

ELEVENISZAP-VIZSGÁLATOK ÖTÉVES TENDENCIÁJÁNAK ÜZENETE A TECHNOLÓGIAI IRÁNYÍTÓK SZÁMÁRA

BOGNÁR FERENC

mesteroktató

Eötvös József Főiskola

1. Bevezetés

Biológiai szennyvíztisztító telepeinken a szennyező anyagok lebontása mesterséges környezetben a természet erejével, az eleveniszap segítségével történik meg. Az eleveniszap egy mesterségesen létrehozott és fenntartott, szoros egymásrautaltsági hálózaton alapuló speciális ökoszisztéma. Ebben a rendszerben az élőlények életközösséget alkotnak, amiben baktériumok, csillós egysejtűek, ostoros egysejtűek, amőbák és többsejtű élőlények fordulnak elő. Ezek az élőlények természetes körülmények között folyókban, tavakban, pocsolyákban, fák odvában kialakult vizes élőhelyeken fordulnak elő. A települési szennyvíztisztító telepek ökoszisztémájában az élőlények táplálkoznak, szaporodnak, gyakorlatilag minden élettevékenységet lefolytatnak, amit a természetes környezetükben is. A szennyvíztisztítás során a lakosság élettevékenysége és az ipari tevékenységek által beszennyezett vizet a technológiai sorokat alkotó, különböző környezeti állapotokat fenntartó műtárgyakban összekeverjük az eleveniszappal, majd a technológiai sorok végén szétválasztjuk a tisztított szennyvizet az eleveniszaptól. A tisztítási folyamat során a baktériumok táplálkoznak, energiát nyernek, szaporodnak. Az iszap szaporulatát rendszeresen el kell távolítani a biológiai igényeknek megfelelő mértékben. A tisztítás során kiemelkedő fontossággal bír ugyanis, hogy a rendszerben tartott iszap mennyisége és aktivitása megfelelő arányban legyen a technológiára vezetett szennyezőanyagok mennyiségével (optimális biológiai iszapterhelés). Amennyiben az iszap aktivitása és mennyisége magasabb vagy alacsonyabb, mint amennyire szükség lenne a szennyező anyagok lebontásához, úgy biológiai szempontú alul- vagy túlterhelés alakul ki az ökoszisztémában. Az iszap biológiai szempontú terhelésének pontos megállapításához nélkülözhetetlen segítséget nyújt a baktériumok és az afeletti szerveződési szintű élőlények bioindikációinak helyes értelmezése. Az életközösség összetételét a szennyvíztisztító telepen befolyásolják az egyes műtárgyak által kialakított speciális környezeti feltételek. A szennyvíztisztító telep gépészeti elemei, a csatornahálózat kialakítása, a szennyvíz tartózkodási ideje a csatornahálózaton, valamint a szennyvíztisztító telep üzemeltetésének gyakorlata együttesen van hatással a kialakuló eleveniszap fajösszetételére.

Az életközösség összetételét alakító legfőbb technológiai tényezők:

- a nyers szennyvíz tartózkodási ideje a csatornahálózaton;
- az eleveniszap biológiai szempontú terhelése;
- a levegőztetőmedence oldottoxigén-koncentrációja;
- a dekant- és csurgalékvizek kezelése;
- a főlósiszap tárolási és víztelenítési gyakorlata.

A fázisszétválasztás előtti szakasz a levegőztetett medence, melynek a végéről megvett eleveniszap-minta hordozza magában a legrepresentatívabb információhalmazt. Az innen származó elegyben mintegy lenyomatként jelenítődik meg a szennyvíz képződési helyétől kezdődően a szennyező anyagokat és az iszapot ért fizikai, kémiai és biológiai hatások összessége. Ahhoz, hogy alaposan megismerjük a technológiában rejlő lehetőségeket, a mikrobiológiai okokra visszavezethető üzemeltetési problémákat, az üzemeltetői információhalmazba szükséges integrálni az eleveniszap rendszeresen elvégzett fénymikroszkópos vizsgálatát.

2. Eleveniszap-vizsgálatok egyedi módszere

Az Egységes Mikrobiológiai Vizsgálati Rendszer (továbbiakban: EMVIR) a VízTEC Zrt. kutatólaboratóriumában kelt életre 2009-ben. Az EMVIR alapvető célja, hogy a szennyvíztisztító telepek technológiai irányítóit új információval támogassa. Az eljárás a szennyvíztisztítással kapcsolatos legújabb magyar szabadalmi bejelentés; eszköz és módszer a települési biológiai szennyvíztisztító telepek optimális iszapterhelésének és oldottoxigén-középtértékének megállapításához. A módszer a levegőztetőmedence vagy a ciklus végéről megvett eleveniszap-minta egyedi eljárás szerinti feldolgozásával nyújt segítséget többszereplős munkafolyamatban az üzemeltető szakemberek számára. Az eljárás alapját egy fénymikroszkópos mikrobiológiai vizsgálat képezi, melynek során az eleveniszap több száz fajból álló életközösségének egyedeit az EMVIR által egységesített 50 kategóriának megfelelő csoportba szükséges sorolni, majd mennyiségi analízist követően az EMVIR szoftverének megadni az élőlények faji és minőségi eloszlását. Egy szennyvíztisztító telepen jellemzően 10-20 indikátorkategória egyedei jelennek meg együttesen, és ezen populációk méretei változnak a különböző környezeti hatások módosulásának következtében. A biológiai vizsgálatot követően a technológiai irányítók pontos információt kapnak a telep biológiai szempontú terheléséről, a levegőztetőmedencében a baktériumok által hatékonyan hasznosítható oldottoxigén-mennyiségről, a nitrifikáció, valamint a szervesanyag-lebontás stabilitásáról és a tisztítási hatékonyságot befolyásoló kockázati faktorokról. A hatékony biológus-technológus párbeszédnek köszönhetően a mikrobiológiai eredetű üzemeltetési problémák megelőzhetőek (pl. a fonális baktériumok elszaporodása), erősíthető az eleveniszap pehelyszerkezete, a levegőztetőmedence oldottoxigén-középtértéke mindig az eleveniszap igényeihez mért minimális szintre állítható, aminek következtében a folyamat során képződő főlósiszap mennyisége a technológia által elérhető minimumszintre szorítható vissza. Az elmúlt 6 évben több főiskolai és egyetemi diplomamunka, valamint kutatási eredmény számszerűsítette a módszer alkalmazásából származtatható üzemeltetési

előnyöket. A kutatási eredmények alapján a szennyvíztisztító telepek villamosenergia-igénye, valamint az ártalmatlanításra váró főlösziszap mennyisége 10–30%-kal csökkenthető a mikrobiológiai visszacsatolásokkal történő üzemeltetés alkalmazásával az azt nélkülöző üzemenethez képest. A bajai Eötvös József Főiskola hallgatói 2011 óta a biológiai szemléletű üzemeltetés kompetenciájával felvértezve kerülnek az őket alkalmazó víziközmű-szolgáltatók szakemberei közé, amióta a képzési tematika része a fénymikroszkópos eleveniszap-vizsgálatok elvégzésének oktatása, valamint a vizsgálatokból származtatható információk EMVIR munkamódszerrel történő feldolgozása. A kurzus ismeretanyagait is tartalmazó, ám azon jelentősen túlmutató kiadvány jelenik meg a közeljövőben, melynek írói dr. Melicz Zoltán, a főiskola rektora; dr. Fleit Ernő, a főiskola általános rektorhelyettese; Bognár Ferenc, a főiskola mesteroktatója, valamint dr. Gulyás Pál, az egykori VITUKI biológusa. A „Biológiai szennyvíztisztító berendezések mikroszkópos módszertana” című főiskolai jegyzet számos tekintetben hiánypótlónak tekinthető, ugyanis egy anyagban kerül bemutatásra az eleveniszap biológiája, fizikája, kémiája, valamint a fázisszétválasztás részletes technológiai megoldásai. Nagy hangsúlyt kap a mikrobiológiai okokra visszavezethető üzemeltetési problémák esettanulmányok formájában történő ismertetése, valamint a települési szennyvíztisztító telepek eleveniszapjára jellemző mikroorganizmusok, fonalas baktériumok alapos bemutatása.

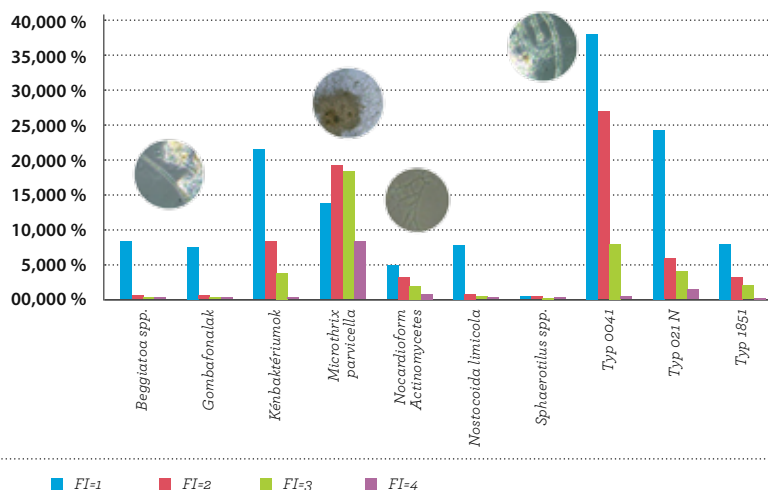
3. Az eleveniszapok ökológiai statisztikái

A magyarországi eleveniszapok statisztikai elemzése a főiskolai jegyzet külön fejezetében került feldolgozásra. 2009 decemberétől 2014 decemberéig az EMVIR adatbázisába több mint 10.000 mikrobiológiai vizsgálatot töltöttek fel közel 350 magyarországi szennyvíztisztító telepről. Ez a jelentős méretű adatbázis egyedülálló módon tárja elénk a hazai szennyvíztisztítók eleveniszapjainak fajösszetételében bekövetkező változásokat. Az ötéves kutatás eredményeként feltárt összefüggések jól szemléltetik a telepek üzemállapotainak megváltozási pontjait, azok környezeti feltételeinek alapos feltárása és szoftverbe integrálása hatékonyan segíti a jövőben a biológiai kockázatok időbeni felismerését.

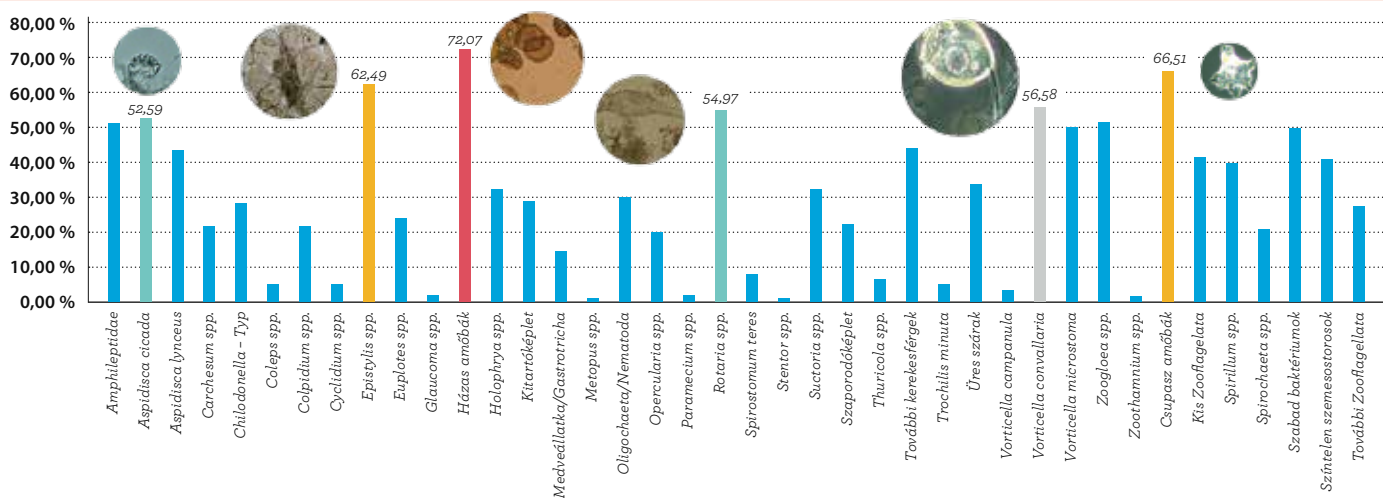
Magyarország ezáltal egyedülálló mennyiségű adattal rendelkezik a telepek ökológiai tendenciáiról, amelyekből jól látszik, mely indikátorkategóriák népesítik be leggyakrabban a telepek eleveniszapjait. Az 1. ábra az élőlények abszolút előfordulási gyakoriságát mutatja be a teljes adathalmazhoz viszonyított százalékos arányban. A legtöbb esetben, a vizsgálatok több mint 72%-ában figyelhetünk meg „házas amőbafajokat” (pl. Arcella spp., Euglypha spp.), a második leggyakoribb indikátor a „csupasz amőbák” csoportja (pl. Mayorella spp.), mely a vizsgálatok több mint 66,51%-ában volt jelen. Harmadikként a sorban a helytűl csillós egysejtűek egy indikátorkategóriája áll, az Epistylis spp. (62,49%), amit a Vorticella convallaria (56,58%) követ. A szabadon úszó csillós egysejtűek kategóriájából az Aspidisca cicada a leggyakoribb (52,59%), a többsejtű élőlények közül pedig a Rotaria spp., amely a feltöltött adatlapok 54,97%-án szerepelt valamilyen gyakorisági indexszel.

A fonalas mikroorganizmusok tekintetében a 2. ábrán bemutatott módon a Microthrix parvicella, valamint a Typ0041 nevű mikroorganizmusok fordulnak elő leggyakrabban. Harmadik a sorban a „Kénbaktériumok” csoportja, negyedik a Nocardioform Actinomycetes.

2. ábra
Fonalas mikroorganizmusok gyakorisága FI-index szerint (forrás: emvir.eu)



1. ábra
Bioindikátorok abszolút előfordulási gyakorisága (forrás: emvir.eu)



A fonalas baktériumok nemzetközi felmérések szerinti előfordulási gyakoriságát az USA-ban, Hollandiában, Németországban és a Dél-afrikai Köztársaságban végzett felmérések alapján az 1. táblázatban mutatjuk be. Az Amerikai Egyesült Államokban a leggyakoribb fonalásodási problémát a Nocardioform Actinomycetes okozza, Hollandiában a *Microthrix parvicella*, Németország leggyakoribb fonalasa a Typ021N, míg a Dél-afrikai Köztársaságban a Typ0092 okozza a legtöbb telepen az iszap ülepedési problémáit.

1. táblázat

Fonalas baktériumok abszolút dominancia szerinti sorrendben

Fonalas mikroszervezet	Az előfordulási gyakoriságok sorrendje			
	USA	Hollandia	Németország	Dél-afrikai Köztársaság
<i>Nocardia</i> sp.	1	-	-	4
1701 típus	2	5	8	10
021N típus	3	2	1	-
0041 típus	4	6	3	2
<i>Thiothrix</i> sp.	5	19	-	-
<i>S. natans</i>	6	7	4	-
<i>M. parvicella</i>	7	1	2	5
0092 típus	8	4	-	1
<i>H. hydrossis</i>	9	3	6	-
0675 típus	10	-	-	3
0803 típus	11	9	10	8
<i>N. limicola</i>	12	11	7	9
1851 típus	13	12	-	6
0961 típus	14	10	9	11

Ha azonban megtekintjük az USA iszapfelfúvódási problémával küzdő szennyvíztisztító telepein végzett felmérést a 2. táblázat szerint (525 minta 270 szennyvíztisztító telepről), látható, hogy a Typ0041 másodlagos dominanciája mutatja a legmagasabb arányt.

A helyzet e tekintetben Magyarországon is hasonló. FI=3-as indexszel még jelentősen gyakrabban találkozhattunk a *Microthrix parvicella*-val, ami a 3. ábrán látható. A Typ0041 és a *Microthrix parvicella* baktériumok gyakoriságát megvizsgálva FI=1 és FI=2 indexek esetében azonban a Typ0041 sokkal meghatározóbb mennyiségben volt jelen, mint a *Microthrix parvicella*.

Az FI=4 abszolút fonalgakorisági index esetében az adott baktérium teljes dominanciájáról beszélhetünk. Ilyen teljes dominanciát a Typ0041 csupán a vizsgálatok 0,12%-ában mutatott, ami nem tűnik jelentősnek, de érdemes figyelembe venni, hogy míg az EMVIR algoritmusának kidolgozásakor ezen baktériumok csupán azért kerültek bele az algoritmusba, mert bár néhány szennyvíztisztító telepen alkalmanként alacsony gyakorisággal előfordultak, de üzemeltetési problémát nem okoztak, addig populációjuk növekedése ma már komoly fenyegetést jelenthet.

A *Microthrix parvicella* FI=4 teljes dominanciája évről évre meg egyező módon mindig novembertől körülbelül április-májusig tart, de a 2013-as év csúcsától eltekintve a vizsgálatok egyre kisebb hányadában jelenik meg ezen baktérium egyeduralma (4. ábra).

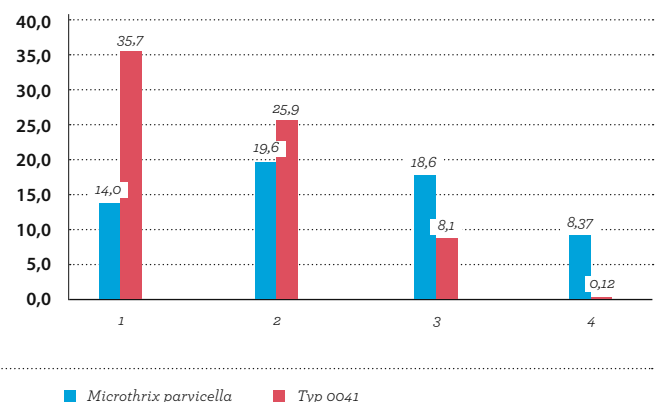
Ha megvizsgáljuk a két szóban forgó baktérium FI=3 index szerinti előfordulását, akkor megfigyelhető, hogy azon időszakokban, amikor a *Microthrix parvicella* gyakorisága megemelkedik, a Typ0041 százalékos arányú előfordulása visszaesik, populációik tulajdonképpen szinte

2. táblázat

Fonalas baktériumok gyakorisága az USA-ban

Abszolút előfordulási gyakoriság	Fonalas szervezet megnevezése	Elsődleges dominancia gyakoriság (%-ban)	Másodlagos előfordulási gyakoriság (%-ban)
1	<i>Nocardia</i> sp.	31	17
2	1701 típus	29	24
3	021N típus	18	15
4	0041 típus	16	47
5	<i>Thiothrix</i> sp.	12	20
6	<i>Sphaerotilus natans</i>	12	19
7	<i>Microthrix parvicella</i>	10	3
8	0092 típus	9	4
9	<i>Haliscomenobacter hydrossis</i>	9	45
10	0675 típus	7	16
11	0803 típus	6	9
12	<i>Nostocoida limicola</i>	6	18
13	1851 típus	6	2
14	0961 típus	4	6

3. ábra

A Typ0041 és a *Microthrix parvicella* százalékos előfordulási aránya

váltják egymás. Érdekes azt is látni, hogy a Typ0041 fonalas esetében nem figyelhető meg szezonális, az év szinte bármely időszakában képes erőteljes növekedésre.

4. A fonalásodás problematikája

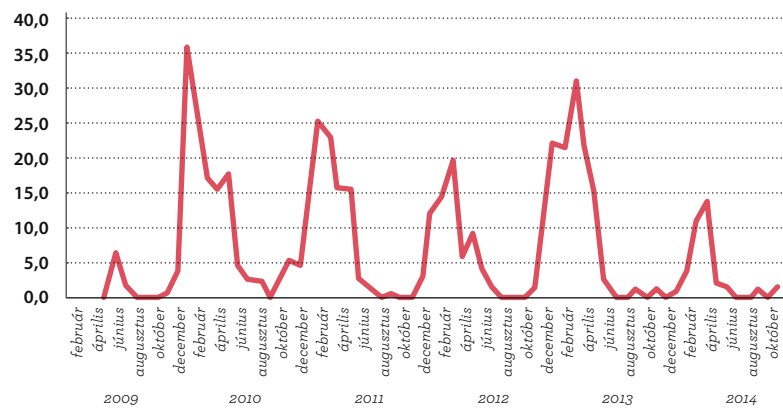
Mint minden „egészségügyi probléma”, az eleveniszap mikrobiológiai okokra visszavezethető üzemeltetési problémáinak kezelésében is kiemelt fontossággal bír a „kórokozó” időbeni felismerése és az annak kedvező környezeti feltételek pontos ismerete. A fonalas baktériumok populációinak növekedése a Mohlmann-index rendszeres (akár napi gyakoriságú) meghatározásával monitorozható a legegyszerűbben. A Mohlmann-index emelkedése egzakt módon mutatja a pelyhek ülepedési képességének romlását, ezzel a fonalas baktériumok egyedszámának növekedését. Nem elegendő azonban a problémát időben felismerni, tudni kell azt is, hogy mely faj egyedszámának növekedése okozza a „tünetet”. Az időben észlelt fonalásodás ellen számos esetben jó eséllyel léphetünk fel az iszapterhelés módosításával, de nem mindegy, milyen irányba mozdítjuk a rendszerünket. A 6. ábra a fonalas fajok iszapterhelési optimumait szemlélteti. Az ábrán látható módon a *Microthrix parvicella* szaporodásának a 0,05–0,2 kgBOI₅/(kgTS*d) terhelési tartomány kedvez. Tapasztalataink szerint az iszapot a 0,2 kgBOI₅/(kgTS*d) fölé minimálisan terhelve a *Microthrix parvicella* akár FI=3-as indexe is csökkenthető a nitrifikáció zavartalansága mellett. Azonban a Typ0041 baktérium esetében a biológiai szempontú iszapterhelés emelése csak akkor hozhatna eredményt, ha azt a 0,3 kgBOI₅/(kgTS*d) érték fölé emelnénk, de ez esetben a nitrifikáló baktériumokat szinte teljes mértékben elpusztítanánk az iszapban, így azt nem javasolt végrehajtani.

A biológiai szempontú iszapterhelés mellett számtalan dolog képes befolyásolni a fonalas baktériumok egyedszámának hirtelen emelkedését. A fonalások bizonyos környezeti hatásra adott rapid válaszreakciója (elburjánzása) a pelyhek szerkezetét nyitottá teszi, illetve azok között hidakat képezve megnöveli egységnyi felületüket. Ezen pehelyszerkezeti változások következtében a technológiai műtárgyak habzása (pl.: medencefelszínek, rothasztótorony esetében), fázissztét-választási nehézségek, a fölősiszap vízteleníthetőségének romlása tapasztalható. Az így kialakult problémák tisztítási és költséghatékonysági szempontból jelentősen negatív befolyással bírnak az üzemeltetésben. Az eleveniszapok rendszeres fénymikroszkópos vizsgálata ezért elengedhetetlen fontosságú a fenntartható szennyvíztisztítás szempontjából. A vizsgálatok során meghatározott fonalásfaj, valamint az iszpra effektív befolyással bíró tényezők ismerete, az iszap biológiai szempontú terhelése és az iszap számára hasznosítható oldott oxigén mennyiségének tudatában könnyedén körvonalazható az a technológiai beavatkozás, aminek segítségével a folyamat visszafordítható (7. ábra).

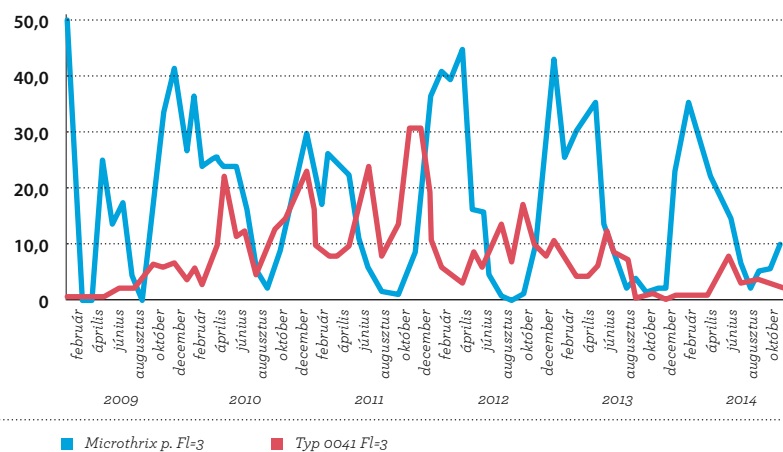
5. A Typ0041 biológiája

Ahogy az eddigiekből kitűnik, a Typ0041 fonalas baktérium térnyerése komoly figyelmet érdemel, az elmúlt évek változásaiból ugyanis prognosztizálható ezen baktérium jövőbeni erőteljes jelenléte. A nevezett baktérium fonala egyenes, enyhén hajlott, jellemzője a fonalra merőleges ránövés sokasága. Markáns, erős fonala hidakat képez a pelyhek között, aminek eredményeként azok egységnyi felülete megnő, így a mélylégbefúvatásos technológia következtében felúsznak a levegőztetőmedence felszínére, és

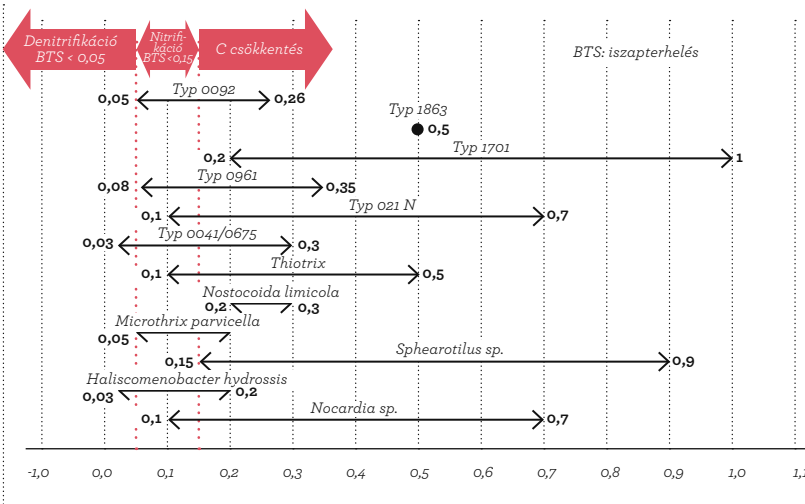
4. ábra
A *Microthrix parvicella* FI=4-es fonalasságának változásai (%)



5. ábra
A Typ0041 és a *Microthrix parvicella* FI=3 indexszel való előfordulási aránya (%)



6. ábra
Fonalas baktériumok terhelésoptimumai. Forrás: Prozessüberwachung von Belebungsanlagen durch mikroskopische Schlammuntersuchung (D.H. Eikelboom, 2000.)



7. ábra

Fajspecifikus beavatkozási lehetőségek

Fonális mikroszervezet	Lehetséges technológiai beavatkozások a populáció csökkentésére		
	Iszapterhelés	Oldott-oxigén-koncentráció	Egyéb
 Thiothrix sp.	csökkentés	emelés	anaerob hatások csökkentése, vagy teljes megszüntetése
 Nocardioform Actinomycetes	csökkentés	csökkentés	technológiára érkező zsírok, olajok csökkentése
 Microthrix parvicella	növelés	növelés	technológiára érkező zsírok, olajok csökkentése
 Typ0041	növelés	csökkentés	anoxikus medence intenzifikálása, makromolekuláris szerves szubsztrátok csökkentése

ott barna színű, erős habot képeznek. Az ilyen módon keletkezett hab kis-körös vagy más néven nitrátcirkulációval átjut az anoxikus medencére, amelynek felszínén kérges, tartós felűszás alakul ki. Szakmai publikációk szerint a Typ0041-populációnövekedés beindulásának az iszapterhelés extrém alacsony mivolta kedvez ($0,03 \text{ kgBOI}_5/(\text{kgTS} \cdot \text{d})$), ami tapasztalataink szerint előállhat abban az esetben, ha egy szennyvíztisztító telepen műszaki okokból kifolyólag nincs lehetőség néhány napig a fölösiszap-szaporulat eltávolítására. Ebben a helyzetben az iszapkoncentráció megnő, az iszap biológiai terhelése erősen visszaesik. A műszaki probléma elhárulását követően hiába történik meg az optimális iszapkoncentrációt visszaállítani hivatott drasztikus iszapelvétele, a baktérium az ideiglenesen kialakult magas iszapterhelés mellett is képes tovább szaporodni.

A szakirodalom a terhelés alacsony mivolta mellett a Typ0041 fonalasságának erősödését összefüggésbe hozza a levegőztetőmedencére érkező szennyvízben, az anoxikus medencében nem megfelelően hidrolizált, makromolekuláris szerves szubsztrátok jelenlétével is (H. Lemmer, M. Schade, 2002.). A megnevezett anyagban foglalt információkat alátámasztani látszanak egy két hónapos kísérleti vegyszeradagolás során szerzett tapasztalataink. A gyöngyösi szennyvíztisztító telepen 2015. április 1-május 31. közötti időszakban speciális vegyszeradagolást hajtottunk végre, melynek hatásait rendszeres kémiai és mikrobiológiai vizsgálatokkal követtük. A kísérleti anyag vassó és könnyen lebontható szerves anyag speciális keveréke volt. A kísérlet célja többek között az volt, hogy igazoljuk, az előülepítés intenzifikálásának pozitív hozadékai mellett (növekvő biogáz-kihozatal, csökkenthető fűvétel-igényből származó villamosenergia-megtakarítás) a vegyszerben található szerves anyag képes-e biztosítani a denitrifikáció számára szükséges tápanyagot. Tulajdonképpen azt szerettük volna megvizsgálni, hogy lehetséges-e a nyers szennyvízben található kiülepedhető fehérjéket és összetett szerves vegyületeket a rothasztótoronyban hasznosítani a denitrifikáció stabilitásának megőrzése mellett. A két hónapos kutatási időszak alatt igazoltuk, hogy az adagolt anyaggal lehetséges az előülepítőben eltávolított, nehezen bontható tápanyag lecserélése a vegyszert

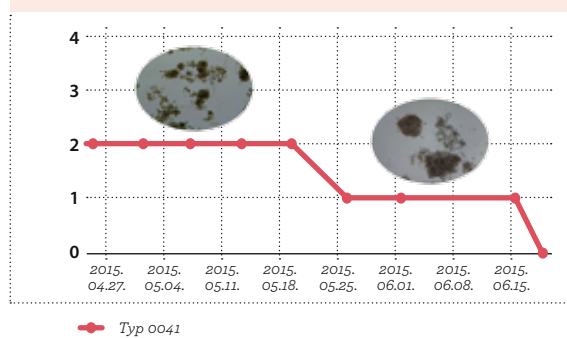
alkotó, könnyen biodegradálható szerves anyaggal. Mindemellett pedig azt tapasztaltuk, hogy a Typ0041 kezdeti alacsony fonalassága ($FI=2$) a kísérleti időszak végére olyan mértékben mérséklődött, hogy a kísérlet lezárulta után (a vegyszer további adagolása mellett) elvégzett fénymikroszkópos vizsgálatban már az $FI=1$ indexet sem érte el (8. ábra).

6. Összegzés

A települési biológiai szennyvíztisztító telepek magas szakmai színvonalú üzemeltetésének elengedhetetlen eszköze a fénymikroszkópos eleveniszap-vizsgálatok által nyerhető információk döntési mechanizmusba integrálása. A bajai Eötvös József Főiskola tantervébe, a jövő üzemeltető generációinak kompetenciájába 2011 óta integrált módon bekerül a biológiai szemléletű szennyvíztisztítótelep-irányítás. Az eleveniszapban élő bioindikátorok szám- és minőségbeli eloszlásának

8. ábra

A Typ0041 fonalasságának alakulása (forrás: emvir.eu)



EMVIR-módszerrel történő feldolgozásával jelentősen növelhető az üzemeltetés biztonsága, a technológia adta lehetőségek szélesebb spektrumában használhatók ki. Az EMVIR ötéves adatbázisának információit felhasználva jól szemléltethető a Microthrix parvicella és a Typ0041 fonális baktériumok kompetíciója, melyben az utóbbi baktérium számtalan esetben ért el jelentős dominanciát. A Typ0041 baktérium erős rezisztenciával bír a technológiai beavatkozásokkal szemben, ezért még a populációnövekedés időbeli észlelése mellett is nehéz vele felvenni a harcot. A nemzetközi szakirodalom szerint növekedésének kedvez az anoxikus medencében nem megfelelően hidrolizált, makromolekuláris szerves szubsztrátok jelenléte. A gyöngyösi szennyvíztisztító telepen végzett kísérletben igazolódni látszódtak a szakirodalomban foglaltak, ugyanis amennyiben olyan szerves anyagot tartalmaz, azzal megőrizhetjük a denitrifikáció stabilitását, és a Typ0041 fonalasságát vissza lehet szorítani.

Felhasznált irodalom

Dr. Melicz Zoltán, Dr. Fleit Ernő, Dr. Gulyás Pál, Bognár Ferenc: *Biológiai szennyvíztisztító berendezések mikroszkópos vizsgálati módszertana*, Eötvös József Főiskolai Kiadó, Baja, 2015.

Dr. Hilde Lemmer, Margit Schade: *Charakterisierung von Fadenbakterien zur Bekämpfung von Schaum in Belebungsbecken*, München, 2002.

Dr. H. Eikelboom: *Prozessüberwachung von Belebungsanlagen durch mikroskopische Schlammuntersuchung*, 2000.

Köszönjük, hogy a MaVíz Vízipari Tagozatának tagjává válhattunk!

A HW Stúdió Kft. komplex informatikai megoldásokkal áll tagtársai rendelkezésére!

- Sok a nyomtatási és postaköltsége?
- Költséges és helyigényes a számlák és felszólító levelek archiválása?
- Szeretne eleget tenni a törvényi kötelezettségeknek?
- Gyorsan és egyszerűen szeretne hozzájutni pénzéhez?
- Leterhelt az ügyfélszolgálat?
- Sok a kintlévősége?

MI TUDJUK A MEGOLDÁST!

- ✓ elektronikus számlák
- ✓ elektronikus archiválás
- ✓ webes ügyfélkapu
- ✓ mobil applikációk
- ✓ elektronikus fizetési meghagyások

Elektronikus ügyfélkapcsolati szolgáltatások

eSzámla

Ügyfél-
kapcsolat

Fizetési
Meghagyás

Az Önök igényei szerint,
Önöknek fejlesztve!



HW Stúdió Kft.

www.hwstudio.hu