 5,0 kg BOI₅/kg.d) alkalmaznak, ezt

követi a második kis terhelésű (< 0,2 kg BOI₅/kg.d) tisztítási lépcső (levegőztető + utóülepítő). A két lépcsős biológiai tisztítást akkor alkalmazzák, ha az elfolyó, tisztított szennyvíznél szigorú minőségi követelményeket (KOI < 50 mg/l) kell kielégíteni vagy a tisztítandó szennyvíz biológiailag nehezen bontható és az elfolyó vízminőséget csak ezzel a tisztítási móddal lehet biztosítani. A fonalások szaporodásának megakadályozása végett nem valószínű, hogy kétlépcsős tisztítást alkalmaznak, de alkalmazása esetében a fonalás szervezetek szaporodásával nem kell számolni. Az ipari szennyvizek (tej, sör) tisztításánál alkalmazott kétlépcsős technológia a fentiekben ismertetett mindkét gondot (vízminőség romlás, fonalások elszaporodása) megoldja.

- **Az eleveniszapos lépcső és bioszűrő kombinációja.** Az eleveniszapos lépcső és bioszűrő kombinációjával kialakított kétlépcsős biológiai tisztítás a fentiekben ismertetett vízminőségi igényeket jól biztosítja és a fonalások szaporodását megakadályozza.
- **Aerob vagy anoxikus kontakt-zóna (szelektor) kialakítása.** A konvencionális szennyvíztisztító telepeknél a levegőztető medence elején a szennyvíz és az eleveniszap összekeverésével a reaktor kaszkád elvet követve aerob kontakt-zónát (3 – 5 egység) vagy „szelektort” ajánlatos betervezni. Az elegendő kontakt-idő mellett a bioszorpció hatékonyan végbemegegy és megfelelő nagyságú lesz a pehely-terhelés. Az extracelluláris szubsztrátok és bontási termékek az endogén fázisban adszorbeálódnak. A szükséges kontakt-időt 10 – 20 min között célszerű megválasztani. A kontakt-zónában az ajánlott terhelési érték 3,0 – 4,0 kg BOI₅/kg.d. A kontakt-zónát elhagyó szennyvíz és eleveniszap keverék folyamatosan a hagyományos eleveniszapos egységbe jut, ahol < 0,4 kg BOI₅/kg.d a terhelést célszerű beállítani. A kontakt-zóna, vagy „szelektor” üzemeltetése denitrifikáció céljából anoxikus módon is történhet. Az anoxikus üzemmód alkalmazása esetében a kontakt-zóna medencéjébe keverőket kell betervezni. A szelektor hatás érvényesülése végett a kontakt-zóna kialakításánál - reaktor kaszkád elv alapján - hosszanti átfolyású medencét kell betervezni. A kontakt-zónához csatlakozó kisebb terhelésű aerob reaktort szintén hosszanti átfolyással, de kaszkádok nélkül célszerű kialakítani. Ennél a tisztítási technológiánál a fonalások szaporodása az esetek nagy részében kizártnak tekinthető.
- **A recirkuláltatott eleveniszap regenerálása.** Régóta ismeretes módszer, hogy az utóülepítőből visszaforgatásra szánt eleveniszapot előbb aerob módon regenerálják, majd a levegőztető medence elé visszavezetik. Ezzel a módszerrel az adszorbeálódott tápanyagot le lehet bontani és ily módon az eleveniszap

pot regeneráltuk. A regenerálás után az iszap bioszorpciós kapacitása megnő és ezzel együtt a pehely- képző heterotróf baktériumok életfeltételei, javulnak és fonalas szervezetek szaporodása, csökken. A regenerálási idő kb. 1 h és az oxigén koncentrációt legalább 2,0 mg/l értéken kell tartani.

- *Biológiai foszfor eltávolításnál alkalmazott anaerob reaktor hatása.* A foszfor eltávolításnál alkalmazott anaerob reaktor hatására a fonalas szervezetek szaporodása visszaszorul, ezért a biológiai foszfor eltávolítás során a fonalások elszaporodásával nem kell számolni.
- *Anoxikus denitrifikáló reaktor hatása.* Az elő-denitrifikáció során elegendő nitrát jelenlétében a könnyen bontható tápanyag jelentős része lebontódik. Ez azt jelenti, hogy az oxikus lépcsőben a fonalas szervezetek számára tápanyag hiány lép fel és azok nem tudnak elszaporodni. Természetesen a tápanyag hiány az oxikus lépcsőben a pehelyképző baktériumokat is érinti, de ez a tisztítás hatékonyságát nem befolyásolja.
- *Levegőztető reaktorok formáinak hatása az eleveniszap pehely szekezetére.*

Az elkevert rendszerű levegőztető medencéknél az esetek zömében alacsony a szubsztrát koncentráció és bontási metabolitok képződnek, ezek tényezők pedig a fonalas szervezetek szaporodását segítik elő (lásd. 2 ábra). A kaszkád elrendezésű reaktorban – közelítve a csőreaktor elvet - a mindenkori reaktor helynek megfelelően nagyobb tápanyag koncentráció alakul ki, amely pehelyképző baktériumok szaporodásának biztosít kedvezőbb körülményeket, és ezzel megakadályozhatjuk a fonalas szervezetek elszaporodását. Ezt jól bizonyítja az a tény, hogy az oxidációs árokban, vagy a Carrousel rendszerben (mindkettő reaktor közelíti a csőreaktor elvet) a fonalások szaporodása lényegesen ritkábban fordul elő, mint a hagyományos elkevert reaktorokban.

- *Jövőben a tervezőknek a csőreaktor elvet közelítve, a kontakt-zónát biztosító hosszanti átfolyású levegőztető berendezések tervezésével a biztonságos üzemelést kell elősegíteni.* A levegőztető medencékben a fonalas szervezetek szaporodásának megakadályozására vagy csökkentésére a fentiekben vázolt csőreaktor vagy kaszkád elv érvényesítését több szerző is alátámasztja (Lee, et al: 1982, Daigger, et al: 1985, Öllös: 1994, Wanner: 1994 Fainsod, et al: 1999). Ez a reaktorforma azon kívül, hogy lehetővé teszi a fonalások szaporodásának visszaszorítását, előnyös az üzemeltetés számára, mert lehetővé teszi telep tisztító sorain belül a terhelésváltoztatásokat, üzemzavar esetén biztosítja a meghibásodott tisztító sor kiiktatását.

Irodalom

Daigger, G. T. – Robbins, M. H. – Marshall, B. R. (1985): The design of a selector to control low-F/M filamentous bulking. *Journal WPCF*, 57, 3 pp 220 – 226.

Fainsod, A. – Pagilla, K.R. – Jenkins, D. – Pitt, P. A. – Mamais, D. (1999): The Effect of anaerobic Selectors on Nocardiaform Organism Growth in activated Sludge. *Water Environment Research*, Volume 71, Number 6, pp 1151 – 1157.

Fleit, E. – Gulyás, P. (1992): Az iszapfelúszás problémája az eleveniszapos szennyvíztisztításban. *Hidrológiai Közöny*, 72 évf., 5 – 6.szám, pp 307 – 313.

Krhutková, O. – Wanner, J. (1999): Changes in Biocenosis of Activated Sludges and Occurrence of Filamentous Microorganisms in Czech WWTPs in the year 1998. 8th. IAWQ Conference on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, Hungary, Budapest, pp 484 – 487.

Lee, Sang-Eun – Koopman, B. L. – Jenkins, D. (1982): Effect of aeration Basin Configuration on bulking at Low Organic Loading. EPA. Cincinnati OH 45268, pp 1 – 5.

Li, D. – Ganczarczyk, J. J. (1993): Factors affecting dispersion of activated sludge flocs. *Water Environment Research*, Volume 65, Number 3, pp 258 – 263.

Lind, G. – Lemmer, H. (1998): Biologische csp 1 – 6.

Kozák, T. (1993): A fonalas mikroorganizmusok előfordulásának üzemi tapasztalatai egyes budapesti szennyvíztisztító telepeken. FCSM Rt. Kézirat. Pp 1 – 15.

Oláh, J. (1994): Baktérium társulások ökológiai vizsgálata az eleveniszapos szennyvíztisztításban. OTKA zárójelentés. FCSMRt. Kézirat. Budapest. Pp 15 – 20.

Öllös, G. (1994): Iszapfelfúvódás, iszapelúszás. Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése I., Akadémiai Kiadó. Budapest. Pp 125 – 157.

Wanner, J. (1994): Activated sludge Bulking and Foaming Control. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster. Basel., pp 222 – 248, pp 252 – 275.

White, M. J. D. – Tomlinson, E. J. – Chambers, B. (1980): The effect of Plant Configuration on Sludge Bulking. *Prog. Wat. Tech.* Vol. 12, No. 3. pp 83 – 188.

Van den Eynde, E. – Houtmeyers, J. – Verachtert, H. (1982): Relation between substrate feeding pattern and development of filamentous bacteria in activated sludge. Bulking of activated sludge: Preventive and Remedial Methods. Editors: *Chambers, B. – Tomlinson, E. J.* Published by Ellis Horwood Limited. Publishers. Chichester., pp 30 – 41, pp 94 – 100, pp 112 – 118.

Zietz, U. (1996): Die Entstehung des unerwünschten Blähschlammes beim Belebungsverfahren. *Gwf Wasser-Abwasser*, 137, Nr. 4, pp 5 – 220.

Kedves Kollégák! Tisztelt Igazgató Úr/Asszony!

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

Két színben megjelenő hirdetéseink ára a következő:

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

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

Egyéb esetben 10% technikai költséget számítunk fel.

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

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

Információ a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Titkárságán.

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



ÉRTESÍTÉS JOGI TAGSZERVEZETEINK ÉS MÁS KIÁLLÍTÓK SZÁMÁRA

Tisztelt Kollégák!

2001. szeptember 17. és 18-án megrendezésre kerül a

MÁSODIK MAGYAR SZENNYVÍZTECHNIKAI ÉS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS 2001.

melynek helyszíne a Stefánia Palota
(Budapest, XIV. Stefánia út 34) lesz.

Tekintettel a kiállítási helyek korlátozott számára kérjük a kiállítani szándékozókat,
hogy szándékukat a csatolt jelentkezési lapon a MaSzeSz titkárságára (Fax: 463 3753)
jelezni szíveskedjenek.

ELŐZETES JELETKEZÉSI LAP

Bejelentjük, hogy cégünk, szervezetünk kiállítással kíván részt venni a MaSzeSz által
2000. szeptember 17. és 18-án rendezendő
„MÁSODIK MAGYAR SZENNYVÍZTECHNIKAI
ÉS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA
ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS 2001”-on.

CÉG CÍME:

CÍME:

TELEFON: FAX:

Előzetesen igényelt kiállítási felület*: 8 m²; 10 m²; 12 m²; 14 m²; 16 m²;

Megjegyzés:

Előzetes árkalkuláció: 16 000 Ft/m²

MaSzeSz tagok kedvezményt élveznek!

cégszerű aláírás

* az igényelt felületet kérjük megjelölni.



ZENON SYSTEMS KFT.

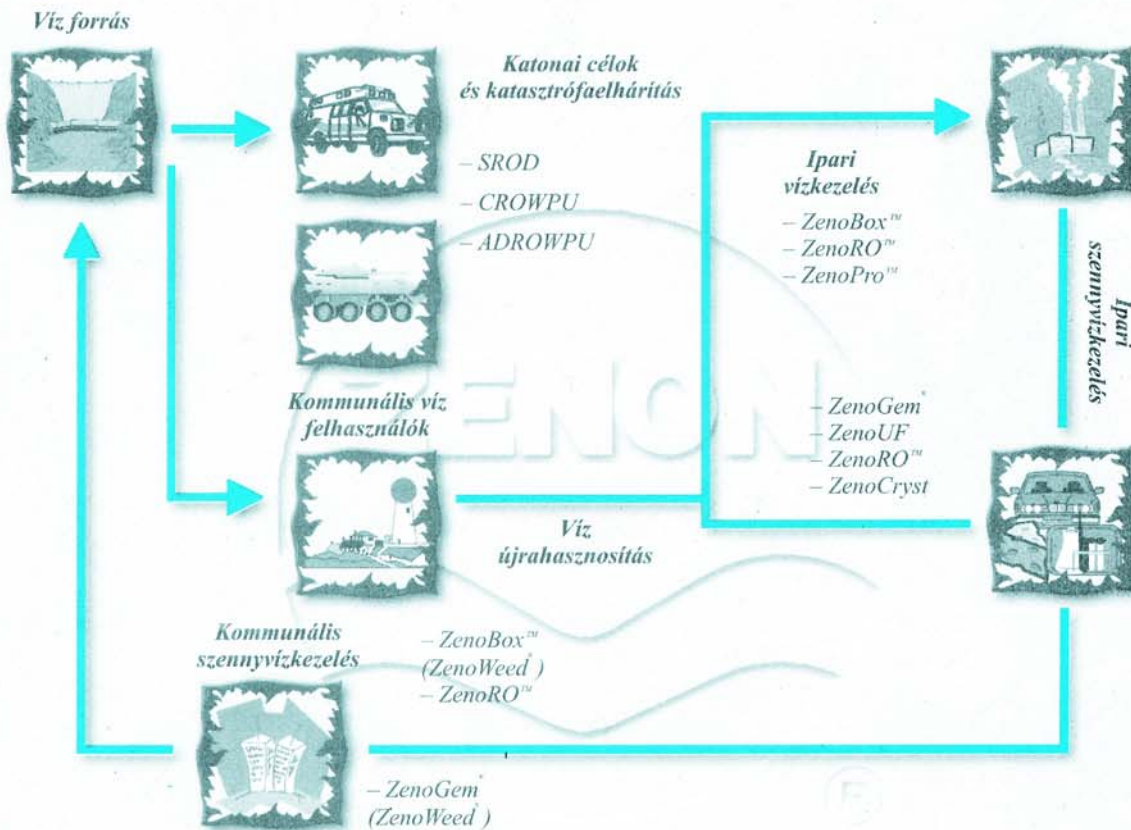
2803 TATABÁNYA, VIGADÓ U. PF. 353

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

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

IPARI ÉS KOMMUNÁLIS VÍZKEZELÉS MEMBRÁN TECHNOLÓGIÁVAL

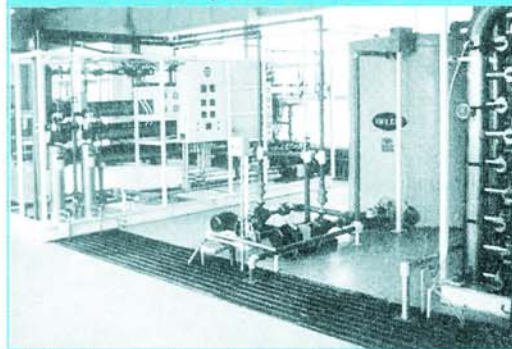
Termékek és szolgáltatások



Vízkezelés



Szennyvízkezelés



Water for the World