

Odpady komunalne dla włączenia biometanu w sieć gazową i transport na obszarach zurbanizowanych

Projekt nr: IEE/10/251



Dobre praktyki w projektach produkcji biogazu z odpadów, uszlachetniania i utylizacji



WP 2 – Zadanie 2 / D 2.2

Wrzesień 2011

Autor: Hahn Henning, Fraunhofer IWES, Niemcy

Recenzent: Dominik Rutz, WIP Renewable Energies, Niemcy

Kontakt: Fraunhofer-Institut for Wind Energy and Energy System Technology IWES
Henning Hahn
Email: Henning.Hahn@iwes.fraunhofer.de
Königstor 59
34 119, Kassel

Projekt UrbanBiogas (Odpadki komunalne dla zasilania biometanem sieci gazowej i transportu na obszarach zurbanizowanych) jest wspierany przez Komisję Europejską w ramach Programu Inteligentna Energia – Europa. Wyłącznie odpowiedzialność za treść niniejszej publikacji ponoszą autorzy. Nie musi ona odzwierciedlać opinii Unii Europejskiej. EACI (Agencja Wykonawcza ds. Konkurencyjności i Innowacyjności) i Komisja Europejska nie są odpowiedzialne za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji zawartych w niniejszej publikacji. Projekt UrbanBiogas realizowany jest w okresie od maja 2011 do kwietnia 2014 (Numer umowy: IEE10/251).



Strona internetowa UrbanBiogas: www.urbanbiogas.eu

Spis arkuszy informacyjnych

Słowniczek	4
Västerås, Szwecja	5
Henriksdal, Szwecja	7
Linköping, Szwecja	9
Inwil, Szwajcaria	11
Bern, Szwajcaria.....	13
Rostock, Niemcy	15
Altenstadt/Schongau, Niemcy.....	17
Werlte, Niemcy	19
Bruck an der Leitha, Austria	21
Madryt, Hiszpania	23
Lille, Francja.....	25

Słowniczek

Biogaz	Palny gaz pozyskiwany z rozkładu odpadków biologicznych w warunkach beztlenowych. Biogaz z odpadków organicznych normalnie składa się z 50-75% vol. metanu.
Biometan	Surowy biogaz, produkowany podczas fermentacji beztlenowej, normalnie składa się z 50-75% vol. metanu, 25-55% dwutlenku węgla, 0-10% pary wodnej i niewielkich ilości azotu, wodoru, tlenu, amoniaku i siarkowodoru. Uszlachetniony lub oczyszczony biogaz nazywany jest „biometanem”. Zawartość metanu w biometanie jest >95% vol.
Zdolność produkcyjna	Maksymalna ilość produkowanej energii (elektrycznej lub ciepła), jaką maszyna czy system może przetworzyć, np. z biogazu. Zdolność produkcyjna urządzeń do generacji zwykle wyrażana jest w kilowatach lub megawatach.
Kompost	Sfermentowane ścieki z procesu fermentacji beztlenowej. Kompost nadal zawiera wszelkie składniki odżywcze z substratów poddanych procesowi. Jest zatem znakomitym nawozem organicznym.
Zużycie energii	Zużycie energii obejmuje energię elektryczną i ciepłą niezbędną do wyprodukowania jednej jednostki biogazu lub biometanu.
Hydrauliczny czas zatrzymania	Przeciętny hydrauliczny czas zatrzymania ma istotny wpływ na efektywność ekonomiczną instalacji biogazu oraz ilość uzyskiwanego w produkcji metanu. Przeciętny hydrauliczny czas zatrzymania musi być dostatecznie długi, aby zapewnić rozkład biomasy i reprodukcję aktywnej biomasy. Z uwagi na czas podwajania populacji mikroorganizmów wydzielających metan, wynoszący 10-12 dni, hydrauliczny czas zatrzymania powinien przekraczać 12 dni.
Wsad organiczny	Wsad organiczny komory fermentacyjnej to ilość materiału organicznego dostarczanego jednorazowo na jednostkę objętości komory. Wsad organiczny odgrywa istotną rolę w systemach ciągłej fermentacji beztlenowej i stanowi użyteczne kryterium oceny wydajności komór fermentacyjnych.
Dostępność instalacji	Dostępność instalacji dla instalacji uszlachetniającej odnosi się do odsetka czasu w ciągu roku, przez jaki instalacja uszlachetniająca jest zdolna do uszlachetniania surowego biogazu. Dostępność instalacji nie jest związana ze stopniem utylizacji.

1

Västerås, Szwecja



(Zdjęcie: Svensk Växkraft AB)

LOKALIZACJA

Instalacja biogazu Västerås
SE-721 87 Västerås
Szwecja

OPERATOR

Svensk Växkraft AB
Telefon +46/21 35 00
www.vafabmiljo.se/svensk_vaxkraft_ab_s224.html

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

Produkcja biometanu jako paliwa dla transport publicznego rozpoczęła się w Västerås w 2005. Instalacje biogazu i uszlachetniania użytkowane są przez Svensk Växkraft AB. Spółka została powołana w 2003r. przez gminę miejską Västerås (Vafabmiljö), Szwedzki Narodowy Związek Rolników (LRF), Mälarenergi - miejscowe przedsiębiorstwo energetyczne oraz miejscowych rolników.

Instalacja uszlachetniająca oczyszcza biogaz z dwóch instalacji biogazu: instalacji fermentacji odpadów i oczyszczalni ścieków. Główne materiały wsadowe do produkcji biogazu w instalacji fermentacji odpadów to segregowane śmieci domowe zbierane w regionie, osad z separatora tłuszczów w oczyszczalni ścieków oraz kiszonka z trawy.

INSTALACJA BIOGAZU**SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2005	Produkcja biogazu	280 Nm ³ /h
Czas budowy instalacji	2003 do 2005	Hydrauliczny czas zatrzymania	24 dni
Liczba komór fermentacyjnych	1	Wsad organiczny	Brak danych
Objętość komór fermentacyjnych	4 000 m ³	Jakość biogazu	60 – 65 % vol. CH ₄
Pojemność zbiorników gazu	500 m ³	Zużycie energii	Równoważne 0,35 kWh/Nm ³ CH ₄

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	20 550 t/rok	100 %
Odpadki domowe	15 400 t/rok	75 %
Osad z separatora tłuszczów	2 150 t/rok	10 %
Kiszonka z trawy	2 990 t/rok	15 %



(Zdjęcie: vafabmiljo)

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Wykorzystanie jako nawóz rolniczy na polach rolników uczestniczących w projekcie.

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja

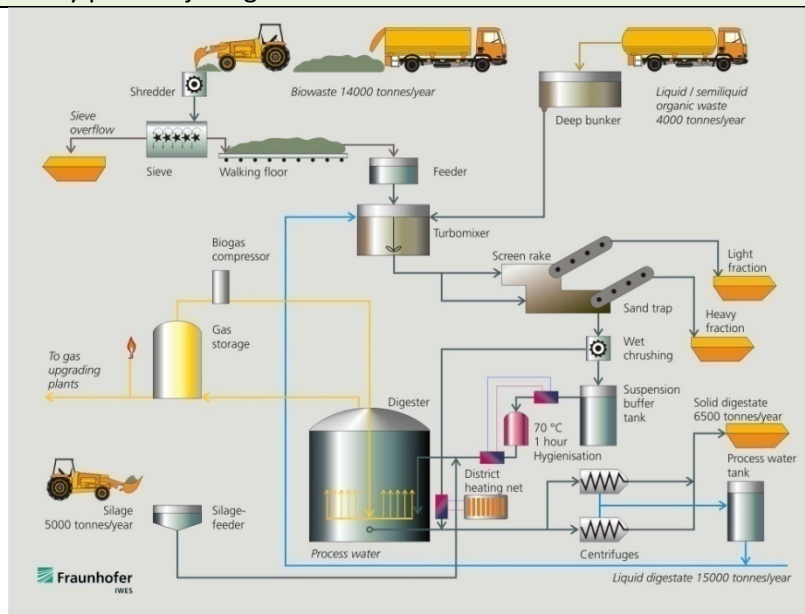
Ok. 6 milionów € (bez technologii uszlachetniania)

Przychody z zagospodarowania odpadów organicznych

brak danych

Koszty produkcji biogazu

brak danych

**INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU****SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2005	Dostępność instalacji	>95 %
System uszlachetniania	Płuczka wodna	Sposób wykorzystania biometanu	Paliwo do pojazdów
Producent instalacji	Malmberg	Oczyszczanie powietrza odpadowego	Bio filtr
Zdolność produkcyjna (ekwiwalent surowego gazu)	700 Nm ³ /h	Straty metanu	< 2 % oczyszczonego gazu
Zawartość metanu	>95 %		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	brak danych	Koszt produkcji biometanu	brak danych
-----------------------	-------------	---------------------------	-------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU**

Instalacja biogazu w Västerås stanowi element regionalnego systemu recyklingu odpadów, substancji odżywczych i energii pomiędzy obszarami miejskimi i wiejskimi. Poprzez produkcję biometanu zakład przyczynia się do oszczędności energii pozyskiwanej z paliw kopalnych w regionie oraz ogranicza ilość spalanych odpadów organicznych i emisję CO₂. Wykorzystanie produkowanych resztek z komór fermentacyjnych jako nawozu pomaga w zamknięciu cyklu obiegu substancji odżywczych i zastępuje nawożenie mineralne.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Doświadczenie pokazało, że wszyscy interesariusze uczestniczący w łańcuch wartości produkcji biogazu i biometanu powinni być zaangażowani w projekt na wczesnym etapie. Należy sporządzać wiążące prawnie umowy na dostawę substratów i dostarczanie / utylizację resztek z komór fermentacyjnych.

2 Henriksdal, Szwecja



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

LOKALIZACJA

Zakład biogazu Henriksdal
SE-106 36 Sztokholm
Szwecja

OPERATOR

Stockholm Vatten AB (SVAB)
Telefon: +46/ 8 522 120 00
stockholm.vatten@stockholmvatten.se
www.stockholmvatten.se

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

Biogaz produkowany jest w Henriksdal od 1969r., zaś biometan jako paliwo do pojazdów od 2003r. Oczyszczalnia ścieków przetwarza ścieki odpowiadające zużyciu około 800 000 ludzi. Stockholm Vatten AB, miejskie przedsiębiorstwo wodociągowe, jest operatorem oczyszczalni ścieków i instalacji biogazu. Instalacje uszlachetniające są natomiast użytkowane przez spółkę Scandinavian biogas. Oprócz ścieków komunalnych, w instalacji poddawane fermentacji są także resztki jedzenia zbierane z miejscowych restauracji i targowisk oraz osad z separatorów tłuszczów.

INSTALACJA BIOGAZU

SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Początek działalności	1969	Produkcja biogazu	1 400 Nm ³ /h
Czas budowy instalacji	<i>brak danych</i>	Hydrauliczny czas zatrzymania	19 dni
Liczba komór fermentacyjnych	7	Wsad organiczny	1,6 kg suchej masy /m ³ dzień
Objętość komór fermentacyjnych	38 400 m ³	Jakość biogazu	60 – 65 % vol. CH ₄
Pojemność zbiorników gazu	<i>brak danych</i>	Zużycie energii	Równoważne 2,4 kWh/Nm ³ CH ₄

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	790 000 t/rok	100 %
Ścieki komunalne	760 000 t/rok	96 %
Resztki jedzenia	30 000 t/rok	4 %



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Wykorzystanie resztek z komory fermentacyjnej jako nawozu rolniczego jest planowane w przyszłości. Obecnie stałe resztki używane są do ulepszania gleby po rozdzieleniu części stałej od płynnej. Resztki płynne transportowane są z powrotem do procesu oczyszczania ścieków.

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja

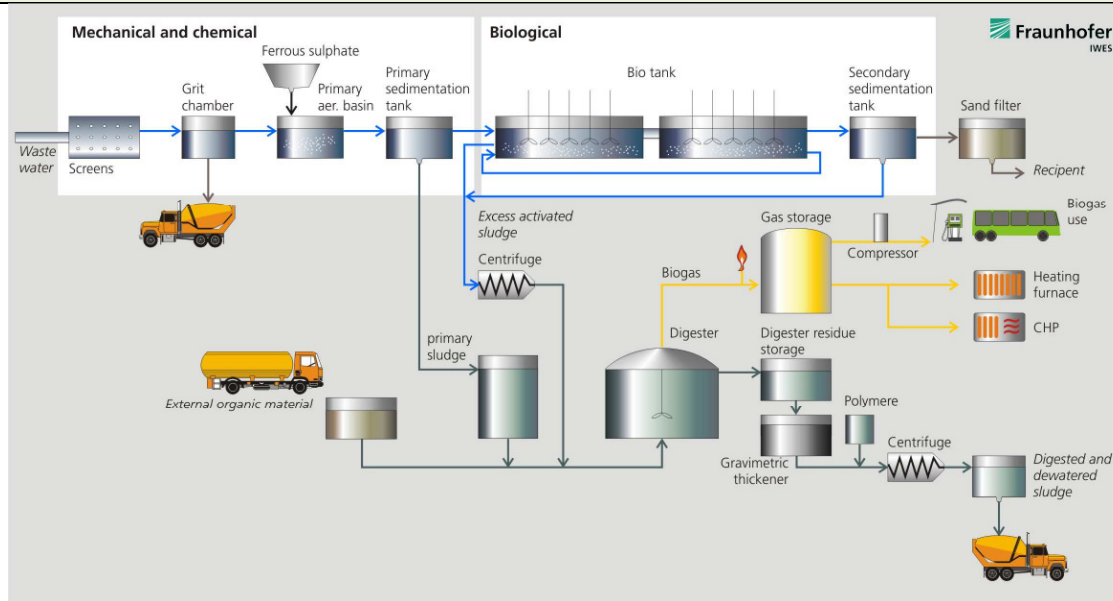
brak danych

Przychody z utylizacji odpadów organicznych

50 - 80 €/t

Koszty produkcji biogazu

0,02 – 0,04 €/kWh

**INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU****SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2003 and 2006	Dostępność instalacji	>95 %
System uszlachetniania	Płuczka wodna	Sposób wykorzystania biometanu	Paliwo do pojazdów
Producent instalacji	Malmberg	Oczyszczanie powietrza odpadowego	<i>brak danych</i>
Zdolność produkcyjna uszlachetniania (ekwiwalent surowego gazu)	600 i 800 Nm ³ /h	Straty metanu	<i>brak danych</i>
Zawartość metanu	96 - 98 %		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	<i>brak danych</i>	Koszty produkcji biometanu	<i>brak danych</i>
-----------------------	--------------------	----------------------------	--------------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU**

Miasto Sztokholm prowadzi szeroko zakrojony program wprowadzania pojazdów napędzanych gazem i ma na celu być wolne od paliw kopalnych do 2050r. Biometan wykorzystuje się jako paliwo do pojazdów w Sztokholmie od 1996r. Od tego czasu systematycznie wzrasta sprzedaż biometanu jako paliwa.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Departament zarządzania odpadami w Sztokholmie stale pracuje nad zwiększeniem udziału biologicznego przetwarzania odpadów z żywności. Proces beztlenowej fermentacji w zakładzie biogazu poddawany jest ciągłej optymalizacji. Dalszy wzrost ilości produkowanego biogazu został osiągnięty dzięki większemu zagęszczaniu ścieków przed ich ładowaniem do komory fermentacyjnej.

3 Linköping, Szwecja



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

LOKALIZACJA

Linköping
581 15 Linköping
Szwecja

OPERATOR

Svensk Biogas AB
581 15 Linköping
www.svenskbiogas.se

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

Instalacja biogazu w Linköping w południowo-wschodniej Szwecji działa od 1996r. Początkowo udziałowcami byli Tekniska Verken, Swedish Meats i LRF (Szwedzki Narodowy Związek Rolników). Od 2004r., zakład w Linköping jest częścią Svensk Biogas, spółki należącej do grupy Tekniska Verken. Tekniska Verken jest operatorem oczyszczalni ścieków i dwóch instalacji biogazu. Na terenie zakładu umiejscowiono trzy instalacje uszlachetniania, w pobliżu instalacji biogazu, w której ma miejsce fermentacja odpadów. Dodatkowo, oprócz biogazu produkowanego w instalacji fermentacji odpadów, w zakładzie oczyszczany jest biogaz z oczyszczalni ścieków.

INSTALACJA BIOGAZU

SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Początek działalności	1996	Produkcja biogazu	400 m ³ /h
Czas budowy instalacji	<i>brak danych</i>	Hydrauliczny czas zatrzymania	50 dni
Liczba komór fermentacyjnych	2	Wsad organiczny	2,8 kg suchej masy /m ³ dzień
Objętość komór fermentacyjnych	7 400 m ³	Jakość biogazu	64 - 65 % vol. CH ₄
Pojemność zbiorników gazu	<i>brak danych</i>	Zużycie energii	Równoważne 2,2 kWh/Nm ³ CH ₄

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	53 800 t/rok	100 %
Odpady z rzeźni	27 500 t/rok	51 %
Odpady farmaceutyczne	8 600 t/rok	16 %
Resztki etanolu	7 500 t/rok	14 %
Mleczarskie	9 100 t/rok	17 %
Inne	1 100 t/rok	2 %



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Resztki z fermentacji wykorzystywane są jako nawóz przez okolicznych rolników.

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	<i>brak danych</i>
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	<i>brak danych</i>
Koszty produkcji biogazu	0,02 – 0,03 € /kWh

INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU**SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	1992, 1997 i 2002	Dostępność instalacji	<i>brak danych</i>
System uszlachetniania	Płuczka wodna; PSA	Sposób wykorzystania biometanu	Paliwo do pojazdów
Producent instalacji	Carbotech; Flotech; YTI Vatten och miljöteknik AB	Oczyszczanie powietrza odpadowego	Filtr kompostowy
Zdolność produkcyjna uszlachetniania (ekwiwalent surowego gazu)	2 120 Nm ³ /h	Straty metanu	<i>brak danych</i>
Zawartość metanu	97 %		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	<i>brak danych</i>	Koszty produkcji biometanu	<i>brak danych</i>
-----------------------	--------------------	----------------------------	--------------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU**

Od 2002r. wszystkie autobusy miejskie w centrum miasta Linköping napędzane są biometanem. Dodatkową korzyścią dla środowiska jest publiczny pociąg, który obecnie także korzysta z biometanu zamiast oleju napędowego.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Kiedy instalacja biogazu rozpoczynała produkcję w latach 90-tych XX wieku, była jedną z pierwszych instalacji biogazu w Szwecji. W początkowym okresie napotkano kilka trudności ze znalezieniem odpowiedniego materiału wsadowego. W ostatnich latach liczne władze samorządowe w Szwecji budują instalacje biogazu, co zwiększa konkurencję o odpadki organiczne między przedsiębiorstwami.

Doświadczenia zakładu w Linköping pokazały, że wskazane jest zbadanie miejscowego rynku odpadów organicznych w celu ustalenia najbardziej odpowiedniego substratu, który zapewni wiarygodne dostawy i opłacalność.



(Zdjęcia: Fraunhofer IWES)

4

Inwil, Szwajcaria



(Zdjęcie: Swiss Farmer Power Inwil AG)

LOKALIZACJA

Im Feld
6034 Inwil
Szwajcaria

OPERATOR

SwissFarmerPower Inwil AG
Im Feld
6034 Inwil
www.sfpinwil.ch; philip.gassner@sfpinwil.ch
Tel. komórkowy: +41(0)79 403 92 94

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

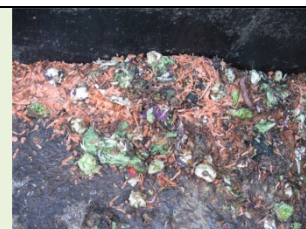
Instalacja biogazu w Inwil znajduje się w regionie Lucerny, charakteryzującym się dużym zagęszczeniem hodowli zwierząt. Od 2008r. operatorem instalacji jest SwissFarmerPower AG, w skład którego wchodzi ewl (Erdgas Zentralschweiz AG), 72 rolników oraz Fenaco (Szwajcarska rolnicza grupa gospodarcza).

INSTALACJA BIOGAZU**SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2008r.	Produkcja biogazu	500 m ³ /h
Czas budowy instalacji	1 rok	Hydrauliczny czas zatrzymania	<i>brak danych</i>
Liczba komór fermentacyjnych	3	Wsad organiczny	<i>brak danych</i>
Objętość komór fermentacyjnych	4 550 m ³	Jakość biogazu	55 – 58 % vol.
Pojemność zbiorników gazu	<i>brak danych</i>	Zużycie energii	<i>brak danych</i>

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	60 000 t/rok	100 %
Stały i płynny obornik	30 000 t/rok	50 %
Odpady zielone i spożywcze	30 000 t/rok	50 %



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Oddzielenie płynnych i stałych resztek z fermentacji. Płynne i stałe resztki używane są jako nawóz organiczny na terenach upraw w pobliżu instalacji biogazu.

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	około 19 milionów € (zakład uszlachetniania i biogazu)
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	<i>brak danych</i>
Koszty produkcji biogazu	<i>brak danych</i>



Bild: Niklaus Wächter

INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU

SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Początek działalności	2008	Dostępność instalacji	<i>brak danych</i>
System uszlachetniania	PSA	Sposób wykorzystania biometanu	Zasilanie sieci gazowej
Producent instalacji	<i>brak danych</i>	Oczyszczanie powietrza odpadowego	<i>brak danych</i>
Zdolność produkcyjna uszlachetniania (ekwiwalent surowego gazu)	225 Nm ³ /h	Straty metanu	<i>brak danych</i>
Zawartość metanu	98 %		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	Około 19 milionów €	Koszty produkcji biometanu	<i>brak danych</i>
-----------------------	---------------------	----------------------------	--------------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU

Przed wybudowaniem instalacji biogazu w Inwil, ilość obornika produkowanego przez miejscową hodowlę zwierząt przekraczała miejscowe potrzeby. Aby pozbyć się ścieków, rolnicy ponosili dodatkowe koszty transportu osadów na duże odległości. Sytuacja ta zmieniła się w związku z produkcją biogazu opartą na oborniku i dalszym przetwarzaniu płynnych i stałych resztek z fermentacji. Kompost produkowany z resztek stałych może być wykorzystany jako nawóz w prywatnych ogródkach. Co więcej, kompost dostępny jest za darmo dla osób prywatnych w zakładzie biogazu Kompogas.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Brak dostępnych informacji

5

Bern, Szwajcaria



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

LOKALIZACJA

Neubrückstrasse 190
Postfach 58
CH 3037 Herrenschwanden
Szwajcaria

OPERATOR

ara region bern ag
phone: +41 31 300 52 52
www.arabern.ch

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

Spółka arabern przetwarza ścieki pochodzące od około 250 000 mieszkańców. Instalacja biogazu zlokalizowana przy oczyszczalni ścieków rozpoczęła swoją działalność w 1967r. W celu zwiększenia produkcji biogazu, od 2004r. instalacja oprócz osadu ze ścieków przetwarza także odpady organiczne.

INSTALACJA BIOGAZU**SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2004r.	Produkcja biogazu	835 Nm ³ /h
Czas budowy instalacji	Jeden rok	Hydrauliczny czas zatrzymania	25 dni
Liczba komór fermentacyjnych	3	Wsad organiczny	1,2 kg suchej masy /m ³ dzień
Objętość komór fermentacyjnych	18 000 m ³	Jakość biogazu	66 % vol.CH ₄
Pojemność zbiorników gazu	4 500 m ³	Zużycie energii	Równoważne 2 kWh/Nm ³ CH ₄

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	247 000 t/rok	100.0 %
Osady ściekowe	221 000 t/rok	89.3 %
Osad z separatora tłuszczów	2 700 t/rok	1.1 %
Zagęszczone tłuszcze	2 200 t/rok	0.9 %
Odpady z restauracji	8 400 t/rok	3.4 %
Etanol	580 t/rok	0.2 %
Inne	12 600 t/rok	5.1 %



(Zdjęcie: arabern)

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Spalanie resztek z fermentacji w cementowni.

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	1,5 miliona €
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	<i>brak danych</i>
Koszty produkcji biogazu	<0,03 € /kWh

INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU**SZCZEGÓŁY TECHNICZNE**

Początek działalności	2008	Dostępność instalacji	>95 %
System uszlachetniania	PSA	Sposób wykorzystania biometanu	Paliwo do pojazdów
Producent instalacji	Carbotech	Oczyszczanie powietrza odpadowego	brak
Zdolność produkcyjna uszlachetniania (ekwiwalent surowego gazu)	300 Nm ³ /h	Straty metanu	<3 %
Zawartość metanu	>96 %		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	1,5 miliona €	Koszty produkcji biometanu	<0,03 €/kWh
-----------------------	---------------	----------------------------	-------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU**

W celu zwiększenia produkcji biogazu, dodatkowe substraty z przemysłu i restauracji są dodawane do komór fermentacyjnych WWTP. Od czasu wprowadzenia dodatkowych substratów do fermentacji w instalacji biogazu, jego produkcja znacząco wzrosła.

Miejskowe przedsiębiorstwo energetyczne ewb (Energie Wasser Bern) skutecznie przeprowadziło silną kampanię marketingową, promującą biometan jako paliwo do pojazdów. Obecnie wiele przedsiębiorstw i instytucji częściowo zastąpiło swoje floty pojazdami napędzanymi gazem.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

W Bernie podjęto szczególny wysiłek na rzecz wybudowania stacji tankowania biometanu. Największym wyzwaniem była znajdująca się w zamkniętym pomieszczeniu stacja tankowania w zajezdni autobusowej Bernmobil (transport zbiorowy w regionie Bernu). Zastosowano stację wolnego tankowania autobusów wewnątrz zajezdni, napełniając zbiorniki autobusów nocą. Emisja metanu wewnątrz garażu stanowiła jednak problem. Wyniki finansowe stacji tankowania w pomieszczeniu zamkniętym wskazują, że jest to eksperyment, którego nie należy powtarzać gdzie indziej.



(Zdjęcia: Fraunhofer IWES, arabern)

6 Rostock, Niemcy



(Zdjęcie: EVG Entsorgungs-und Verwertungsgesellschaft mbH Rostock)

LOKALIZACJA

18147
Rostock
Niemcy

OPERATOR INSTALACJI BIOGAZU

EVG Entsorgungs-und
Verwertungsgesellschaft mbH Rostock
Ost-West Straße 22
18147 Rostock
Tel.: +49 (0)381 67330-10

OPERATOR INSTALACJI USZLACHETNIAJĄCEJ

E.ON Hanse Wärme
GmbH
Rigaer Straße 5
18311 Ribnitz-Damgarten

OGÓLNE INFORMACJE O ZAKŁADZIE

Miejskie odpady organiczne z miejskich gmin Hansestadt Rostock, Bad Doberan, Nordvorpommern i Güstrow przetwarzane są w centrum odzyskiwania substancji organicznych w Rostocku. Przed wybudowaniem instalacji biogazu, odpady były wykorzystywane do produkcji kompostu oraz do zastępowania paliw kopalnych w spalarni. Od 2010r. część odpadów organicznych możliwa do poddania fermentacji wykorzystywana jest do produkcji biogazu w instalacji biogazu. E.ON Hanse Wärme GmbH (przedsiębiorstwo dostarczające energię) wykorzystuje biogaz w dwóch elektrociepłowniach do kogeneracji energii elektrycznej i ciepła. Od lutego 2011r. nadwyżka biogazu jest uszlachetniana i wprowadzana do publicznej sieci gazowej.

INSTALACJA BIOGAZU

SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Początek działalności	2010	Produkcja biogazu	1 000 m ³ /h
Czas budowy instalacji	<i>brak danych</i>	Hydrauliczny czas zatrzymania	12-16 d
Liczba komór fermentacyjnych	3	Wsad organiczny	<i>brak danych</i>
Objętość komór fermentacyjnych	3 600 m ³	Jakość biogazu	>55 % vol.CH ₄
Pojemność zbiorników gazu	<i>brak danych</i>	Zużycie energii	<i>brak danych</i>

MATERIAŁ WSADOWY

Całkowita masa wsadu	40 000 t/rok	100 %
Odpady spożywcze	4 000 t/rok	10 %
Odpady komunalne	36 000 t/rok	90 %

UTYLIZACJA RESZTEK Z KOMORY FERMENTACYJNEJ

Brak dostępnych informacji

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

wrzesień 2011

Początkowa inwestycja

brak danych

Przychody z utylizacji odpadów organicznych

brak danych

Koszty produkcji biogazu

brak danych(Zdjęcie: www.evg-mba-rostock.de/teilstromvergaerungsanlage)

INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU

SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Początek działalności	2011	Dostępność instalacji	>96 %
System uszlachetniania	Płuczka wodna	Sposób wykorzystania biometanu	Zasilanie sieci gazowej
Producent instalacji	Cirmac	Oczyszczanie powietrza odpadowego	<i>brak danych</i>
Zdolność produkcyjna uszlachetniania (ekwiwalent surowego gazu)	350 m ³ /h	Straty metanu	<i>brak danych</i>
Zawartość metanu	>98%		

SZCZEGÓŁY EKONOMICZNE

Początkowa inwestycja	<i>brak danych</i>	Koszty produkcji biometanu	<i>brak danych</i>
-----------------------	--------------------	----------------------------	--------------------

KORZYŚCI I WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

KORZYŚCI DLA GMINY MIEJSKIEJ / REGIONU

Instalacja biogazu w Rostocku ogranicza emisję CO₂ w regionie o 15 200 t/rok, dzięki produkcji biometanu, ciepła i energii elektrycznej.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Brak dostępnych informacji.

Altenstadt/Schongau, Niemcy



(Zdjęcie: Ökopower GmbH & Co. KG)

LOKALIZACJA

Instalacja Biogazu Altenstadt
Wolfgarten 1
86972 Altenstadt, Niemcy

OPERATOR

Öko-Power GmbH & Co. KG
Wolfgarten 1
Phone: +49 8861-234411
Email: oekopower-gmbh@t-online.de

INFORMACJE OGÓLNE O INSTALACJI

W instalacji biogazu w Altenstadt biometan był produkowany od 2009 roku. Instalacja rozpoczęła produkcję biogazu w roku 2001. W trakcie pierwszych dziewięciu lat produkowany biogaz był używany do wytwarzania elektryczności w elektrociepłowniach (CHP). Po 80 000 godzin pracy elektrociepłowni firma zdecydowała się na wdrożenie instalacji uszlachetniającej zamiast inwestycji w nowe elektrociepłownię. Obecnie Öko-Power GmbH & Co. KG obsługuje instalację uszlachetniającą wspólnie z Erdgas Schwaben GmbH.

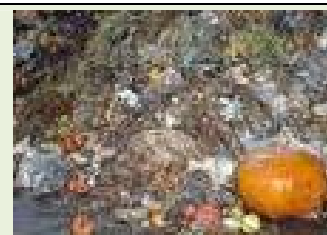
INSTALACJA DO PRODUKCJI BIOGAZU

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2001	Produkcja biogazu	1 200 m ³ /godz.
Okres przygotowania instalacji	9 miesięcy	Hydrauliczny czas zatrzymania	60 dni
Ilość kompostownikó	6 głównych	Wsad organiczny	Brak danych
	2 wtórne		
Pojemność kompostownikó	7 800 m ³	Jakość biogazu	65 - 70 Obj. % CH ₄
Objętość magazynowanego gazu	Brak danych	Zużycie energii	Brak danych

SUROWIEC

Odpady komunalne (odpady spożywcze, odpady ze stołówek, tłuszcze, odpady z ubojni)	40 000 t/rok	100 %
---	--------------	-------



[Źródło: Biomasse Kompetenz Zentrum]

UTYLIZACJA POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI

Pozostałości po fermentacji w instalacji biogazu są rozdzielone na płynną i stałą frakcję. Stałe pozostałości są spalane w instalacji grzewczej razem z odwodnionym osadem ściekowym. Pozostałości płynne są używane jako nawóz rolniczy.

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	4 miliony Euro
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	ok. 10 Euro/t
Koszt produkcji biogazu	2-4 Eurocenty/kWh



(Zdjęcie: Öko-Power GmbH & Co. KG)

INSTALACJA USZLACHETNIAJĄCA BIOGAZ

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2009	Dostępność instalacji	98 %
System uszlachetniania	Filtr wodny	Wykorzystanie biometanu	Odprowadzenie do sieci gazowej; Stacja paliw na terenie elektrowni
Producent instalacji	Ros Roca	Oczyszczanie powietrza	Obróbka termiczna
Zmodernizowana przepustowość (gaz surowy)	690 m ³ /godz.	Utrata metanu	<i>Brak danych</i>
Zawartość metanu	98 %		

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	<i>Brak danych</i>	Koszty produkcji biometanu	około 2.5 - 3 Eurocenty/kWh
-----------------------	--------------------	----------------------------	-----------------------------

ZALETY ORAZ WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

ZALETY DLA GMINY/REGIONU

Instalacja biogazu w Altenstadt wytwarza biometan z gminnych źródeł odpadów organicznych bez potrzeby konkutowania o biomase z przemysłem wytwórstwa żywności. Stacja paliw jest również zasilana biometanem na terenie elektrowni. Śmieciarki są w 100% zasilane biometanem podczas zbiórki odpadów organicznych w regionie.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Gdy Instalacja biogazu rozpoczęła działalność w 2001 roku była pierwszą wytwórnią, która przetwarzała odpady organiczne w regionie. Od tamtej pory inne wytwórnie biogazu zaczęły przetwarzać odpady organiczne i konkurować na rynku odpadów organicznych. Tak więc przychody z tytułu unieszkodliwiania odpadów organicznych zmniejszyły się, co wpływa na całokształt ekonomii instalacji.

8

Werlte, Niemcy



(Zdjęcie: Fraunhofer IWES)

LOKALIZACJA

Biogasanlage Werlte
Loruper Straße 80
49757 Werlte
Niemcy

OPERATOR

EWE Biogas GmbH & Co. KG
Isums 45a
26409 Wittmund
Telefon: 04462 9199-0
Telefax: 04462 9199-19
E-Mail: biogasanlage-wittmund@ewe.de
biogasanlage-werlte@ewe.de

INFORMACJE OGÓLNE O INSTALACJI

Instalacja uszlachetniająca biogaz w Werlte była jedną z pierwszych instalacji uszlachetniających w Niemczech. EWE Biogas GmbH & Co. KG, która jest częścią EWE AG (duża niemieckie przedsiębiorstwo dostarczające energię) eksploatowała instalacje biogazu od 2006 roku. Instalacja uszlachetniająca biogaz została zainstalowana w 2007 roku, by zasilać biometanem sieć gazu ziemnego.

INSTALACJA DO PRODUKCJI BIOGAZU**DANE TECHNICZNE**

Rozpoczęcie eksploatacji	2002	Produkcja biogazu	1 000 m ³ /godz.
Okres przygotowania instalacji	<i>Brak danych</i>	Hydrauliczny czas zatrzymania	47 dni
Ilość kompostownikó	2	Wsad organiczny	2-5 kg oDM/m ³
Pojemność kompostownikó	6 400 m ³	Jakość biogazu	62-69 Obj. % CH ₄
Objętość magazynowanego gazu	<i>Brak danych</i>	Zużycie energii	<i>Brak danych</i>

SUROWIEC

Całkowita ilość surowca	110 000 t/rok	100 %
Odpady z ubojni	40 000 t/rok	36 %
Gnojówka	70 000 t/rok	64 %

UTYLIZACJA POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI

Pozostałości po fermentacji są używane jako nawóz organiczny na polach uprawnych.

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	7 milionów Euro
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	-3 - 8 Euro/t FM
Koszt produkcji biogazu	Brak danych

INSTALACJA USZLACHETNIAJĄCA BIOGAZ**DANE TECHNICZNE**

Rozpoczęcie eksploatacji	2007	Dostępność instalacji	>96 %
System uszlachetniania	Adsorpcja zmiennociśnieniowa	Wykorzystanie biometanu	Odprowadzenie do sieci gazowej
Producent instalacji	Carbo Tech Eng.	Oczyszczanie powietrza	Brak danych
Zmodernizowana przepustowość (gaz surowy)	500 m ³ /godz.	Utrata metanu	Brak danych
Zawartość metanu	94 % (L-Gaz)		

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	1 milion Euro	Koszt produkcji biometanu	Brak danych
-----------------------	---------------	---------------------------	-------------

MOCNE STRONY ORAZ WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**ZALETY DLA GMINY/REGIONU**

Instalacja biogazu wspomaga zamknięcie obiegu składników odżywczych poprzez przetwarzanie odpadów organicznych z ubojni i gospodarstw. Pozostałości kompostu bogate w bardzo cenne składniki odżywcze są używane na polach uprawnych w pobliżu wytwórni biogazu.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Odpady organiczne przetwarzane w instalacji biogazu prowadzą do nieciągłej produkcji biogazu z powodu swojej niejednorodności. Tak więc, wydajność produkcji biogazu w instalacji może być poprawiona dzięki większej ilości jednorodnego surowca. Odpady organiczne są ważnym źródłem energii odnawialnej i pomagają zamknąć obieg składników odżywczych w przyrodzie.



(Zdjęcia: Fraunhofer IWES)



9

Bruck an der Leitha, Austria



(Zdjęcie: Biogas Bruck/Leitha GmbH)

LOKALIZACJA

Szallasweg 1
2460
Bruck/Leitha
Austria

OPERATOR

BIOGAS BRUCK/LEITHA GmbH
Szallasweg 1
2460 Bruck/Leitha
Mail: w.allacher@energiepark.at
Mobil: +43 (0) 664/88430627 Fax: +43(0) 2162/6810029

INFORMACJE OGÓLNE O INSTALACJI

Produkcja biogazu i instalacja uszlachetniająca w "Bruck an der Leitha" została wdrożona i eksploatowana w ramach projektu badawczo-rozwojowego o nazwie "virtual biogas" (www.virtuellesbiogas.at). Część produkowanego biogazu jest używana do wytwarzania energii elektryczności w dwóch elektrociepłowniach. Pozostała część jest uszlachetniana do biometanu dzięki zastosowaniu w systemie uszlachetniania membrany. Biometan jest w prowadzany do krajowej sieci gazowej, by zastępować gaz ziemny.

INSTALACJA DO PRODUKCJI BIOGAZU

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2004	Produkcja biogazu	650-800m ³ /godz.
Okres przygotowania instalacji	<i>Brak danych</i>	Hydrauliczny czas zatrzymania	60 dni
Ilość kompostowników	3 główne 2 wtórne	Wsad organiczny	2 kg oDM/m ³ d
Pojemność kompostowników	9 000 + 10 000 m ³	Jakość biogazu	60-65 Obj. % CH ₄
Objętość magazynowanego gazu	1 000 m ³	Zużycie energii	<i>Brak danych</i>

SUROWIEC

Odpady organiczne
(odpady zielone, resztki kuchenne,
odpady spożywcze, pozostałości z
przemysłu spożywczego,
przetworzona żywność, sód piwny,
separator tłuszczu, pozostałości z
produkcji oleju roślinnego)

30 000 t/rok

100 %



(Picture: Biogas Bruck/Leitha)

UTYLIZACJA POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI

Pozostałości po fermentacji są używane jako nawóz na polach uprawnych.

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	6.5 miliona Euro
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	<i>Brak danych</i>
Koszt produkcji biogazu	<i>Brak danych</i>

INSTALACJA USZLACHETNIAJĄCA BIOGAZ**DANE TECHNICZNE**

Rozpoczęcie eksploatacji	2007	Dostępność instalacji	<i>Brak danych</i>
System uszlachetniania	Membrana	Wykorzystanie biometanu	Odprowadzenie do sieci gazowej
Producent instalacji	Axiom Prozesstechnik	Oczyszczanie powietrza	Podawany do silników gazowych
Zmodernizowana przepustowość (gaz surowy)	180 Nm ³ /h	Utrata metanu	0 %
Zawartość metanu	>= 98 %		(wypuszczany metan jest wykorzystywany w silnikach gazowych)

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	<i>Brak danych</i>	Koszty produkcji biometanu	<i>Brak danych</i>
-----------------------	--------------------	----------------------------	--------------------

MOCNE STRONY ORAZ WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**ZALETY DLA GMINY/REGIONU**

800 000 m³ gazu ziemnego rocznie może być zastąpione biometanem produkowanym w wytwórni biogazu "Bruck an der Leitha". Technika uszlachetniania biogazu membraną jest innowacyjną technologią w sektorze biogazu. Ale, szczególnie w połączeniu ze stacjami paliw, może stać się dojrzałą technologią w przyszłości.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Wytwórnia została wybudowana i eksploatowana w ramach projektu badawczo-rozwojowego. W trakcie trwania projektu proces produkcji i uszlachetniania biogazu był ciągle ulepszany, np. chemicznie oksydacyjna desulfuracja została wdrożona po to, by usprawnić odsiarczanie.



(Zdjęcie: Biogas Bruck an der Leitha GmbH)



10 Madryt, Hiszpania



[Zdjęcie: Greenlane Biogas GmbH]

LOKALIZACJA

Valdemingómez, Madrid,
Hiszpania

OPERATOR

UTE Biometanización La Paloma (Urbaser S.A. - Sufi S.A.)

INFORMACJE OGÓLNE O WYTWÓRNI

Instalacja biogazu w Valdemingómez jest eksploatowana przez UTE Biometanización La Paloma. Produkcja biogazu jest oparta na odpadach organicznych z gospodarstw domowych, uzyskiwanych z prywatnych domów w Madrycie. Spółka "Greenlane Biogas" produkuje biometan używając filtra wodnego. Uszlachetniony biometan jest kompresowany i wtłaczany do gazociągu. Wtłoczony biometan jest używany jako paliwo w transporcie publicznym.

INSTALACJA DO PRODUKCJI BIOGAZU

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2008	Produkcja biogazu	4 000 Nm ³ /godz.
Okres przygotowania instalacji	2 lata	Hydrauliczny czas zatrzymania	21 dni
Ilość kompostownikó	4 główne, 5 wtórnych	Wsad organiczny	<i>Brak danych</i>
Pojemność kompostownikó	<i>Brak danych</i>	Jakość biogazu	60 Obj. %
Objętość magazynowanego gazu	2 200 m ³	Zużycie energii	0.19 kWh/Nm ³ raw gas

SUROWIEC

Całkowita ilość odpadów (Odpady organiczne gospodarstw domowych)	z	369 000 t/rok	100 %
--	---	---------------	-------



(Zdjęcie: Greenlane Biogas GmbH)

UTYLIZACJA POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI

W procesie fermentacji produkuje się około 190 000 ton kompostu rocznie.

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	79 milionów Euro
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	<i>Brak danych</i>
Koszt produkcji biogazu	<i>Brak danych</i>

INSTALACJA USZLACHETNIAJĄCA BIOGAZ**DANE TECHNICZNE**

Rozpoczęcie eksploatacji	2008	Dostępność instalacji	98%
System uszlachetniania	Filtr wodny	Wykorzystanie biometanu	Odprowadzenie do sieci gazowej
Producent instalacji	Greenlane Biogas GmbH	Oczyszczanie powietrza	Biofiltr
Zmodernizowana przepustowość (gaz surowy)	4 000 Nm ³ /godz.	Utrata metanu	0.9%
Zawartość metanu	98%		

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	3.2 miliona Euro	Koszty produkcji biometanu	<i>Brak danych</i>
-----------------------	------------------	----------------------------	--------------------

MOCNE STRONY ORAZ WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ**ZALETY DLA GMINY/REGIONU**

Wytwórnia biogazu w Valdemingómez przetwarza odpady organiczne zbierane z gospodarstw domowych w Madrycie. A więc około 370 000 ton odpadów rocznie jest używanych do produkcji energii, zamiast być zmarnowanym. Około 300 000 ton emisji CO₂ może być zredukowane rocznie dzięki beztlenowej fermentacji odpadów organicznych. 34 miliony m³ surowego biogazu może być wyprodukowane przy wykorzystaniu odpadów organicznych. Uszlachetniony biogaz (2 600 m³/godz.) jest używany w 250-ci autobusach z "Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego" (EMT) co stanowi 20% taboru.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Brak informacji

11 Lille, Francja



(Zdjęcie: LMCU)

LOKALIZACJA

Lille
France

OPERATOR

Lille Métropole Communauté Urbaine - LMCU
www.lillemetropole.fr

INFORMACJE OGÓLNE O WYTWÓRNI

Organic Recovery Centre (ORC) mieści się w obszarze metropolitalnym Lille i było użytkowane od roku 2007. Odpady organiczne pochodzą od wybranych przedsiębiorstw zajmujących się zbiórką odpadów, z centrów recyklingu zlokalizowanych w obszarze metropolitalnym oraz z catering w instytucjach publicznych. Biogaz z ORC oraz z oczyszczalni ścieków (WWTP) jest uszlachetniany do jakości biometanu. Biometan jest dostarczany do centrum publicznego transport autobusowego, zlokalizowanego w pobliżu ORC lub wtłaczany do sieci gazu ziemnego. Autobusy na gaz są zasilane mieszaniną gazu ziemnego oraz biometanu ze stacji paliw.

INSTALACJA DO PRODUKCJI BIOGAZU

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2007	Produkcja biogazu	1 200 Nm ³ /godz
Okres przygotowania instalacji	1 rok	Hydrauliczny czas zatrzymania	Brak danych
Ilość kompostownikó	3	Wsad organiczny	Brak danych
Pojemność kompostownikó	Brak danych	Jakość biogazu	60 Obj. % CH ₄
Objętość magazynowanego gazu	Brak danych	Zużycie energii	0.21 kWh/Nm ³ raw gas

SUROWIEC

Całkowita ilość surowca (organicznie odpady z gospodarstw domowych, odpady zielone)	108 000 t/rok	100 %
--	---------------	-------

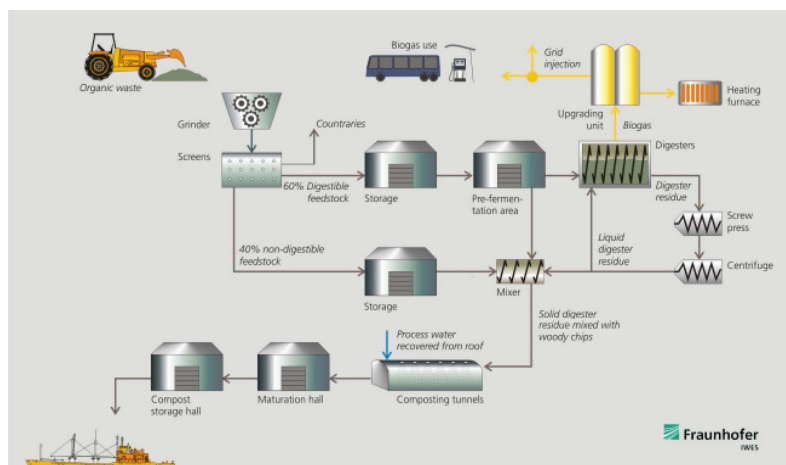


UTYLIZACJA POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI

Kompost jest produkowany poprzez zmieszanie wysuszonych pozostałości po fermentacji ze zrębkami drewna. Jest następnie używany jako naturalny nawóz na polach uprawnych.

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	Brak danych
Przychody z utylizacji odpadów organicznych	Brak danych
Koszt produkcji biogazu	Brak danych



INSTALACJA USZLACHETNIANIA BIOGAZU

DANE TECHNICZNE

Rozpoczęcie eksploatacji	2006	Dostępność instalacji	98%
System uszlachetniania	2006	Wykorzystanie biometanu	Paliwo do pojazdów
Producent instalacji	Greenlane Biogas	Oczyszczanie powietrza	Brak danych
Zmodernizowana przepustowość (gaz surowy)	1 200 Nm ³ /godz.	Utrata metanu	1%
Zawartość metanu	98 %		

DANE EKONOMICZNE

Inwestycja początkowa	1.48 miliona Euro	Koszty produkcji biometanu	Brak danych
-----------------------	-------------------	----------------------------	-------------

MOCNE STRONY ORAZ WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

ZALETY DLA GMINY/REGIONU

LMCU był pionierem w dostarczaniu biometanu do sieci gazowej we Francji. Użycie produkowanego biometanu jako paliwa do samochodów przyczynia się do lepszej jakości powietrza oraz do zmniejszenia wpływu na środowisko przez miasto Lille, w porównaniu do użycia paliw kopalnych.

WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

LMCU był pionierem w dostarczaniu biometanu do sieci gazowej we Francji. Wytwórnia biogazu była w eksploatacji od 2006 roku, ale dostarczanie biometanu do stacji paliwowej dla autobusów zaczęło się w roku 2010. Głównym powodem opóźnienia dostaw biometanu były różnice między innowacyjnym projektem a krajowym prawodawstwem dotyczące wprowadzania gazu do sieci i jego transportem rurami oraz siecią gazu ziemnego.



(Zdjęcia: www.biogasmax.eu)

