

A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP VIZSGÁLATA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FERMENTÁCIÓS FOLYAMAT MEGBÍZHATÓ ÉRTÉKELÉSÉRE ALKALMAZHATÓ FOS/TAC ARÁNY NYOMON KÖVETÉSÉVEL

EXAMINATION OF DEBRECEN WWTP FOCUSING ON THE FOS/TAC RATIO AS A RELIABLE ASSESSMENT PARAMETER USED FOR THE FERMENTATION PROCESS

Truzsi Alexandra¹, Bodnár Ildikó², Fülöp Zoltán³

^{1,2}Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék
Cím: 4028 Magyarország, Debrecen, Ótomető utca, 2-4.

¹alexandra.truzsi@gmail.com ²bodnari@eng.unideb.hu

³Debreceni Vízmű Zrt., Szennyvíztisztító Üzem, Cím: 4002 Magyarország, Debrecen,
Vértesi út 1-3. fulop.zoltan@debreceni-vizmu.hu

Abstract

The anaerobic digestion is a widely used economical method for sewage sludge stabilization and also purification of waste water with a high organic content. All effective anaerobic digesters transform the organic matter into biogas containing methane, which usable component covers a significant share of the heat and electricity consumption of the wastewater treatment plant (WWTP). The increasing amount of biogas is a priority task of WWTPs, which we can achieve a deeper knowledge of anaerobic digestion processes. The main task of this study is the optimization of anaerobic sludge treatment of Debrecen WWTP. Digester towers processes and their impact on the biogas yield were also priority studied.

Keywords: anaerobic sludge digestion, biogas yield, FOS/TAC ratio

Összefoglalás

A szennyvíziszap kezelésének egyik gazdaságos módja az anaerob lebontás, melyet széles körben alkalmaznak szennyvíziszapok stabilizálására és nagy szerves anyag tartalmú szennyvizek tisztítására is [1]. Minden jól működő anaerob fermentor megegyezik abban, hogy benne a szerves anyag átalakul metán tartalmú biogázzá, amely fedezi többek között a szennyvíztisztító telep hő- és villamosenergia-fogyasztásának jelentős részét. A biogáz mennyiségének növelése kiemelt feladat, melyet az anaerob lebontás folyamatainak alapos megismerésével érhetünk el [2]. Jelen tanulmány célja a Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzemében az anaerob szennyvíziszap kezelésének optimalizálása. Kutatómunkánkban kiemelten vizsgáltuk a rothasztó tornyokban lejátszódó folyamatokat, s azok hatását a biogáz kihozatalra, minőségre.

Kulcsszavak: anaerob iszaprothasztás, biogáz hozam, FOS/TAC arány

1. Bevezetés

A szennyvíztisztító telepek üzemeltetése szempontjából fontos, hogy az anaerob rot-

hasztási folyamatokat minden esetben megfelelő módon ellenőrizzük, az információk birtokában az üzemmenetbe beavatkozzunk és ezzel stabil működést biztosítsunk a

technológiai folyamat számára [3]. Kutatómunkánk során célunk volt, hogy olyan vizsgálatokat alkalmazzunk, amelyekkel az anaerob fermentorokban lejátszódó folyamatok az eddigieknél jobban jellemezhetőek. Célunk volt továbbá, hogy az üzemeltetés számára a kellő információval szolgáló vizsgálati módszereket, az üzemi laboratórium rendszeres vizsgálati közé is beépíthessük.

2. Szakirodalmi áttekintés

A szennyvíztisztító telepeken működő iszaprothasztókban lejátszódó folyamatok ellenőrzésére több paraméter áll rendelkezésre ilyen a pH, a szárazanyag- és szervesanyag-tartalom, az illósav, a lúgosság, az illósav/lúgosság aránya, a gázmenyiség és gázösszetétel mérése [4]. Az illósav/lúgosság aránya (FOS/TAC arány), mint ellenőrző paraméter a fermentáció állapotát jellemzi, amely a két mért paraméterből számítható [5].

3. Anyag és módszer

A kutatáshoz kapcsolódó méréseket a Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzem telepi laboratóriumában végeztük, ahol lehetőségünk nyílt a szennyvíziszap minták analitikai célú vizsgálatára. A mintavétel a telepen lévő üzemi rothasztókból a reggeli órákban történt. Az illósav és lúgosság értékek meghatározásához szükséges 1 liter mennyiségű iszapmintákat napi rendszerességgel az iszaprothasztó tornyok mintavető csővének végén, 3-4 perccel a leengedés kezdetét követően vettük, azért hogy a csőrendszerben lévő iszap a mintavétel előtt kiürüljön.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az illósav és a lúgosság koncentrációk összefüggésének vizsgálata

A szakirodalmak szerint a házi szennyvízzel működő rothasztóban a CaCO_3 -ban kifejezett lúgosság optimális értéke

2000-3500 mg/l körüli. A lúgosság egy puffer kapacitás, amely a betáplált anyag minőségén, összetételén múlik. Ha optimális a beadagolt anyag összetétele a lúgosság értéke állandó és stabil lesz. A lúgosság csökkenését eredményezheti, ha a rendszerben lévő ammónium-ion koncentráció csökken, vagy az illósavak mennyisége emelkedik. Növekedést idézhet elő, ha növeljük a bejuttatott ammónium-ion koncentrációját, vagy az illósav koncentrációja csökken [4].

Az illósav és a lúgosság értékek összefüggésének vizsgálata során a kapott eredményekből arra lehet következtetni, hogy az összes lúgosságra vonatkozó értékek nem csökkentek 3000 mg/l alá. Az anaerob rothasztás biológiai folyamatai optimálisan működtek, vagyis a vizsgált iszapminták betáplálásának mennyisége megfelelő volt a kísérleti időszakban. A lúgosság eredmények mellett az illó (zsír)savak megfelelő koncentrációban voltak jelen, ezáltal a metántermelés folyamata is stabilan működött. A savtermelő fázisban keletkező illósav $1500 \text{ mg}_{\text{ecetsav}}/\text{dm}^3$ koncentráció felett gátolhatja a metántermelés folyamatát, mely a telep esetében is megállapítható volt a vizsgált időszakhoz kötődő augusztus hónap közepén. A szakirodalmi értékekkel összehasonlítva a rothasztó tornyokban mérhető illósavak koncentrációi a vizsgálati időszakban nem lépték túl a kritikus értéket (2000-3000 mg/l) ezáltal a rothasztó működése megfelelőnek tekinthető.

4.2. A FOS/TAC arány meghatározása

Az anaerob fermentációs folyamat stabilizálásának további ellenőrzésére a FOS/TAC módszert (Nordmann, 1977) alkalmaztuk [6]. A módszer lehetővé teszi a folyamat problémáinak, kritikus állapotának előrejelzését. Az illósav és lúgosság érték aránya meghatározza a savkoncentráció és a puffer-kapacitás hányadosát a fermentációs tápoldatban [7]. A FOS az illékony szerves savak rövidítése, amit mg ecetsav-

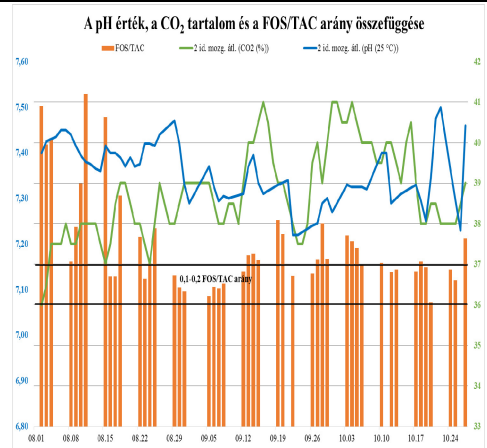
egyenérték/dm³-ben mérnek, míg a TAC az összes szervetlen szén (a bázisos pufferkapacitás) rövidítése, amit mg CaCO₃/dm³-ben mérnek [8]. A 0,1 és 0,2 között detektált FOS/TAC arány eredmények esetén tisztán szennyvíziszap rothasztás történt, emellett a zsírbeszállítás minden hónapban egyenletes volt. Augusztus 22-23-án jelentős csapadék (több mint 60 mm) esett a két nap alatt, illetve a tisztított szennyvíz mennyisége is több volt, mint 62.000 m³ (több, mint 55%-os többlet) augusztus 22-én. Ezen kívül ebben az időszakban váltott a telep a VIRON Plus 40-ről vas(III)-kloridra, így az átállás, illetve az új vegyszer más összetétele is hozzájárulhatott a kapott eredményekhez.

A rothasztó tornyokra is több iszap került feladásra, és a tartózkodási idő is 25 nap volt ebben az időszakban. Ez is eredményezhette a 0,1 körüli FOS/TAC arányokat, melyek végig együtt mozogtak a toronyra feladott iszap szervesanyag-tartalmával. A FOS/TAC arány 0,14 és 0,3 között változott, átlagos értéke $0,2 \pm 0,05$ volt, mely a tapasztalati szabály szerint alacsony biomasza bevitelt jelent [4].

4.3. A pH, szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC összefüggésének vizsgálata

A pH, szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC paraméterekre vonatkozó mérési eredményeket és ezek összefüggését az **1. ábrán** foglaltuk össze. A grafikonon a pH változás akkor kezdődött el, amikor az aránypár 0,1-hez kezdett közelíteni. Ez a változás a CO₂ esetében még szembetűnőbb, hiszen ahogy állandósult a 0,1 körüli FOS/TAC arány a szén-dioxid mennyisége emelkedni kezdett.

Ebből arra tudtunk következtetni, hogy szeptember végén kedvezőtlen irányba mozdult el a gáztermelődési folyamat, melyre a kismértékben megnövekedett illó-sav koncentráció is utalt.



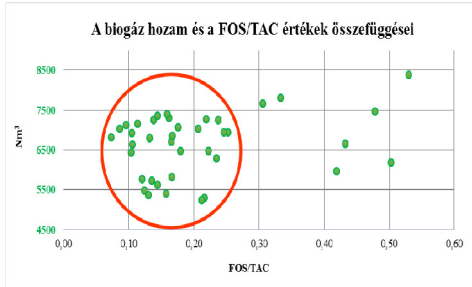
1. ábra. A pH, a szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC összefüggése

A szén-dioxid akkor volt alacsony, amikor a FOS/TAC arány magasabb értékeket mutatott. A 0,1 körüli FOS/TAC aránynál már emelkedni kezdett a szén-dioxid mennyisége, amely azt tükrözi, hogy a biogáz rosszabb minőségű lett. Nagyon szépen látszik ennek eredménye például szeptemberben, de az egész időszakban megfigyelhető ez a jelenség. A pH értéket befolyásoló hatásösszefüggés nem mutatkozik ebben a grafikonban. Leginkább állandóság (valamint minimális változás) figyelhető meg, mely elsősorban a kedvező puffer-hatásnak lehet a következménye. A diagram adatai alapján tehát az üzemben átlagosan enyhén lúgos pH és alacsony FOS/TAC érték jellemző. Ezáltal megállapítható, hogy a debreceni szennyvíztisztító telep esetén a kapott értékek alapján, a 0,1 körüli FOS/TAC arány nem tekinthető optimálisnak, mely valóban alulterheltséget jelez a technológiai folyamatban.

4.4. A biogáz hozam adatok és a FOS/TAC érték kapcsolata

A szakirodalom által megfogalmazott optimális FOS/TAC arányszám a gyakorlatban 0,3 és 0,4 közötti tartományban helyezkedik el [4]. A kutatás során a biogáz

hozam és a FOS/TAC értékek összefüggéseit a 2. ábrán látható eredmények mutatják. A pontdiagrammon jól látszódik, hogy összesen két értéket tudunk detektálni a 0,3-0,4 közötti tartományban.



2. ábra. A biogáz hozam és a hozzá tartozó FOS/TAC arányok

A biogáz hozam és a FOS/TAC arány összefüggésénél látható piros körrel azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a legtöbb zöld pont jóval az optimális tartomány alatt 0,08 és 0,25 érték között helyezkedik el. Az optimális tartomány alatt lévők esetén elmondható, hogy a kutatási időszak ezen szakaszában csak telepi szennyvíziszap volt felvezetve a rothasztókra, ezáltal arra lehet következtetni, hogy a meglévő rothasztó rendszer a három rothasztó torony összterfogatával nagyobb szerves anyag mennyiséget igényelne az optimális 0,3-0,4 közötti FOS/TAC arány eléréséhez.

5. Következtetések

A szennyvíztisztító telepen végzett laboratóriumi vizsgálatok során a szakirodalmi adatoknál alacsonyabb 0,1 körüli FOS/TAC arányok és a detektált üzemeltetési ellenőrző paraméterek értékei a telep alulterheltségére utalnak.

Megoldás lehet ebben a helyzetben a terhelés növelése, ami történhet külső forrásból történő szerves anyag adagolással

vagy a rothasztó térfogat csökkentésével, leállításával. Lehetőség van továbbá a telepen képződő iszap mennyiség további 10%-kal történő növelésére más szennyvíztelepekről származó iszap fogadásával.

A vizsgálati időszak eredményeinek elemzése alapján tehát a FOS/TAC érték segíthet az esetleges stressz faktorok kiszűrésében. Javasolom további folyamatos vizsgálatát a telepen az összefüggések pontosabb feltárása érdekében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] D. Fytili, A. Zabaniotou (2008): *Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods – A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12. 116–140.
- [2] Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2003): *Wastewater Engineering. Treatment and reuse*. 4th edition. Metcalf & Eddy Inc. McGraw Hill Science. 986-996.
- [3] Juhász E. (2011): *A szennyvíztisztítás története*, Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest, 184.
- [4] Öllös G., Oláh J., Palkó Gy. (2010): *Rothasztás*, Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest, 320.
- [5] Kárpáti Á. (2002): *Szennyvíziszap rothasztás és komposztálás*, Ismeretgyűjtemény 6. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Veszprém, 104.
- [6] Nordmann, W. (1977). *Die Überwachung der Schlammfäulung*. KA-Informationen für das Betriebspersonal, Beilage zur Korrespondenz Abwasser 3.77.
- [7] Pfeifer, B. (2007). *Meßgerät FOS/TAC 2000 - Messeneuheit von der Agritechnica*. (Pronova Analysentechnik, Novatech GmbH., Energie Pflanzen. VI/2007. 53.
- [8] Voß, E., Weichgrebe D., Rosenwinkel, K.H. (2009). *FOS/TAC – Deduction, Methods, Application and Significance*. Internationale Wissenschaftskonferenz „Biogas Science 2009 – science meets practice”, LfL-Bayern, 2-4. 12.09. Erding.