



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI  2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimmer Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czimber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül.....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czimber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyón-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése.....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben.....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárasi típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szöke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok.....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szöke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen	354

A SOPRONI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP BIOGÁZÜZEMRE VETÍTETT ENERGIAMÉRLEGE

CZUPY IMRE, MÉSZÁROS IMRE, VÁGVÖLGYI ANDREA
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
czupy.imre@uni-sopron.hu

Bevezetés

A szennyvíziszapból mint szervesanyagból anaerob fermentációval biogáz állítható elő. A biogázt gázmotorban elégetve villamos- és hőenergiát nyerhetünk. Az így termelt „zöld energiával” csökkenthető a vizsgált szennyvíztisztító telep külső -fosszilis- forrásból történő energiaellátása, ezzel együtt a villamos energia költségei is.

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, milyen arányban fedezhető egy szennyvíztisztító telep villamosenergia-igénye, a telepen helyben, szennyvíziszapból termelt biogázból. Eredményeink alapján javaslatot tettünk a gázmotor üzemének optimalizálására.

A biogáz a villamosenergia-termelés fontos forrása; kihasználása nem csak energiatermelési kérdés, hanem hulladékkezelési és környezetvédelmi megfontolásokból is fontos. Magyarországon egyre több szennyvíztisztító telepen termelnek biogázt, melynek nagy részét a telep villamosenergia- és hőtermelésére használják fel. A szennyvíziszap szerves anyag, melyből anaerob körülmények között, mikroorganizmusok jelenlétében biogáz termelhető. A rothasztás, anaerob lebomlás során az anyag struktúrája átalakul. Szárazanyag tartalma csökken, hiszen egy részéből biogáz és víz keletkezik. Kezelhetősége, a víz fázis szétválaszthatósága javul (BENKŐ ÉS PITRIK, 2011). Szerves anyagok lebontásakor 1 kg tömegű alapanyagból akár 750-1120 dm³ gázhozam nyerhető. A rothasztóba betáplált szervesanyagra vonatkoztatva ez az érték 500-700 dm³/kg (SCHULZ ÉS EDER, 2001).

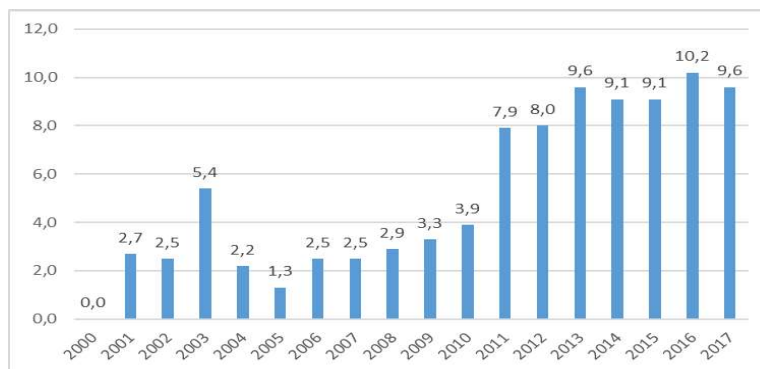
A Szennyvíziszap Kezelési és Hasznosítási Stratégia (2014-2023) alapján Magyarországon az összes szennyvíztisztító telep 2013. év végi biológiai terhelése 8.750.148 LE volt, melyből a becsült iszap mennyisége 179.378 t_{sz}/év. Az országos átlag 20,5 kg¹/LE²/év nagyságrendű. A szennyvíziszap szárazanyag tonnára vetített biogáz kihozatala átlagosan 450-600 Nm³ (Normál m³) (KACZ ÉS NEMÉNYI, 1998). Fenti adatokkal számolva hozzávetőlegesen 90 millió m³ biogáz állítható elő szennyvíziszapból, amely felhasználható kazánokban, gázmotorokban, mikroturbinákban vagy üzemanyagcellákban. Ha ehhez hozzávesszük, hogy egy m³ biogázból (CH₄ 65%) 1,5-2,2 kWh villamos energia állítható elő, akkor ez kb. 180 millió kWh villamos energia termelését jelenti évente. Így a biomassza, a biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energiaforrás, és a hulladéklerakóból, illetve szennyvízkezelő létesítményből származó gáz, valamint biogáz is – részben – megújuló energiaforrásnak minősül.

A hasznosítását gazdasági- és környezetvédelmi szempontok is indokolják. A villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény, és a távhőszolgáltatásról szóló 2005. évi XVIII. törvény a megújuló energiaforrásból előállított villamos- és hőenergia termelésének elősegítését iránymozdítja elő.

A megújuló alapú villamosenergia-termelésben a biogáz részarányának változását mutatja az 1. ábra.

¹ iszap szárazanyagban értendő

² A lakosegyenérték (LE) azt a szerves eredetű, biológiailag lebomló terhelést jelenti, melynek 5 napos biokémiai oxigén igénye (BOI₅) 60 g oxigén/nap.



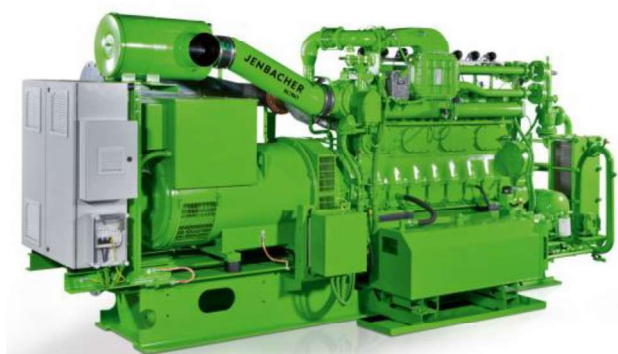
1. ábra: A megújuló alapú villamosenergia termelésben a biogáz részarányának változása Magyarországon 2000-2017 (%) (KSH, 2020)

A 2003-as kiugró értéktől eltekintve a villamos energiáról szóló 2005-ös és a távhőszolgáltatásról szóló 2007-es törvények hatása 2010-ig szembeűnő, 2010-ben ugrásszerű a növekedést produkált a biogázból előállított villamos energia részarányban.

A biogáz legelterjedtebb felhasználási módja a gázmotorban történő elégetés (KABDEBON, 2015). A gázmotor a nagyerművekkel megvalósított kapcsolt energiatermeléshez képest kisebb teljesítményű, az energiafelhasználás helyéhez közel telepíthető berendezés. Magyarországon a '90-es években ismerték fel a gázmotorok előnyeit, ezért gyorsan elterjedtek, és a hazai városok fűtőműveit szívesen bővítették, egészítették ki ezekkel a korszerű berendezésekkel (BEKE, 2016). Később ezek a berendezések a szennyvíztisztító telepen is megjelentek, mint villamos- és hőenergia előállítását szolgáló berendezések. A gázmotor önálló szabályozó automatikával rendelkező berendezés, amely a gázoldali betáplálás és a termelt villamos energia elvezetésén kívül más beavatkozást nem igényel. A hűtő és olajellátó rendszer vezérlését az automatika saját maga végzi. A gázmotorban elégetett biogáz kémiai energiája átalakul, és az így létrehozott elektromos- és hőenergiát lehet a szennyvíztisztító telepen hasznosítani. A gázmotor 50-100% terhelés tartományban üzemelhet, ami lehetővé teszi, hogy a keletkező biogázt az igényeknek megfelelően (villamos energia és hőenergia igény) lehessen felhasználni.

Anyag és módszer

Kutatásunk során a szennyvíztisztító telepen mért és rögzített adatok segítségével vizsgáltuk a szennyvíztisztító telep éves energiafogyasztását. Elemeztük a különböző gépcsoportok villamos energia felhasználását. Összevetettük a biogáz motor üzeme során felhasználott és megtermelt energiamennyiséget. Végül javaslatokat tettünk a biogáz mennyiségének növelésére. A szennyvíztisztító telepen egy Jenbacher Type-2 típusú gázmotor üzemel (2. ábra).



2. ábra: Jenbacher Type-2 típusú gázmotor (URL. 1.)

Technológia bemutatása

A Jenbacher Type-2 típusú gázmotor legfontosabb adatait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A gázmotor legfontosabb adatai (AQUINNO KFT.)

Hengerek száma	8 db
Hengerűrtartalom	16,6 dm ³
Fordulatszám	1500/min
A motor tömege	2000 kg
Elektromos teljesítmény	330 kW
Hőteljesítmény	405 kW
Felvett összes energetikai igény	852 kW
Max. biogáz felhasználás (6,4 kWh/Nm ³)	133 Nm ³ /h
A tápgáz szükséges nyomása	>60 mbar
Villamos áram termelési hatásfok	38,7%
Hasznosítható hőtermelési hatásfok	47,5%
Összes hatásfok	86,2%

Az irányítástechnikai rendszer minden fontos üzemelési adatot rögzít, ami a technológia indulásától fogva elérhető.

2015 előtti adatokat nem célszerű figyelembe venni, mivel a telep nagyobb mennyiségű zsíros hulladékokat is fogadott. Az év augusztusában érte el a gázmotor a harmincezer üzemórás szervert, amit az üzemeltető elvégeztetett az előírások szerint. Volumenére jellemző, hogy mintegy 15 millió forintba került. 2015. szeptembertől kezdődően mondható el, hogy üzemszerű állapotok állnak fenn a telepen.

A szennyvíztisztító telep, így a teljes technológia üzemeltetője, tulajdonosai az önkormányzatok. Az új technológia indulásakor az a döntés született, hogy a gázmotor üzemeltetését szakcégre bízzák, akinek van egy helyi megbízottja. A gázmotor üzemeltető, a helyi üzemeltető és a szennyvíztisztító telep üzemeltetője között többször volt érdekellentét. Egy példa: A gázmotor üzemeltetője inkább hosszabb, de nem a mélyvölgyi (0-06 óráig) időszakra nyúló üzemmenetet szeretett volna, minél kisebb teljesítménnyel. A telep üzemeltetőjének nagy, téli időszakban igen nagy mennyiségű hőre van szüksége. Tehát az ő érdekei szerint célszerűbb lett volna rövidebb ideig, de nagyobb teljesítménnyel üzemeltetni a gázmotort. Mivel a visszaadott hőmennyiség elégtelen volt, ezért a technológia üzemeltetője igényei szerint kénytelen volt beindítani biogáz kazánjait. Így elhasználta a biogáz egy részét a gázmotor elől. A fentiek alapján 2015. novembertől 2016. márciusig nem elemezhetők a gázmotor teljesítményadatai, mert nem mérve adóak.

A gázmotor és a technológia üzemeltetője között elindult tárgyalások alapján 2016. áprilistól a gázmotor helyi üzemeltetőjének képviselője a szennyvíztisztító telep üzemeltetője lett. Így az adatsor 2016. áprilistól újra irányt adó. A rothasztóból kilépő gáz tulajdonságai: hőmérséklete kb. 38 °C; páratartalma kb. 100% körüli; szennyező anyagot tartalmaz (pl. nitrogén, szén-monoxid, esetünkben nincs de jellemző még a kén-hidrogén is, valamint anyagi szennyeződések pl. iszap). A soproni telep jellemző gázösszetétele: metán: 63.47%, szén-dioxid: 31.6%, kén-hidrogén: kevesebb mint 100 ppm.

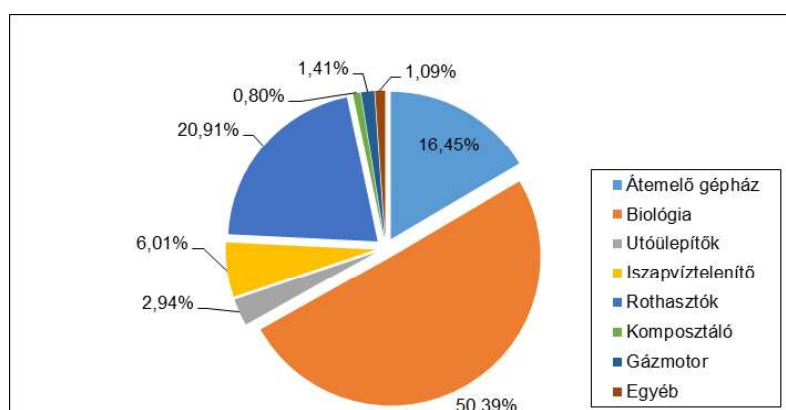
Gázmennyiség-mérés három helyen történik. Mindkét rothasztó toronynál mérik a megtermelt, valamint a gázmotornál az általa felhasznált biogáz mennyiségét. A biogáz mérése a termoelemes hőmérséklet mérés elve alapján történik. Nagyon nehéz a pontos mérés egy ilyen szennyezett, páratartalmú gáznál. Az érzékelőkre esetenként szennyező anyag rakódik le, amely hibával terhelt eredményt produkál. Mivel a gázmotorra némiképp tisztított (vizes kavicstöltetű mosó berendezés), mosott páratartalmában erősen csökkentett gáz kerül (a motorra

érkező páratartalomra nincsen határérték), és az összes mennyiséget a gázmotorral használják el, ez a mérés a mértékadó. Elméletileg meg kellene egyeznie a két rothasztó tornyon mért és a gázmotornál 100%-ban felhasznált gázmérés eredményeinek, de ez a legritkább esetben egyezik meg.

A gázmotorban elégetett biogáz kémiai energiája átalakul, és az így létrehozott elektromos és hőenergiát lehet a szennyvíztisztító telepen hasznosítani. A gázmotor 50-100% terhelés tartományban üzemelhet, ami lehetővé teszi, hogy a keletkező biogázt az igényeknek megfelelően (villamos- és hőenergia igény) lehessen felhasználni.

Eredmények és megvitatásuk

A villamosenergia-felhasználás megoszlását a telepen a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: A villamos energia megoszlása a szennyvíztisztító telepen 2016. április - 2017. március (MÉSZÁROS, 2017)

A szám adatokban kifejezett értékeket az 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A villamos energia megoszlása a szennyvíztisztító telepen 2016. április -2017. március között kW-ban (MÉSZÁROS, 2017)

Gépcsoport	Megoszlás (%)	Fogyasztás (kW)
Átemelő gépház	16,45	428.723
Biológia	50,39	1.313.221
Utóülepítők	2,94	76.585
Iszapvíztelenítő	6,01	156.633
Rothasztók	20,91	544.966
Komposztáló	0,80	20.954
Gázmotor	1,41	36.704
Egyéb	1,09	28.488
Összesen	100	2.606.274

Az adatok alapján látható, hogy a telepen a biológiai szennyvíztisztítási technológia elemei a legnagyobb energiafogyasztók (50,39%), ezt követi a rothasztó tornyok energiafogyasztása, a gázmotoré mindössze 1,41%.

A biogáztermeléssel és energiafogyasztással kapcsolatos adatok a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat: A biogáztermeléssel és energiafogyasztással kapcsolatos adatok a szennyvíztisztító telepen (MÉSZÁROS, 2017)

2016-2017 év	Biogáz			Villamos energia			
Hónap	Termelt (m ³)	Gázmotor által felhasznált (m ³)	A gázmotor által hasznosított biogáz %-os aránya	A telep fogyasztása (KWh)	Gázmotor által termelt (kWh)	Gázmotor termelés részaránya a telep fogyasztásából (%)	Gázmotor termelés (kWh/m ³)
Április	62 845	56 489	89,89	218 043	133 100	61,04	2,36
Május	55 795	53 369	95,65	237 664	123 300	51,88	2,31
Június	50 784	47 253	93,05	228 529	108 300	47,39	2,29
Július	53 270	48 460	90,97	228 638	110 700	48,42	2,28
Augusztus	53 322	49 320	92,49	205 644	114 300	55,58	2,32
Szeptember	48 016	45 843	95,47	209 099	105 300	50,36	2,30
Október	53 949	49 015	90,85	223 771	112 000	50,05	2,29
November	61 885	51 914	83,89	213 350	119 100	55,82	2,29
December	65 511	56 070	85,59	203 782	128 800	63,20	2,30
Január	92 509	43 631	47,16	203 868	97 700	47,92	2,24
Február	72 321	30 927	42,76	201 809	67 000	33,20	2,17
Március	98 416	53 618	54,48	232 077	122 900	52,96	2,29
Összesen:	768 623	585 909	-	2 606 274	1 342 500	-	-
Átlag:	64 052	48 826	80,19	217 190	111 875	51,49	2,29

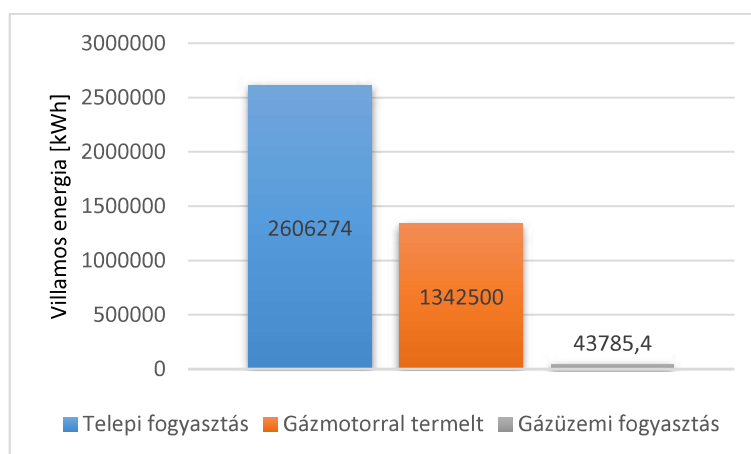
A szennyvíziszap rothasztása során megtermelt biogáz átlagosan 80%-a a gázmotorban hasznosításra került, de a táblázat alapján látható, hogy volt olyan hónap is, ahol ez az arány 90% feletti volt. A 80-90%-os biogáz hasznosulás jellemzően abból adódik, hogy egygépes üzem, nincs lehetőség tervszerű karbantartás, javítás, meghibásodás, üzemzavar elhárítás alatt másik gázmotor indítására, tehát biogázból villamosenergia-termelésre. Egygépes üzembről beszélünk, mivel a termelődő biogáz mennyiségét az egygépes rendszer is képes elhasználni, így a második gép üzembeállításának üzembiztonsági szempontja lehet. A biogázmotor tervszerű karbantartásának, javításának, meghibásodásának, üzemzavarának esetére két gázkazán is rendelkezésre áll. A vizsgálat évében a telep összes villamosenergia fogyasztása több mint 2,5 millió kWh volt. Az adatok szerint a gázmotor a telep villamos energia fogyasztásának, több mint 50%-át fedezni tudta.

A szennyvíztisztítási technológia szervesanyagterhelése, figyelemmel a tisztítóvonal közel másfél napos tartózkodási idejére, valamint az iszapvonal, a rothasztó torony közel húsz napos tartózkodási idejére, közel egyenletesnek vehető. Ugyan Sopron város speciális lakosságösszetételének következtében (állandó lakosok, bejelentetten ideiglenes lakosok, bejelentés nélkül itt tartózkodók számának változása) változó a szervesanyagterhelés, de ez a képződő biogáz hasznosítását nem akadályozza. Normál biogázmotor üzem esetén a teljes keletkező biogáz mennyiség felhasználásra kerül. A tisztítástechnológiánál a hétvégi hidraulikai terhelés 15%-kal, a szervesanyagterhelés 30%-kal is nőhet, szemben a szakirodalom által is jelzett várható csökkenéssel. Ez a megnövekedett terhelés a biogáz termelésre nem hat közvetlenül, a folyamat időbeni hossza révén kiegyenlítődik.

A soproni szennyvíztisztító telepen a megtermelt villamos energiát kiadják a villamos hálózatra, tehát így nincs korlátja a gázmotor üzemi teljesítményének. Gyakori megoldás más

szennyvíztisztító telepeken az, hogy a megtermelt villamos energiát telepen belül hasznosítják, így gyakorlati tapasztalatok alapján a gázmotor termelésének korlátja lehet a saját fogyasztás. Növelheti a villamos energiából származó bevételt, ha a gázmotort lehetőség szerint mélyvölgyi időszakban nem üzemeltetik. Az áram csúcsidőszakban 38.417 Ft/kWh, míg völgy időszakban 34.386 Ft/kWh, mélyvölgy időszakban 14.041 Ft/kWh, bár ebben az időszakban nem volt gázmotorüzem. Az előbbi időszakok egy átlagos havi üzemidőre vetítve közel 400.000 Ft különbözetet adnak. Ez egy évre 4.800.000 Ft kiesés üzemeltetési szempontból (2015-ös áram árak alapján).

A rohasztó tornyok mezofil hőmérséklet tartományban üzemelnek, tehát 35-38 C°-on. Üzemeltetői tapasztalat, hogy a gáztermelés 39-40 C°-on a legjobb, mivel ezen a hőmérsékleten a legjobb a gázkihozatal a tartózkodási idő, és iszapminőség függvényében. A gázmotor által termelt hőmennyiséget nem mérik (hőteljesítményén nincs mérés.) A megtermelt hő teljes egészében a fermentorok hőn tartására, a technológiai épület fűtésére fordítódik. Üzemeltetői tapasztalat, hogy minél nagyobb a gázmotor villamos teljesítménye, annál jobb a fajlagos hőteljesítmény. Azt mondhatjuk, hogy inkább legyen a napi üzemidő rövidebb, de a teljesítmény magasabb, melynek természetesen gazdasági vonzata is van. Hiszen a gázmotor karbantartás üzemóra szerint történik, és igen jelentős költség (az első harmincezer üzemórás nagyszervíz költsége meghaladta a 14 millió forintot). A telep villamos biogázüzem vonatkozásában vett fogyasztási arányait a 4. ábra mutatja be. A gázmotor üzem saját energiafogyasztása a gázmotor által termelt villamos energia és a telepi fogyasztás mellett csekély, a telepi fogyasztás 1,41%-a.



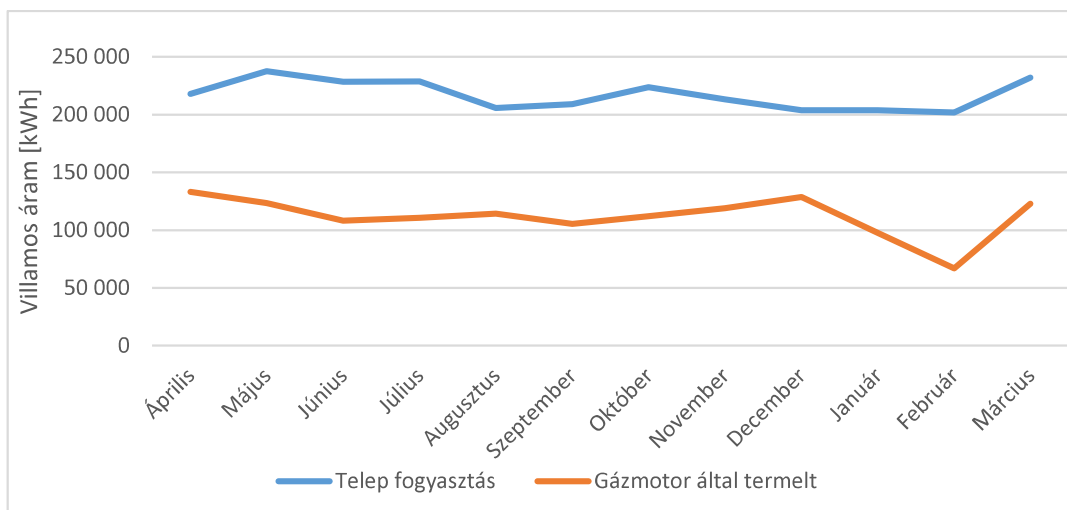
4. ábra: Villamos áram fogyasztási arányok a biogáz üzem vonatkozásában 2016. április - 2017. március (MÉSZÁROS, 2017)

A fogyasztott – termelt villamos áram mérlegét az 5. ábra mutatja be. A vizsgált időszak során gyakorlatilag folyamatosan tartotta az energiamérleg a közel 50%-ot.

A gázmotor az elmúlt időszakban is közel azonos kihozattal, megbízhatóan működik. Jelentős leállás, üzemzavar, hozamingadozás nem volt. Az iszapkezelési technológiában változás nem történt. Tekinthejtük az elemzési bázisul választott 2016-2017-es időszakot jellemzőnek. Az adatok, következtetések a folyamatos monitoring alapján napjainkban is helytállóak.

Összefoglalás

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, milyen arányban fedezhető egy szennyvíztisztító telep villamos-energia-igénye, a telepen helyben, szennyvíziszapból termelt biogázból. A soproni szennyvíztisztító telepen végeztük vizsgálatainkat. A telepen képződött biogázból átlagosan a telepi villamos-energiafogyasztás 50%-át tudtuk megtermelni.



5. ábra: Fogyasztott - termelt villamos áram 2016. április - 2017. március (MÉSZÁROS, 2017)

Az Aquinno Kft. a tisztítás-technológia generáltervezője az üzemeltető adatait elemezve a következő üzemóra-ra vetített gázmotor költségeket számolta: fenntartási költség: 1800 Ft/üh, amortizációs költség: 1000 Ft/üh. Mivel a gázmotor TMK (tervszerű megelőző karbantartás) jellegű költségei 30.000 üzemóránként igen jelentősek, ezért javasolt a magasabb terhelésen való üzem. A téli, hideg időjárásban fontosabb a gázmotor villamos teljesítményénél a hőteljesítmény, a tisztítóüzem szempontjából. Javasolt a magasabb teljesítményen való üzem, így ugyan kevesebb az üzemóra (a jelentős TMK költség is), de mégis több a leadott hő. A technológia, helységek nem igényelnek folyamatos fűtést, inkább hőntartást. A fentiek alapján mindenképpen javasoljuk a magasabb terhelésen való üzemeltetést. A termelt villamos áramot közvetlenül a külső hálózatra termelik ki, ezért gazdasági szempontból javasoljuk az üzemelés ideje amennyire lehetséges fedje a csúcsidezőszak időtartamát, és minél kevésbé fedje a völgyi időszakot, és kerülje a mélyvölgyi időszakot.

Köszönetnyilvánítás: A tanulmány/kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- AQUINNO KFT.: Soproni szennyvíztisztító telepnek korszerűsítése iszap és szennyvízkezelés. Végleges kezelési utasítás.
- BEKE P. (2016): A hazai CHP- alapú villamosenergia-termelés idősoros elemzése, a gázmotoros megoldások jövője és zajterhelési vonatkozásai *Journal of Central European Green Innovation* 4 (2) 21-38.
- BENKŐ Zs. I. – PITRIK J. (2011): TAMOP 4.2.5 Energetika – Energiamenedzsment.
- KABDEBON B. (2015): A biogáz-termelés és -felhasználás alakulása Magyarországon és az EU tagállamaiban. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar.
- KACZ K. – NEMÉNYI M. (1998): A megújuló energiaforrások. Agrárműszaki Kiskönyvtár, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL ADATBÁZISA (2020), www.ksh.hu.
- MÉSZÁROS I. (2017): Biogázmotorok üzemeltetése. Szakdolgozat Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár.
- SCHULZ, H.- EDER, B. (2001): Biogas – Praxis, ökobuch Verlag. Staufen bei Freiburg.

Szennyvíziszap Kezelési és Hasznosítási Stratégia (2014-2023).

Távhőszolgáltatásról szóló 2005. évi XVIII. törvény.

Villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény.

Internetes hivatkozások:

URL. 1. <https://www.innio.com/en/products/jenbacher/type-2>