



RESOR - Megújuló Energiaforrások
(Renewable Energy Sources)
mint a vidéki területek fejlesztési lehetősége



Modul száma:
Biogáz

készítette: ARID

A biogáz meghatározása

A biogáz alatt jellemzően szerves anyagokból oxigénmentes (anaerob) környezetben termelődő különféle gázok elegyét értjük. Az így nyert biogázt főként megújuló áram- és hőtermelésre hasznosítjuk.

A biogáz főként metán (CH_4) (50-75%) és szén-dioxid (CO_2) (25-45%) keveréke, és kis mennyiségben tartalmazhat még kénhidrogént is (H_2S) (0,1-5,5%), nedvesség/ víz (2-7%) és sziloxánok. A gáz anaerob lebontási folyamat eredménye: „egy olyan folyamat, amelyben a mikroorganizmusok szerves anyag oxigénmentes környezetben való metabolizálásával nyernek energiát és növekednek, melynek eredményeként metán termelődik”.



Forrás: saját kép

A biogáz meghatározása

A megfelelő anaerob lebontási folyamathoz a kiindulási anyagot biztosító biomasszának tartalmaznia kell szénhidrátokat, fehérjéket, zsírokat, cellulózt és hemicellulózokat. A gáz végső hozama a szénhidrát-, fehérje- és zsírtartalomtól függ. (A biogáztermelés gazdasági és intézményi szempontjai, 2012).

A biogáz környezetbarát energiaforrásként ismert, mert egyszerre két főbb környezeti problémát is enyhít:

1. A globális „hulladékjárvány”, amely nap mint nap veszélyes szintű metángázt bocsát ki,
2. A globális energiakereslet fosszilis energiahordozókra támaszkodó kielégítése.



Forrás: wikipedia

A biogáz forrásai

A biomassza az energia más felhasználható hasznos formáivá is alakítható, ilyen a biogáz is. A mezőgazdasági és az ipari termelésből származó szerves anyagok egyaránt használhatók mezőgazdasági biogáz előállítására. A biogáz előállításában használt főbb mezőgazdasági eredetű szubsztrátumok közé tartozik a trágya, az energianövények és a növénytermesztésből eredő hulladékok, az ipari eredetű szubsztrátumok az élelmiszerek, tejtermékek, cukor és húsipari termékek előállítása során keletkező hulladékok.



Így a biogáz az állattenyésztés és a növénytermesztés területén egyaránt mindenféle mezőgazdasági termékből előállítható. A biogáz gyakorlatilag bármilyen mezőgazdasági anyagból (szubsztrátumból) előállítható, és az ilyen anyagok energiaértéke - vagyis adott mennyiségű metán termelésének potenciálja - különböző.

Forrás: saját kép



Az anaerob lebontás folyamata

A szerves anyagból anaerob lebontással való biogáz termelés technikáját világszerte alkalmazzák. Például számos fejlődő országnak van saját, kisméretű, biogáz alapú erőműve, amely ürüléket, vizeletet és konyhai hulladékot hasznosít. Az így nyert biogázt főzéshez használják. Fejlettebb technológiájú országokban a biogáztermelést nagyobb nagyságrendben alkalmazzák. Ezekben az országokban a biogáz termelésére és használatára a fosszilis energiahordozóktól való függés csökkentésének egy lehetséges módjaként tekintenek. Egy másik ok a biogáz termelésére, hogy az (a szén-dioxidnál 21-szer károsabb üvegházhatású gáz,) a metán megkötésével közvetlenül csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását. Egy közvetett hatása pedig az egyéb, nem környezetbarát energiaforrások használatának elkerülése (az első okkal szoros összefüggésben).

Az anaerob lebontás - egy oxigénmentes környezetben végbemenő mikrobiológiai folyamat, amely során a szerves vegyületeket (szénhidrogéneket, fehérjéket, zsírokat) anaerob mikroorganizmusok metánná és szén-dioxiddá alakítják át.

A folyamat lényegének megismerése előtt a metánfermentáció nevet viselte, ami félrevezető lehet. Valójában ez az oxigén hiányában végbemenő biokémiai változások sorozata, ezért használják rá az „anaerob lebontás” elnevezést is.

Az anaerob lebontás folyamata

A szerves anyagok fermentációs gázzá alakításában a mikroorganizmusok három csoportja vesz részt:

1. a folyamat első két lépését baktériumok végzik, amelyek hidrolizálják a szerves vegyületeket. Ezeknek a mikroorganizmusoknak az optimális feltételeket a kb. 6-os pH és kb. 30°C-os hőmérséklet jelenti.
2. ecetsav-baktériumok - acetátok termelését végzik.
3. metánképző baktériumok - az abszolút (más néven obligát) anaerobok csoportjába tartoznak.

Már akár csupán 0,01 mg/dm³ oxigén jelenléte is gátolja őket, a szerves savak koncentrációja növekszik a környezet pH-ja pedig csökken. Nagyon sokfélék, és sajátos szubsztrátumok felhasználására specializálódtak. A metánképződéshez 35-45°C-os hőmérséklet és 7-es pH az optimális.



Forrás: powerpoint clipart



Az anaerob lebontás folyamata

A biogáztermelés folyamata több lépésre osztható. Az első lépésben, a hidrolízisben, az alapanyagként szolgáló vegyületek (pl. szénhidrátok, fehérjék, zsírok) egyszerű szerves vegyületekké (pl. aminosavak, cukor, zsírsavak) bontására kerül sor. A folyamatban résztvevő baktériumok az anyagot biokémiai reakciókkal lebontó enzimeket bocsátanak ki. Majd az így képződő köztes termékeket acidogén baktériumok az ún. acidogenezis során zsírsavakká (ecetsav, propionsav és vajsav), szén-dioxiddá és hidrogénné alakítják. Továbbá kis mennyiségben tejsav és alkohol is képződik. A következő szakaszban, az ecettermelésben vagy acetogenezisben, a baktériumok ezeket a termékeket a biogáz termelését megelőző anyagokká alakítják át (ecetsav, hidrogén és szén-dioxid). Mivel a túl magas hidrogéntartalom káros az ecetsav-baktériumokra, együtt kell működniük a metanogén baktériumokkal. A metán termelése során ezek hidrogént fogyasztanak, így biztosítanak megfelelő életfeltételeket az ecetsav-baktériumok számára. A következő szakaszban, a metanogenezisben, amely a biogáztermelés utolsó szakasza, az acetogenezis termékeiből metán termelődik.



Összetett szerves vegyületek
(fehérjék, zsírok, szénhidrátok)

hidrolízis

Egyszerű szerves vegyületek
(aminosavak, zsírsavak, cukrok)

Savképződés

Rövidebb szénláncú szerves savak
(propionsav, vajsav)

Egyéb szerves savak
(tejsav, alkoholok, stb.).

Ecetsavképződés

Ecetsav

Víz és szén-dioxid

Metánképződés

BIOGÁZ
metán + szén-dioxid

Bio-rothasztók

A biogáz használható elektromos- és hőenergia és a kettő együttes előállítására. Gyakorlatban a legáltalánosabb rendszerek az előállított biogázt elektromos- és hőenergia fejlesztésére használják. Az ilyen rendszereket kapcsolt hő- és villamos energia (CHP, Combined Heat and Power) rendszernek nevezik. Az áram és hőenergia termeléséhez egy CHP egységnek nevezett eszközt kell telepíteni. Ez egy metán égetésére kialakított belső égésű motor, a biogázüzem méretétől függő beépített generátorral. A belső égésű motorban keletkező hőt hőenergia-forrásként hasznosítják. A biogáz hasznosításának egy kevésbé általános módja, amikor azt fűtés céljából elégetik. Az ilyen biogázüzemben a biogázt hőenergiává feldolgozó készülék egy - a metán égetésére megfelelően átalakított - gázkazán.

Minden mezőgazdasági biogázüzem több alapvető elemből épül fel.

Az, hogy biogázüzemekben milyen további elemek kerülnek telepítésre, az a felhasználástól és a teljesítménytől függ.



Forrás: saját kép



Bio-rothasztók

Az összes biogázüzemben megtalálható alapvető elemek:

1. Szubsztrátumraktár - minden biogázüzemben lennie kell egy raktárnak. A raktár azért szükséges, hogy állandó mennyiségű biogáztermelést lehessen fenntartani. A raktárkapacitásnak a napi szinten termelt szubsztrátum mennyisége 0,5-2-szeresének befogadására alkalmasnak kell lennie. A folyékony szubsztrátumok tárolótartálya különböző anyagú lehet, pl. beton, acél vagy műanyag. Az, hogy milyen anyagból készül a tartály, a tárolásra kerülő anyagtól függ.

Vannak földalatti és felszíni tartályok. A folyékony és félfolyékony szubsztrátumok tartályainak hermetikusan kell záródnia, és a szubsztrátum termeléséhez viszonyítva elég nagyoknak kell lennie. A növényi szubsztrátum tartályokat megfelelő csurgalékvíz-elvezetővel kell felszerelni, amely megakadályozza, hogy a csurgalékvíz a talajba kerüljön. Az ilyen tartálynak szorosan kell záródnia, hogy a szubsztrátum ne száradjon ki, és hogy ne jusson esővíz a tartályba.

2. A szubsztrátumot a tartályból a reaktorba szállító eszköz - állandó, megfelelő szintű biogáztermelés biztosításához folyamatos, megfelelő minőségű szubsztrátumellátást kell biztosítani. A szubsztrátum típusától függően erre használhatók szivattyúk (folyékony szubsztrátum, pl. hígtrágya), szállítócsiga (fél-folyékony szubsztrátum) és a rothasztók mellé telepített adagológaratok, melyek kapacitása lehetővé teszi az egy teljes napra elegendő mennyiségű szubsztrátummal való feltöltésüket.



Bio-rothasztók

3. Rothasztó (fermentor, bioreaktor) - a biogázüzem legfontosabb eleme, ez szolgál a metánfermentáció helyszínéül. A teljes beruházás hatékonysága a rothasztó helyes kialakításán és megfelelő felépítésén múlik. A rothasztó falainak zártnak kell lenniük, meg kell akadályozniuk a folyadékok és gázok elszivárgását. Szükség van minimális hőveszteséget biztosító, jó szigetelésre is. Minél jobb a szigetelés, annál kisebb a külső hőmérséklettől való függőség. A fermentoron lennie kell egy szerelőnyílásnak, amely lehetővé teszi a belső tér vizsgálatát és az esetleges javítást. Az alkalmazott technológiától függően a biogázüzem egy vagy több fermentorral rendelkezik. A fermentorok lehetnek horizontálisak vagy vertikálisak, készülhetnek acélból, betonból vagy műanyagból. A fermentorban lennie kell egy eszköznek, ami az anyag keverését végzi (keverőgép vagy más keverőrendszer), és egy fűtőrendszernek a szükséges fermentációs hőmérséklet eléréséhez és állandó szinten tartásához. Az erjesztett, fermentált anyag a bioreaktorból rendszerint egy túlfolyón keresztül kerül elvezetésre.



Bio-rothasztók

4. Keverőrendszerek - a tartályban erjedő pép keverése a biogáztermelési folyamat fontos része. A keverőknek 3 típusa van: pneumatikus, hidraulikus és mechanikus. A biogázüzemek legtöbbje mechanikus keverőket alkalmaz. A mechanikus keverők 3 csoportra oszthatók: diagonális, horizontális és vertikális. A legelterjedtebb a 2-3 diagonális vagy horizontális keverőből álló rendszer. A vertikális (függőleges vagy központi) keverők csak akkor használhatók, ha a tartály teteje rögzített, megerősített. Az elégtelen átkeverés a fermentáció zavaraihoz és habképződéshez vezethet.

5. Gáztároló - egy külön biogáztároló tartály, amely a gázhálózatban szükséges nyomással működik. A tartályban felgyülemelő gázt az energiaigény felmerüléséig tárolják. A biogáztároló egy rugalmas ballon, amely egyre nagyobb lesz, ahogy a megtermelt egyre nagyobb mennyiségű biogázzal feltelik. A tartályt lehet közvetlenül a reaktor fölé helyezni, vagy horizontális reaktor esetén lehet a reaktor mellett is. Ez esetben a tartályt megfelelő a tartály biztonságos működését biztosító építményben kell elhelyezni. Minden tartályt biztonsági szeleppel látnak el, ezzel megakadályozva a túlzott nyomásnövekedést a tartályon belül. A megengedett nyomás szintjének túllépése esetén a szelep a többlet biogázt a szabadba engedi.



Bio-rothasztók

6. Biogáztisztító - a biogáz felhasználást megelőző tisztítása elengedhetetlen, mert megelőzi a felszerelések és berendezések korrózióját, és a környezetvédelmi szabályozások is megkövetelik azt.

7. Fermentációs maradékanyag tároló tartály - egy különálló, külső tartály, amely lehetővé teszi az erjesztett szubsztrátum tárolását, ami értékes trágyaként szolgál, és amely felhasználható folyékony formában vagy komposzt készítéséhez, a piaci igényekre válaszul.



Forrás: phys.org

Biogázképző hulladékok

Az alapanyagban található N és az összes többi ásványi elem többsége a biogáz fermentációs maradékanyagában marad. Ide tartoznak a növényi tápláló anyagok, makroelemek, mint a foszfor, a kálium és a kalcium. Olyan szerves anyagok vannak, amelyek megfelelően helyettesítik a szerves trágyák nitrogénjét, káliumját és foszforját, olyanok nincsenek, melyek mesterségesen helyettesítenék az olyan egyéb anyagokat, mint a fehérje, cellulóz, lignin stb. Ezek mind hozzájárulnak a talaj áteresztőképességének és vízmegtartó-képességének növeléséhez, és közben akadályozzák az eróziót és általánosságban javítják az agronómiai állapotot. Szerves anyagok szolgálnak a talaj tápanyagainak a növények által felvehető formába való átalakításáért felelős mikroorganizmusok fejlődésének alapjául is.

Ezért általános gyakorlat, hogy a biogáz fermentációs maradékanyagait szerves trágyaként használják, amellyel műtrágyaköltségek és ugyanakkor fermentációs maradékanyag ártalmatlanítási költségek takaríthatók meg. A biogáz fermentációs maradékanyagok tápanyagértéke az ásványi eredetű műtrágyákkal összevetve számos vizsgálat által megerősítve jónak bizonyult. Továbbá a szerves anyagban megkötve megmaradó szén segít fenntartani vagy tovább növelni a talaj szervesanyag-tartalmát, ami különösen nagy értéket képvisel a szélsőséges talajokon.



Biogázképző hulladékok

A szervesanyag-tartalma bizonyos részének szét- és lebontása miatt a lebontott iszap gyorsan ható tápanyagokat biztosít, melyek könnyen a talajoldatba kerülnek, így a növények számára azonnal elérhetővé válnak.

Az iszapban lévő humuszanyag és a humuszsavak felgyorsítják a humuszképződést, ez pedig segíti az erózió mértékének csökkentését, és közben növeli a tápanyagellátást, a vízmegtartó-képességet stb.

A lebontott iszap megnövekedett ammóniumtartalma segítségével a vízben jobban oldódó nitrátokat és nitriteket jelentős mennyiségben tartalmazó trágyákhoz (istállótrágya, komposzt) képest csökkenthető a nitrogénkimosódás mértéke.



Forrás: wikimedia.org

Biogázképző hulladékok

Általánosan elfogadott, hogy a termésátlagok a lebontott iszappal való trágyázást követően magasabbak. A legtöbb zöldségféle, úgymint a burgonya, retek, sárgarépa, káposzta, vöröshagyma, fokhagyma stb. és számos gyümölcs (narancs, alma, guáva, mangó stb.), a cukornád, a rizs és a juta is kedvezően reagál az iszappal való trágyázásra. Ezzel ellentétben az olyan termények, mint a búza, az olajos magvak, a gyapot és a baccra, kevésbé jól reagálnak rá. Az iszap legelők és kaszálók trágyázására is jó. Az elérhető adatok erősen eltérőek, mert a tápanyag-utánpótlási hatás nem csak a növénykultúrától függ, hanem az éghajlattól és a talajtípustól is. Az adatokból még nagyon hiányzik az, hogy milyen mértékben kölcsönös a talaj termékenységének, a talaj típusának és a trágyák (különösen a N-trágyák) hatékonyságának a hatása a száraz és mérsékelten száraz éghajlatokon. Így arról jelenleg még pontos információkkal nem szolgálhatunk. Ugyanebből az okból nem áll rendelkezésre a műtrágyák és a biogáz iszap költségeinek gazdasági összehasonlítása sem. Egyetlen vitathatatlan állítás, hogy a biogáz iszap ökológiai szempontból jobb választás.



A biogáz energiatartalma

A biogáz előállításához használt alapanyagot adó biomasszát a szerves vegyületek három alapvető csoportja alkotja: a szénhidrátok, a fehérjék és a zsírok. Továbbá a fermentációért felelős mikroorganizmusok növekedése kálium, nátrium, vas, magnézium, kalcium és nyomelemek oldható formáinak jelenlétében megy végbe. A legtöbb biogázt a zsírok bontása szolgáltatja.

Szubsztrátum	Biogáz-termelés dm ³ /kg	Metántartalom [%]	CO ₂ tartalom [%]
Szénhidrátok	790	50	50
Zsírok	1250	68	32
Fehérjék	700	71	29

A biogáz energiatartalma

A biogáz termelését befolyásoló tényezők:

- Szárazanyag-tartalom (sz.a.) [%]
- Szerves szárazanyag-tartalom (sz.sz.a.) [sz.a. %]
- CH₄ hatékonyság [m³/kg sz.sz.a.]

Szubsztrátum	Szárazanyag-tartalom (%)	Szerves szárazanyag-tartalom (%)	Biogáz hozam (m ³ /t s.m.o.)	Metántartalom CH ₄ tartalom [V/V %]
Szerves trágyák				
Tehén hígtrágya	8-11	75-82	200-500	50-60
Borjú hígtrágya	10-13	80-84	220-560	50-57
Sertés hígtrágya	kb. 7	75-86	300-700	60-70
Juh hígtrágya	12-16	80-85	180-320	50-56
Szarvasmarhatrágya	kb. 25	68-76	210-300	55-60
Sertéstrágya	20-25	75-80	270-450	55-60
Csirketrágya	30-32	63-80	250-450	57-70
Lótrágya	20-40	65-95	280-350	55-65

A biogáz energiatartalma

Szubsztrátum	Száranyag-tartalom (%)	Szerves száranyag-tartalom (%)	Biogáz hozam (m ³ /t s.m.o.)	Metántartalom CH ₄ tartalom [V/V %]
Növények				
kukoricaszilázs	20-35	85-95	450-700	50-55
rozs	30-35	92-98	550-680	kb. 55
Fűfélék				
fűnyesedék	kb. 12	83-92	550-680	55-65
fűszénáz	25-50	70-95	550-620	54-55
Mezőgazdasági feldolgozóipari melléktermékek				
sörtörköly	20-25	70-80	580-750	59-60
szeszgyári gabonamoslék	6-8	83-88	430-700	58-65
burgonyapép	6-7	85-95	400-700	58-65
gyümölcstörköly	25-45	90-95	590-660	65-70
A biogázüzem egyéb alapanyagai				
zöldségesbolti hulladékok	5-20	80-90	400-600	60-65
gyomortartalom	12-15	75-86	250-450	60-70

A biogáz energiatartalma

A folyamat hőmérséklete és a szubsztrátumok reaktorban töltött ideje mellett a fermentált szerves vegyületek kémiai összetétele az, ami meghatározza a biogáz mennyiségét és összetételét.

A biogáz energiájának hasznosítható részét a CH_4 tartalmának fűtőértéke adja. Szigorúan véve a többi összetevőnek is van energiatartalma, de azok nem vesznek részt az égési folyamatban. A folyamatban való részvétel helyett ezek inkább energiát vesznek el a metán égésétől, mert jellemzően a folyamatot nagyobb hőmérsékleten hagyják el (égéstermék), mint amilyen hőmérsékletük a folyamat elején volt (jellemzően környezeti hőmérséklet).

A biogáz tényleges fűtőértéke a CH_4 százalékának, a hőmérsékletnek és az abszolút nyomásnak a függvényében alakul, melyek mindegyike esetenként más és más. A biogáz fűtőértéke egy motor, kazán vagy más biogázt használó egység teljesítményének lényeges paramétere.



A biogáz energiatartalma

Jellemzően egy normál köbméter metán fűtőértéke nagyjából 10 kWh, míg a széndioxidé nulla. Ezért a biogáz energiatartalma közvetlenül összefügg a metánkoncentrációval. Más szóval, 60%-os metántartalmú biogáz-összetételt feltételezve az energiatartalom egy normál köbméterre vonatkoztatva kb. 6 kWh.

Gépjármű üzemanyag	Gépjármű üzemanyag
1 nm ³ feljavított biogáz (97 % metán)	9,67
1 nm ³ földgáz	11,0
1 liter benzin	9,06
1 liter gázolaj	9,8

Ez azt jelenti, hogy az 1 nm³ biogáz energiatartalma kb. 1,1 l benzinének felel meg. Azonban a biogáz villamos árammá alakítása során a biogáz alapú elektromos generátornál kb. 2 kWh hasznosítható áramot kapunk, a többi energia fűtőberendezésekben is felhasználható hővé alakul.

A 2kW óra egy 100W-os égő 20 órán át vagy egy 2000W-os hajszáritó 1 órán át való működésének áramellátásához elegendő.

A rothasztó kialakításának alapvető típusai

A rothasztó a biogázüzem lelke. A biogáz rothasztók kapacitása erősen változó lehet, a kisméretű, háztartási célú egységektől a nagyobb, kommunális létesítményeken át egészen az ipari méretű fermentorokig. A rothasztókba alapanyagként a biomassa számos fajtáját adagolják, állati, élelmiszer- és mezőgazdasági eredetű hulladékokat, de kerülni kell az olyan anyagokat, amelyeket a baktériumok nehezen tudnak lebontani (ilyen pl. a fa). Az előállított biogáz mennyisége sok tényezőtől függ, köztük a felhasznált biomassa típusától és mennyiségétől, a rothasztó méretétől és a hőmérséklettől.

Az alkalmazott technológiától függően egy vagy több fermentor is lehet. Anyaga lehet beton vagy acél. Fűtéssel és szigetelő rendszerrel van ellátva, amely a kémiai reakciókhoz megfelelő hőmérséklet fenntartását biztosítja. Az alapanyag fűthető közvetlenül - forró víz vagy gőz hozzáadásával, vagy közvetve - a fermentor falaiba vagy aljzatába épített hőcserélőkkel. A fermentor tartalma nem egységesen oszlik el. Ezért fontos eleme a keverőrendszer, melynek feladata a tartalom összetevőinek egységes eloszlása és az erjedő alapanyag kigázosítása. A keverés többféleképpen történhet: szivattyúval - külső szivattyúrendszer, ami a fermentorban való keringetést biztosítja; a gáznak a fermentorba pumpálásával; csigás keverőkkel - a központi szállítócsőben található szivattyús keverő; alacsony sebességű, függőleges vagy átlós elrendezésű keverőlapátokkal.



A biogáz végfelhasználási területei

A biogáz átlagos energiaértékű energiahordozó. Használható háztartásokban, az iparban, a mezőgazdaságban - hűtésre/fűtésre, áramtermelésre vagy bioüzemanyagként.

A biogáz sokféleképpen hasznosítható. Jellemző felhasználásai:

Hő - a gázt kazánban elégetik. Az így keletkező hő felmelegíti a vizet, amely azután használható a rothasztó és a környező épületek fűtésére, vagy átadható egy helyi távfűtőrendszerbe. A gázkazán a szilárd és folyékony tüzelőanyagokkal működő kazánokhoz hasonlóan működik, azzal a különbséggel, hogy a kazánt gáz égetésére kell módosítani.

Hő/áram - a biogáz üzemanyagként használható álló motoroknál - jellemzően Otto-motoroknál vagy diesel motoroknál - vagy gázturbináknál. Az üzemanyag energiájának 30-40%-a fordítódik az áramtermelésre, míg a fennmaradó energia hővé alakul.



A biogáz végfelhasználási területei

Gépjármű üzemanyag - a biogáz a szén-dioxid, víz és kénhidrogén eltávolításával való feljavítását követően használható autók, buszok, teherautók üzemanyagaként. A gépjármű hajtóanyagként való használathoz a biogázt fel kell dolgozni, hogy elérje az autómotorok számára elfogadható minőséget. Ez általában a földgáz minőségi szintjének felel meg. A gépjárművet gázüzeművé kell átalakítani. Ugyanakkor az autógyártó vállalatok olyan megoldásokon dolgoznak, amely lehetővé tenné, hogy a motor kétféle üzemanyaggal, pl. gázolajjal és biogázzal is működjön. A biogáz gépjárműüzemanyag-minőségűre való feljavításához legszélesebb körben használt technológiák a vizes mosás, a kémiai mosás és a nyomásváltó adszorpciós gázzétválasztás (Pressure Swing Adsorption – PSA). A gázt szagtalanítani kell és kb. 200 bar-os nyomásra kell szabályozni ahhoz, hogy gépjármű-üzemanyagként felhasználható legyen.

A feljavított biogáz a földgázhálózatba is betáplálható, ami ösztönözni fogja az új piaci és alkalmazási lehetőségek fejlesztését.



A biogáz végfelhasználási területei

A CHP (Combined Heat and Power - kapcsolt hő- és villamos energia) rövidítéssel jelölik az olyan kapcsolt energiatermelésű motorokat, amelyek a biogáz égetése során áramot és hőenergiát is termelnek. A biogáz égetésére az előállítás helyszínén kerül sor. Ez a megoldás mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból nagyon előnyös. A csak hőenergiát vagy csak áramot termelő hagyományos megoldások energiahatékonysága kb. 40%-os, ellentétben a kapcsolt energiatermelés 90%-os hatékonyságával.

A legújabb, nagyméretű egységek esetében az áramkinyerés hatékonysága 30-40% között van, a hőhatásfoka pedig 40-44%. Kisebb üzemek esetén az elektromos hatékonyság 25-33%-os, a hőhatásfok pedig rendszerint 50% feletti. A létesítmény villamos energiájának növekedésével együtt a hatékonysági értékek is növekednek.



A biogáz végfelhasználási területei

A kisteljesítményű kapcsolt energiatermelésnél legáltalánosabban használt megoldást az alternáló motorok jelentik

Ezek jellemzői:

- széles teljesítmény spektrumban (5kW-tól 50 MW-ig) állnak rendelkezésre
- rendszer az adott ügyfél igényeihez optimálisan hozzáigazítható
- nagyobb teljesítményű rendszereknél lehetőség van moduláris kialakításra
- különböző üzemanyagokkal használhatóak, köztük biogázzal
- szükség van hűtésre, még akkor is, ha nem rendelkeznek hőérzékeléssel
- nagy méretek és alacsony teljesítménysúly mutató
- olyan erős a hangjuk, hogy megköveteli a zajvédők használatát
- viszonylag erős, rezgéscsillapítók használatát megkövetelő szintű rezgés



Forrás: wikimedia.org



A biogáz végfelhasználási területei

Az üzemanyagként hasznosításra kerülő gáz minimum metántartalmát a gyártók jellemzően 30 térfogatszázaléknál magasabb szintre állítják be, amely legalább 13 MJ/Nm³-es gáz fűtőértéknek felel meg.

Az alternáló gázmotorokkal (belső égésű motorral) rendelkező kapcsolt energiatermelésű rendszereket leginkább a kapcsolódó generátoron való áramtermelésre használják, és a hulladékhőt meleg víz vagy pedig egy másik kazánban telített gőz előállítására hasznosítják. A hőt a sűrített biogáz, a motorköpeny, az olaj és a kipufogógázok hőcserélőjéből nyerik ki. A biogáz motorok beépíthetők az épületbe, vagy mobil (konténeres) változatban is lehetnek.

A kapcsolt energiatermelő rendszerekben legáltalánosabban használt eszközök egy másik csoportját alkotják a gázturbinák, melyek általában 1MW-os elektromos teljesítményt meghaladó rendszerekben kerülnek alkalmazásra.

Az alternáló motorhoz képest a gázturbina mérete és súlya sokkal kisebb. A gázturbinák energiahatékonysága valamint az elektromos és hőteljesítményük aránya alacsonyabb.



A biogáz végfelhasználási területei

A hővisszanyeréses gázturbinákon alapuló műszaki megoldások fejlesztésének következő állomását a mikro-gázturbinák adják. Ezek kis, kb. 25-500 kW elektromos teljesítménnyel jellemezhető álló gázturbina készletek. Egy radiális turbinából, egy kompresszorból és egy a teljes rendszerbe beépített regeneráló levegőmelegítőből állnak.

A mikroturbinák használatára főként meleg vizet előállító kapcsolt energiatermelő rendszerekben kerül sor. A biogázban található szennyeződések károsíthatják a mikroturbinákat, ezért a gázt előzetesen tisztítani és szárítani kell. A mikroturbinák 35-100%-os metántartalmú biogázt égetnek el, és jelentősen kisebb az égéstermékek kibocsátása. Ez lehetővé teszi új módok kidolgozását az égéstermék gázainak pl. mezőgazdasági szárítóknál való, vagy a CO₂ üvegházakban való felhasználására. A visszanyert hő hőmérséklete viszonylag magas, és szállítása csak a kipufogógázokkal történik. A hőhatásfok 40 és 60% között, az elektromos hatékonyság pedig 20 és 35% között mozog; a kapcsolt energiatermelő rendszer teljes hatékonysága meghaladja a 80%-ot.



A biogáz eredetű energia hasznosításának környezeti hatása

A biogáz sokféleképpen csökkentheti az energiafelhasználás környezeti hatását. A biogázra való átállás csökkentheti az energiafelhasználás CO₂ kibocsátását és a metánkibocsátást is (amennyiben a biogáz hulladékból kerül előállításra). Előnyös hatással lehet a beltéri légszennyezésre és a talajpusztulásra is, amennyiben szilárd bioüzemanyagok helyébe lép.

A fosszilis energiahordozók biogázzal való felváltásával az üvegházhatású gázok kibocsátásánál ténylegesen jelentkező előny attól függ, milyen szubsztrátumot használunk. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás akár 100%-ot meghaladó mértékben is csökkenthető pl. azáltal, hogy kevesebb műtrágyára lesz szükség. A trágyából készülő biogáz környezetvédelmi előnye jelentős, és mértéke attól függ, hogy a hagyományos trágyatárolási rendszerekhez képest mennyivel csökken a metán és nitrogén-oxid vegyületek szivárgása.



A biogáz eredetű energia hasznosításának környezeti hatása

Szubsztrátum	Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése fosszilis energiaforrásokhoz viszonyítva [%]
Fűfélék	86
Cukorrépa (a répafejekkel együtt)	85
Kukorica	75
Trágya	148
Élelmiszeripari hulladék	119
Szerves háztartási hulladék	103

A fermentáció során a biogáz (CH_4 és CO_2) termelődése révén a széntartalom számottevően (>50%) csökken. A biogázüzem üzemeltetési rendszerétől függően (beleértve a pH-t és a hőmérsékletet), bizonyos mértékű N veszteség is lehetséges (NH_3 formájában).



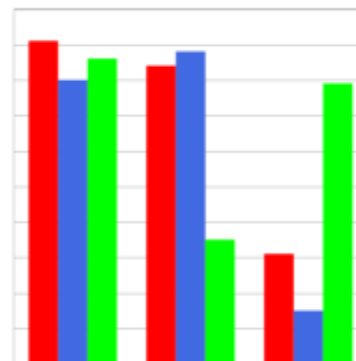
A kisméretű biogáz-energia rendszerek ökonómiája

Amikor egy lehetséges üzemeltető döntést hoz arról, hogy építsen-e biogázüzemet vagy se, akkor van egy kritikus fontosságú megfontolás: lehet-e nyereségesen üzemeltetni a jövőbeni üzemet? Ezért fel kell mérni a biogázüzemek gazdasági jövedelmezőségét.

Egy biogázüzemnek a következő lehetőségei vannak bevétel termelésére:

- áram értékesítése
- hő értékesítése
- gáz értékesítése
- emésztési szubsztrátumok ártalmatlanításából származó bevételek
- a fermentációs maradékanyag értékesítése.

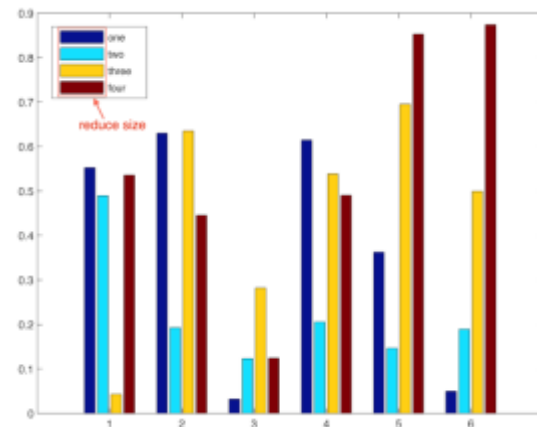
A biogázüzemek elsődleges bevételi forrása - eltekintve azoktól az üzemektől, amelyek a hálózatba táplálják a gázt - az áram értékesítésé



A kisméretű biogáz-energia rendszerek ökonómiája

Jelenleg a hő értékesítése esetén a helyzet lényegesen problémásabb, mint az áram esetében. Ezért már a kezdetektől fogva, már az üzem helyszínének kiválasztásánál érdemes figyelmet szentelni a hő lehetséges átvevőire. Az összes keletkező hőenergiát gyakorlatilag nem lehetséges érdemben felhasználni, részben, mivel egy bizonyos százalékra folyamati hőként lesz szükség, és részben azért, mert a legtöbb hőátvevőnél a hőigény szezonálisan erősen változó. A legtöbb esetben a biogázüzem saját hőigénye miatt az üzem által biztosítható hő mennyisége ellentétes a potenciális hőátvevők hőigényével.

Az üzemeltetőknek lehet, hogy nem az a célja, hogy a biogázt a kapcsolt energiatermelő folyamattal árammá alakítsák, hanem az, hogy a gázt feljavítva a földgázhálózatba táplálják. Az ilyen üzemeknél a bevétel legnagyobb része az értékesített gázból származik.



A kisméretű biogáz-energia rendszerek ökonómiája

A költségelemek alapvetően a következő szerkezet szerint bonthatók le:

Változó költségek

- a teljes költség akár 50%-át a szubsztrátköltségek adják. Különösen valószínű ez az olyan üzemeknél, amelyek kizárólag energianövényeket és más ehhez kapcsolódó megújuló erőforrásokat használnak.
- segédanyagok - ez elsősorban az áramot, a gyújtóolajat, a kenőolajat és gázolajat, valamint a siló letakarásához használt fóliát és homokzsákokat foglalja magába. A hálózatba táplált gáz termelése esetén a segédanyagok közé tartozik még a propán is, melyet a biogázhoz adagolnak gázkondicionálás céljából.
- a karbantartás és a javítások a tőkeköltségek 1-2%-át teszik ki, az adott komponenstől függően.
- laboratóriumi vizsgálatok - a professzionális folyamatellenőrzés megköveteli a fermentor tartalmának laboratóriumi elemzését.



A kisméretű biogáz-energia rendszerek ökonómiája

Állandó költségek

- beruházási kiadás-függő költségek, mint az értékcsökkenés, a kamatok és a biztosítás. Az értékcsökkenési leírás komponens-specifikus.
- munkaerőköltségek - mivel a biogázüzemben a munkát általában állandó alkalmazottak végzik, és mivel nincsenek különösebb csúcsidőszakok a munkában, a munkaerőköltséget is állandó költségnek vehetjük. Az irányításra, felügyeletre és karbantartásra szükséges munkaidő a telepített kapacitás függvényeként tekinthető,
- földterületköltségek - ha az üzem közösségi vagy kereskedelmi üzemként működik, további költségelemeket, úgy mint lízing vagy bérleti költségeket is figyelembe kell venni.



Forrás: pixabay.com

Esettanulmány

Az Odrzechowa Sp. z o.o. Nemzeti Állattenyésztési Kutatóintézet kísérleti egységében található 500 kWe kapacitású mezőgazdasági biogázüzem leírása.

500 kWe kapacitású mezőgazdasági biogázüzem, Odrzechowa, Zarszyn közigazgatási terület, Sanok megye, Kárpátaljai vajdaság.

Műszaki adatok:

Névleges elektromos teljesítmény:

500 kWe

Névleges hőteljesítmény:

518 kWt

Bruttó villamosenergia-termelés:

4 157 MWh/év

Bruttó hőtermelés:

15 817 GJ/év

Kapcsolódás a hálózathoz:

15 kV vezeték



Forrás: saját kép

Esettanulmány

A biogázüzem létesítményeinek leírása:

Fermentorok

23,0 ill. 26 m belső átmérőjű kör alapterületű, 6 m magas, gáztartályként szolgáló membrántetővel fedett, monolitikus, vasbeton tartályok. A tartályok belülről a gázgyűjtő területen az agresszív környezeti behatások ellen szigeteltek. Kívülről a tartályok hőszigeteltek, és trapéz alakú lemezekkel borítottak. A tartályok két állítható magasságú és dőlésszögű merülőkeverővel, valamint fűtő és csőberendezéssel vannak ellátva.

A fermentációs maradékanyagok tárolótartálya

30,0 m belső átmérőjű kör alapterületű, 6 m magas, monolitikus, vasbeton tartály. A fermentációs maradékanyag tárolás feladatára a gazdaságban meglévő hígtrágyatároló tartály is megfelel. A tartály két állítható magasságú és dőlésszögű merülőkeverővel valamint csőberendezéssel van ellátva.

Gyűjtőtartály

6,40 m belső átmérőjű kör alapterületű, 3 m magas, monolitikus, vasbeton tartály. A tartály egy függőlegesen és vízszintesen állítható merülőkeverővel valamint csőberendezéssel van ellátva.

Esettanulmány

Szilázssiló

A szilázssiló egy 4,2 m magas, 30 m széles és 50 m hosszú, háromkamrás, monolitikus vasbetontartály.

Műszaki épület és műszaki szoba a szivattyúállomás számára

A műszaki épület hagyományos technológiával épült. Az épületben található: egy kogenerátor terem, egy transzformátor, egy vezérlőterem, egy műszaki

helyiség és egy közösségi helyiség. A szivattyúállomás műszaki helyiségében hő- és technológiai hálózati rendszerek és vezérlőszekrények találhatóak.

A biogázüzem további (nem épület jellegű) technológiai elemei különálló eszközök, amelyek a földre elhelyezett vasbetonlapokon állnak.



Forrás: saját kép

Esettanulmány

A biogázüzem technológiája:

A technológia különböző arányú növényi eredetű szubsztrátumok, mint pl. a kukoricaszilázs, a fűszénázs és más növényi hulladékok, valamint trágya és hígtrágya feldolgozását teszi lehetővé. A trágyát az állattenyésztő telepről közvetlenül a biogázüzembe szállítják. Minden szilárd szubsztrátumot az adagolótölcsérbe töltenek, ahonnan azok automatikusan a fermentorba kerülnek át. A folyékony alapanyagok szállítása a csővezetéken keresztül történik, közvetlenül a gyűjtőtartályba. A szubsztrátumoknak a gyűjtőtartályból a termelési folyamatba való adagolása automatikus. A szilárd szubsztrátumok a keverő és adagoló berendezésbe kerülnek, ahol a szilárd és a folyékony szubsztrátumokat összekeverik úgy, hogy az szivattyúzható állagú legyen. A szubsztrátumok homogén keverékét megfelelő mennyiségben és arányban a két fő fermentorba szivattyúzzák. A javasolt rendszer a technológiai folyamatok két lépésben való végrehajtását biztosítja: elsődleges fermentáció és másodlagos fermentáció.



Esettanulmány

A fermentációra két rothasztóban kerül sor. A biogázképződés folyamata mindkét tartályban intenzív. Mindkét tartály fűtőrendszerrel van ellátva, melynek feladata, hogy stabil, 37 és 40°C közötti folyamati hőmérsékletet tartson fenn. A fermentációs folyamatban képződő biogázt aztán kéntelenítésnek vetik alá: a reaktorok gázterében sor kerül a biológiai kéntelenítés folyamatára, amely kis mennyiségű levegő adagolását jelenti, amely a biogáz kénhidrogéntartalmát csökkentő baktériumok szaporodásához szükséges. A kéntelenített biogáz a fermentorokból gázzívócsöveken át a biogázhálózatba kerül, és ezen keresztül jut el a sűrítőbe és a második szintű kezelőberendezésekbe. A kezelés második állomása egy víztelenítési kezelés, ahol a gázhőmérséklet csökkenésének köszönhetően kicsapódik a nedvesség. A biogáz kondenzátuma a gravitáció hatására lefolyik a kondenzvízgyűjtőbe, ahonnan szivattyúval a fermentációs maradékanyag tárolójába juttatják.



Esettanulmány

Az így előkészített biogáz a kapcsolt energiatermelő egységbe kerül, ahol kémiai energiája árammá és hővé alakul. Az áramot a létesítmény áramszükségleteinek fedezésére és a hálózatba táplálásra használják fel. A kapcsolt energiatermelésből származó hő meleg víz formájában van jelen, és a létesítmény szükségleteinek kielégítésére használják, valamint egyéb közüzemi felhasználására is van lehetőség. Amennyiben a kapcsolt energiatermelésből származó hőt nem sikerül közüzemi fűtővízként felhasználni, akkor a felesleget a hűtőventilátorhoz vezetik. Az utóerjesztési folyadék az utóerjesztési trágya szilárd frakciójának szeparátorába kerül. A szilárd frakció abba a tartályba kerül, amelyikbe a szilárd trágya a gravitáció folytán kerül. A trágya folyékony frakcióját a tárolóba irányítják - a fermentációs maradékanyagok tárolótartályába.

A szubsztrátumok típusa:

- kukoricaszilázs max. 2500 Mg/év mennyiségben
- zöldhulladék kb. 600 Mg/év mennyiségben (V-VII. hónap közötti időszakban)
- fű kb. 800 Mg/év mennyiségben (VIII-IX. hónap közötti időszakban)
- cukorrépapép max. 5000 Mg/év mennyiségben (korlátozva a kukoricaszilázst)
- állattenyésztési hulladék: marhatrágya 8300 Mg/év mennyiségben, nem-fermentált hígtrágya 900 m³/év mennyiségben, fermentált hígtrágya 4500 m³/év mennyiségben

