

## ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIE GAZU WYSYPISKOWEGO NA PODSTAWIE WYBRANEGO OBIEKTU

Piotr Sołowiej, Maciej Neugebauer

*Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono charakterystykę elektrowni na biogaz usytuowanej na terenie zakładu utylizacyjnego jednego z miast Polski północnej. Dokonano analizy pozyskania biogazu powstającego na wysypisku i produkcji energii elektrycznej. Sformułowano wnioski dotyczące możliwości dalszej eksploatacji wysypiska oraz pozyskiwania energii elektrycznej.

**Słowa kluczowe:** gaz wysypiskowy, produkcja energii elektrycznej

### Wprowadzenie

Zgodnie z przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej składowanie odpadów organicznych może odbywać się jedynie w sposób uniemożliwiający niekontrolowaną emisję metanu. Gaz wysypiskowy musi być spalany w pochodni lub w instalacjach energetycznych, a odchody zwierzęce fermentowane.

Badania szacunkowe prowadzone na terenie jednego z gminnych składowisk na terenie wiejskim pokazują, że około 20% ogólnej masy odpadów komunalnych nadaje się do odzysku [Sołowiej 2005]. Natomiast w aglomeracjach wielkomiejskich procent odpadów biodegradowalnych jest znaczny i np. dla Warszawy wynosi w sumie aż 32% [Zalińska 2007].

W 2006 r. na terenie Polski selektywnie zebrano zaledwie 4,1% odpadów komunalnych. Około 1,5% odpadów wysegregowano z masy zebranych odpadów zmieszanych. Niewielki odsetek odpadów został przetworzony metodą biologiczną i mechaniczno-biologiczną (3,6%) oraz termiczną (0,5%). Około 91% odpadów komunalnych zdeponowano na składowiskach. W Polsce na koniec 2006 roku zarejestrowano 1008 czynnych, kontrolowanych składowisk, które zajmowały ogólną powierzchnię 3310 ha [GUS 2007].

Tak wielka ilość odpadów biodegradowalnych w ogólnej masie odpadów jest przyczyną powstawania ogromnych ilości gazu wysypiskowego. Jego utylizacja poprzez energetyczne wykorzystanie jest jedną z możliwości prowadzących do spełnienia wymagań dyrektyw Unii Europejskiej dotyczących zarówno wzrostu udziału energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energetycznym państwa, jak i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Gaz wysypiskowy jako mieszanina w głównej mierze dwóch składników gazowych – metanu (35-60%) i dwutlenku węgla (35-55%), powstaje w wyniku beztlenowej biodegra-

dacji organicznej frakcji odpadów. Skład wspomnianej mieszaniny uzależniony jest w szczególności od rodzaju składowanych odpadów, wieku składowiska, zawartości wilgoci, aktywności mikroorganizmów i warunków klimatycznych. Wartość opałowa biogazu zależna jest od procentowego udziału metanu w jego składzie, średnio wynosi około  $22 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Dobrze zaprojektowana instalacja pozwala na uzyskanie z 1 miliona ton odpadów komunalnych średnio  $700 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  gazu wysypiskowego w okresie szczytowym i  $350 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  po upływie 10 lat [Gradziuk 2003]. Średnio rocznie w Polsce zbieranych jest  $10\cdot 10^6$  t odpadów komunalnych co w świetle powyższego stanowi potencjał do produkcji  $61,32\cdot 10^6 \text{ m}^3$  gazu wysypiskowego rocznie.

## **Cel i zakres pracy**

Celem pracy jest określenie efektywności energetycznej i ekonomicznej elektrowni zasilanej biogazem pozyskiwanym z wysypiska odpadów na przykładzie wybranego obiektu. Wykorzystane dane pochodzą z lat 1998-2006 i dotyczą ilości pozyskanego gazu oraz ilości energii elektrycznej wyprodukowanej, sprzedanej i zużytej na potrzeby własne. Z dokumentacji udostępnionej przez zakład uzyskano także informacje dotyczące technologii i przebiegu procesu eksploatacyjnego w badanym okresie.

## **Opis badanego obiektu**

Elektrownia Biogazowa w Gdańsku Szadółkach została zbudowana na terenie miejskiego składowiska odpadów komunalnych. Odpady komunalne gromadzone na wysypisku od 1972 roku na kwaterze około 15 hektarów zawierają w swoim składzie 40-60% odpadów biodegradowalnych. Przeprowadzone badania wykazały następujący uśredniony skład biogazu: metan 63%, dwutlenek węgla 36%, śladowe ilości pary wodnej. Badania również potwierdziły zasobność złoża kwalifikującą je do przemysłowej eksploatacji.

Teren, z którego ujmowany jest biogaz stanowi ok. 26% całkowitej powierzchni składowiska. Wybudowana instalacja składa się z: systemu pozyskiwania biogazu (39 pionowych szybów wydobywczych), rurociągów zbiorczych, trzech stacji kontrolno-pomiarowych, rurociągu przesyłowego, pięciu studni odwadniających, sprężarkowni, pochodni biogazowej oraz urządzeń do produkcji i przesyłu energii elektrycznej (generatory prądotwórcze 2-200 kW, instalacje automatyki, sterowania i kontroli oraz stacja transformatorowa z napowietrzną linią energetyczną 15 kV).

## Koszty i finansowanie

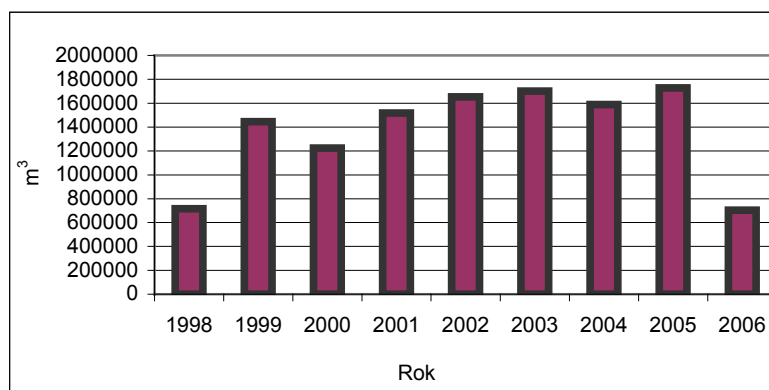
Koszt całkowity inwestycji wynosił 2 100 000 PLN. Jego struktura przedstawia się następująco:

- 41% - kredyt w NUTEK (Swedish Agency for Economic and Regional Growth),
- 24% - pożyczka uzyskana w Wojewódzkim Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku,
- 13,5% - Ekofundusz – Warszawa,
- 21,5% - środki własne.

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych został wyliczony na 5 lat.

## Wyniki badań

W badanym okresie ilość pozyskanego gazu wyniosła 12280844 m<sup>3</sup>. Po rozruchu elektrowni w 1998 roku i początkowych wahaniami ilość pozyskiwanego gazu ustabilizowała się na poziomie około 16·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

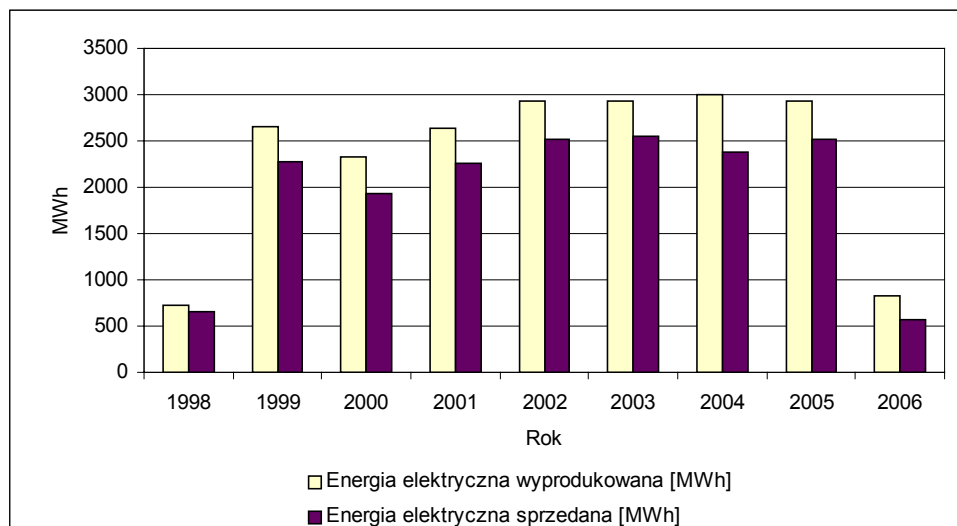


Rys. 1. Pozyskanie gazu wysypiskowego w badanym obiekcie

Fig. 1. Landfill gas acquisition at the examined facility

Obserwowany od 2006 roku spadek ilości wydobywanego gazu powstał w wyniku rozszczelnienia kwatery przy pracach modernizacyjnych wysypiska, a także stopniową utratą drożności układu połączeń studnia – rurociąg główny (trudności z odprowadzeniem gromadzącego się mułu i zanieczyszczeń).

Produkcję oraz sprzedaż energii elektrycznej obrazowano na rys. 3. Poziom produkcję energii elektrycznej jest ściśle skorelowany z pozyskaniem gazu wysypiskowego. Jest to wynikiem przeznaczania całego uzyskiwanego gazu na produkcję energii elektrycznej. Ilość sprzedanej zakładowi energetycznemu energii elektrycznej jest mniejsza od wyprodukowanej na potrzeby własne zakładu. W badanym okresie zakład na własne potrzeby przeznaczał średnio 18% wyprodukowanej energii.



Rys. 2. Produkcja i sprzedaż energii elektrycznej w badanym obiekcie  
 Fig. 2. Production and selling of electric energy in the examined facility

Podobnie jak pozyskanie gazu, produkcja energii elektrycznej po dwóch latach działalności ustabilizowała się na poziomie około 2900 MWh. W badanym okresie zakład wyprodukował 20 974,674 MWh, a sprzedał 17 663,796 MWh energii elektrycznej. Załamanie produkcji energii elektrycznej było spowodowane koniecznością wyłączenia jednego z generatorów z powodów gwałtownego spadku pozyskania gazu o czym wspomniano wyżej.

## Podsumowanie

Elektrownia Biogazowa w Gdańsku–Szadółkach pozyskała w badanym okresie 12 280 844 m<sup>3</sup> biogazu wysypiskowego, produkując przy tym 20974,674 MWh energii elektrycznej. Sprzedano 17663,796 MWh co już w szóstym roku działalności zakładu zapewniło całkowity zwrot nakładów poniesionych na wykonanie inwestycji.

Prowadzone prace konserwacyjne polegające na zamknięciu oraz uszczelnieniu istniejących i wywierceni nowych studzienek drenażowych w eksploatowanym sektorze przyczyni się do zwiększenia ilości pozyskiwanego biogazu.

Zakład wprowadza selekcję odpadów i kompostowanie odpadów biodegradowalnych w kompostownikach kontenerowych. Z tego względu pozyskanie gazu wysypiskowego z nowo powstających kwater będzie uzależnione od wyników badań jego składu i zasobności w tych miejscach.

Zakład wprowadza selekcję gromadzonych odpadów i kompostowanie frakcji biodegradowalnej w kompostownikach kontenerowych. Z tego względu pozyskanie gazu wysypiskowego z nowo powstających kwater będzie uzależnione od wyników badań jego składu i zasobności w tych miejscach.

## **Bibliografia**

- Dudek J. i in.** 1997. Wykorzystanie biogazu ze składowisk odpadów komunalnych do celów energetycznych. Opracowanie Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. Kraków.
- Gradziuk P.** 2003. Biopaliwa. Wydawnictwo Wieś Jutra. Warszawa. s. 144.
- Sołowiej P.** 2005. Zagospodarowanie odpadów komunalnych na terenie wybranej gminy. Inżynieria Rolnicza. Nr 7(67). Kraków. s. 297-303.
- Żalińska M.** 2007. Analiza gospodarki odpadami w Warszawie. [online] Zielone Mazowsze. [dostęp 11.02.2008]. Dostępny w internecie [http://www.zm.org.pl/?a=odpady-warszawa-2007#1.2\\_Ilosc\\_powstajacych\\_odpadow](http://www.zm.org.pl/?a=odpady-warszawa-2007#1.2_Ilosc_powstajacych_odpadow)
- Publikacja Głównego Urzędu Statystycznego [online]. Infrastruktura komunalna w 2006 r. [dostęp 29.02.2008]. Dostępny w internecie: [http://www.stat.gov.pl/gus/45\\_1726\\_PLK\\_HTML.htm](http://www.stat.gov.pl/gus/45_1726_PLK_HTML.htm)

## **THE USE OF LANDFILL GAS FOR ENERGY PRODUCTION PURPOSES ON THE EXAMPLE OF A SELECTED FACILITY**

**Abstract.** The work presents characteristic of biogas power plant situated at a utilization plant in one of the towns in northern Poland. Acquisition of gas generated at landfills and electricity production was analyzed. Conclusion concerning possibility of further landfill exploitation and electricity acquisition was drawn.

**Key words:** landfill gas, electricity production

### **Adres do korespondencji:**

Piotr Sołowiej; e-mail: [pit@uwm.edu.pl](mailto:pit@uwm.edu.pl)  
Katedra Elektrotechniki i Energetyki  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Ul. Oczapowskiego 11  
10-736 Olsztyn