

A biogázképzés biológiája

Biogázfejlesztő [Németújvárott](#)

A biogázképzést négy fázisra lehet bontani. Ezek a következők:

1. **Hidrolízis:** a [hidrolízis](#) folyamán a szerves anyagokat ([fehérjék](#), [zsírok](#), [szénhidrátok](#)) bakteriális [enzimek](#) alapegységekre bontják ([aminosavakra](#), [zsírsavakra](#), [glükózra](#)).
2. **Savképződés:** savképződéskor a feloldott anyagok szerves [savakká](#) ([ecetsavvá](#), [propionsavvá](#), [vajsavvá](#)), kis szénatomszámú [alkoholokká](#), [aldehidekké](#), [hidrogénné](#), [szén-dioxiddá](#) és egyéb [gázokká](#) (például [ammóniává](#), [kénhidrogénné](#)) alakulnak. Ez a folyamat addig tart, amíg a [baktériumok](#) saját lebontó tevékenységeik következtében el nem pusztulnak, fel nem oldódnak (az alacsony [pH](#) miatt a baktériumok életkörülményei már nem megfelelőek).
3. **Acetogén fázis:** ebben a fázisban az [acetogén baktériumok](#) az előzőfázis anyagait alakítják [ecetsavakká](#).
4. **Metánképződés:** ebben a fázisban az ecetsavat [metánképzőbaktériumok](#) [metánná](#), szén-dioxiddá és vízzé alakítják. A hidrogén (H₂) és a szén-dioxid (CO₂) metánná és [vízzé](#) alakul át:
$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

Összességében elmondható azonban, hogy a [mikrobiológiai](#) folyamatokat két fő fázisra bonthatjuk: az egyikben a [fermentáció](#) történik (első két fázis), a másodikban pedig a metánképződés. A második fázisban ugyanis az acetogén baktériumok csak a metanogén baktériumokkal együtt ([szimbiózisban](#)) képesek működni.

Az optimális fermentáció követelménye a megfelelő [szén-nitrogén arány](#) (a szén aránya a nitrogénhez viszonyítva) a fermentálandó anyagban. Ideális esetben ez az arány 13:30. A végtermék szén-nitrogén aránya a [biotrágyában](#) jelenlévő nitrogén növények számára történő lebonthatóságát és rendelkezésre állását mutatja.

Energiatartalom

Magas energiatartalma miatt (kb. 60% [metán](#)) energiatermelésre lehet hasznosítani. A [generátorblokk](#) a biogáz energiatartalmának 25-42%-át képes elektromos energiává alakítani, így termikus hatásfoka 40%-körül alakul. A biogáz energiatartalmát a metántartalomból lehet következtetni: 1 m³ metán 9,94 kWh energiát tartalmaz. 60%-os metántartalom esetén 1 m³ biogáz 0,6 / tüzelő olaj energiájával egyenértékű.

A folyamatban keletkező biogáz értékes energiahordozó (1 Nm³ biogáz 6 kWh, azaz 23 MJ energiával egyenértékű). Fűtésre, elektromos áram termelésre egyaránt

megfelel. A fermentáció után visszamaradt anyag sokkal jobban alkalmazható talaj szerves anyag utánpótlás biztosítására, mint az istállótrágya, mert:

- az anaerob kezelés során az értékes nitrogén tartalom megőrződik,
- az elfolyó anyag savassága csökken, a pH értéke 7-ről 8-ra emelkedik,
- istállótrágya esetében a C/N arány 30-50%-kal csökken, tehát a keletkező termék alkalmas közvetlen mezőgazdasági alkalmazásra,
- a folyamatban a foszfor és kálium tartalom a növények számára könnyen felvehető állapotba kerül,
- a gyommagvak csírázóképesége mezofil folyamatban csökken, termofil folyamatban gyakorlatilag megszűnik,
- a termék sokkal kevesebb kellemetlen szaganyagot tartalmaz és könnyen vízteleníthető.

A fermentáció eredményeként a hulladék elhelyezéssel járó közegészségügyi problémák csökkennek, mert:

- az anaerob fermentáció során az emberre veszélyes patogén baktériumok jelentős része elpusztul (termofil folyamatban teljes fertőtlenítés következik be),
- a termék térfogata számottevően csökken, tehát könnyebben és biztonságosabban tárolható,
- a környezetet szennyező anyagok koncentrációja csökken az anaerob fermentáció után

Biogáz: szerves anyagok baktériumok által anaerob körülmények között történő lebontása során képződő termék. Kb. 45-70% metánt (CH₄), 30-55% szén-dioxidot (CO₂), nitrogént (N₂), hidrogént (H₂), kénhidrogént (H₂S) és egyéb maradványgázokat tartalmaz. A definícióból következően biogáz képződik a mocsarakban, de a kérődzők bélrendszerében is.

A biogáz csoportosítása

A biogáz tág fogalma miatt érdemes azt csoportokba osztani. Az egyik legegyszerűbb besorolást a termelés helye jelenti. Ezek alapján három nagy csoportot tudunk megkülönböztetni:

depóniagáz (szeméttelapi gáz, a kommunális hulladékban lévő szerves anyag lebomlásából képződik)

szennyvíztelepi gáz (a szennyvíztelepeken képződő dő biogáz mező gazdasági mellék/termékekből és egyéb szerves anyagokból (a biogáz szó alatt általában ezt értik)

Jelenlegi ismereteink szerint a metán előállításában a mikroszervezetek életfeltételeinek szabályozása a döntő tényező. Az optimális életfeltételek biztosítása mellett a mikroszervezetek ugyanis mértani haladvány szerint, gyorsan elszaporodnak. Jelenlétük – különösen hulladékok esetén – a gyakorlatban szinte kizárhatatlan. Egyfajta hulladékanyagban nagyon sokféle mikroorganizmus van jelen egyidejűleg, amelyek közül azok szaporodnak gyorsabban és válnak döntő többségűvé, amelyek számára az életfeltételek kedvezőbbek.

A biogázképződés teljes folyamata alapvetően két szakaszra oszlik; az első egy fermentációs biokémiai folyamat, amely a nagymolekulájú szerves anyagok lebontását, feltárását jelenti, a második a metánképződés biokémiai folyamata. Újabb kutatások szerint a kettő között van egy acetogén biokémiai folyamat is, ennek elkülönítése azonban inkább elméleti jelentőségű, mivel kimutatták, hogy az ehhez a közbeeső folyamathoz szükséges acetogén mikroszervezetek csak a metánképződéssel szimbiózisban tudnak élni. Lényegében is elegendő, ha ezt a közbeeső folyamatot a második szakasz részeként fogjuk fel.

A biokémiai folyamat két szakaszának megfelelően csoportosíthatók az annak végrehajtására képes baktériumok. A fermentatív folyamat végrehajtóit savképző baktériumoknak, a metánt termelő baktériumokat metanogén baktériumoknak nevezzük.

A metánképződési folyamatban közreműködő mikroorganizmusokról általában az a vélemény, hogy nagyon érzékenyek a mérgezésre. Az alapanyagokban előforduló toxikus anyagok gyors aktivitáscsökkenést eredményeznek. Újabb kutatások szerint azonban rövidebb ideig elviselik a toxikus hatást, és ha kellően felhígul vagy kicserélődik a tápanyag, a populáció újra aktiválódik, tehát nem pusztulnak el a mikroszervezetek kisebb dózistól viszonylag rövid periódus alatt.

A biogázelőállítás mikrobiológiai folyamatainak és technológiáinak legfontosabb rendező tényezője a hőmérséklet. A mikroorganizmusok más-más csoportja jellemző a mezofil – 30–35 °C-on legaktívabb – hőmérséklettartományban. Az anaerob fermentáció szélső értékeit 5 – 66 °C-ban szokták megjelölni. A mezofil baktériumok 32 – 42°C között tevékenyek, a termofilok 50 – 57°C között. (Olessák, 1984.)

Mely anyagokat lehet biogáztermelésre használni?

Biogáz minden a baktériumok által könnyen bontható szerves anyagból képződhet. A [mezőgazdasági](#) biogáz üzemekben többnyire a hígtrágyát és almos trágyát használják, mint alapanyagot (szubsztrátumot). A szarvasmarha hígtrágyája nagy pufferkapacitása miatt a biológiai folyamatokat optimális körülmények (pH) között tudja tartani. Ezért a németországi biogázüzemek több mint 3/5-ét ezt a trágyaféleséget használja. Emellett más anyagokat is felhasználhatunk a biogáztermelés növelésére. Így a [mezőgazdaságból](#) származó termékeket, mint például a kukoricát, gabonaféléket vagy a gyepet. Lehetővé válik az ugaroltatott területeken energianövények termesztésére, amit szintén a biogázüzem tud hasznosítani. Az élelmiszeriparból származó melléktermékek is feldolgozásra kerülhetnek (pl. vágóhídi hulladék, zsírleválasztó maradék, törköly, cukorrépaszelet, stb.). A területgondozásból származó zöld vágási hulladék, a válogatott kommunális hulladékok szerves része, az éttermi hulladék és a szennyvíziszap (ld. 2. ábra) is alkalmas biogáztermelésre. A nem [mezőgazdasági](#) termékek használatával bár a természetes körfolyamatok lelesznek zárva, mégis káros anyagok (többnyire nehézfémek) kerülhetnek a földekre. A károkozás megelőzése miatt fontos, hogy a hatályos [törvényeket](#) a hígtrágya- valamint a szerves anyagok kezeléséről betartsuk.

Néhány anyag elméleti gázkihozatalát mutatja a 2. ábra. Érdekes a tisztítószer, fertőtlenítőszer és egyes gyógyszerek (főleg antibiotikumok) biogázüzembe történő kerülését megakadályozni, mert azok a lebontási folyamatokat zavarják. A túlzottan magas ammóniumkoncentrációt is meg kell előzni, mert az a metánképző dést károsan befolyásolja. Ezért a baromfi- és sertés trágyát csak hígítva szabad felhasználni. Ha a bejuttatott anyagok szárazanyag-tartalma a 15-20%-ot meghaladja, szintén hígítani kell azokat, mert szivattyúzhatóságukat elveszítik.

A biogáztermelés érzékeny mikrobiológiai folyamata csak akkor lesz biztonságos ha állandóan, közel azonos minőségű alapanyagokat tudunk biztosítani a baktériumoknak, azonos arányban, nagy változtatások nélkül. A változó összetételű és arányú szubsztrátumok a biológiai folyamatokat felboríthatják. Ezért alkalmaznak sok [mező gazdasági](#) biogázüzemben tartósított tömeg takarmányokat (szilázs).

Hogyan működik egy biogáz üzem és milyen technológiával?

A [mező gazdasági](#) biogáz üzemek általában egy elő tároló tartályból, egy vagy több fermentorból (biogáz-reaktor) és utótárolóból állnak. Ha a biogáz erő mű ben szilárd szerves anyagok is felhasználásra kerülnek, akkor ezek aprítása, hígítása, homogenizálása és higienizálása a fermentorba történő bejuttatás előtt történik meg. A fermentorban a szerves anyagokat baktériumok bontják le, levegőtől elzárva. Az itt képződött biogáz felhasználása előtt tisztításon esik át, majd rövid ideig tárolják, mielőtt egy blokkfűtő erőműben elégetnék és elektromos áramot, hőt termelnének belőle.

A szubsztrátumok áramlása alapján két nagy típusát különböztetjük meg az erőműveknek. Az átfolyó rendszerű üzemekben a reaktorba szakaszosan, meghatározott időközönként, kis mennyiségben bekerülő friss szubsztrátummal megegyező mennyiségű, már kiejlesztett anyag hagyja el a rothasztó teret. A tároló rendszerű üzemekben a friss és kiejlesztett anyagok ugyanabban a rothasztó térben maradnak, amíg azt ki nem ürítik. Ezek általában egyszerű hígtrágya tárolók biogáztermelésre átalakítva.

A biogáz erőmű fontosabb részei

Az elő tárolóban a fermentorokba bekerülő hígtrágyát, szilárd szerves anyagokat keverik el egymással, itt megtörténhet az aprítás is. A biológiai folyamatok közül a hidrolízis itt már elkezdődik, melynek következtében a fermentorokban a biogáz képződés folyamata felgyorsulhat. Ez a keverék a biogáz-reaktorba jut. Újabb rendszerekben a szubsztrátumokat közvetlenül a fermentorba juttatják be, s az egyes anyagok elegyítése itt történik meg. Ez a biogáz reaktor az erőmű egyik fő része. Készülhet betonból vagy fémből, lehet álló vagy fekvő típusú, téglatest vagy hengeres formájú. Meghatározó, hogy a bioreaktor jól tömített, víz és gázálló legyen. Egy keverőberendezés segítségével a szubsztrátumok jól elegyíthetők, valamint a kiindulási anyagoktól függően nem képződik úszó- vagy ülepedő réteg. A

fermentorban a folyadék felületén képző dő úszó kéreg a biológiai folyamatok stabilitását veszélyezteti. Abban az esetben, ha sok szilárd anyag ülepszik le a fermentor aljára, azt onnan el kell távolítani.

A fermentor fű tése gondoskodik a biológiai folyamatok megfelelő lefolyásához szükséges hő mérsékletről. A biogáz képzésben résztvevő baktériumokat a számukra optimális hő mérséklettartományok alapján három csoportba osztjuk: a pszichrofil baktériumok kb. 25 oC -ig mű ködnek, a biogáz termelésük igen alacsony. A mezofil tartomány 32 és 42 oC között helyezkedik el. Ebben a tartományban a baktériumok igen aktívak, képesek a nagyobb hő mérséklet-ingadozásokat is elviselni a gáztermelés csökkenése nélkül. A termofil tartományban, optimum 50 - 57 oC, a baktériumok gáztermelése nagyobb, mint a mezofilben, de az érzékenységük is a hő mérsékletváltozásra igen nagy. Az átlagos fermentorméret 100 számosállat esetén 200-250 m³ között alakul.

A kiejlesztett anyagok az utótárolóba kerülnek. Abban az esetben, ha az utótároló fedett és fű tött, utóerjesztő ről beszélünk. A még képző dő biogáz felfogásra kerül, és az energiatermelés folyamatában vesz részt. Ennek elő nye, hogy a még lebontható maradék szerves anyagok egy része hasznosításra kerül, hátránya, hogy a tároló fű tését meg kell oldani. Az utótároló méretét úgy kell kialakítani, hogy az a legalább 4 hónap alatt keletkező erjesztési maradék mennyiségét képes legyen befogadni (49/2001. Kormányrendelet).

Abban az esetben, ha a biogázerő mű ben állati eredetű hulladék is ártalmatlanításra kerül, akkor a 71/2003 (VI. 27.) FVM rendeletnek megfelelő en azt kezelni kell.

A biogáz kezelése

A reaktorokban képző dött biogázt a termelés kiegyenlítetlensége miatt gáztárolóban ideiglenesen raktározzák. A gáztárolók a gázmotorok folyamatos gázellátását hivatottak biztosítani. Anyaguk gázt át nem eresztő fólia, amit zsákszerű en a fermentorok feletti tető térben vagy egy könnyű szerkezetes fémtoronyban helyeznek el, egyre több esetben a fermentorok légterét kettő s fóliakupolával zárják le hermetikusan.

Mielő tt a gázt a motorokban elégetjük, a szennyező részecskéktől és anyagoktól meg kell azt tisztítani. A blokkfű tő erő mű vek jó állapotának megő rzése érdekében a gázból a kénhidrogént el kell távolítani. Ez a gáz a motorok

korrozíójához járul hozzá, a motorok alkalmazási ideje és hatásfoka a magas kénhidrogén tartalomtól nagymértékben romlik. A [mező gazdasági](#) erő művekben gyakran alkalmazott technológia, hogy a fermentorok légterébe 3-5% levegőt juttatnak, aminek köszönhetően az ott élő baktériumok a kénhidrogént kénné alakítják, és a gáz megfelelő minőségű lesz a felhasználásra. A biogáz-reaktorokon kívül elhelyezett kéntelenítő kben is baktériumok segítségével történik a gáz előkészítés. Ezekkel a technológiákkal a kénhidrogén 95%-a is eltávolítható a biogázból. A biológiai folyamatok helyett még alkalmaznak gázmosósos és aktív szén szűrési rendszereket is.

A gáz nedvességtartalmának csökkentése érdekében a talajba lefektetett gázvezetékeken keresztül a gázt lehűtik, a víz kicsapódik belőle. A motorba juttatás előtt ismét felmelegítve megfelelően szárazzá válik a gáz és nem rongálja a motort.

Mérés - és irányítótechnológia, biztonság

A biogáz termelési folyamat biztonsága érdekében bizonyos paraméterek mérése fontos a biogáz erőműben. Így a fermentorokban uralkodó hőmérséklet, pH, a képződött gáz mennyisége, metán és kénhidrogén tartalmának ismerete elengedhetetlenül fontos. Ezen értékek mérése elektromos eszközökkel folyamatosan és nagy pontossággal megoldható, kiértékelhető. További paraméterek mérése, mint például a felhasznált alapanyagok, a megtermelt elektromos áram pontos mennyisége és bizonyos [laboratóriumi](#) vizsgálatok rendszeres elvégzése, az előbbieken felsorolt alapadatokon felül, a biztos termelés változását előre jelezhetik.

A megtermelt, de fel nem használható és már nem is tárolható gáz elégetésére gázfáklya van felszerelve a biogáz erőművekre – a környezet védelme érdekében. Az üzemek biztonsága miatt fontos, hogy a fermentortérbe juttatott levegő mennyisége ne legyen 10%-nál több, mert az robbanást okozhat. Egyéb alapvető biztonsági előírások betartása esetén a biogáz erőművek nem jelentenek a környezetükre veszélyt.

A biogáz felhasználása

A megtisztított, kéntelenített biogáz a földgázhoz hasonlóan többféle módon is alkalmazható. Egy m³ biogáz (kb 60% metán tartalom) energiataralma 0,6 l fűtőolajéval vagy 0,6 m³ földgázéval egyenlő.

A modern blokkfűtő erőművekben a biogáz elégetésével elektromos áram és hő képződik. Az elektromos áramot a Villamosenergia [törvény](#) értelmében a hálózat üzemeltetője köteles átvenni, s a [törvény](#)ben meghatározott átvételi árat érte megfizetni. A keletkezett hő egy része a fermentorok fűtéséhez szükséges. Ez éves szinten a megtermelt hő mennyiség 20-30%-a. A megmaradó hő felhasználásra kerülhet. Az erőművek felesleges hőjét hasznosíthatja a [mezőgazdasági](#) üzemistállók, lakóépületek, [kertészetek](#), szárítók fűtésére, nyáron az állattartó telepek hűtésére. Távhőfűtő-hálózaton keresztül az üzemtől távolabb fekvő épületek fűtése is megoldható. Élelmiszeripari üzemek melegvíz igényét is kielégítheti egy biogázüzem.

A biogáz blokkfűtő erőműben történő elégetésére többféle motorfajta áll rendelkezésre. Két igen elterjedt típus van forgalomban: dieselmotor olajbefecskendezéssel és Otto gázmotor. Az Otto gázmotorok drágák, de magasabb elektromos hatásfokkal rendelkeznek, mint a dieselmotorok olajbefecskendezéssel, s működésközükhez fűtőolaj nem szükséges. A két motortípus összehasonlítása az 1. táblázatban található. A blokkfűtő erőművek vásárlásakor a lehető legnagyobb elektromos hatásfokra (jelenleg 36-40% motortípustól függően) kell törekedni.

Azokban az erőművekben, ahol a gáz minősége folyamatosan változik, a hosszabb motorélettartam érdekében érdemes elektronikus motorirányító és ellenőrző rendszereket alkalmazni.

Jellemző	Otto gázmotor	Dieselmotor olajbefecskendezéssel
Teljesítmény (elektromos)	1 MW-ig, néha 100 kW alatt	30 - 250 kW (10% fűtőolaj befecskendezéssel)
Hatásfok (elektromos)	34-40%	30-40%
Üzemidő	60000 üzemóra	35000 üzemóra
Biogáz minimális metántartalma	45%	Nincs
Szerviz	Ritka	Gyakori
Előny	<p><!--[if !supportLists]--> <ul style="list-style-type: none"> >• Kifejezetten gázhasznosításra tervezett <p><!--[if !supportLists]--> <ul style="list-style-type: none"> >• Alacsony károsanyag </p></p>	<p>alacsonyabb teljesítmény intervallumban magasabb hatásfok</p>

	kibocsátás	
Hátrány	<ul style="list-style-type: none"> alacsony teljesítmény intervallumban alacsonyabb hatásfok 	<ul style="list-style-type: none"> kiegészítőtüzelőanyag felhasználás károsanyag kibocsátás magas >10% fűtőolaj használat a biogáz teljes energitartalmából
Különlegességek	<ul style="list-style-type: none"> teljesítmény-szabályozás a gáz energiatartalmától függően megoldható a túlmelegedés elkerülésére biztonsági hűtőhasználat kötelező 	
Biogázt helyettesítőenergiaforrás	Földgáz	fűtőolaj, növényi olaj

1. táblázat Az egyes motorfajták főbb jellemzői

A biogáz alaposabb tisztításával, a CO₂ eltávolításával kapott gázelegy már alkalmas gépjárművek meghajtására is. Svédországban már nemcsak személyautók és buszok, hanem vonatok üzemeltetésére is használják a biogázt. Ugyanez a megtisztított gáz alkalmas a földgázhálózatba történő betáplálásra is, ami Németországban és Ausztriában jelenleg még kísérleti fázisban van. A biogáz mikro-gázturbinákban és üzemanyagcellákban is felhasználható.

A biogáz termelés ökológiai előnyei

A biogázból történő energiatermelés során nem kerül többlet CO₂ a levegőbe, a fosszilis energiahordozók használatával ellentétben. Az elektromos áram és hő előállításához biogázból CO₂ semleges. Ami annyit jelent, hogy a biogáz elégetésekor keletkezett CO₂ mennyisége bizonyosan nem nagyobb a felhasznált növények fejlődése során a légkörbe megkötött szén-dioxid mennyiségénél. A [mezőgazdasági](#) melléktermékek, trágyák fermentálása során a CO₂-nél 21-szer károsabb üvegházhatású gáz, a metán légkörbe jutását lehet elkerülni, ezzel is elősegítve a klímaváltozás lassulását.

A szerves trágyák anaerob lebontása során a kellemetlen szaghatások csökkennek, így kijuttatáskor a szagintenzitás nem erős. Mindemellett a trágyában található patogén szervezetek nagy része egyhónapos termofil fermentáció után elpusztul. A biogáz üzem ezzel is elősegíti azt, hogy a termő földekre ne kerülhessenek ki az

egészségre káros anyagok. A reaktorokba bejuttatott lebontható anyagok mennyisége átlagosan 25-30%-kal csökken. Ebből következik, hogy az erjesztési maradék hígan folyós, a kijuttatása a termő földre egyszerűbbé válik. A trágya összetétele is előnyösen változik (C:N arány), valamint a nitrogén és foszfor mineralizált formába kerül, a talajba juttatva a növények számára közvetlenül felvehetőek. A [gazdaságok](#) műtrágya felhasználása ezáltal jelentősen mértékben csökken. Ezzel együtt a műtrágyagyártáshoz szükséges fosszilis energiahordozók használata is csökken. Egy kg nitrogén műtrágya előállításához 1 liter fűtőolajra van szükség. (Foszfor: 0,45l, kálium: 0,27l)

A biogáztermelés természetes körfolyamatot valósít meg, melyben az energiatermelés fontos helyet foglal el, azonban úgy, hogy környezetünket nem terheli üvegházhatású gázokkal. A növények által megkötött napenergia kerül átalakításra elektromos árammá, ahol a képződött anyagok a későbbiekben az újabb növényeknek jelentenek tápanyagot.

Törvényi

szabályozás

A villamos energiáról szóló 2005-ben módosított 2001. évi CX. [törvény](#) biztosítja a megújuló erőforrásokból megtermelt energia kötelező átvételét, valamint szabályozza annak módját. A [törvény](#) meghatározza a megújuló energiaforrásokból származó elektromos áram minimális átvételi árát, mely 23 Ft/kWh. Ennek értéke minden év január 1-jén az előző évi, KSH által közzétett fogyasztói árindex változással azonos mértékben növekszik 2010-ig. Az elektromos áram átvételének pontos körülményeit a többször módosított 56/2002. (XII. 29.) GKM [rendelet](#) szabja meg. Itt megtalálható az egyes átvételi időszakok pontos ára is (2. táblázat).

Csúcs	Völgy	Mélyvölgy
27,06 Ft	23,83 Ft	9,72 Ft

2. táblázat Az elektromos áram kötelező átvételi ára

A biogázüzemekben képződött erjesztési maradék tárolására a 49/2001. (IV. 3.) Korm. [rendelet](#) a vizek [mezőgazdasági](#) eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről; 1.sz melléklet, 6.1. pontja alkalmazható. Ennek értelmében 4 hónap alatt képződött trágya mennyiséget el kell tudni tárolni az üzemben. Ez a hígtrágya kijuttatási tilalom miatt is szükséges időtartam.

KO SZUBSZTRÁTUMOK hasznosítása esetén az Európai Parlament és Tanács 1774/2002/EK [rendelete](#) alkalmazandó. A nem emberi fogyasztásra szánt állati

melléktermékeket a [rendelet](#) kategóriákba csoportosítja, ami az egyes kezelési és hasznosítási formákat meghatározza. A 71/2003. (VI. 27.) FVM [rendelet](#) alkalmazza ezt a [rendelet](#)et. Ez alapján, biogáz üzemekben csak a 2. és 3. kategóriába tartozó anyagok hasznosíthatóak. A 2. kategóriába tartozó anyagokat, mint pl. a vágóhídi hulladékot, 133 oC -on, 2 bar nyomáson 20 percig tartó kezelés után lehet a fermentorokba bejuttatni, amennyiben a [törvény](#)ben elő írt vizsgálatoknak megfelel. Bár a hígtrágya, trágya is ebbe a kategóriába tartozik, a kezelés alól kivételt képeznek. A 3. kategóriás anyagokat, mint például a konyhai hulladékok, élelmiszermaradékok, 70 oC-on 60 percig légköri nyomáson kell kezelni. A KO SZUBSZTRÁTUMOK alkalmazásához még számos kritériumnak kell megfelelni, melyet többek között a 23/2003 (XII 29.) KvVM [rendelet](#)et szabályoz. Így pl. a szállító és tároló berendezések megfelelő tisztítása, az üzem elkerítése, állattartó telepektől a megfelelő távolság tartása, a kezelési hő mérséklésének biztosítása.

A fermentáció végén megmaradt anyagokat [laboratóriumi](#) vizsgálatok alá kell vonni, amennyiben a [törvény](#)ben meghatározott patogén anyagoktól mentes a lebontási maradék, csak akkor szabad a termő földre kijuttatni.

Mikor lesz egy biogázüzem [gazdaságos](#)?

Azon biogáz üzemekben, ahol kizárólag hígtrágya hasznosítás történik, a beruházási költségek 150-300 eFt körül alakulnak számosállatonként. Abban az esetben, ha már [mező gazdasági](#) termékek is az energiatermelés szolgálatába lesznek állítva, az 1 kW elektromos teljesítmény költsége 750 ezer és 1 m Ft közötti.

Ha a biogáz erő mű nek különleges feladatokat is el kell látnia, mint például hulladékkezelés, a beruházás még drágább lehet. Általános szabályként elmondható azonban, hogy a teljesítmény növekedésével az 1 kW-ra vetített költségek csökkennek.

A költségeket csökkentheti, ha nagy mennyiségben gyártható elemekből épül fel az üzem, ill. egyszerű technológiát alkalmazunk. Az olcsó kivitelezés, bizonyos elemek kihagyása azonban a termelés biztonságát veszélyeztetik, s bár rövid távon megtakarítást jelentenek, hosszú távon nagyobb veszteséget okozhatnak az üzemeltető nek.

A biogáz üzemekben a felhasznált anyagok bekerülési árán felül a blokkfűtő erő mű és a fermentorok gépi berendezéseinek karbantartása okozza a legnagyobb költséget évente. Mindemellett számolni kell a

következő költségtényező kkel is: munkabér, biztosítás, a gázmotor által felhasznált kenő anyag, [biotechnológiai](#) szerviz, a lebontási maradék tárolása és kihelyezése termő földre.

Az erő művek munkaerő igénye mérettől függően napi 1-4 óra, mely a szubsztrátumok szállítását és az általánosan elvégzendő ellenőrzési feladatokat is magába foglalja.

A csak [mező gazdasági](#) termékeket feldolgozó üzemekben a biogáztermelés [gazdaság](#)osságát főként a megtermelt elektromos áram mennyisége határozza meg. A gázmotor és a füstgázok hűtéséből keletkező hő energia hasznosítását fontos a tervezéskor mérlegelni, mert az növeli az erő mű bevételeit. A képző dött lebontási maradék értékét is figyelembe kell venni a számítások alkalmával, mert így az alapanyagok termelési költségeit lehet csökkenteni. Az üzem földterületeinek elhelyezkedése is hatással van a pozitív mérlegre, ha az alapanyagok és végtermékek szállítási költsége alacsonyan tartható.

A már meglévő tárolókat, silókat is hasznosítani lehet a szubsztrátumok elhelyezésére, ami a beruházás összegét kellő mértékben csökkentheti.

A blokkfűtő erő művek hatásfoka, üzemideje a termelés szempontjából igen fontos. Általában 7500 olyan üzemórával lehet éves szinten számolni, amikor az erő mű a névleges teljesítményen, azaz 100%-os hatásfokon termel. Évente átlagosan 5 napot kell a motor karbantartására fenntartani, a fennmaradó időben is ingadozhat az erő mű teljesítménye. Otto gázmotor generál felújítással 60000 óra üzemidőt képes működni, míg az olaj-befecskendezésű diesel motor esetén ez már csak 35000 óra. A motorok kiválasztásánál a legfontosabb szempont az elektromos hatásfok, valamint az 1 kWh megtermelt elektromos áram költsége (javítás, üzemanyag).

A [gazdaság](#)os termeléshez azonban a jól képzett üzemeltető nélkülözhetetlen, aki a biogáztermelés érzékeny folyamatát megfelelő módon tudja irányítani.

Kérdések **és** **válaszok**

Miért van ilyen kevés biogáz üzem Magyarországon? Európában közvetlen összefüggés figyelhető meg a biogáz üzemek száma és a kormányzatok [gazdaság](#)politikája között. A biogáz ipar első sorban azokban az országokban (pl. Németország, Ausztria, Dánia, Csehország) fejlett, ahol a [gazdasági](#) kormányzat hatékonyan támogatja a megújuló energiahordozók fokozott

felhasználását és a környezetvédelmet. Más európai országokban (mint például Angliában, Franciaországban) alig találni [mező gazdasági](#) biogáz üzemeket, viszont nagyon fejlett a depóniagáz hasznosítása és a szennyvíziszap rothasztása.

A magyarországi helyzetre az jellemző, hogy a kormányzati [támogatás](#) jelen van, azonban annak formája és mértéke egyelőre nem elegendő a lényeges előrelépés eléréséhez. A Magyar Biogáz Egyesület egyik alapvető célkitűzése, hogy a biogáz technológia által kínált energiaellátási, környezetvédelmi és talajgazdálkodási előnyök tudatosítása révén hozzájáruljon a kedvező [gazdasági](#) környezet megteremtéséhez.

Hány biogáz üzem van Magyarországon?

Magyarországon jelenleg nagyon kevés biogáz üzem van. A működő mintegy 15 üzem túlnyomó többsége a szennyvíziszap kezelésére jött létre. Egyetlen biogáz üzem (Bátorcoop, Nyírbátor) dolgoz fel [mező gazdasági](#) hulladék anyagokat.

Bűdös a biogáz üzem?

A biogáz üzem fegyelmezett működtetés mellett a környezetbe semmilyen kellemetlen szagot nem bocsát ki. A lebomlás során keletkezett kénhidrogént általában [biotechnológiai](#) módszerekkel az üzemben belül semlegesítik. Az egyetlen kellemetlen szagforrást a bekerülő anyagok (trágya, szerves hulladék, stb.) jelentik. Ennek kiküszöbölésére a trágya továbbítása általában zárt rendszerben történik, a beszállított szerves hulladékot pedig olyan csarnokban rakják le és keverik be, amely biofilteren keresztül szellőzik.

A trágyát feldolgozó biogáz üzemek egyértelműen csökkentik a környezeti szagártalmat annak révén, hogy a biogáz üzemből kikerülő biotrágya gyakorlatilag szagmentes.

Milyen méretűek a biogáz üzemek?

Az ipari biogáz üzemek mérete többféle paraméterrel is jellemezhető. A gyakorlatban legáltalánosabb a beépített elektromos teljesítmény megadása. Ebből a szempontból jellemző adat Németországból: a 2000-ben beindított biogáz üzemek átlagos mérete 70 kW, a 2002-ben átadott üzemeké 330 kW volt.

A biogáz üzemek mérete jól érzékelhető a fermentorok térfogatának megadásával is. 1500 m³ összes fermentor térfogat alatt kisebb méretű üzemről beszélünk, a 3000 m³-nél nagyobb össztérfogatú üzemek a nagy méretűek közé számítanak. A

Bátorcoop nyírbátori biogáz üzeme Európa legnagyobb fermentor össztérfogatával rendelkezik (18000 m³).

A modern biogáz üzemek méretének alsó határát a biogázt elégető berendezések minimális mérete (10-15 kW elektromos teljesítmény) határozza meg. Ennek alapján az mondható, hogy 50-70 szamosállat (500 kg súlyú állat) alatti méretű [gazdaság](#)okban nem célszerű a trágya feldolgozására biogáz üzemet létesíteni akkor, ha nincs jelentős mennyiségű egyéb szerves hulladék.

Kell-e különleges képzettség egy biogáz üzem működtetéséhez? A legegyszerűbb berendezéseket a Távol-Keleten mindenféle szakértelem nélkül, tapasztalati úton szerzett gyakorlattal működtetik a helyi lakosok. A modernebb biogáz üzemek működtetéséhez sem kell különleges képzettség, ami abból is látható, hogy számos német, osztrák és egyéb nemzetiségű farmer saját maga üzemeltet biogáz berendezést [gazdaság](#)ában. Természetesen szükség van a technológiai alapismeretek elsajátítására, valamint az üzemben működő gépek (szivattyúk, keverők, kogenerációs berendezések) működtetéséhez szükséges ismeretekre.

Veszélyes a biogáz üzem?

A biogáz üzem egy zárt rendszer, az ott keletkező metán zárt rendszerben elégetésre kerül, így az üzemvitel kellő gondossága mellett a kiszolgáló személyzetre és a környezetre semmi veszély nem hárul.

A biogáz üzemek a légkörinél alig valamivel magasabb nyomás alatt üzemelnek.

Miben jobb egy biogáz üzem a komposztálásnál?

A levegő oxigénjének jelenlétében végbemenő komposztálás során a szerves anyagokban lévő energia jelentős része a rothadó hulladék higienizálására kerül felhasználásra és csak 5-7 %-a szolgálja új biomassza létrehozását (azaz a sejtnövekedést). Ezzel szemben a biogáz üzemek oxigéntől elzárt közegében a feldolgozott szerves anyagokból felszabaduló energiának csak mintegy 40% adja a lebomláshoz szükséges hőt, 60% megújuló energia létrehozására (azaz biogáz termelésre) fordítódik. Ennek következtében az energiaátalakítás a biogáz üzemekben lényegesen hatékonyabb. Ennek következtében a biogáz üzemi feldolgozást kell előnyben részesíteni mindazon szerves hulladékok esetében, amelyek erre alkalmasak. Ilyenek első sorban a nagy nedvességtartalmú és folyékony halmazállapotú hulladékok.

Másrészt a biogáz üzemek nem képesek a lignin lebontására, így faanyagok esetében az elégetést vagy a komposztálást kell választani. A lassú biomassza képző és a komposztálás során magas szerves anyag koncentrációt igényel és a lebomlás lassúságát eredményezi, ezért a komposztálásra továbbra is szükség van szilárd halmazállapotú és magas koncentrációjú szerves hulladékok kezelésénél.



