



Raport
z pompowania próbnego biogazu
w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach (Nysa)

ENER-G Polska Sp. z o.o.
Business Center Bitwy Warszawskiej
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r., 7
02-366 Warszawa
Tel. 00 48 22 395 66 00
Fax. 00 48 22 395 66 01
Email: repcja@energ.pl
Web: www.energ.pl



BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER

Marek Wojciechowski
Marek Wojciechowski

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

Spis treści

1. Cel pompowania próbnego	3
2. Charakterystyka składowiska	3
3. Infrastruktura do badań	4
4. Metodyka pomiarów	4
5. Przyrządy pomiarowe:.....	5
6. Wnioski i zalecenia	6
7. Omówienie wyników	8
7.1 Pochodnia – Kolektor zbiorczy	8
7.2 Studnia Nr 1.....	9
7.3 Studnia Nr 2.....	10
7.4 Studnia Nr 3.....	11
7.5 Odcieki.....	12
7.6 Porównanie wyników pompowania z modelem produkcji gazu	13
7.7 Raporty wiertnicze	14

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

Pompowanie próbne biogazu składowiskowego przeprowadzono na zamówienie Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej "EKOM" Sp. z o.o., ul. Piłsudskiego 32, 48-303 Nysa z dnia 12/10/2012 r., umowa RCGO/OG/01/10/2012

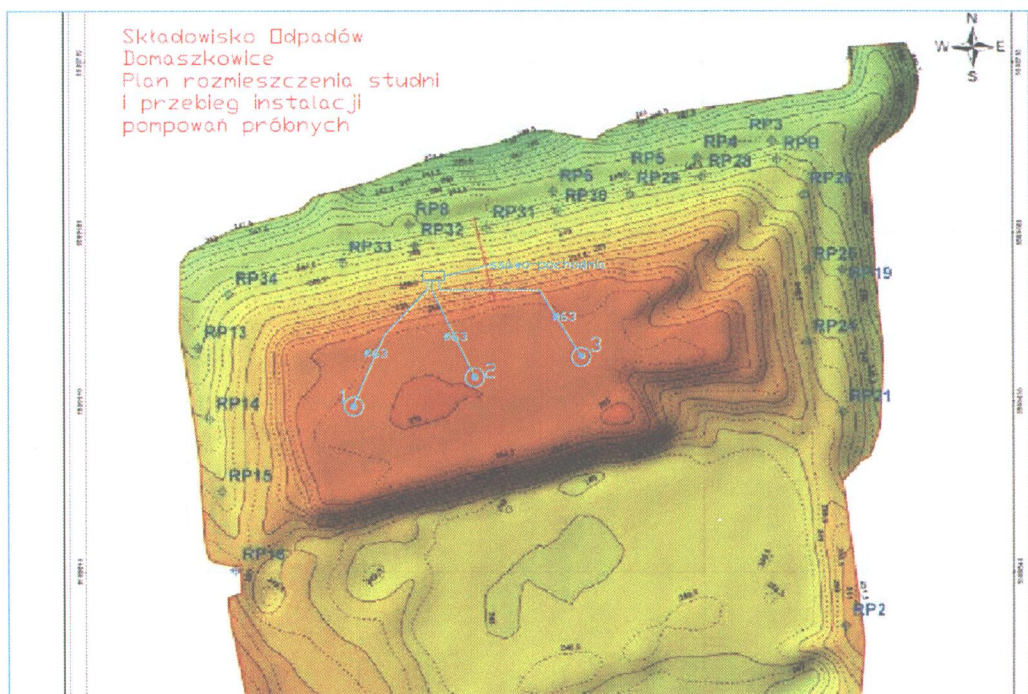
1. Cel pompowania próbnego

Celem pompowania próbnego jest:

- dokonanie pomiarów składu, ciśnienia i natężenia przepływu gazu składowiskowego w przewidzianym okresie czasu
- określenie zasobności złoża gazowego składowiska
- wybór odpowiedniej technologii unieszkodliwiania biogazu składowiskowego (systemu odgazowania, pochodni, urządzeń do wykorzystania energii)

2. Charakterystyka składowiska

Kwaterna, na której przeprowadzono pompowanie próbne jest częściowo uszczelniona (skarpy północna, wschodnia i zachodnia) oraz wyposażona jest w pasywne studnie odgazowujące, co powoduje ryzyko zasysania powietrza przy aktywnym ujmowaniu biogazu. Stosowane parametry procesowe muszą minimalizować to ryzyko, co wymaga wnikliwej i bieżącej analizy danych przez operatora pompowania oraz odpowiedniej regulacji studni odgazowujących. Lokalizacja studni odgazowujących przedstawiona jest poniżej.



Rysunek 1 Lokalizacja studni odgazowujących i pochodni na kwaterze składowiska

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

3. Infrastruktura do badań

Do pompowań próbnych wykorzystano instalację składającą się z:

- Trzech studni pionowych wierconych w odpadach do głębokości 8,0 m, równomiernie rozmieszczonych na koronie kwatery w odstępach 30-metrowych
- Rurociągów zbiorczych, łączących studnie odgazowujące z pochodnią
- Wężła pomiarowo-regulacyjnego
- Pochodni o wydajności 250 Nm³/h

4. Metodyka pomiarów

Pomiary dokonywane były w okresie od 21 listopada do 5 grudnia 2012 r. przez wykwalifikowanego operatora z doświadczeniem prowadzenia pompowań próbnych.

Mierzono regularnie następujące parametry gazu na studniach i węźle pomiarowo regulacyjnym:

- Stężenia głównych składników biogazu (metanu, dwutlenku węgla i tlenu)
- Ciśnienie biogazu
- Prędkości przepływu biogazu
- Poziomu i temperatury odcieków

Studnie regulowane były w zależności od mierzonych parametrów gazu, aby osiągnąć stabilne natężenie przepływu przy maksymalnym możliwym stężeniu metanu i minimalnym oddziaływaniu powietrza atmosferycznego na system odgazowania.



Rysunek 2 Lokalizacja punktu pomiarowo-regulacyjnego i pochodni



Rysunek 3 Pochodnia i punkty pomiarowo-regulacyjne

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach



Rysunek 4 Studnia odgazowująca

Rysunek 5 Tymczasowe uszczelnienie pasywnej studni odgazowującej

5. Przyrządy pomiarowe:

Przenośny analizator gazu GA 2000+ (CH_4 , CO_2 , O_2 , podciśnienie, ciśnienie atmosferyczne)

Przenośny anemometr wiatraczkowy Testo 416

Taśma miernicza z termometrem do pomiarów poziomu odcieków w studniach.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

6. Wnioski i zalecenia

Pompowanie próbne wykazało następujące uśrednione wyniki:

- Studnia nr 1: $\sim 7 \text{ Nm}^3/\text{h}$ gazu o zawartości $\text{CH}_4 \sim 50\%$
- Studnia nr 2: $\sim 10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ gazu o zawartości $\text{CH}_4 \sim 50\%$,
- Studnia nr 3: $\sim 15 \text{ Nm}^3/\text{h}$ gazu o zawartości $\text{CH}_4 \sim 50\%$,
- Pochodnia (suma trzech studni): $\sim 30 \text{ Nm}^3/\text{h}$ gazu o zawartości $\text{CH}_4 \sim 50\%$,
- Powyższe wyniki podane są przy założeniu uszczelnienia masy odpadów i likwidacji studni pasywnych. Nieuszczelnienie skarp i wierzchowiny kwatery oraz pozostawienie studni pasywnych może doprowadzić do redukcji natężenia przepływu o co najmniej 50%.
- Należy wziąć pod uwagę nieuniknione błędy pomiaru natężenia przepływu w warunkach polowych, mogące dochodzić do 15-20%.
- Temperatura odcieków w granicach 30°C świadczy o umiarkowanej aktywności składowiska pod względem metanogenezy.

Prognoza:

- Oczekiwana jakość i natężenie przepływu gazu po ekstrapolacji danych pompowania na kwaterę Nr 1 i rozbudowie systemu odgazowania: ok. $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ gazu przy $\sim 50\% \text{ CH}_4$.
- Przewidywana efektywność ujmowania gazu w aktualnych warunkach – ok. 50%; po uszczelnieniu i likwidacji studni pasywnych efektywność może dojść do 70-75%.
- Odpady charakteryzują się stosunkowo niewielką ilością materii biodegradowalnej (danych dostarczone przez Zamawiającego), stąd prognoza produkcji gazu jest konserwatywna.
- Prowadzenie operacji składowania odpadów na całej powierzchni kwatery z minimalnym przykryciem przesypką prowadzić będzie do przedłużenia fazy rozkładu tlenowego, generującej jedynie CO_2 , i późniejszą znaczną redukcję produkcji biogazu.
- Wyniki pompowania próbnego nie odbiegają znacznie od teoretycznego modelu produkcji biogazu opartego na danych dostarczonych przez Zamawiającego.

Zalecenia:

- Uszczelnić i zakończyć rekultywację kwatery, na której odbywało się pompowanie próbne, aby zminimalizować niekontrolowane emisje biogazu składowiskowego do atmosfery i ryzyko pożarów podziemnych oraz umożliwić działanie systemu odgazowania z maksymalną efektywnością.
- Rozważyć wykorzystanie studni pasywnych w projektowanym systemie odgazowania lub ich likwidację o ile okażą się nieprzydatne lub ich dostosowanie okaże się nieekonomiczne.
- Rozważyć zmianę systemu składowania odpadów w celu zminimalizowania niekontrolowanych emisji biogazu składowiskowego i maksymalizacji produkcji biogazu na eksploatowanej kwaterze.
- Stopniowo rozbudowywać system odgazowania i zastosować moduł pompowo-regulacyjny z pochodnią $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ o zakresie wydajności min. 5:1 ($20 - 100 \text{ Nm}^3/\text{h}$) z zapasem konstrukcyjnym umożliwiającym podłączanie później instalowanych studni z uwzględnieniem rozbudowy systemu odgazowania na pozostałych kwaterach.

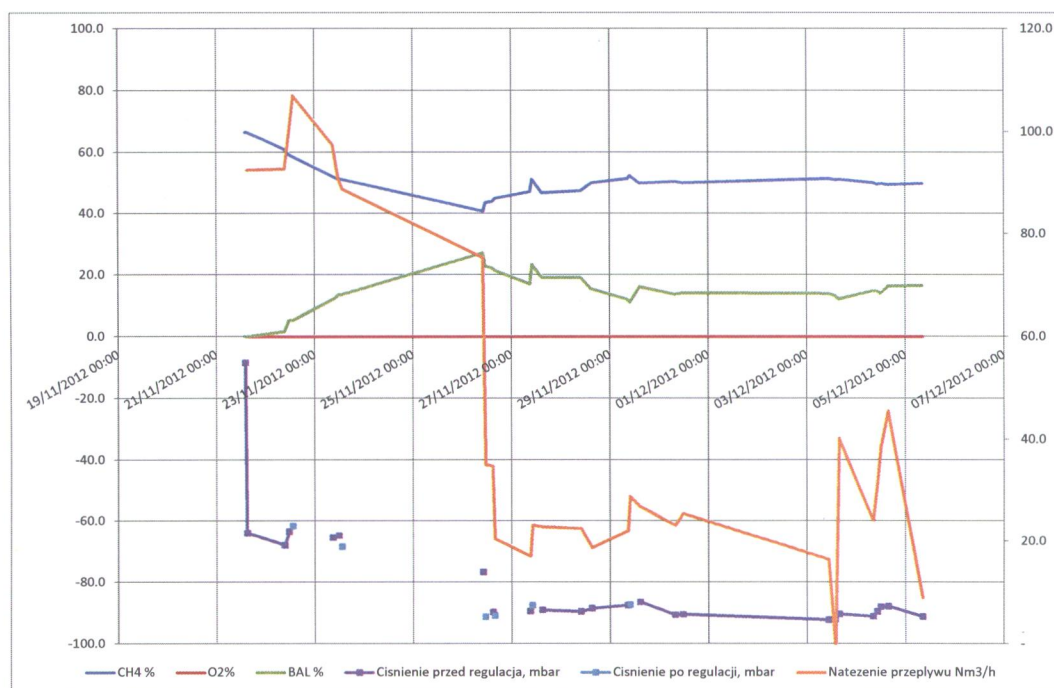
Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

- Rozważyć zastosowanie modułu mikro-kogeneracyjnego do autonomicznego zasilania pochodni i wykorzystania ciepła dla potrzeb składowiska.
- Zapewnić ciągłą pracę systemu odgazowania poprzez regularne pomiary i nastawy studni odgazowujących.
- Monitorować poziom odcieków w studniach w celu utrzymania ciągłości i założonej efektywności odgazowania. Podjąć kontrolę poziomu odcieków w razie potrzeby.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

7. Omówienie wyników

7.1 Pochodnia – Kolektor zbiorczy

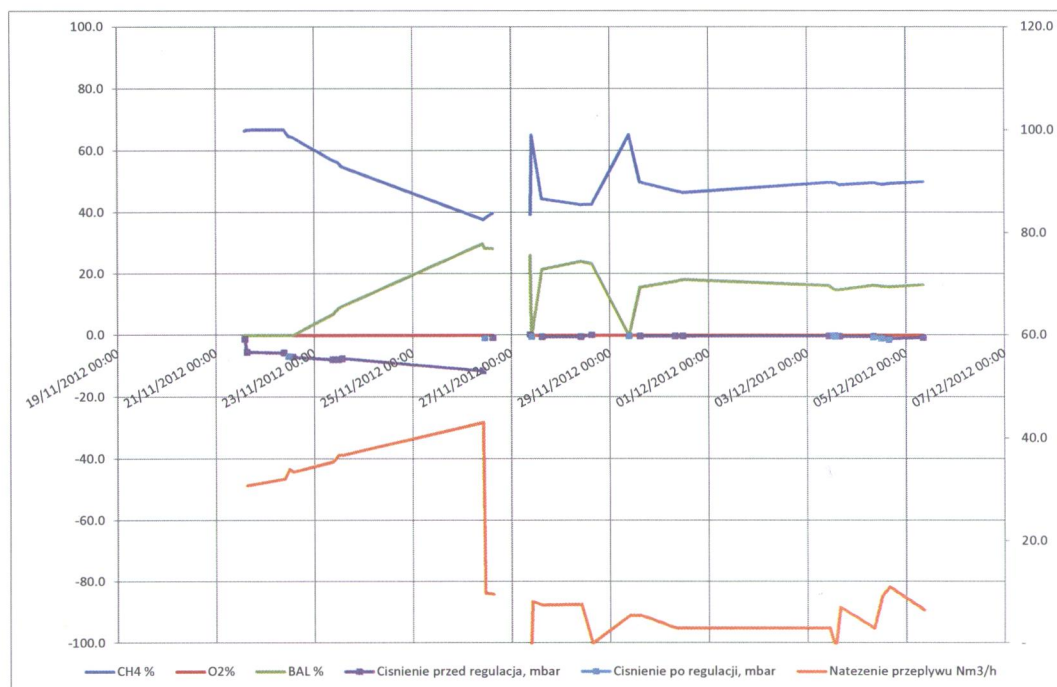


Początkowo stężenie metanu utrzymywało się w zakresie 50 – 60% przy natężeniu przepływu rzędu 75 – 100 Nm³/h. Nie zaobserwowano tlenu, azot (bilans) wzrastał stopniowo od 0 do 13%. W szóstym dniu pompowania nastąpił drastyczny spadek jakości gazu - obniżenie poziomu metanu do 40% i wzrost stężenia azotu do 27% przy zerowym poziomie tlenu. Symptom ten świadczył o wyczerpaniu rezerwuaru gazu i początkach zasysania powietrza przez nieuszczelnione odpady. Przez następne trzy dni pompowania regulacja studni umożliwiła osiągnięcie stanu zrównoważonego odpompowywania gazu i osiągnięcia stężenia metanu ok. 50% (0% tlenu i ok. 14% azotu) przy natężeniu przepływu 20 Nm³/h. W ostatnich trzech dniach pompowania natężenie przepływu wzrosło o połowę do ok. 30 Nm³/h przy utrzymaniu wymaganej jakości gazu. Czynnikiem sprawczym tego wzrostu był spadek temperatury otoczenia poniżej zera stopni Celsjusza, co spowodowało przymarznięcie wierzchnich warstw odpadów i pokrywającego ich materiału, a tym samym tymczasowe uszczelnienie składowiska.

System odgazowania zachowywał się zgodnie z oczekiwaniami. W stosunkowo krótkim okresie nastąpiło odpompowanie rezerwuaru nagromadzonego gazu, a następnie poprzez regulację indywidualnych studni osiągnięcie ustabilizowanego przepływu przy zachowaniu wymaganej jakości gazu. Krótki okres odpompowania rezerwuaru może wskazywać na niewielki potencjał generacji gazu oraz na słaby stopień uszczelnienia składowiska, powodujący ułatwianie się gazu do atmosfery w trybie pasywnym odgazowania. Aby zminimalizować zasysanie powietrza przez, istniejącą infrastrukturę, tymczasowo uszczelniono studnie pasywne położone najbliżej aktywnych studni odgazowujących odwierconych w celu pompowania próbnego. Nieuszczelnione składowisko ogranicza zakres pompowania próbnego ze względów bezpieczeństwa. Zakładając przyszłościowe uszczelnienie odpadów i rozbudowę systemu odgazowania, bazującego na instalacji wykorzystanej w pompowaniu próbnym, z opróbowanej kwatery można się spodziewać stabilnego przepływu gazu rzędu 50 – 60 Nm³/h przy stężeniu ok. 50% metanu.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

7.2 Studnia Nr 1

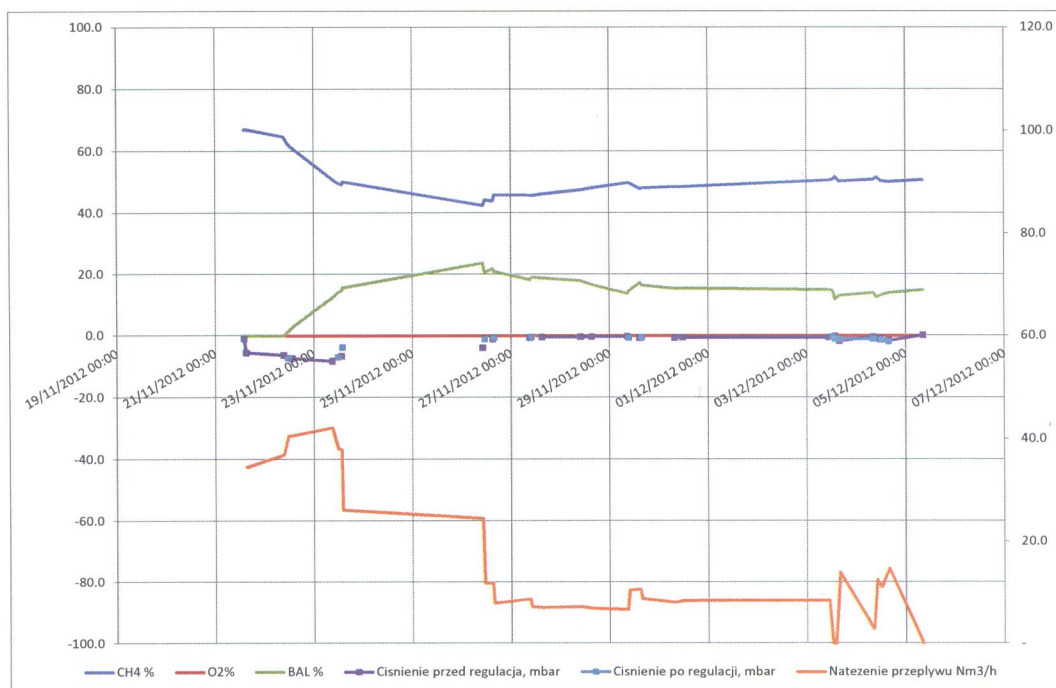


Początkowo, przed odpompowaniem rezerwuaru gazu, wydajność studni osiągnęła 35 Nm³/h przy stężeniu metanu spadającym od 66% do 55% (0% O₂ i azot wzrastający od 0% do 9%). Gwałtowny spadek stężenia metanu z 55% do 37% metanu (0% O₂ i azot 30%) wskazał na odpompowanie rezerwuaru gazu. Regulacja studni okazała się nieskuteczna i została ona zamknięta do momentu odbudowania się gazu. Po jej ponownym otwarciu w 9 dniu pompowania, maksymalne podciśnienie przy utrzymaniu wymaganej jakości wynosiło 0,3 mbar i wydajności poniżej 3 Nm³/h (praktycznie poniżej poziomu mierzalności). Próby mocniejszego zasysania gazu i zwiększania natężenia przepływu kończyły się spadkiem jakości gazu, spowodowanym zasysaniem powietrza przez odpady. Symptom ten wskazuje na stosunkowo niewielki rezerwuar gazu. Nieuszczelnione odpady ograniczały możliwości prób zwiększenia natężenia przepływu i podciśnienia roboczego. Uszczelnienie odpadów gazu poprzez przemarznięcie umożliwiło zwiększenie podciśnienia do ok. 1 mbar i uzyskania przepływów rzędu 6-8 Nm³/h.

Pomiary wskazują, że bez uszczelnienia składowiska wydajność studni będzie na poziomie praktycznie niemierzalnym (poniżej 3 Nm³/h). Ze względu na nieuszczelnienie odpadów istnieje ryzyko napowietrzenia złoża przy zbyt intensywnej eksploatacji, co w konsekwencji może doprowadzić do zahamowania metanogenezy a w skrajnych przypadkach do pożarów podpowierzchniowych. W przypadku uszczelnienia pomiary wskazują na możliwość podwojenia natężenia przepływu do ok. 6 Nm³/h przy utrzymaniu stężenia metanu rzędu 50%.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

7.3 Studnia Nr 2

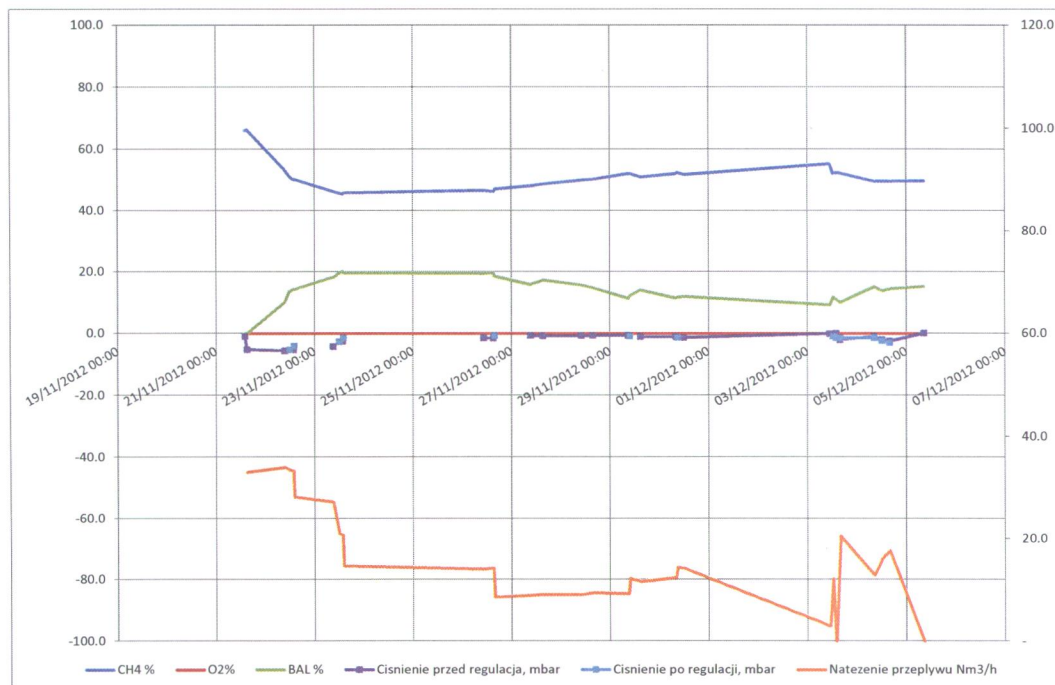


Wyczerpanie rezerwuaru gazu nastąpiło w tym samym czasie co na pozostałych dwóch studniach, tj. po 5 dniach pompowania, kiedy natężenie przepływu spadło z około 35 Nm³/h do 12 Nm³/h a stężenie metanu z 66% do ok. 45% (0% O₂ i wzrost azotu od 0% do 20%). Natężenie przepływu gazu po odbudowaniu ustabilizowało się na poziomie ok. 7 Nm³/h przy zadanych parametrach jakości gazu. Uszczelnienie odpadów poprzez przemarznięcie spowodowało skok natężenia przepływu do 12 Nm³/h. Podciśnienie na studni przy ustabilizowanych parametrach gazu oscylowało wokół 1-2 milibarów.

Wyniki wskazują, że bez uszczelnienia składowiska prognozowana wydajność studni będzie na poziomie ok. 7 Nm³/h. W przypadku uszczelnienia pomiary wskazują na możliwość zwiększenia natężenia przepływu do ok. 10-12 Nm³/h przy utrzymaniu stężenia metanu rzędu 50%. Uwaga dotycząca eksploatacji gazu ze studni Nr 1 na nieuszczelnionym składowisku odnosi się do wszystkich studni i całości istniejącego i planowanego systemu odgazowania.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

7.4 Studnia Nr 3



Pod względem utrzymania jakości gazu studnia Nr 3 zachowywała się najbardziej stabilnie. Po wyczerpaniu rezerwuaru gazu w trzecim dniu pompowania, objawiającego się spadkiem natężenia przepływu z 30 do 14 Nm³/h i metanu z 66% do 45% (0% O₂ przy 20% azotu), rezerwar gazu odbudował się stosunkowo szybko po redukcji podciśnienia. Możliwe było utrzymywanie najwyższego podciśnienia (powyżej 1 mbar) bez obniżania jakości gazu. Wzrost stężenia metanu umożliwił zwiększanie podciśnienia do ponad 2 mbar. Uszczelnienie masy odpadów przez przemarznięcie pozytywnie wpłynęło na zwiększenie wydajności studni.

Prognoza wydajności dla studni Nr 3 wskazuje na ok. 10 Nm³/h przy nieuszczelnionym składowisku i ok. 15 Nm³/h po jego uszczelnieniu. Lepsze parametry eksploatacyjne studni w porównaniu z pozostałymi dwiema mogą być uwarunkowane lokalnie (np. rodzaj odpadów, miejscowe uszczelnienie). Uwagi dotyczące eksploatacji gazu ze studni na nieuszczelnionym składowisku odnoszą się do wszystkich studni i całości istniejącego i planowanego systemu odgazowania.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

7.5 Odcieki

Nr studni	Data	Poziom odciek od poziomu wierzchołki [m]	Temperatura odcieku [°C]	Temperatura gazu [°C]	Długość uszczelnienia - bentonit [m]	Długość aktywnej perforacji [m]
1	2012-11-29	7,3	28,5	26,5	4,0	3,7
2	2012-11-29	7,5	29,0	27,0	4,0	3,5
3	2012-11-29	7,3	30,5	27,0	4,0	3,7

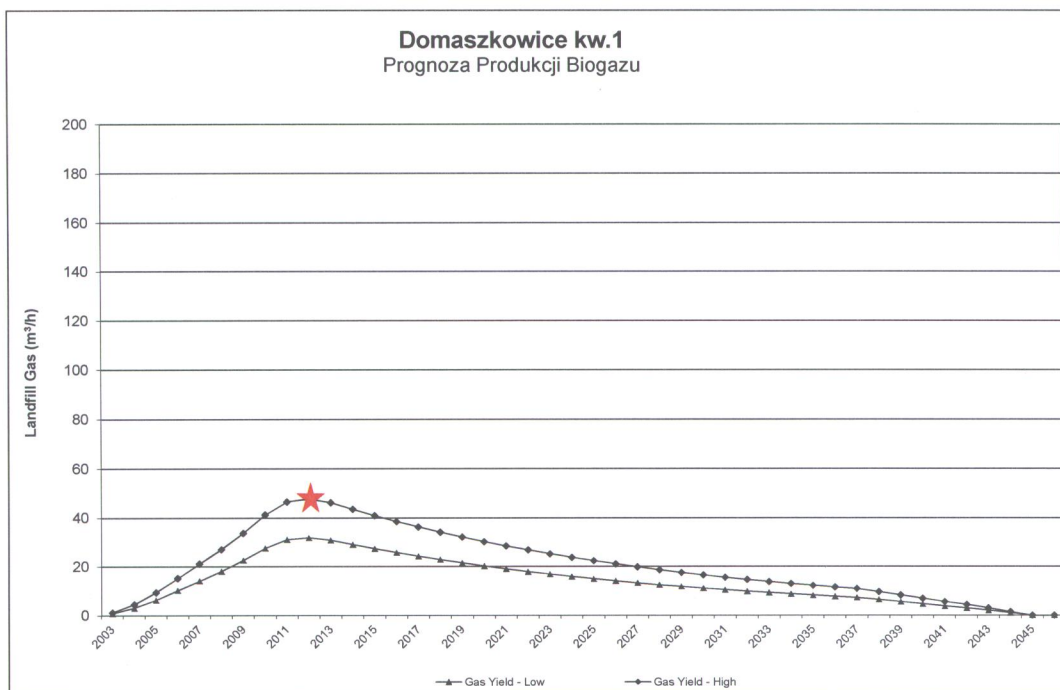
Poziom odcieków na badanej kwaterze nie przekraczał 7m licząc od wierzchołki, co przy rurze pełnej i uszczelnieniu o długości 4m utrzymywanie aktywnej perforacji studni (pomiędzy dolną granicą uszczelnienia studni, a lustrem odcieku) w zakresie 3,5 – 3,7m.

W trakcie pompowania próbnego niski poziomy odcieków na badanym składowisku nie stanowił znacznej przeszkody w pozyskiwaniu biogazu za pomocą pionowych studni odgazowujących. Ze względu jednak na możliwość wnikania wód opadowych do wnętrza odpadów poziomy odcieków powinien być okresowo kontrolowany, a w razie potrzeby obniżany.

Nieznacznie wyższa temperatura mierzona w studni Nr 3 koreluje z wydajnością tej studni. Temperatury rzędu 30°C wskazują na umiarkowaną aktywność składowiska pod względem rozkładu materii organicznej. Może być to spowodowane niewielką zawartością materii organicznej w odpadach i jej rozproszeniem, bądź wymianą ciepłą z otoczeniem w przypadku nieuszczelnienia odpadów. Typowy przedział temperatur rozkładu materii organicznej w obecności bakterii mezofilnych to 35 – 45°C.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

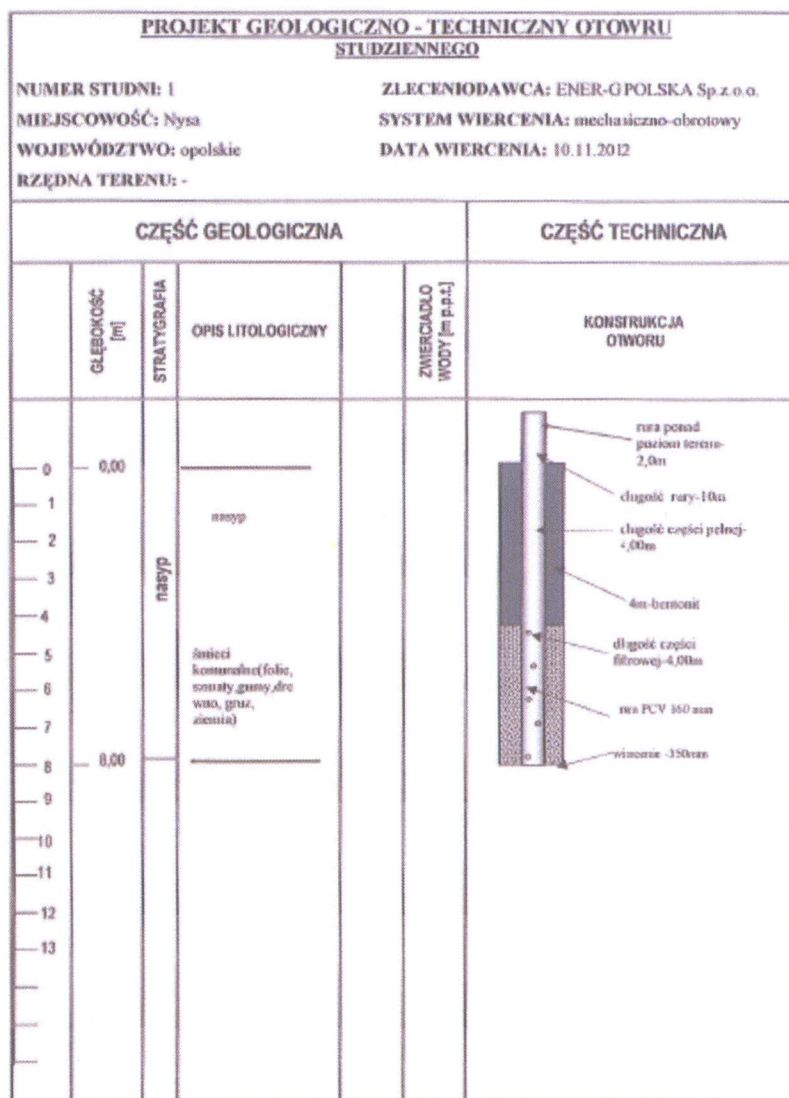
7.6 Porównanie wyników pompowania z modelem produkcji gazu



Ekstrapolacja wyników pompowania próbnego wskazuje na umiejscowienie produkcji biogazu na kwaterze 1 pomiędzy prognozą konserwatywną i optymistyczną. Założenia do modelu wzięte były z danych kwestionariusza składowiska, dostarczonego przez Zamawiającego oraz z raportów monitoringowych z lat 2009 i 2011.

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

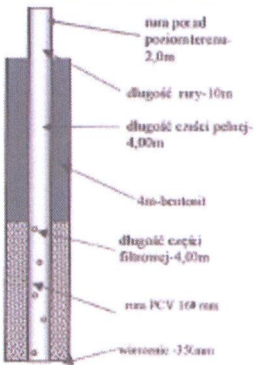
7.7 Raporty wiertnicze



SPOLSKA GOSPODARSTWA
 Zakład Robot Geologicznych i Wiertniczych
 48-400, Olesów 25000-48, 48-400, Olesów 25000-48
 tel. 032 217 14 14 fax. 032 217 14 15
 tel. 032 217 14 14 fax. 032 217 14 15
 tel. 032 217 14 14 fax. 032 217 14 15

GEOLOG
mgr Michał Rusak
 nr uw. VII - 1612

Raport
z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach

PROJEKT GEOLOGICZNO - TECHNICZNY OTWORU STUZIENNEGO					
NUMER STUDNI: 2			ZLECIENIODAWCA: ENER-G POLSKA Sp.z o.o.		
MIEJSCOWOŚĆ: Nysa			SYSTEM WIERCENIA: mechaniczno-chorotowy		
WOJEWÓDZTWO: opolskie			DATA WIERCENIA: 10.11.2012		
RZĘDNA TERENU: -					
CZĘŚĆ GEOLOGICZNA				CZĘŚĆ TECHNICZNA	
	GLĘBOKOŚĆ [m]	STRATYGRAFIA	OPIS LITOLOGICZNY	ZWIERCIADŁO WODY [m p.p.l.]	KONSTRUKCJA OTWORU
0	0,00	nasyp	nasyp		 <p> rura perforowana poziom terenu - 2,0m długość rury - 10m długość części pełnej - 4,00m żelbeton długość części pełnej - 4,00m rura PCV 150 mm wiercenie - 150 mm </p>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8	8,00				
9					
10					
11					
12					
13					

PPUR - Nysa
 Zakład Studiów Geologicznych i Projektowych
 46-400 Nysa, ul. Świdnicka 15
 tel. 71 73 14 14, 71 73 14 15
 fax 71 73 14 16, 71 73 14 17
 e-mail: ppur@ppur.pl

GEOLOG
mgr Michał Rusak
 nr upr. VII-1612

**z pompowania próbnego biogazu w dniach 21.11 – 05.12.2012
na składowisku odpadów w Domaszkowicach**

**PROJEKT GEOLOGICZNO - TECHNICZNY OTWORU
STUDIENNEGO**

NUMER STUDNI: 2

ZLECIENIODAWCA: ENER-G POLSKA Sp.z o.o.

MIEJSCOWOŚĆ: Nysa

SYSTEM WIERCENIA: mechaniczno-obrotowy

WOJEWÓDZTWO: opolskie

DATA WIERCENIA: 11.11.2012

RZĘDNA TERENU: -

CZĘŚĆ GEOLOGICZNA

CZĘŚĆ TECHNICZNA

GŁĘBOKOŚĆ
[m]

STRATYGRAFIA

OPIS LITOLOGICZNY

ZWIĘZIADŁO
WODY [m p.p.l.]

KONSTRUKCJA
OTWORU

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

nasyt

nasyt

śmieci
konstrukcyjne (folie,
szmaty, gumy, dre-
wno, gruz,
zincina)

8,00

Diagram illustrating the construction of the well (OTWORU) showing the following components and dimensions:

- niez. ponad poziom terenu - 2,0m
- dlugość rury - 10m
- dlugość części pełnej - 4,00m
- 4m-betonit
- dlugość części filtrującej - 4,00m
- mat. PCV 100 mm
- skrośnica - 350mm

[illegible]

GEOLOG
mgr Michal Rusek
nr upr. VII-1612