

A szennyvíz vizsgálata az energiabiztonság szemszögéből

The examination of wastewater from the perspective of energy security

Bakos Imre

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Budapest, Magyarország
bakos.imre@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás — Az energiabiztonság az egyik legfontosabb téma, ami az egész Földet érinti. Hazánkban az '90-es évek óta jelent növekvő problémát. Ebből kifolyólag szükséges az alternatív energiaforrások, -mint például a biomassa - lehetőségeit felkutatni. A szerves anyagok anaerob fermentációja során biogáz termelődik, ami értékes energiahordozó. Ilyen jelentős mennyiségű szerves anyag halmozódik fel a szennyvíztisztító telepeken.

A Dél-pesti Szennyvíztisztító telep környezetbarát és bevált tisztítási technológiák alapján működik. Ugyanakkor felhasználják az iszap és a szilárd hulladék energiapotenciálját. A telepen biogáz előállítására szilárd és folyékony szerves hulladékot kezelnek a szennyvízkezelésből származó iszapokkal együtt. Így közel 40 ezer m³ biogázt állítanak elő naponta a szennyvízből és a beszállított hulladékokból. [1]

Kulcsszavak: szennyvíztisztító telep, biogáz termelés, energiabiztonság

Abstract — The safety of energy is the one of the most important topic all over the world. This problem was growing up from the '90 in Hungary. We have to looking for the alternative energy sources for example biomass. The anaerobic fermentation's of the organic material produce biogas, wich is a valuable energy carrier. Large amount of organic matter haveaccumulated in wastewater plants.

The wastewater treatment plant is operated on the basis of environment-friendly proven cleaning technologies at the south of Budapest. It making use of the energy potential of sludge and solid waste at the same time. At the plant, for the purpose of producing biogas, solid and liquid organic waste is managed together with sludge originating from wastewater treatment. Thus nearly 40 thousand m³ of biogas is produced daily from sewage and wastes transported from outside. Give a short description about the research work.

Keywords: wastewater plan, biogas product, energy security

1 BEVEZETÉS

Az Európai Unió tagállamai közül Németországban a legkiemelkedőbb a biogáz-termelés. 2013 végén az Európai Biogáz Szövetség adatai szerint a térségben egészen pontosan 14572 biogáz termelő üzem működött (mezőgazdasági, ipari, szennyvíztelepi és depónia alapon), amiből 9035 üzemmel Németország rendelkezett. Olaszország áll a második helyen, ahol 1391 üzemel. [2]

Magyarországon napjainkban közel 50 biogáz telep működik, melyek együttes villamosenergia-termelő kapacitása 37 MWe. (Magyarország összes energiaigénye

6000- 6500 MW) A hazai biogáz telepek több, mint a fele mezőgazdasági üzemben található, a kapacitásuk 21 MWe -ot tesz ki. Ilyen létesítmény például a szarvasi üzem, mely a baromfivágásból származó hulladékokat hasznosítja, vagy a kaposvári üzem, ami a cukorgyártásból származó mezőgazdasági hulladékokra épült.

Hazai viszonylatokban jelenleg is a legnagyobb kapacitással a nyírbátori Bátortrade Kft. biogáz üzeme rendelkezik, mely mezőgazdasági, valamint baromfivágásból származó hulladékokat hasznosít. A telep kapacitásának megduplázásával már 3,6 MWe előállítására képes. [3][5]

Szennyvíz iszap felhasználására 23-25 létesítményt építettek, amelyek teljesítménye 12-13 MW. Ilyen üzemek közé tartozik a Szegedi Vízmű Zrt. szennyvíztelep is a két, egyenként 4000 m³-es mezofil rothasztó tornyukkal. A 36-38°C fokos üzemi hőmérsékleten, több mint 20 nap alatt megy végbe a rothasztási folyamat, azaz a biogáz termelése. Éves szinten 2 millió m³ (5.600 m³/nap) biogáz keletkezik, melynek metánkoncentrációja 63%. [4] A zalaegerszegi szennyvíztisztító telep biogáz előállítása pedig átlagosan napi 130-150 m³ kevert iszap rothasztásából valósul meg, melyből 1000-1500 m³ biogáz keletkezik. [4][6][7]

Budapesten a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt két nagy kapacitású biogázüzemet – egyet a Dél-pesti Szennyvíztisztító telepen (1. ábra), és egyet az Észak-pesti Szennyvíztisztító telepen - működtet, melyek a hulladékként jelentkező szennyvíziszapot hivatottak hasznosítani, egyenként mintegy 3 MWe kapacitással.



1. ábra: Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep [9]

Az üzemekben nemcsak, hogy környezetkímélő módon ártalmatlanítják a szennyvizet, és ezzel környezetvédelmi tevékenységet látnak el, hanem a beszállított szervesanyag tartalmú élelmiszer hulladékból zöldenergiát termelnek. A folyamatos kutatások, fejlesztések eredménye a telepen magyar szabadalommal megvalósult Organica élőgépek rendszer (2. ábra), mely a tisztítás hatásfokát élőnövényzet gyökérzetével igyekeznek növelni. [8]

A rendszeres nyílt napok, diákcsoportok fogadása, a felelőseteljes, környezettudatos gondolkodásmód kialakulását segítik elő az idelátogatókban, ami szintén pozitívan hathat az energiabiztonságra. Az ilyen programok rávilágítanak a környezetvédelem, a hulladékgazdálkodás és a biogáz előállítására kapcsán az észszerű energiahordozó gazdálkodás szoros összefüggéseire.



2. ábra Organica élőgépek rendszer [10]

Az Óbudai Egyetem Gépész és Biztonságtechnikai karán 2008-ban létesült biogáz laboratórium, és azóta folynak vizsgálatok, mérések és kutatás az oktatási intézményben. A kezdetben mezőgazdasági hulladékokból származó biogáz kísérletekhez a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. biztosította az oltóanyagot. Az azóta eltelt időszakban nagyon konstruktív kapcsolat alakult ki az Egyetem és a Dél-pesti Szennyvíztisztító telep között.

A szennyvíztisztító jelenleg mintegy 300 ezer lakost szolgál ki. Célul tűztem ki, hogy megvizsgálom az itt keletkező biogáz mennyiség ismeretének birtokában, azt hogy egy Magyarország méretű – az egyszerűbb számítás kedvéért 9 millió fő – szennyvíz keletkezésekor mennyi biogáz keletkezhetne. Ennek a földgázra történő egyenértékűsítése után, összehasonlítom hazánk aktuális földgáz exportjával.

Áttekintem ezáltal annak a lehetőségét, hogy egy ideális állapotban – melyben az ország összes keletkező szennyvizéből megvalósítjuk a biogáz termelést – milyen pozitív hatással lehetne az energiabiztonságának alakulására.

2 A SZENNYVÍZTELEPI BIOGÁZTERMELÉS JELLEMZŐI

A keletkező biogáz felhasználásának legáltalánosabb megoldása, a helyben, gázmotorban történő elégetés, kapcsolt energiatermelés (hő és elektromos áram termelés). Másik lehetséges megoldás a földgáz rendszerbe történő betáplálás, de ez egyelőre a hazai műszaki és jogszabályi környezetben túl nehézkesnek tűnik.

A gázmotorok esetében az áramtermelési hatásfok (a bemenő gáz energiataralmához viszonyítva) legfeljebb

40%, de emellett jelentős mennyiségű hő is jelentkezik. Gondot jelent továbbá, hogy az így keletkezett hőenergia nem mindenhol hasznosítható, így az a rendszer hatékonyságának értékét nem növeli.

Egy m^3 biogázból átlagosan 2-2,5 kWh elektromos áram és 2,5-3 kWh hőenergia keletkezik. Nyári időszakban a hőenergiát esetenként vészhűtővel kell elvezetni. A termelt áram hálózatra történő táplálása a jelenlegi garantált átvételi ár mellett csúcs- és völgyidőszakban gazdaságos lehet, bár a táplálást lehetővé tevő berendezések létesítése költségekkel jár.

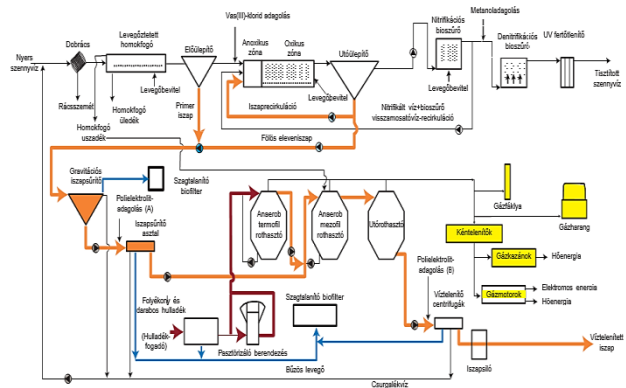
Nem célszerű a mélyvölgy-időszakban (hajnali 3 és 6 óra között) külső hálózatra termelni, mert az átvételi ár ekkor igen alacsony. Ekkor belső használatra érdemes áramot termelni, vagy a biogáz tárolását kell megoldani. A termelt gáz csak fűtésre történő felhasználása nem gazdaságos, ilyen esetben – különösen a nyári időszakban – nagy mennyiségű gázt kell elfáklázní. [7]

3 A DÉL-PESTI SZENNYVÍZTELEP BIOGÁZ ELŐÁLLÍTÁSÁNAK PARAMÉTEREI

A Dél-pesti Szennyvíztisztító telep, -melynek távlati felvételét mutatja az 1. ábra -, Magyarország első szennyvíztisztító telepe, amely 1966 óta üzemel. [8]

Naponta átlagosan 53 ezer m^3 /nap szennyvizet tisztít meg, amit aztán a Kisdunába engednek vissza. Kapacitása napi 80 ezer m^3 , évi 22 millió m^3 [8]. A szennyvíztisztítás melléktermékeként keletkeznek kb. 500 m^3 /nap mennyiségű nyersiszap és eleveniszap. Ehhez adódik hozzá a telepre zárt rendszerben beszállított kb. 100 m^3 /nap szilárd, zsírszerű és folyékony hulladék. [7]

A szennyvíztelep felépítését, elvi elrendezését mutatja be a 3.ábra.



3. ábra: A szennyvíztelep felépítése [12]

1989-től megkezdődött a biogáz hasznosítás, ami segítségével a gázmotorok által előállított energia biztosítja az eleveniszapos rendszer légfűvőinak működését.

Az igen bonyolult, számos baktériumtörzs szimbiotikus kapcsolatán keresztül történő folyamat a telepen elhelyezett 1 db termofil és 4 db mezofil rothasztó toronyban- melyeket a 4. ábra mutat - megy végbe. A szilárd alapanyag, homogenizálását és pasztörizálását követően betáplálásra kerül első lépésként a termofil anaerob (üzemi hőmérséklet 55 °C, hasznos térfogat 2000 m^3), majd második lépésként mezofil anaerob (üzemi hőmérséklet 35 °C, hasznos térfogat: 3 x 2600 m^3) fermentorokba. (4. ábra)



4. ábra Dél-Pesti Szennyvíztisztító telep, fermentorok [10]

A termelt mennyiség többször megközelíti a 40 ezer m³/nap termelt energiahordozót a 3 db gázmotorban - Jen Bacher JMS 312, Jen Bacher JMS 316 és Caterpillar 1,2 MW (5. ábra) gyártmányú egységekben - égetik el. Ezek elektromos teljesítménye 625, 836 és 1200 KW értéket képvisel, amit a technológia, a gyártelep és a kiszolgáló épületek saját energiafelhasználásra hasznosítanak.

A gázmotorok üzemeléséből adódó hőenergia pedig hőcserélő segítségével a fűtési rendszer támogatja.



5. ábra Az 1,2 MW-os Caterpillar konténeres gázmotor [10]

Jelentősen növelte a termelési hatékonyságot, a 2014-ben megépült membrános gáztároló (6. ábra). Ennek üzembehelyezésével lehetőség nyílt arra, hogy optimális időszakban történhessen a felhasználás, valamint tervszerű vagy meghibásodás miatti gázmotor leállás esetén is megoldottá vált a nagyobb mennyiségű biogáz átmeneti tárolása. A közeljövőben újabb gáztároló megépítése várható az üzem területén.

Mivel a szennyvíztisztító telepeken a rothasztó berendezések közel azonos nyers-és főlös iszap és egyenletes terheléssel üzemelnek, ezért célszerű megvalósítani az üzembe szállított további hulladékok segítségével a kofermentációt.

A kommunális (szerves) hulladéklerakás jelenleg hazánkban még jelentős szerepet kap, amiben változás várható az Unió szabályozásnak betartása miatt. Ez alapján a biológiailag lebomló szerves anyagok lerakásra

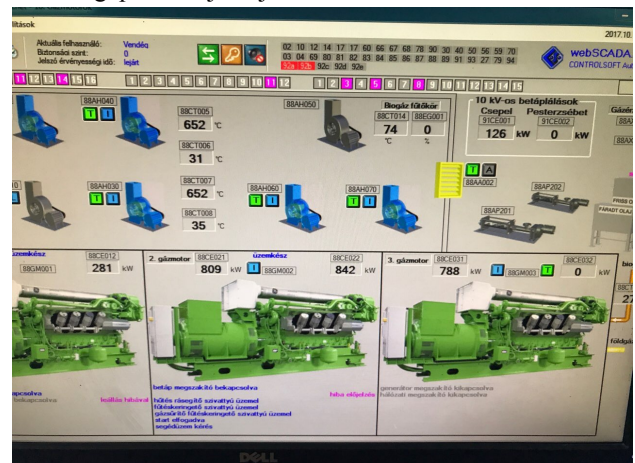
kerülő mennyiségét a jövőben adott szabályok szerint 35%-ra csökkenteni kell.



6. ábra Dél-Pesti Szennyvíztisztító telep, membrános gáztároló [10]

Itt meg kell említeni, hogy a globális felmelegedés visszaszorítása szempontjából fontos, hogy a lerakógázt gyűjtsük és felhasználjuk. A fel nem használt depóniagázt el kell fáklyázni, mert a levegőbe kerülő metán okozta üvegházhatás a széndioxidhoz képest húszszorosán káros következménnyel jár. [11]

A Dél-Pesti szennyvíztisztító telepen üzemelő két gázmotor, és a konténeres gázmotor működését, teljesítményét, aktualitását egy erre a célra kiépített irányító központból követik figyelemmel, a telephelyen belül. Az itt megfigyelt, rögzítésre kerülő adatok - mivel elektronikus formában jelentkeznek -, akár távoli elérést is lehetővé tesznek a felhasználók számára. Az irányító központ számítógépének kijelzőjét az 7. ábrán mutatom be.



7. ábra Az irányító központ kijelzője [10]

Ezzel a technikával a termelés teljes megfigyelését biztosíthatják a napok 0-24 órájában kényelmes keretek között. Ez azonnali beavatkozást tesz lehetővé, ami mind termelékenységi, mind biztonságtechnikai szempontból kedvező.

4. MAGYARORSZÁGI ENERGIAFÜGGŐSÉG
CSÖKKENTÉSÉNEK KALKULÁCIÓJA A
SZENNYVÍZTELEPI BIOGÁZ ÜZEMEK LÉTESÍTÉSE
ÁLTAL

Magyarország energiafüggősége, az Európai Unió átlagnál magasabb. Földgáz behozatali szükségletünk is meghaladja az éves felhasznált mennyiség 80%-át. [13] Ez olyan mérvű kiszolgáltatottságot ad országunknak, mely ellen folyamatosan keresni kell a megoldási lehetőségeket, és erre nyújthat egy alternatívát az összes keletkező szennyvízből (és megsemmisítendő szerves anyagú hulladékból) származó biogáz termelés.

A telep vonzáskörzetéből, 300.000 Lakos Egyenértékben éves szinten 8,6 millió m³ biogáz keletkezik. Ez napi átlagban 23,56 ezer m³ -t jelent. A biogáz tisztítása – azaz CO₂ és egyéb összetevők kivonása - nem okoz technológiai problémát. Így a folyamat eredményeként a földgázhoz hasonló, magas metántartalmú (kb. 98%) energiahordozót nyerhetünk. A kapott biometán a földgázzal megegyező energiavertékkel bír.

A keletkező biogáz metántartalmát átlagosan 60%-ra felvéve, és a 100%-os metántartalommal rendelkező földgázhoz vonatkoztatva elvégzem az egyenértékesítést. Tulajdonképpen meghatározásra kerül az, hogy mennyi „földgáz” keletkezik. Ezt pedig már tudjuk viszonyítani, az éves földgáz exportunkhoz. A számolás eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

Meg kell jegyezni, hogy a fermentorok fűtéséhez nagy mennyiségű energia felhasználás szükséges, de mivel erre vonatkozóan pontos adatokkal nem rendelkezem, így ezt itt nem vettem figyelembe. A teljesen valós értékek meghatározásához viszont ezt nem lehet figyelmen kívül hagyni, csakúgy, mint a karbantartási és megvalósítási költségeket.

1. táblázat: Éves földgázimport csökkentésének kalkulációja a szennyvíziszapból termelt biogáz által hazánkban

	Dél-pest Szennyvíztelep	Magyarország
Lakos egyenérték [LE] 10 ⁵	3	90
Termelt biogáz [m ³ /nap] 10 ⁴	23.56	706.86
Éves termelt biogáz [m ³ /év] (átlag 60% metán) 10 ⁶	8.6	258.0
Az éves termelt biogáz földgáz egyenértékűsítés [m ³ /év] (100% metán) 10 ⁶	5.59	167.7
5,7 milliárd m ³ földgáz export (2016) csökkentése [%]	0.098	2.942

Jól lehet a földgáz energiafüggőség csökkentésének értéke mindössze 3% körüli értékre adódik az alkalmazott fermentációs technológiával, de jelentősen védhetjük a környezetünket, hulladékot kezelünk és újrahasznosítunk.

5. A KOFERMENTÁCIÓ, MINT ENERGIABIZTONSÁG NÖVELŐ ELJÁRÁS

Különböző keverék anyagok (például a települési szennyvíziszap, mezőgazdasági, élelmiszeripari) közös rothasztásakor a biogáz képződés lényegesen javítható. A nagyobb szervesanyag koncentrációjú szubsztrát sokféleség hatására a rothasztó térfogata is jobban kihasználható

A kofermentációs eljárás során alapvető követelmény, hogy a hulladék ne legyen toxikus, hiszen az magát a lebontási folyamatot gátolná.

A beszállított hulladékok bevizsgálása speciális vizsgálatokat igényel, amelyek gyakran kifejezetten a hulladékok előtesztelésére alkalmasak. A különböző hulladéktípusok anaerob lebontásakor képződő biogáz metántartalma csak sok eszközt igénylő, bonyolult bonthatósági vizsgálatok során határozható meg. Ezen vizsgálatok elvégzése mind az időt, mind az anyagi ráfordítást tekintve gazdaságtalan. Kevés laboratórium vállal ilyen méréseket és drágán. Egy közös kísérlet alkalmával az Óbudai Egyetem és a Délpesti szennyvíztisztító telep együtt vizsgálta a telepre rendszeresen beszállított magas szervesanyag tartalmú hulladékok hatását azok rothasztására. (8. ábra)

Az egyetemen végzett kísérlet során több beszállított alapanyag biogázhozamát, és annak metántartalmát állapították meg.



8. ábra Az Óbudai Egyetem fermentációs reaktorai [10]

A szennyvíztisztítótelep laboratóriumában az OxiTop®-rendszerrel a homogenizált zöldhulladékból, a moslékból (étkezési maradék), burgonyapépből, papírhulladékból, sajtból (ömlesztett), lisztből, fűszerezésből (fűkaszálék), az egyetem laboratóriumában pedig Batch-rendszerrel cellulózból, élelmiszerszuspenzióból, zsíriszapból, száraz kutyatápból készült szuszpenzióból („Csont 2”) és vinaszból keletkező gázt vizsgáltak. [14]

Néhány alapanyag metántartalom eredményét ismerteti az 2. táblázat.

2. táblázat: Magas szervesanyag tartalmú hulladék típusok rothasztása során keletkezett biogáz %-os metántartalmának megállapítása laboratóriumi kísérlet elvégzése segítségével [14]

Szerves hulladék	Metántartalom [%]
Szennyvíziszap	60
Zsíriszap	66
Kutyatáp	80
Moslék	75
Élelmiszer szuszpenzió	72
Sajt	67

A táblázatból kiolvasható, hogy a szennyvíziszap 60%-os metántartama alatta marad hozzákevert kísérleti anyagok metántartalom értéke alatt.

A kísérlet eredményei alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a szennyvíziszap mellé betáplált, hulladékként definiált alapanyagok ezirányú energetikai hasznosítása nagy perspektívát jelenhet a rothasztás során nyert energiahordozó kapcsán.

6. KÖVETKEZTETÉS

A bevezetésben célul tűztem ki, hogy a Dél-pesti Szennyvíztisztító telep működésének eredményeit felhasználva, megvizsgálom, hogy egy ideális szennyvíztisztítási rendszerben, ahol az összes lakossági szennyvíztisztítás során keletkező biogáz hasznosításra kerül, az milyen hatással lehet az energia biztonságra.

Közelítő számításaim alapján ez – a hazai adatokra számítottan - közel 3%-os földgáz export csökkenést okozhat. Ez olyan mértékű, ami megfontolást igényel, főleg egy olyan nagy energiafüggőséggel rendelkező ország számára, mint hazánk.

További lehetőségeket rejt a szennyvíztelepek esetében a kofermentáció. A magas szervesanyag tartalmú – a megsemmisítés céljából – beszállított hulladékanyagok és a szennyvíziszap együttes rothasztása jelentősen javíthatja az üzem hatékonyságát. A biogáz hozam növelése és a kapott gáz %-os metántartalmának növelése biztosítja az előállított energiahordozó értékének növelését. Ezzel tovább csökkenthető az általam korábban számított hazai export energia igény is, ahol átlag 60%metántartalomot vettem alapul.

Ugyanakkor a szennyvíztelepi kofermentáció biztos alkalmazására körültekintő előzetes vizsgálatokra van szükség. Az egyes alapanyagok anaerob fermentációra tett hatásának pontos megállapítására laboratóriumi, félüzemi, majd több éves üzemi kísérletekre van szükség.

De a távoli jövőben megoldásként felmerülhet, mint alternatív energiatermelési lehetőség, például egy idegen bolygón kialakítandó ürtámaszpont számára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a Fővárosi Csatornázási Művek Dél-pesti Szennyvíztisztító telep munkatársainak – Kulcsár Zoltán technológusnak és Bezsenyi Anikó mikrobiológusnak, - hogy segítséget nyújtott a tanulmány elkészítésében.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] <http://fcsmzrt.hu/hu/kereses/?q=40+ezer+biog%C3%A1z>
letöltés ideje: 2017. Szeptember 11.
- [2] www.biogas.hu.
letöltés ideje: 2017. Július 1.
- [3] Bai Attila (szerk.): A biogáz, Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht., 2007
- [4] http://www.szegedivizmu.hu/ceginformacio/tevekenysegi_kor/biogaz_termeles_es_hasznositas/
letöltés ideje: 2017. Január 10.
- [5] Dr. Hajdú József: Biogázüzemek Magyarországon, 2012
<http://agraragazat.hu/cikk/biogazuzemek-magyarorszagon>
letöltés ideje: 2016. Október 4.
- [6] <https://www.zalaviz.hu/index.php/rolunk/szennyviz-elvezetes>
letöltés ideje: 2017. December 8.
- [7] Az anaerob iszapkezelésben rejlő energia-termelés és hasznosítási lehetőségei Palkó György
<http://docplayer.hu/7860879-Az-anaerob-iszapkezesben-rejlo-energia-termelési-es-hasznosítási-lehetőségek-palko-gyorgy-olaj-jozsef-szilagi-mihaly-fcsm-rt.html>
letöltés ideje: 2017. November 1.
- [8] http://www.fcsm.hu/szolgáltatások/szennyviztisztítás/delpesti_szenyviztisztito_telep
letöltés ideje: 2017. November 1.
- [9] <https://www.google.hu/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjAoIW8kcXYAhXKaFAKHeSpAMiQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Forientpress.hu%2Fcikkek%2Fnyilt-nap-a-del-pesti-szennyviztisztito-telepen&psig=AOvVaw0mXVNA0bBuKPU03fRdZYpt&ust=1515389742516784>
letöltés ideje: 2018. Január 8.
- [10] A szerző saját felvétele
A kép elkészítésének helye: A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep1238 Budapest, Meddőhányó u. 1
A kép elkészítésének ideje: 2017. Junius
- [11] Garai György: Szennyvíztisztító telepek energiakérdései, energiaellátás és automatizálás kapcsolata A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja 2006, November-December pp 3-7.
<http://docplayer.hu/3989105-Hir-csatorna-tartalom.html>
letöltés ideje: 2017. December 1.
- [12] Növekedett Magyarország földgázbehozatala , Magyar Nemzet, Gazdaság, 2017.
<https://mno.hu/gazdasag/novekedett-magyarország-földgáz-behozatala-2402102>
letöltés ideje: 2017. június 6., kedd 18:05, frissítve: kedd 18:31
- [13] Bakosné Diószegi Mónika: A magyarországi energiabiztonság növelésének okai In: Dr Csibi Vencel-József (szerk.) OGÉT 2013 XXI Nemzetközi Gépészeti Találkozó. Konferencia helye, ideje: Arad, Románia, 2013.04.25-2013.04.28. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), pp. 28-31.
- [14] Csibrik Enikő: Nagy szervesanyag-tartalmú hulladékok előzetes felmérése biogázüzemekben
Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvüipari és Környezetmérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet Szakdolgozat, Budapest, 2017.