

# A GYÖNGYÖSI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP MŰKÖDÉSOPTIMALIZÁCIÓJA VIRON PLUSZ 40 ÚJ GENERÁCIÓS KOAGULÁLÓSZER HASZNÁLATÁVAL

A cikk új generációs koagulálószeres kifejlesztéséről számol be, melyek alkalmazásával – a kémiai foszforkicsapatás mellett – lehetőség nyílik olyan irányban módosítani a szennyvíztisztító telep eleveniszapját alkotó baktériumok életfeltételeit, hogy azok a tisztítást hatékonyabban, alacsonyabb üzemeltetési költség mellett végezzék el.

## 1. Előzmények és a kísérlet célja

Mint ismeretes, az előülepítőt és rothasztótornyot működtető szennyvíztisztító telepek esetében az előkicsapás számos – üzemeltetői szempontból is kívánatos – előnnyel jár. Koagulálószeres előülepítő elé történő adagolásával a nehezen bontható, nagy molekulájú szerves anyagokat kicsapjuk a levegőztetőmedencébe érkezés előtt, a belőlük keletkező nyers iszapból pedig többletbiogáz állítható elő. A vegyszer vastartalma hozzájárul a biogáz kén-hidrogén-tartalmának csökkentéséhez. A levegőztetett medencére alacsonyabb szervesanyag-tartalmú szennyvíz érkezik, aminek hatására a lebontási folyamatok alacsonyabb oldotttoxigén-szint mellett is megfelelően végbemennek. Az előkicsapás alkalmazásának eddigi legnagyobb akadályá a denitrifikáció veszélyeztetettsége volt, hiszen az optimális nitrátlebontáshoz a legtöbb esetben szénforráspótlásról kellett gondoskodni, elsősorban metanol formájában. A VízTEC által kifejlesztett VIRON Plusz 40 új generációs koagulálószer alacsony pH-n is stabil, és könnyen bontható,

KOVÁCSNÉ BENKÓ ZSUZSANNA

technológus tervező  
Heves Megyei Vízművek Zrt.

KURUCZ PÉTER  
környezetmérnök  
VízTEC Zrt.

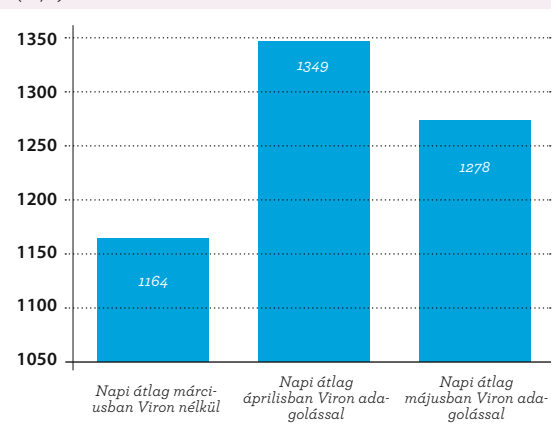
BOGNÁR FERENC  
vezető biológus  
Emvir Nonprofit Kft.

oldott szerves szénforrást is tartalmaz, mely az előülepítőn túljutva szénforrásként jelentkezik a denitrifikáló baktériumok számára, így hozzájárul a stabil nitrátlebontás folyamatához. Az új vegyszer kísérleti alkalmazására a gyöngyösi szennyvíztisztító telepen került sor, ahol célul tűztük ki az előkicsapás nyújtotta előnyök maradéktalan kiaknázását a szigorú tisztítási határértékek stabil betartása mellett. Mindezt a biokémiai folyamatok módosításával, a lebontást végző mikroorganizmusok életfeltételeinek befolyásolásával és a legkisebb üzemeltetési költséggel járó optimális egyensúlyi állapot beállításával kívántuk elérni. Segítségül hívtuk az EMVIR (Egységes Mikrobiológiai Vizsgálati Rendszer) munkamódszerét, melynek keretein belül hetente egy alkalommal végeztük el az eleveniszap mikroszkópos mikrobiológiai elemzését. Az eredmények kiértékelésével és folyamatos dokumentálásával beállíthatóvá vált a megváltozott szennyvízösszetételhez legoptimálisabb oldotttoxigén-szint és iszapkoncentráció, ami kellő magabiztosságot és üzembiztonságot nyújtott az üzemeltető számára az üzemeltetési rutin módosítása során. Az EMVIR munkamódszerében az eleveniszapban előforduló több száz bioindikátor faj 50, egyedi módszer szerint meghatározott kategóriába sorolása és számszerűsítése szolgál biztos információval a levegőztetőmedencére érkező szennyvíz összetételéből adódó kockázati faktorokról, a nitrifikáció stabilitásáról, az iszapterhelésről, valamint a rendszerben tartott

oldotttoxigén-koncentrációból az iszap által effektíven hasznosítható mennyiségről. Az EMVIR heti rendszerességgel történő alkalmazásával pontosan megállapítható, hogy mikor lehetséges az oldotttoxigén-középtérték csökkentése, vagy mikor szükséges azt minimálisan megemelni úgy, hogy a nitrifikáció stabilitását a beavatkozások során mindvégig megőrizzük. Mindemellett pontosan meghatározható, hogy az optimális iszapterhelés megtartásához mikor szükséges a fölősiszap-eltételi rendben módosítást végezni.

A legoptimálisabb kezdődózis meghatározása Jar-teszt segítségével történt, aminek eredményeként 100 ppm (V/V) vegyszer került adagolásra. A megfelelő foszforeltávolításhoz az üzemeltető korábban is ugyanekkorá mennyiségű vassót adagolt a levegőztetőmedence befolyási pontjához. Az új koaguláns tesztelése a 2015. március 30. és 2015. május 31. közötti időszak volt alkalmas. A részt vevő felek egy

1. ábra  
A termelt biogáz napi átlaga 2015. március-május hónapokban (m<sup>3</sup>/d)



hónapos kontrollidőszakot jelöltek ki az adagolás kezdete előtt, amely alatt folyamatosan mértük a vegyszer hatékonyságát, a tisztítási hatásfokot, a biogáz-kihozatalt jellemző főbb paramétereket.

## 2. Eredmények

### A biogáz mennyisége és minőségi paraméterei

A szennyvizet tisztító baktériumok működése nagymértékben befolyásolható a rendelkezésükre álló tápanyag mennyisége és minősége által. Azzal, hogy a szerves anyagok nagy részét az előüleltetőben kicsapjuk, szinte azonnal

biogáz kihozatalához szükséges toronybeli tartózkodási idő jelentősen lerövidülhet. Ugyanakkora tartózkodási időt tartva alacsonyabb szervesanyag-tartalom és ezzel összefüggésben magasabb metángáztartalom valószínűsíthető. Összességében a nyers iszap toronybeli arányának emelése jobb gázkihozatalt eredményez.

A biogáztermelés alakulásának vizsgálata során bebizonyosodott, hogy jelentős többletkihozatalt sikerült elérni. A márciusi kontrollhónapban 1164 m<sup>3</sup>/d volt a termelt biogáz mennyisége, mely Viron Plusz 40 adagolás hatására áprilisra 1349 m<sup>3</sup>/d mennyiségre nőtt, míg májusban 1278 m<sup>3</sup>/d napi átlagtermelés mutatkozott. A szimultán vegyszeradagolás mellett elért gázkihozatalhoz képest ez április hónapra 16%-os, míg május hónapra közel 10%-os növekményt eredményezett. Más aspektusból meg-

ugrasszerűen megnő a nyers iszap mennyisége. Az így a toronyba juttatott nyers iszap könnyebben bontható a fölösiszaphoz képest – a hidrolízis egyszerűbben és gyorsabban lezajlik –, hisz utóbbi esetében a mikroorganizmusok sejtfala bizonyos szintig védelmet nyújt a bontás ellen. Az azonos mennyiségű és minőségű

vizsgálva számításba vettük az elmúlt három év hasonló időszakában termelt biogáz mennyiségét, hogy bemutassuk az előző évek adataihoz képest milyen tendenciák realizálhatók.

Az egymást megelőző évek áprilisait összehasonlítva a Viron Plusz 40 adagolás eredményeképp a tavalyihoz képest 18%-os, a tavalyelőttihez képest 9%-os biogáznövekmény jelentkezett az idei év áprilisában. Májusban a tavalyi évhez képest 14, míg a tavalyelőtti évhez képest 11%-os biogáztermelés-emelkedés volt mérhető.

Az előüleltetőbe bejuttatott, vasionokat is tartalmazó Viron termék a nyers iszappal együtt a rothasztótoronyba kerül, ott vas(II)-vé redukálódik, és részt vesz a biogáz kén-hidrogén-tartalmának csökkentésében a szulfidok megkötése révén. Mindez számokkal alátámasztva a 3. ábrán látható.

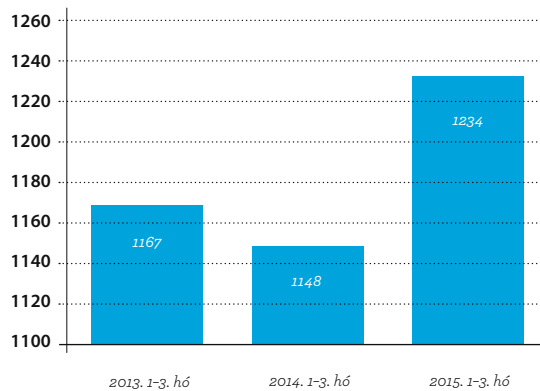
A gyöngyösi telepen a biogáz kén-hidrogén-tartalma alacsony, Viron Plusz 40 adagolás nélkül is 20 ppm körüli márciusi átlag volt

kimutatható. Ezen értékek áprilisra 19,3, míg májusra 16,7 ppm-re csökkentek. A teljes csökkenés két hónap alatt elérte a 17%-ot. Valószínűleg a feladott iszap rothasztóban töltött tartózkodási ideje okozta azt a jelenséget, hogy jelentősebb csökkenés csak május hónapban volt tapasztalható. A kísérlet ideje alatt a biogáz metántartalma kb. 1,5%-ot emelkedett.

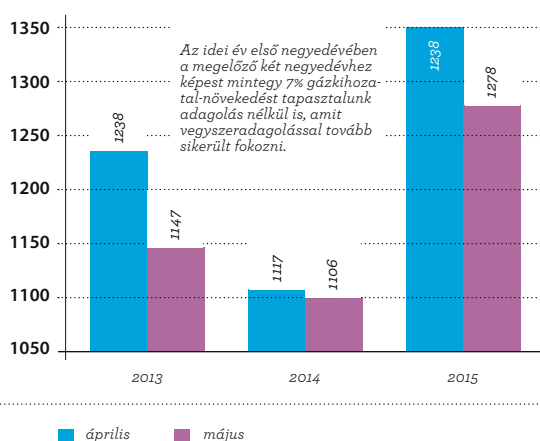
### A villamosenergia-fogyasztás alakulása

Az előüleltető intenzifikálásának következtében a levegőztetőmedencében szervesanyagterhelés-csökkenés mutatható ki, amihez a lebontást végző mikroorganizmusoknak alkalmazkodniuk kell. A kísérlet ideje alatt fokozatosan csökkentettük a fűvók teljesítményét. Mindezt az EMVIR vizsgálati módszerére, az eleveniszap hetente végzett mikrobiológiai elemzésére alapozva tudtuk megtenni. A végzett vizsgálatok folyamatos visszajelzést adtak arról, hogy a pehelyszerkezet optimális, túlterhelésre vagy oxigénhiányra utaló indikátor szervezetek nincsenek az eleveniszapban, így a lefuttatott

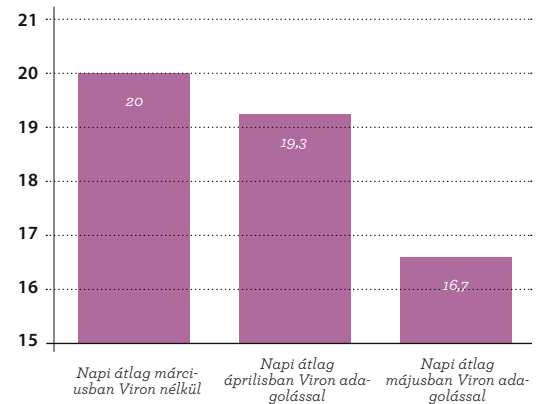
2. ábra  
Termelt biogáz napi átlaga január–március időszakba az elmúlt három évben (m<sup>3</sup>/d)



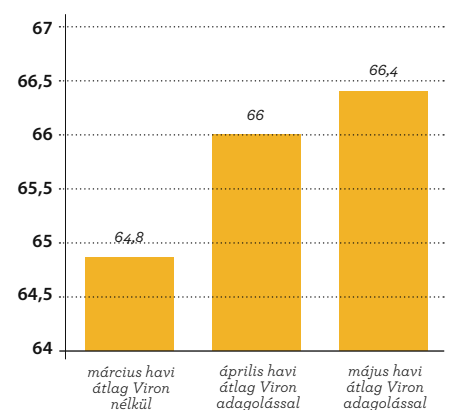
3. ábra  
Termelt biogáz napi átlaga áprilisban és májusban az elmúlt három évben (m<sup>3</sup>/d)



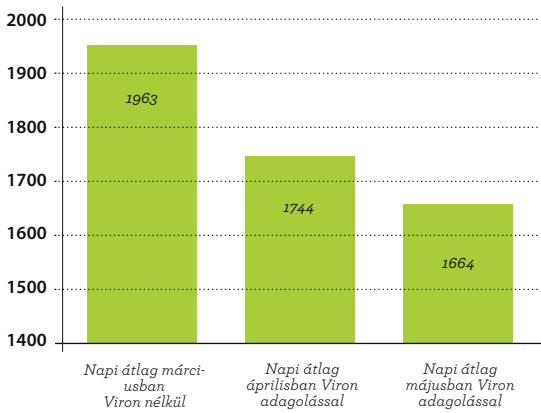
4. ábra  
Biogáz kén-hidrogén-tartalmának alakulása (ppm)



5. ábra  
Biogáz metántartalmának alakulása (%)



6. ábra  
Felhasznált villamos energia napi átlaga (KWh/d)



szoftveres program az oldottoxigén-koncentráció csökkentését javasolta. A felhasznált villamos energia mennyiségének csökkenését a következőkben mutatjuk be.

Márciusban a felhasznált villamos energia napi átlaga 1963 kWh/d volt. Ez az érték áprilisa 1744 kWh/d-ra, májusra 1664 kWh/d-ra csökkent, mindez kezdetben 11,2%-os, a kísérlet végére 15,2%-os megtakarítást eredményezett az üzemeltetőnek. A mikroorganizmusok megváltozott környezeti feltételeihez optimalizált oldottoxigén-koncentráció alakulása a 6. ábrán látható.

A kísérlet megkezdése előtt 1,5 mg/l oldottoxigén-szint tartása volt kívánatos a telepen. Kéthetes kezdeti időintervallum után – mely alatt a mikroorganizmusok hozzászoktak a megváltozott szubsztrátkínálat okozta helyzethez – szinte heti rendszerességgel lehetett 0,1 mg/literrel csökkenteni a szükséges oxigénszintet. Május végére, a kísérlet

befejezésére a 0,9 mg/l koncentráció is optimális volt. Érdekes megemlíteni, hogy további kétszeri csökkentés után, június 18. óta a telep 0,7 mg/l-es érték tartása mellett üzemel.

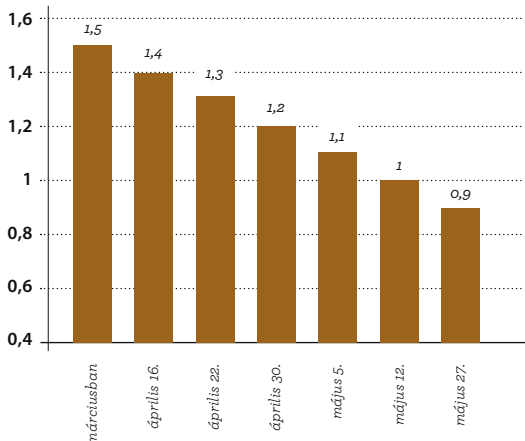
### A denitrifikáció stabilizálása

Mivel az eddigi tapasztalatok szerint az előkicsapás elterjedésének legfőbb gátja a denitrifikáció instabilizálódása, ezért kiemelt fontosságú kérdésként kezeltük annak vizsgálatát, hogy az új típusú koagulálószer adagolása mellett kellő mértékű szénforrás áll-e rendelkezésre a nitrátbontók számára, vagyis miként változik az előülepített szennyvíz KOI-tartalma. A 24 órás átlagmintákból képzett adatokat a 7. ábrán mutatjuk be. Az előülepítő

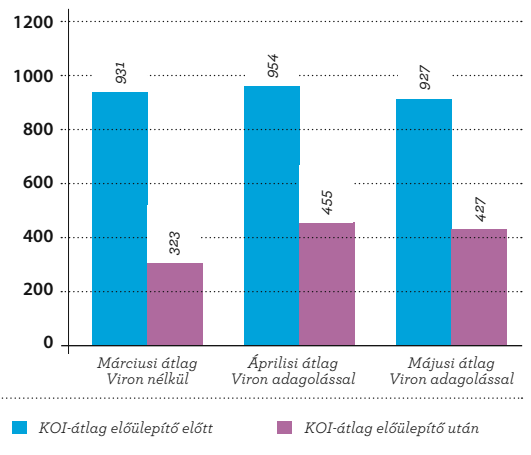
elő van visszavezetve a centrifuga és a szalagprés sűrítő csurgalékvíze is, így ez is bemérésre került az előülepítő előtti mintába.

Az adagolás nélküli esettel összehasonlítva további KOI-tartalom-csökkenés nem jelentkezett a mintákban. Mindez feltételezhetően annak köszönhető, hogy a vegyszer könnyen bontható széntartalma is megjelent a mintában, illetve az előülepítő vegyszeradagolás nélkül is jó hatásokkal működött (előkicsapás nélkül 66%-os szervesanyag-eltávolítás). Mérésekkel igazoltuk, hogy az eltávolított, nagy molekulájú szerves anyagokat sikerült pótolni a koagulálószer könnyen bontható széntartalmával.

7. ábra  
Oldottoxigén-koncentráció a levegőztetőmedencében (mg/l)



8. ábra  
KOI-tartalom alakulása (mg/l)



A denitrifikáció optimuma 0 és -50 mV redoxpotenciál között található. Ez feltételezi az oldott oxigén hiányát a denitrifikációs térben. A nagy molekulájú szerves anyagok lebontása és az ammonifikáció következtében megemelkedett ammóniumterhelés magasabb oldott oxigén-szint tartását igényelné a levegőztetőmedencében, így több esetben oldott oxigén mutatható ki az utóülepítőben, ami a recirkulációval visszajutva emelné az anoxikus tér redoxpotenciálját. Az iszapterhelés csökkentésével járó alacsonyabb oxigénszint az ebben rejlő kockázatokat minimalizálja, emellett tömörebb, zártabb iszaplevegők kialakulását eredményezi, ami a korábbiakhoz képest nagyobb teret enged a pelyhen belüli denitrifikáció

számára. A nitrogénformák vizsgálata során bebizonyosodott, hogy az elfolyó tisztított szennyvízben sem a nitrát-nitrogén, sem az összesnitrogén-koncentráció nem növekedett az előkicsapás alkalmazása mellett. A denitrifikáció a vizsgálatok ideje alatt és az azóta eltelt időszakban is megfelelő hatékonysággal működött.

### Az összesfoszfor-koncentráció alakulása

Míg a hagyományos koagulálószer adagolásának elsődleges célja a megfelelő szintű foszforeltávolítás, addig a Viron Plusz 40 új fejlesztésű koagulálószer esetében ez csak másodlagos, de nem elhanyagolható szempont. A kibocsátási határértékek szigorodása mellett hangsúlyt kell fektetni ezen határértékek betartására is.

A március havi átlagos elfolyó összesfoszfor-koncentráció 1,36 mg/l volt Viron Plusz 40 adagolása nélkül. Ugyanezen érték vegyszeradagolás mellett április és május

### 3. Mikrobiológiai változások

A gyöngyösi eleveniszap magas diverzitású, stabil eleveniszap képét mutatta a kísérleti adagolás megkezdésekor. Az oldottoxigén-koncentráció optimálisnak bizonyult, az iszapterhelés a 0,15 [kgBOI<sub>5</sub>/(kgTS-d)] alatti értéket mutatta, ami a nitrifikációhoz optimális érték, de kedvez az alacsony iszapterhelésre jellemző fonalas baktériumoknak is. A kísérleti adagolás megkezdését követően az EMVIR már a 2. hé-

tedveznek (H. Lemmer 2002). A Typ0041 VIRON Plus 40 adagolás hatására történő visszazorolása arra enged következtetni, hogy az óriásmolekulák jelentős részének előülepitőben történő eltávolításával, valamint az anoxikus medence működésének egyidejű optimalizációjával lehetséges eredményesen fellépni a baktériummal szemben.

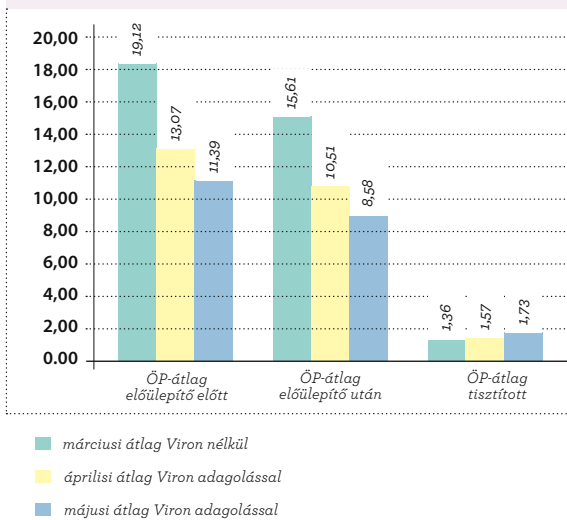
### 4. Összefoglaló

A VízTEC Zrt. új fejlesztésű VIRON Plusz 40 koagulálószerének előkicsapó szerként történő alkalmazásával az addig szimultán adagolt vassó kiváltásra került a gyöngyösi szennyvíztisztító telepen. A biokémiai folyamatok befolyásolása révén, a tisztítást végző baktériumok környezetének módosítása segítségével az addigi üzemeltetési gyakorlattól eltérő, jelentősen alacsonyabb üzemeltetési költséggel járó biológiai egyensúlyi állapotot sikerült kialakítani, amit az Egységes Mikrobiológiai Vizsgálati Rendszer (EMVIR) munkamódszere és vizsgálati rutinja szerint hetente végzett mikroszkópos eleveniszap-vizsgálat támogatott. Az előülepitő terében megnövekedett nyersiszap-mennyiséget a rothasztótoronyba juttatva 10-16%-os biogázkihozatali növekményt tudtunk elérni a vizsgált időszakban. A vegyszer vastartalmának köszönhetően közel 17%-kal csökkent a biogáz kén-hidrogén-tartalma, emellett a metántartalom 1,5%-kal nőtt. A szén- és nitrogénformák jelentős részének lebontási helye megváltozott, a levegőztetőmedencét érő iszapterhelés csökkent. A lebontást végző mikroorganizmusok alkalmazkodtak a megváltozott szennyvízösszetételhez és -minőséghez, így kb. kéthetes átmeneti időszak után fokozatosan csökkenteni lehetett az oldottoxigén-koncentrációt az aerob térben. A kezdeti 1,5 mg/literes szintről a kísérlet végére 0,9 mg/literre, majd június közepe óta 0,7 mg/literre mérsékeljük az oldott oxigén optimumát. A felhasznált villamos energia tekintetében mindez több mint 15%-os

kedvezően megváltozott, a levegőztetőmedencét érő iszapterhelés csökkent. A lebontást végző mikroorganizmusok alkalmazkodtak a megváltozott szennyvízösszetételhez és -minőséghez, így kb. kéthetes átmeneti időszak után fokozatosan csökkenteni lehetett az oldottoxigén-koncentrációt az aerob térben. A kezdeti 1,5 mg/literes szintről a kísérlet végére 0,9 mg/literre, majd június közepe óta 0,7 mg/literre mérsékeljük az oldott oxigén optimumát. A felhasznált villamos energia tekintetében mindez több mint 15%-os

9. ábra

Összesfoszfor-tartalom alakulása a tisztított szennyvízben (mg/l)



hónapokban 1,57 és 1,73 mg/l volt. Az előkicsapás tehát nem fejtett ki káros hatást a foszforformák eltávolítási hatásfokára, a telep az elfolyó összes foszfor határértékét képes volt stabilan tartani.

### Izlapok mennyisége és minősége

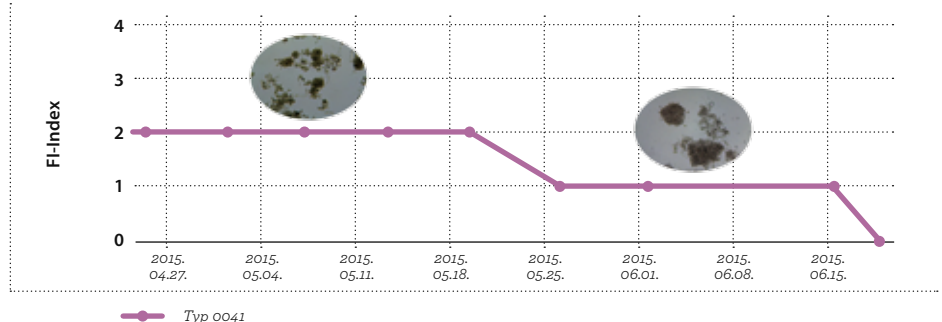
Az izlapokkal összefüggésben a kísérlet két hónapja alatt az alábbi információkat rögzítettük:

- Az előkicsapás következtében a vegyszeradagolást megelőző 4 óránkénti 10 perc nyersiszap-eltvételt 2 óránkénti 8 percre, majd 2 óránkénti 10 percre növeltük;
- A toronyba feladott izlap szervesanyag-tartalma 76,6 és 77,1% között mozgott;
- A toronyba feladott izlap szárazanyag-tartalma havi átlagban 4,9-5% volt stabilan;
- A rothasztott izlap szervesanyag-tartalma 61,3–63,6% között alakult;
- Az alacsonyabb szervesanyag-terhelés következtében csökkent a biotermék-szaporulat sebessége, így szükségessé vált az elvett fölösizlap mennyiségének mérséklése;
- Az alacsonyabb fölösizaphányad miatt a rothasztott izlap vízteleníthetőbbé vált, amihez kevesebb polielektrolitot fogyaszt.

Az eleveniszap legjellemzőbb fonalas baktériuma, a Typ0041 az adagolás megkezdésekor az Eikelboom FI-indexe szerinti 2-es értéket mutatta, míg a kísérleti adagolás végére szinte teljes mértékben eltűnt az iszapból. Érdemes megemlíteni, hogy a nevezett baktérium egyre gyakrabban jelenik meg a magyarországi szennyvíztisztító telepeken (Melicz et al. 2015), ezért az elszaporodását kiváltó okok minél teljesebb kivizsgálása rendkívül fontos. A Typ0041 alacsony iszapterhelés és élelmiszeripari eredetű szennyvíz feldolgozásakor mutat szaporodási előnyt, elterjedésének emellett az anoxikus medencében rosszul hidrolizáló óriásmolekulák

10. ábra

Heves Megyei Vízmű Zrt.-Gyöngyös-Mútrágyásor 1. Fonalasság fajonkénti alakulása



csökkenést vont maga után. Az alacsonyabb szervesanyag-terhelés velejárájaként a baktériumok szaporodási sebessége csökkent, és az elvett fölösizap mennyiségét is mérsékelni lehetett. A kísérlet folyamán bebizonyosodott, hogy a denitrifikáció optimalizálása terén sikerek érhetők el a Viron Plusz 40 vegyszer előüle-pítőben történő alkalmazásával. Az elfolyó tisztított szennyvízben sem a nitrát-nitrogén, sem az összesnitrogén-tartalom nem emelkedett az előkicsapás alkalmazása során. Ehhez valószínűleg hozzájárult az alacsonyabb oldott-oxigénszint-optimum miatti, pelyhen belüli denitrifikáció megerősödése is. A KOI-tartalom alakulásának vizsgálatával az is bebizonyosodott, hogy 100 ppm V/V vegyszeradagolás mellett a Viron Plusz 40 könnyen bontható oldott szervesanyag-tartalma képes volt pótolni azt a KOI-mennyiséget, amit az előülepitőben leválasztottunk. A tisztított szennyvízre vonatkozó határértékek szigorodása következtében az elfolyó összesfoszfor-koncentráció stabil biztosítása is fontos szerepet kapott a kutatás során. A

kívánalmakat maradéktalanul sikerült kielégíteni, a telep stabilan tudta tartani a 2 mg/literes határértéket. Összességében megállapítható, hogy a gyöngyösi telepen jelentős üzemeltetési költség-csökkenést sikerült elérni, ami elsősorban a növekedő biogáz-kihozatalnak és csökkenő villamosenergia-fogyasztásnak tudható be. Mivel ezen megtakarítások jelentősen meghaladják az alkalmazott vegyszer adagolási költségeit, így a telepen a kísérlet lezárása óta is folyamatos megelégedettséggel használják a VízTEC Zrt. új zászólshajójaként kifejlesztett Viron Plusz 40 koagulálószer.

### Felhasznált irodalom

*Dr. Melicz Zoltán, Dr. Fleit Ernő, Dr. Gulyás Pál, Bog-nár Ferenc: Biológiai szennyvíztisztító berendezések mikro-szkópos vizsgálati módszertana, Eötvös József Főiskolai Kiadó, Baja, 2015*

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

HIRDETÉS



## Új generációs koagulánsok

"A mikroba semmiség, a környezete viszont minden" - Louis Pasteur

**VIRON PLUS 40**

**BioLUT BASIC**

**A kiváló kémiai foszforeltávolítási képesség mellett segíti:**

- 1 Nitrogénformák eltávolítását
- 2 Fonalasbaktériumok kontrollját
- 3 Biológiai foszforeltávolítást

Maximális tisztítási hatékonyság

Maximális biológiai stabilitás

Minimális villamosenergia-igény

Minimális fölösizap képződés





- Energia-semleges szennyvíztisztító telepek**
- Települési szennyvízkezelés minimalizált ökológiai lábnyoma**
- Izszapelhelyezési költségek csökkentési lehetősége**



**VITEC VÍZTECHNOLÓGIAI ZRT.**  
A MAGYAR KOAGULÁNS GYÁRTÓ

Honlap: [www.viztec.hu](http://www.viztec.hu)  
 Kurucz Péter környezetmérnök    [peter.kurucz@hunwater.hu](mailto:peter.kurucz@hunwater.hu)    0630-508-7820