

Piotr Klimek

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Ocena potencjału energetycznego odpadów komunalnych w zależności od zastosowanej technologii ich utylizacji

Potencjał energetyczny odpadów komunalnych może zostać zagospodarowany bezpośrednio w procesach termicznej utylizacji z odzyskiem energii elektrycznej i cieplnej. Sposobem pośrednim jest wykorzystanie procesu beztlenowego rozkładu substancji organicznej zawartej w odpadach do wytwarzania biogazu, który może stanowić paliwo dla bloków energetycznych produkujących energię elektryczną i ciepłą w skojarzeniu. W artykule przedstawiono ocenę procesu odzyskiwania energii z odpadów komunalnych w oparciu o porównanie dwóch systemów gospodarki odpadami. Pierwszą z analizowanych technologii jest deponowanie odpadów na składowiskach i odzyskiwanie energii z wytworzonego biogazu, a drugą – termiczna utylizacja odpadów w spalarni. Na podstawie informacji o parametrach odpadów oraz danych technicznych instalacji do bezpośredniego i pośredniego energetycznego wykorzystania odpadów komunalnych przeprowadzono szacunkowe obliczenia ilości energii możliwej do pozyskania w zależności od zastosowanej technologii ich utylizacji.

Słowa kluczowe: gaz, gaz składowiskowy, energia, odpady komunalne, spalanie, efektywność.

Evaluation of the energy potential of municipal solid waste depending on waste treatment technology

The energy potential of Municipal Solid Waste (MSW) could be used directly in thermal utilization processes like waste incineration connected to electricity and heat production. An indirect method of recovering energy from MSW based on utilizing methane generated in anaerobic processes on the landfill sites. This paper focused on the assessment the energy potential recovery from MSW based on the comparisons of two MSW treatment technologies: Waste to Energy (incineration) and landfilling of wastes. Estimation conducted in this paper shows that Waste to Energy is the most energy efficient way to recover energy from MSW.

Key words: gas, landfill gas, energy, Municipal Solid Wastes, incineration, efficiency.

Wprowadzenie

Zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną stanowi wyzwanie dla gospodarki energetycznej, co wymusza podjęcie działań zmierzających do zapewnienia wymaganej w przyszłości ilości energii. Zgodnie z *Prognozą zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku*, stanowiącą załącznik nr 2 do *Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku*, przewidywany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną finalną wyniesie ok. 55% (z poziomu

około 111 TWh w 2006 r. do około 172 TWh w 2030 r.) [8]. Zagwarantowanie dostaw energii elektrycznej na prognozowanym poziomie wiąże się z inwestycjami w branży energetycznej, które sprowadzą się do:

- rozbudowy mocy produkcyjnych,
- modernizacji polegającej na poprawie sprawności przetwarzania energii chemicznej paliwa na energię elektryczną,

- modernizacji sieci energetycznych w celu eliminowania strat przesyłowych [5].

Dodatkowym elementem mogącym w pewnym stopniu uzupełnić wciąż rosnące zapotrzebowanie na energię jest

zagospodarowanie odpadów komunalnych. Stanowią one potencjalne źródło energii, której ilość uzależniona jest od stosowanej technologii energetycznego wykorzystania odpadów.

Pozyskiwanie energii z odpadów zdeponowanych na składowiskach

Odzyskiwanie energii z odpadów zdeponowanych na składowiskach polega na wykorzystaniu biogazu generowanego w biochemicznym procesie beztlenowej degradacji substancji organicznej zawartej w odpadach. Rozkład materii organicznej można podzielić na wiele etapów (elementów cząstkowych), lecz ze względu na najdłuższy czas trwania oraz stabilność składu biogazu na szczególną uwagę zasługuje proces metanogenezy. Fermentacja metanowa jest zespołem beztlenowych procesów biochemicznych, w których wielko-cząsteczkowe substancje organiczne (głównie węglowodany, białka i tłuszcze oraz ich związki pochodne) są rozkładane do alkoholi lub niższych kwasów organicznych, które ostatecznie są substratem w procesie wytwarzania metanu [1]. Do podstawowych składników gazu składowiskowego wytwarzanego w procesie metanogenezy należą [6]:

- metan: 40÷65% mol/mol,
- dwutlenek węgla: 35÷60% mol/mol.

Aby pozyskać gaz ze składowiska odpadów komunalnych, konieczne jest wybudowanie instalacji składającej się z elementów odbierających gaz ze złoża odpadów (studnie pionowe, kolektory poziome doprowadzające gaz do stacji zbiorczej) oraz stacji zbiorczej (odwadniacze, dmuchawa, aparatura kontrolno-pomiarowa).

Pionowe studnie odgazowujące instaluje się na składowisku metodą wiercenia udarowo-obrotowego. Odwierty o średnicy 400÷460 mm sięgają spągu odpadów. Odległości pomiędzy studniami uzależnione są od indywidualnych

warunków panujących na danym składowisku i zawierają się w granicy 30÷50 m. W odwiertach umieszcza się perforowane filtry, a przestrzeń między nimi a ścianą odwiertu wypełnia się obsypką żwirową. W przestrzeni górnej części odwiertu umieszcza się uszczelnienie łożowe. Dodatkowo strefę przyodwiertową pokrywa się geomembraną. Tak wykonane uszczelnienie strefy przyodwiertowej zapobiega infiltracji powietrza atmosferycznego do wnętrza składowiska odpadów. Odbierany ze studni gaz składowiskowy przesyłany jest do stacji zbiorczej – stanowiącej integralną część instalacji do utylizacji gazu. Zadaniem stacji zbiorczej jest odbiór gazu ze składowiska, jego oczyszczenie i przesłanie do instalacji wytwarzającej energię.

Do wytwarzania energii z gazu składowiskowego najczęściej wykorzystywane są tłokowe silniki gazowe z zapłonem iskrowym, czyli silniki spalinowe o spalaniu wewnętrznym – powszechnie wykorzystywane w pojazdach oraz innych maszynach.

Tłokowe silniki gazowe w zasadzie są zmodyfikowanymi konstrukcjami silników średnio i wysokoobrotowych, napędzanych zwykle paliwem ciekłym. Silniki tłokowe stanowią bardzo dobre rozwiązanie w przypadku skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej (CHP). Układy CHP z tłokowymi silnikami gazowymi są stosowane najczęściej do produkcji gorącej wody. Ciepło odzyskuje się z wymiennika płaszcza silnika, wymiennika oleju oraz wymiennika spalin [3].

Pozyskiwanie energii w procesie termicznej utylizacji odpadów

Wśród dostępnych procesów termicznego przekształcania odpadów komunalnych zdecydowanie dominują metody spalania. Odzysk ciepła wytworzonego w procesie spalania odpadów i jego efektywne wykorzystanie stało się już obligatoryjne. Pierwsze spalarnie odpadów powstały w Europie oraz Stanach Zjednoczonych w końcu XIX wieku. Obecnie w samej Europie istnieje kilkaset instalacji termicznej utylizacji odpadów. W 2010 roku 22% odpadów komunalnych wytworzonych w krajach Unii Europejskiej było przetwarzanych w takich zakładach (w Danii i Szwecji – blisko 50%) [12]. Funkcjonowanie instalacji spalania odpadów jako elektrowni, ciepłowni bądź elektrociepłowni uwarunkowane jest lokalnymi możliwościami i potrzebami

w zakresie przesyłania oraz wykorzystania produkowanej formy energii. Najbardziej sprawny termicznie i elastyczny eksploatacyjnie jest układ instalacji pracującej w skojarzeniu, to jest produkującej energię cieplną i elektryczną [9].

Nowoczesnymi, dużymi instalacjami termicznego przekształcania odpadów, które zostały wybudowane w Europie w ciągu ostatnich pięciu lat, są instalacje rusztowe [9].

Najlepsze efekty daje spalanie na rusztach posuwistozwrotnych, gdyż zapewniają one najwyższy stopień wypalenia materiału (mała zawartość niespalonych substancji organicznych w żużlu) przy jednoczesnym dobrym natlenieniu i wymieszaniu strefy spalania (niskie stężenia tlenu węgla oraz organicznych produktów niepełnego spalania w gazach

odlotowych). Dla odpadów o wartości opałowej 6÷10 MJ/kg zazwyczaj stosuje się ruszty chłodzone powietrzem (pierwotnym, przepływającym w szczelinach pomiędzy rusztowinami), zaś dla wyższych wartości opałowych (10÷16 MJ/kg) stosuje się ruszty chłodzone wodą [11].

Ponad komorą spalania znajduje się pionowy kocioł, a następnie wymienniki ciepła, w których produkowana jest para i gorąca woda. Do kotła wpływają spaliny o temperaturze ponad 1000°C, natomiast – gdy opuszczają ekonomizer – ich temperatura wynosi ok. 200°C. Produkowana para posiada najczęściej następujące parametry: temperatura ok. 400°C i ciśnienie ok. 4÷10 MPa. Para wykorzystywana jest w turbinie do produkcji energii elektrycznej. Jeżeli ma być produkowana jedynie energia elektryczna, to jest to zazwyczaj turbina kondensacyjna, zaś w przypadku pracy w skojarzeniu,

jest to turbina przeciwprężna, przeciwprężno-upustowa lub kondensacyjno-upustowa [11].

Doświadczenia funkcjonujących spalarni odpadów komunalnych w Europie pokazują, że współczesna instalacja termicznego przekształcania odpadów komunalnych o wydajności ok. 240 000 Mg/rok jest w stanie dostarczyć ok. 35÷40 MW energii cieplnej oraz ok. 5÷8 MW energii elektrycznej [11]. Według danych zawartych w wytycznych najlepszej dostępnej techniki (BAT) z jednego megagrama odpadów komunalnych można przy pracy w układzie skojarzonym uzyskać ok. 0,4 MWh energii elektrycznej oraz ok. 6,6 GJ energii cieplnej netto [11]. Część produkowanej energii elektrycznej wykorzystywana jest na potrzeby własne instalacji. Średnio jest to 0,09 MWh/Mg spalanych odpadów, mających wartość opałową rzędu 9 MJ/kg [9].

Analiza porównawcza systemów utylizacji odpadów

Określenie ilości energii możliwej do pozyskania z odpadów komunalnych wymaga przeprowadzenia obliczeń w oparciu o rzeczywiste dane pozyskane z zakładu gospodarki odpadami lub na podstawie założeń charakteryzujących odpady wytwarzane na danym terenie. Biorąc pod uwagę szacunkowy charakter badań polegających na określeniu różnic pomiędzy analizowanymi technologiami zagospodarowania odpadów, zdecydowano o wykonaniu obliczeń dla hipotetycznego miasta wytwarzającego odpady o następującej charakterystyce:

- masa odpadów: 100 000 Mg/rok,
- morfologię odpadów przedstawiono w tabelicy 1.

Tabela 1. Morfologia odpadów komunalnych [10]

Rodzaj odpadu	Udział masowy [%]
Tworzywa sztuczne	20
Makulatura	16
Tekstylia	3
Odpady organiczne (spożywcze)	32
Odpady z parków i terenów zielonych	3
Drewno	2
Guma/skóra	1
Odpady inertne	23

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.stat.gov.pl

Analizując możliwości pozyskania energii z odpadów zdeponowanych na składowiskach, należy oszacować ilość wytwarzanego tam gazu. Prognozowanie produktywności gazowej składowiska jest jednym z podstawowych elementów każdego ze studiów wykonalności inwestycji energetycznego

zagospodarowania gazu składowiskowego. Do obliczenia produktywności gazowej składowiska zastosowano opracowany w Instytucie Nafty i Gazu – PIB program komputerowy LFG – ENERGY, wykorzystujący zmodyfikowaną ukraińską wersję modelu LandGEM, który jest oparty na równaniu kinetycznym I rzędu [4]:

$$Q_{LFG} = \sum_{t=1}^n \sum_{j=0,1}^1 2kL_0 \left[\frac{M_i}{10} \right] \left(e^{-kt_{ij}} \right) (MCF)$$

gdzie:

Q_{LFG} – maksymalna produktywność gazowa składowiska ($CH_4 = 50\%$) [m^3/rok],

i – okres jednego roku,

n – (rok, w odniesieniu do którego wykonywane są obliczenia) – (pierwszy rok deponowania odpadów),

j – okres 0,1 roku,

k – szybkość wytwarzania metanu z danej frakcji odpadów [$1/rok$],

L_0 – potencjał wytwarzania metanu z danej frakcji odpadów [m^3/Mg],

M_i – masa odpadów stałych zdeponowanych w roku i [Mg],

t_{ij} – wiek j -tej sekcji masy odpadów M_i zdeponowanych w roku i ,

MCF – współczynnik korekcyjny.

O modyfikacji i zastosowaniu wersji ukraińskiej modelu LandGEM zdecydowano ze względu na zbliżone warunki klimatyczne Polski i Ukrainy.

W celu określenia ilości energii możliwej do pozyskania w trakcie termicznej utylizacji odpadów przyjęto dane literaturowe dotyczące wartości opałowej poszczególnych frakcji odpadów komunalnych [2, 7].

Obliczenia ilości energii możliwej do pozyskania z odpadów zdeponowanych na składowisku odpadów komunalnych

Odzyskanie energii z odpadów zdeponowanych na składowisku odpadów komunalnych polega na zagospodarowaniu gazu składowiskowego generowanego w procesie metanogenezy. Obliczenia wykonano na podstawie założeń przedstawionych poniżej.

Założenia:

- masa odpadów oraz ich morfologia przedstawiona powyżej w charakterystyce odpadów,
- okres deponowania odpadów wynosi 10 lat,
- produktywność gazowa składowiska oszacowana została za pomocą wersji ukraińskiej modelu LandGEM,
- strumień objętości gazu odbieranego ze składowiska wynosi 55% wartości oszacowanej za pośrednictwem modelu,
- wartość opałowa gazu zawierającego 50% metanu wynosi 0,018 [GJ/m³],
- energia użyteczna jest wytwarzana z gazu składowiskowego za pośrednictwem silników tłokowych o parametrach:
 - sprawność elektryczna = 38%,
 - sprawność cieplna = 40%,
- energia zużywana na potrzeby instalacji wynosi 10% wytwarzanej energii elektrycznej,
- energia wytwarzana jest przez okres 35 lat, począwszy od trzeciego roku funkcjonowania składowiska.

Obliczenia wykonano według równania:

$$E_{US} = [(E_R \cdot \eta_{es}) - (E_R \cdot \mu_{es} \cdot E_{ps})] + [E_R \cdot \eta_{hs}]$$

gdzie:

E_{US} – energia użyteczna odzyskana ze składowiska odpadów [GJ/rok],

E_R – energia w gazie odzyskanym ze składowiska, wyrażona wzorem: $E_R = P \cdot R \cdot W_s$,

P – produktywność gazowa [m³/rok] (zmiany w czasie strumienia objętości generowanego gazu zostały uwzględnione),

R – współczynnik odzysku gazu ze składowiska, wynoszący 55%,

W_s – wartość opałowa gazu składowiskowego, wynosząca 0,018 GJ/m³,

η_{es} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej, wynosząca 38%,

E_{ps} – energia zużyta na potrzeby instalacji wynosi 10% ilości wytworzonej energii elektrycznej,

η_{hs} – sprawność wytwarzania energii cieplnej, wynosząca 40%.

Wyniki obliczeń ilości energii możliwej do pozyskania ze składowiska odpadów przedstawiono w tablicy 2.

Obliczenie ilości energii możliwej do pozyskania w przypadku spalania odpadów komunalnych

Odzyskanie energii z odpadów w spalarni sprowadza się do ich termicznej utylizacji z odzyskiem ciepła w postaci pary wodnej, która następnie kierowana jest na turbinę wytwarzającą energię elektryczną. W przypadku skojarzonego wytwarzania energii dodatkowo odzyskiwane jest ciepło. Obliczenia wykonano na podstawie założeń przedstawionych poniżej.

Założenia:

- masa odpadów oraz ich morfologia przedstawiona powyżej w charakterystyce odpadów,
- wartość opałowa poszczególnych frakcji odpadów:
 - tworzywa sztuczne: 40 GJ/Mg,
 - makulatura: 11 GJ/Mg,
 - tekstylia: 14 GJ/Mg,
 - odpady organiczne (spożywcze): 3 GJ/Mg,
 - odpady z parków i terenów zielonych: 4 GJ/Mg,
 - drewno: 18 GJ/Mg,
 - guma/skóra: 30 GJ/Mg,
 - odpady inertne: 0 GJ/Mg [11],
- energia użyteczna jest wytwarzana ze sprawnością:

- elektryczną: 18%,
 - cieplną: 32% [2],
- energia zużywana na potrzeby instalacji termicznej utylizacji odpadów wynosi 15% energii elektrycznej wytwarzanej w tym procesie [9],
 - energia wytwarzana jest przez 10 lat.

Obliczenia wykonano według równania:

$$E_{UT} = [(M \cdot W_c \cdot \eta_{et}) - (M \cdot W_c \cdot \eta_{et} \cdot E_{pt})] + [M \cdot W_c \cdot \eta_{ht}]$$

gdzie:

E_{UT} – energia użyteczna odzyskana w trakcie termicznej utylizacji odpadów [GJ/rok],

M – masa odpadów doprowadzanych do instalacji termicznej utylizacji odpadów [Mg],

η_{et} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej, wynosząca 18%,

E_{pt} – energia zużyta na potrzeby instalacji termicznej utylizacji odpadów wynosi 15% ilości energii elektrycznej wytworzonej w tym procesie,

η_{ht} – sprawność wytwarzania energii cieplnej, wynosząca 32%,
 W_c – wartość opałowa odpadów, wynosząca 11,92 GJ/Mg,
 wyliczona według równania:

$$W_c = U_{pt} \cdot W_p + U_{mt} \cdot W_m + U_{tt} \cdot W_t + U_{ot} \cdot W_o + \\ + U_{zt} \cdot W_z + U_{dt} \cdot W_d + W_{gt} \cdot W_g + U_{it} \cdot W_i$$

gdzie:

U_{pt} – udział tworzyw sztucznych w masie odpadów [-],
 W_p – wartość opałowa tworzyw sztucznych [GJ/Mg],
 U_{mt} – udział makulatury w masie odpadów [-],
 W_m – wartość opałowa makulatury [GJ/Mg],
 U_{tt} – udział tekstyliów w masie odpadów [-],
 W_t – wartość opałowa tekstyliów [GJ/Mg],
 U_{ot} – udział odpadów organicznych w masie odpadów [-],
 W_o – wartość opałowa odpadów organicznych [GJ/Mg],
 U_{zt} – udział odpadów z terenów zielonych w masie odpadów [-],
 W_z – wartość opałowa odpadów z terenów zielonych [GJ/Mg],
 U_{dt} – udział drewna w masie odpadów [-],
 W_d – wartość opałowa drewna [GJ/Mg],
 U_{gt} – udział gumy/skóry w masie odpadów [-],
 W_g – wartość opałowa gumy/skóry [GJ/Mg],
 U_{it} – udział odpadów inertnych w masie odpadów [-],
 W_i – wartość opałowa odpadów inertnych [GJ/Mg].

Wyniki obliczeń ilości energii pozyskiwanej z odpadów w procesie ich termicznej utylizacji przedstawiono w tabelicy 2.

W ramach niniejszych badań analizowano przypadek miasta, które wytwarza rocznie 100 000 Mg odpadów, co w dziesięcioletnim okresie objętym analizą daje wartość 1 000 000 Mg. Morfologię odpadów przedstawiono w tabelicy 1. Obliczenie energii w odpadach (na podstawie których przeprowadzono symulacje związane z odzyskiem energii podczas zastosowania różnych technologii gospodarki odpadami) wykonano, biorąc pod uwagę skład morfologiczny odpadów oraz wartość opałową poszczególnych frakcji. Określono wartość opałową odpadów, która wyniosła 11,92 GJ/Mg. Zakładając, że masa wytworzonych odpadów w okresie dziesięciu lat wynosi 1 000 000 Mg, a wartość opałowa odpadów jest równa 11,92 GJ/Mg, można przyjąć, że całkowita ilość energii w odpadach stanowi 11 920 000 GJ.

W tabelicy 2 zestawiono sumaryczną ilość energii możliwą do pozyskania z odpadów komunalnych, biorąc pod uwagę analizowane technologie gospodarki odpadami. Dodatkowo wyliczono stopień odzysku energii w zależności od zastosowanej technologii zagospodarowania odpadów.

Tablica 2. Porównanie ilości energii możliwej do pozyskania z wykorzystaniem analizowanych technologii gospodarki odpadami

	Składowisko		Spalarnia	
	Energia użyteczna [GJ]	Energia użyteczna [MWh]	Energia użyteczna [GJ]	Energia użyteczna [MWh]
Ilość wytworzonej energii w okresie objętym analizą	1 028 219*	285 616*	5 638 160*	1 566 156*
Stopień odzysku energii w okresie objętym analizą [%]	8,6**		47,3**	

*Energia użyteczna jest sumą energii elektrycznej i energii cieplnej przesyłanej do odbiorców.

**Stopień odzysku energii określa się jako stosunek energii użytecznej do energii całkowitej – obliczonej na podstawie udziału danej frakcji w odpadach oraz wartości opałowej tej frakcji.

Podsumowanie

Odpady komunalne ze względu na skład morfologiczny powinny być traktowane jako potencjalne źródło energii. Wyniki przeprowadzonych obliczeń pokazują, że termiczna utylizacja odpadów jest technologią, która w sposób najbardziej efektywny pozwala na odzyskanie energii z odpadów. Argumentem przemawiającym za termiczną utylizacją opa-

dów jest ich morfologia, która zmienia się wraz z upływem lat. Materiały opakowaniowe stanowią coraz większą część w masie odpadów. Wzrost procentowego udziału frakcji wysokoenergetycznej (tworzywa sztuczne, papier) powoduje poprawę własności paliwowych odpadów i jednocześnie umożliwia wytwarzanie większej ilości energii.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2013, nr 12, s. 909–914

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Ocena potencjału energetycznego odpadów komunalnych w zależności od zastosowanej technologii ich utylizacji*. Praca INiG na zlecenie MNiSW; nr archiwalny: DK-4100-62/12, nr zlecenia: 62/SN/12.

Literatura

- [1] Buraczewski G.: *Fermentacja metanowa*. PWN. Warszawa 1989.
- [2] Department for Environment Food and Rural Affairs of United Kingdom: *Advanced Thermal Treatment of Municipal Solid Waste*. Defra 2007.
- [3] Dudek J. i in.: *Technologie energetycznego wykorzystania gazu składowiskowego*. Prace Naukowe INiG nr 174. Krakow 2010.
- [4] Dudek J.: *Analiza zagrożeń emisja biogazu na terenie po zrehabilitowanym składowisku odpadów komunalnych w Krosnie*. Nafta-Gaz 2011, nr 8, s. 562–567.
- [5] Klimek P.: *Optymalizacja procesu wytwarzania energii elektrycznej z gazu składowiskowego*. Monografia pod redakcją prof. dr. hab. K. Szymańskiego, Gospodarka Odpadami Komunalnymi, Koszalin 2010.
- [6] Klimek P.: *Zatłaczanie gazu składowiskowego do sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego*. Nafta-Gaz 2009, nr 5, s. 415–418.
- [7] Lorber K. E. et al.: *Energetische werwertung von abfall in verbrennungsanlagen*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej nr 17, Koszalin 1999.
- [8] Ministerstwo Gospodarki: *Polityka Energetyczna Polski do 2030 r.*, www.mg.gov.pl/Gospodarka/Energetyka/Polityka-+energetyczna
- [9] Przywarska R.: *Odpady komunalne źródłem energii odnawialnej*. Recykling 2009, nr 7, s. 103–104.
- [10] Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012, www.stat.gov.pl
- [11] Wielgosinski G.: *Wybor technologii termicznego przekształcania odpadów komunalnych*. Nowa Energia 2012, nr 1, s. 66–80.
- [12] www.cewep.eu



Mgr inż. Piotr KLIMEK
Asystent w Zakładzie Technologii Energii Odnawialnych.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: piotr.klimek@inig.pl

OFERTA

ZAKŁAD TECHNOLOGII ENERGII ODNAWIALNYCH

Zakres działania:

- prognozowanie produktywności gazowej składowisk odpadów komunalnych i ich weryfikacja poprzez testy aktywnego odgazowania;
- opracowanie koncepcji technologicznych instalacji do odgazowania składowisk i utylizacji biogazu wraz z doradztwem technicznym i oceną ekonomiczną energetycznego wykorzystania gazu;
- projektowanie i wykonawstwo instalacji odgazowania składowisk odpadów komunalnych;
- prowadzenie monitoringu składowisk odpadów;
- ocena zagrożeń powodowanych ekshalacjami metanu (złoża węglowodorów, składowiska odpadów);
- projektowanie instalacji automatycznego monitoringu powietrza glebowego;
- opracowanie raportów o oddziaływaniu na środowisko przedsięwzięć: branży górnictwa nafty i gazu, gazownictwa i gospodarki odpadami;
- przygotowywanie wniosków o pozwolenia zintegrowane dla składowisk odpadów oraz instalacji objętych obowiązkiem uzyskania tych pozwoleń.



Kierownik: mgr inż. Joanna Zaleska-Bartosz
Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków
Telefon: 12 660-36-05, 12 653-25-12 w. 133
Fax: 12 650-77-50, 12 653-16-65
E-mail: zaleska-bartosz@inig.pl

