

**Mgr Ewelina Okraszewska\***

**GOSPODARKA PALIWOWO-ENERGETYCZNA  
W KONTEKŚCIE WYKORZYSTANIA ODPADÓW  
DO PRODUKCJI ZIELONEJ ENERGII**

**FUEL ECONOMY IN THE CONTEXT OF THE USE OF WASTE FOR  
GREEN ENERGY PRODUCTION**

**Abstract**

The fuel and energy economy is an area of business that encompasses the whole spectrum of phenomena and processes related to the acquisition and use of energy carriers, both in the processing of certain energy carriers for others and in the processes of final consumption of fuels and energy. The article studied the potential of waste to produce green energy, in order to search for alternatives to energy from conventional energy sources. Efforts have been made to evaluate the activities of waste incineration plants, both economically and environmentally. The work is theoretical. Methods used to try to answer a research question are characterized by a heuristic approach.

**Keywords:** energy, renewable energy, economy, waste incinerator, alternative energy, municipal waste

**JEL classification:** Q01, Q20, P29, Q32, Q35, Q420, Q5

---

\* Doktorantka, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Gospodarki Światowej i Integracji Europejskiej, ewelina.okraszewska@gmail.com

## Potencjał odpadów w wytwarzaniu energii

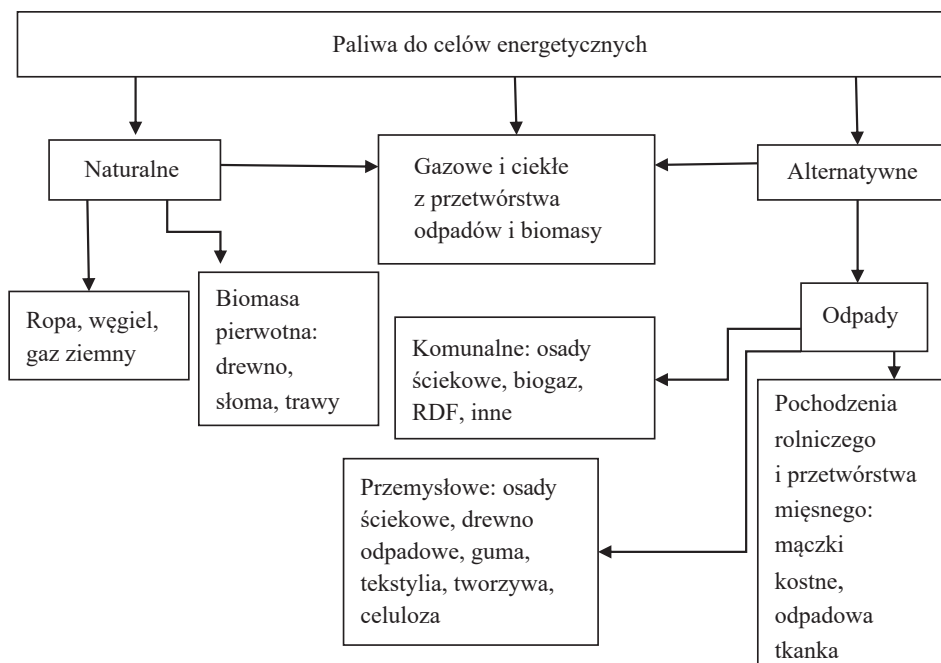
Gospodarka paliwowo-energetyczna to obszar działalności gospodarczej obejmujący całokształt zjawisk i procesów związanych z pozyskiwaniem i wykorzystywaniem nośników energii, zarówno w procesach przetwarzania jednych nośników energii na inne, jak i w procesach końcowego zużycia paliw i energii. Pozyskanie energii pierwotnej w Polsce, po kilkuletnim wzroście trwającym od 2010 roku, zmniejszyło się w 2015 roku do poziomu 2869,8 PJ<sup>1</sup>. Zmalała ilość pozyskiwanego węgla kamiennego, gazu ziemnego i pozostałych nośników energii, natomiast zaczęto wykorzystywać więcej węgla brunatnego i ropy naftowej. Najważniejszym pozyskiwanym nośnikiem energii pozostaje węgiel kamienny, którego wydobycie w Polsce wyniosło w 2015 roku 72,7 mln ton<sup>2</sup>. Struktura zużycia nośników energii pierwotnej ulegała niewielkiej, ale stopniowej zmianie na przestrzeni ostatnich lat. Udział węgla kamiennego spadał, natomiast wzrastał udział ropy naftowej oraz odnawialnych źródeł energii. W związku z wyczerpującymi się zasobami węgla oraz gazu ziemnego prowadzi się badania nad paliwami, które mogłyby zastąpić dotychczas stosowane. W związku z tym rozpoczęto wytwarzanie tak zwanych paliw alternatywnych. W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 31 października 2003 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie rodzajów odpadów innych niż niebezpieczne oraz rodzajów instalacji i urządzeń, w których dopuszcza się ich termiczne przekształcanie (Dz.U. nr 192, poz. 1877) definiowane są one jako odpady palne, rozdrobnione, o jednorodnym stopniu wymieszania, powstałe w wyniku zmieszania odpadów innych niż niebezpieczne, z udziałem lub bez udziału paliwa stałego, ciekłego lub biomasy, które w wyniku przekształcenia termicznego nie powodują przekroczenia standardów emisyjnych z instalacji współspalania odpadów. Paliwa te są z powodzeniem wykorzystywane na przykład w cementowniach. Jednak nadal traktowane są jako odpad. Instalacja do wytwarzania paliw musi spełniać rygorystyczne warunki. W przypadku, gdy taki odpad ma ponad 1% zawartości chloru, musi przynajmniej przez 2 sekundy znajdować się w strefie o temperaturze nie niższej niż 1100°C, a spaliny muszą być odpowiednio szybko schłodzone. Ograniczenia są również zaletą systemu, ponieważ odpady niebezpieczne, a w szczególności te, które zawierają rtęć, znacząco wpływają na podstawowe funkcje środowiska, które nie jest zdolne do samoregeneracji. Rysunek 1 ilustruje podział paliw, jakie mogą być wykorzystywane w energetyce.

Z rysunku 1 wynika, iż paliwa alternatywne wytworzone z odpadów pochodzą głównie z trzech sektorów, a mianowicie są to odpady komunalne, przemysłowe, pochodzenia rolniczego i przetwórstwa mięsnego. Mogą rów-

<sup>1</sup> Główny Urząd Statystyczny, *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2014–2015*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2016, s. 52.

<sup>2</sup> Główny Urząd Statystyczny, *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2017, s. 307.

niez zostać przetworzone na paliwa gazowe przy zastosowaniu odpowiednich metod, które opisane zostaną w dalszej części pracy. Współcześnie w Polsce nie dysponujemy na tyle wydajnymi technologiami, aby skrupulatnie dokonywać mechanicznego podziału odpadów na poliolefinowe i PET (bez chloru) oraz PCV (z chlorem). Innowacją w tej dziedzinie może okazać się technologia pirolizy, która zostanie przybliżona w dalszej części pracy. Inną technologią pozwalającą uzyskać energię odnawialną jest termiczne przekształcanie odpadów.



**Rysunek 1. Podział paliw w sektorze energetycznym**

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Walendziewski, M. Kułażyński, A. Surma, *Określenie potencjału odpadów i ich rodzajów do produkcji paliw alternatywnych*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007, s. 55.

Zgodnie z Ustawą z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r., poz. 21) przez termiczne przekształcanie odpadów rozumiane jest spalanie odpadów przez ich utlenianie, a także inne niż wskazane w literaturze procesy, na przykład proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas tych zabiegów są następnie spalane. Miejscem, w którym odpady ulegają unieszkodliwianiu w procesie termicznego przekształcania, są spalarnie odpadów komunalnych i spalarnie odpadów niebezpiecznych. Zaletą termicznego przekształcania odpadów jest ich skuteczność. Daje możliwość wywiązania się z wymogów UE i prawa polskiego dotyczących składowania odpadów biodegradowalnych.

Stwarza to również potencjalne korzyści ekonomiczne, nie można też pominąć ważnych kwestii dla środowiska. Termiczne metody pomagają w zmniejszeniu zanieczyszczeń wód, gleb i powietrza przez kontrolowane spalanie i ograniczenie emisji CH<sub>4</sub>. Kolejny z atrybutów tych możliwości to oszczędność zasobów kopalnych, co może pomóc w zachowaniu trwałości zasobów dla obecnych i przyszłych pokoleń, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju<sup>3</sup>.

## Wykorzystanie odpadów komunalnych w gospodarce paliwowo-energetycznej

Pod koniec XIX wieku w Nottingham w Anglii powstała pierwsza przemysłowa spalarnia działająca pod nazwą Destructor. Posiadała 16 komór spalających oraz ruszt stały o wydajności 4–6 Mg/dobę<sup>4</sup>. Odkryto jednak, że – wykorzystując odpady – można uzyskać zarówno energię elektryczną, jak i ciepłą. Niedługo potem budowane w obrębie miast spalarnie stały się również źródłem produkcji energii cieplnej przesyłanej do ogrzewania mieszkań czy energii w postaci pary wodnej, wykorzystywanej w procesach technologicznych rozwijających się gałęzi przemysłu<sup>5</sup>. Zostały one powszechnie uznawane za bezpieczne, przyczyniające się do zwiększenia czystości komunalnej, a także zmniejszania ilości odpadów, dzięki przekształcaniu ich w żużel. Od 1904 roku w Anglii działało już ponad 200 spalarni, między innymi w Warrington, Bolton, Salford, a także w Londynie<sup>6</sup>.

W Polsce pierwsza spalarnia powstała w Warszawie w 1912 roku. Posiadała ona wydajność 10 tysięcy Mg/rok<sup>7</sup>. Została jednak zupełnie zniszczona podczas Powstania Warszawskiego w 1944 roku. Jeszcze jedna spalarnia znajdowała się w Poznaniu. Założona została w 1927 roku<sup>8</sup>. Miała podobną wydajność i została zlikwidowana w 1954 roku.

Temat termicznego przekształcania odpadów nie jest zupełnie nowym zagadnieniem. W dalszej części pracy zostaną przybliżone aspekty ekologiczne funkcjonowania pracy spalarni – zarówno zagrożenia, jak i szanse, jakie mogą ze sobą nieść dla poprawy stanu gospodarki odpadami. Instalacje termicznego przekształcania odpadów są nieodzownym elementem współczesnego systemu gospodarki

<sup>3</sup> L. Sieja, *Termiczne metody przekształcania odpadów komunalnych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami*, Wydawnictwo Werdan, Katowice 2008, s. 30–39.

<sup>4</sup> [http://www.cire.pl/pliki/2/termincz\\_przekoszt\\_odpadow.pdf](http://www.cire.pl/pliki/2/termincz_przekoszt_odpadow.pdf) (dostęp: 9.05.2017).

<sup>5</sup> T. Pająk, *Termiczna utylizacja odpadów komunalnych jako element współczesnej kompleksowej gospodarki odpadami*, „Przegląd Komunalny” 1998, nr 3.

<sup>6</sup> [http://www.cire.pl/pliki/2/termincz\\_przekoszt\\_odpadow.pdf](http://www.cire.pl/pliki/2/termincz_przekoszt_odpadow.pdf) (dostęp: 9.05.2017).

<sup>7</sup> T. Piecuch, *Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1998, s. 23.

<sup>8</sup> Ibidem.

odpadami, a także źródłem ciepła sieciowego dla miasta oraz alternatywą dla źródeł konwencjonalnych i jednocześnie formą bezpieczeństwa energetycznego miasta<sup>9</sup>. Głównym celem termicznego przekształcania odpadów jest ograniczenie ich masy<sup>10</sup>. Współcześnie składowanie odpadów staje się coraz większym problemem, który dotyczy nie tylko Polski, lecz ma charakter globalny. W krajach wysoko rozwiniętych wywóz odpadów na składowiska staje się ostatecznością. Państwa zmagają się z racjonalnym zarządzaniem odpadami, które mogą być wykorzystane między innymi do odzyskiwania energii. Przez termiczne unieszkodliwianie nie można ostatecznie rozwiązać problemu odpadów, aczkolwiek przy spełnieniu odpowiednich warunków można stwierdzić, że<sup>11</sup>:

- 1) są alternatywnym źródłem energii,
- 2) oszczędzają obszary, jakie należałoby poświęcić na budowę składowiska,
- 3) dzięki nim powstają nowe miejsca pracy,
- 4) ograniczają zapotrzebowanie na standardowe źródła energii,
- 5) powstające podczas spalania produkty są wykorzystywane na przykład w budownictwie drogowym.

Metody termicznej utylizacji odpadów stają się coraz bardziej powszechne. Można to wywnioskować z liczby około 500 zakładów, jakie działają na terenie UE. Polska jest krajem o dużym potencjale w tym zakresie. Jednak wiele czynników, takich jak zmieniane i nowelizowane otoczenie prawne, trudności z finansowaniem instalacji, a także zdobycie akceptacji społeczeństwa i skomplikowane procedury przy przetargach, zweryfikowało i uniemożliwiło powstanie części projektów w Polsce. Na wykresie 1 przedstawiono udział zastosowania metod termicznej utylizacji odpadów komunalnych w wybranych krajach UE, w tym w Polsce. Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc pod względem wykorzystania tych technologii. Ogromną przewagę nad Polską mają takie kraje, jak Szwajcaria, Luksemburg i Dania.

Zgodnie z zapisami zawartymi w wojewódzkich planach gospodarki odpadami przewidziane zostało uruchomienie zakładów w ośmiu aglomeracjach miejskich oraz powiększenie instalacji warszawskiej<sup>12</sup>. Na listę projektów indywidualnych Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko” wpisanych zostało 11 projektów, których realizacja do 2015 roku miała zaowocować powstaniem 12 instalacji do termicznego unieszkodliwiania odpadów<sup>13</sup>.

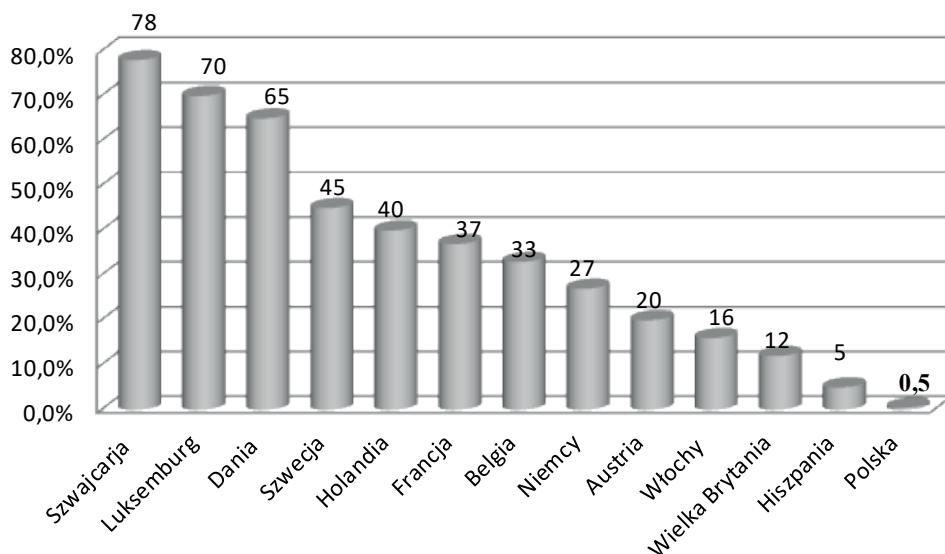
<sup>9</sup> [http://www.zmbzura.pl/zalaczniki/30/Energia\\_z\\_odpadow.ppt](http://www.zmbzura.pl/zalaczniki/30/Energia_z_odpadow.ppt) (dostęp: 8.05.2017).

<sup>10</sup> T. Piecuch, *op. cit.*, s. 21.

<sup>11</sup> [http://www.ietu.katowice.pl/O\\_IETU/prezentacja.pdf](http://www.ietu.katowice.pl/O_IETU/prezentacja.pdf) (dostęp: 2.06.2017).

<sup>12</sup> T. Alankiewicz, *Skuteczność funkcjonowania gospodarki odpadami na przykładzie jednostek samorządowych województwa wielkopolskiego*, Poznań 2009, s. 77, <http://www.wbc.poznan.pl/Content/161643/S4168AlankiewiczTomasz.pdf> (dostęp: 19.05.2017).

<sup>13</sup> Ibidem.



**Wykres 1. Udział metody termicznej utylizacji odpadów komunalnych w krajach europejskich**

Źródło: <http://www.spalarnia.krakow.pl/getFile.php?type=file&id=338> (dostęp: 18.05.2017).

Wszystkich planów nie uda się zrealizować ze względu na brak nakładów finansowych i akceptacji społecznej. Niektóre plany miast nie zostały jednak zaprzeczane – spalarnie odpadów komunalnych z nowoczesnymi instalacjami rozpoczęły swoją działalność między innymi w Białymstoku, Katowicach, Poznaniu, Szczecinie, Bydgoszczy, a także Koninie<sup>14</sup>. To jednak nie wszystkie planowane inwestycje, ponieważ z planów wynika, że ITPOK-i rozpoczną swoją działalność do 2018 roku również w Łodzi i Gdańsku.

Obecnie zakłady odzysku energii z odpadów pełnią kluczową funkcję w gospodarowaniu odpadami w celu osiągnięcia poprawy stanu środowiska i ochrony zdrowia społeczeństwa. Wśród wielu sposobów można wyróżnić następujące metody przekształcania<sup>15</sup>:

- 1) spalanie na ruszcie,
- 2) piece szybowe,
- 3) spalanie strumieniowe,
- 4) piece obrotowe,
- 5) spalanie półkowe,
- 6) spalanie cyklonowe,
- 7) dopalanie gazów spalinowych,
- 8) odgazowanie odpadów,

<sup>14</sup> M. Fajerski, *Perspektywy rozwoju instalacji spalania odpadów*, „Przegląd Komunalny” 2014, zeszyt specjalny nr 2, s. 3.

<sup>15</sup> Ł. Stefański, *Spalarnie odpadów jako metoda na pozyskiwanie energii oraz rozwiązanie problemu z gospodarką odpadami*, Wydawnictwo Graf, Łódź 2013, s. 21–22.

- 9) proces zagazowania,
- 10) proces destylacji,
- 11) proces rektyfikacji,
- 12) procesy skojarzone,
- 13) plazmowe technologie utylizacji odpadów.

W tabeli 1 przedstawiono porównanie wybranych metod termicznego spalania odpadów komunalnych.

**Tabela 1. Porównanie wybranych metod termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych**

Metoda	Zalety	Wady
Spalanie rusztowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sprawdzona metoda – liczne zastosowanie w Europie w około 400 instalacjach</li> <li>– Zastosowanie dla aglomeracji przy około 300 tysiącach mieszkańców</li> <li>– Brak konieczności wstępnego przygotowywania odpadów</li> <li>– Wysoka redukcja odpadów – ponad 90%</li> <li>– Efektywny odzysk energii</li> <li>– Zagospodarowanie odpadów zmieszanych i pozostałości po procesie segregacji</li> <li>– Koszty unieszkodliwiania porównywalne do składowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trudne do zagospodarowania pozostałości</li> <li>– Wysokie koszty składowania pozostałości</li> <li>– Wysokie nakłady inwestycyjne</li> </ul>
Piroliza i zagazowanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unieszkodliwianie wielu rodzajów odpadów komunalnych</li> <li>– Ograniczona ilość pyłów</li> <li>– Odzysk cennych związków z odpadów</li> <li>– Wytwarzanie gazu pirolitycznego</li> <li>– Mniejsze koszty eksploatacyjne i inwestycyjne z powodu małej emisji spalin i ich oczyszczania</li> <li>– Odzysk większej ilości energii dzięki turbinom gazowym</li> <li>– Mało toksyczne pozostałości, np. koks pirolityczny, który cechuje się wysoką zawartością węgla</li> <li>– Niskie temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nierekomendowane przy większych instalacjach</li> <li>– Dodatkowe koszty przez oczyszczanie paliwa</li> <li>– Duże koszty inwestycyjne</li> <li>– Niesprawdzone metody</li> <li>– Trudne w eksploatacji</li> </ul>

Metoda	Zalety	Wady
Instalacje plazmowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unieszkodliwianie wysokiej jakości związków chemicznych</li> <li>– Nie ma konieczności instalacji urządzeń ochrony powietrza</li> <li>– Pozostałości nadają się do zagospodarowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bardzo wysokie temperatury procesu</li> <li>– Konieczność częstych napraw instalacji</li> <li>– Niewiele możliwości zastosowania metody</li> <li>– Nowa, niezbadana instalacja</li> <li>– Znaczne zużycie energii</li> <li>– Wysokie koszty inwestycyjne</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://mzgok.konin.pl/informacje/wp-content/uploads/2013/01/R04-Analiza-opcji.pdf> (dostęp: 19.05.2017).

Spośród zaprezentowanych metod najczęściej wykorzystywane jest spalanie rusztowe, dlatego też w dalszej części artykułu skupiono się na analizie instalacji tego typu.

## Koszty eksploatacyjne spalania rusztowego

Każda instalacja wiąże się z ponoszeniem kosztów na jej budowę, a następnie eksploatację. Często koszty inwestycyjne okazują się na tyle wysokie, że inwestorzy wycofują się z inwestycji, ponieważ czas zwrotu zainwestowanego budżetu jest zbyt długi. Dlatego wybierają sprawdzone technologie, które nie wiążą się z tak dużym ryzykiem jak w przypadku innowacyjnych instalacji. Poniżej porównano dwie metody spalania w piecu rusztowym pod względem kosztów niezbędnych do funkcjonowania procesów odzysku energii. Spalanie odpadów w piecu rusztowym jest najczęściej stosowaną technologią termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Uważane jest również za najpewniejszą pod względem eksploatacji instalację. Konstrukcja rusztu dopasowana jest do jego produktywności, a także do wartości opałowej paliwa. Jest on podzielony na cztery bądź pięć stref. Każda z nich odpowiada jednej z faz termicznego przekształcania odpadów (fazie suszenia, odgazowania, zgazowania i spalania), proces jest nadzorowany osobno w każdej ze stref. Dzięki specjalnie zaprojektowanemu układowi podajników możliwa jest również kontrola szybkości podawania odpadów na ruszt. Ruszt zaprojektowano jako posuwisto-zwrotny, a poniżej niego zainstalowana jest komora dopalania, do której przesyłane jest dodatkowe powietrze procesowe. Następuje w niej również oczyszczenie gazów odlotnych z NO<sub>x</sub>. W końcowej części rusztu następuje opróżnienie komory spalania z popiołów dennych, które następnie są chłodzone wodą i przenoszone do magazynu zewnętrznego<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> <http://mzgok.konin.pl/informacje/wp-content/uploads/2013/01/R04-Analiza-opcji.pdf> (dostęp: 31.08.2017).



**Tabela 2. Bilans kosztów i przychodów technologii spalania w piecu rusztowym (tys. zł)**

<b>Koszty inwestycyjne</b>	<b>296 331</b>
<b>Koszty eksploatacyjne</b>	<b>19 935,5</b>
Koszty wynagrodzeń i świadczeń społecznych	2 075,08
Media i energia	2 670,9
Reagenty i addytywa	2 680,75
Utrzymanie i remonty	7 286,73
Koszty frakcjonowania żużli	985,75
Koszty stabilizacji i zestalania	814,12
Koszty zrzutu ścieków i deponowania	3 422,17
<b>Przychody</b>	<b>11 392,8</b>
Sprzedaż energii elektrycznej i zielonych certyfikatów	7 802,8
Sprzedaż energii cieplnej	2 598
Sprzedaż złomu	991,9

Źródło: <http://mzgek.konin.pl/informacje/wp-content/uploads/2013/01/R04-Analiza-opcji.pdf>  
(dostęp: 19.05.2017).

Z tabeli 2 wynika, że nawet w przypadku sprawdzonej metody koszty inwestycyjne są ogromne w porównaniu z przychodami. Czas, w którym dana inwestycja może się zwrócić, to około 26 lat. Jednak jest to czas bez uwzględniania bieżących kosztów eksploatacyjnych. Największe należy ponieść na utrzymanie i remonty instalacji – ponad 7 mln zł/rok. Wysokie koszty użytkowania dotyczą również: wynagrodzeń i świadczeń społecznych, opłaty za media i energię oraz reagentów.

**Tabela 3. Koszty i przychody przy spalaniu w piecu rusztowym z odzyskiem ciepła utajonego (tys. zł)**

<b>Koszty inwestycyjne</b>	<b>349 085,7</b>
<b>Koszty eksploatacyjne</b>	<b>16 412,3</b>
Koszty wynagrodzeń i świadczeń społecznych	2 339,8
Media i energia	1 027,1
Reagenty i addytywa	1 448,6
Utrzymanie i remonty	7 707,5
Koszty frakcjonowania żużli	736,3
Koszty stabilizacji i zestalania	608,2
Koszty zrzutu ścieków i deponowania	2 544,8
<b>Przychody</b>	<b>11 688,5</b>
Sprzedaż energii elektrycznej i zielonych certyfikatów	4 255,1
Sprzedaż energii cieplnej	6 692,5
Sprzedaż złomu	740,9

Źródło: <http://mzgek.konin.pl/informacje/wp-content/uploads/2013/01/R04-Analiza-opcji.pdf>  
(dostęp: 19.05.2017).

Wariant drugi polega na rozszerzeniu spalania rusztowego o system odzysku ciepła utajonego z wilgoci, jaka powstaje w spalinach z procesu termicznego przekształcania odpadów. Kotły z odzyskiem ciepła utajonego są specjalnie projekto-

wane, tak aby na wylocie z kotła spaliny zostały ochłodzone i miały temperaturę mniejszą niż 100°C. Dzięki temu wydajność cieplna kotła może się zwiększyć o 15% w stosunku do kotłów konwencjonalnych<sup>17</sup>.

W przypadku spalania rusztowego z odzyskiem ciepła utajonego koszty są podobne, jednak nie takie same, dlatego też przeprowadzono porównanie opłacalności tych dwóch metod. W tabeli 2 i 3 przedstawiono bilans możliwy do uzyskania podczas wykorzystania spalania rusztowego oraz spalania rusztowego z odzyskiem ciepła utajonego.

Analiza kosztów została podzielona na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Koszty użytkowe objęły między innymi wynagrodzenia, energię i remonty. Nie uwzględniono jednak kwestii ubezpieczeń. Wśród przychodów wyszczególniono sprzedaż energii elektrycznej, zielonych certyfikatów oraz energii cieplnej. Większe nakłady inwestycyjne należy uiścić podczas wykorzystywania spalania rusztowego z odzyskiem ciepła utajonego. Natomiast przy spalaniu w zwykłym piecu rusztowym należy spodziewać się wyższych nakładów eksploatacyjnych. Przychód w obu przypadkach jest porównywalny, ponieważ różnica wynosi zaledwie 295 708 zł na korzyść spalania z odzyskiem ciepła utajonego. Różnicę można zauważyć przy porównaniu zysków ze sprzedaży energii elektrycznej i zielonych certyfikatów. Jednak w tym przypadku większa jest przy spalaniu rusztowym. Z zastosowania drugiej metody otrzymywane są większe ogólne przychody, ponieważ zyski ze sprzedaży energii cieplnej są dwukrotnie większe niż w wariancie pierwszym. Dodatkowo uzyskiwany jest zysk ze sprzedaży złomu.

## **Spalarnie odpadów komunalnych – uwarunkowania ekonomiczne i środowiskowe**

W 2014 roku w krajach Unii Europejskiej działało około 450 instalacji spalania odpadów<sup>18</sup>. Ich zadaniem jest zmniejszenie ilości odpadów, które są produkowane i składowane, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa w stosunku do środowiska i społeczeństwa. Polska pod względem liczby instalacji znajduje się na końcu rankingu. Spalarnie odpadów cieszą się popularnością w wielu krajach europejskich. W Polsce w kilku miastach podjęto decyzje o budowie instalacji spalania. Plany budowy sześciu nowych spalarni do 2016 roku obejmowały takie miasta, jak: Białystok, Katowice, Poznań, Szczecin, Bydgoszcz i Konin, a do 2018 roku Łódź oraz Gdańsk. Na początku 2014 roku w Polsce funkcjonowały dwie spalarnie odpadów – w Warszawie i w Karsach. Warszawska spalar-

<sup>17</sup> A. Barczyński, W. Grządzielski, *Wysokosprawne procesy energetyczne z wykorzystaniem gazu ziemnego*, Międzyzdroje 2002, s. 4, <http://www.cire.pl/pliki/2/8Wysokosprawne479145022.pdf> (dostęp: 11.05.2017).

<sup>18</sup> <http://spalarnie-odpadow.pl/spalarnia-i-zdrowie/> (dostęp: 11.05.2017).

nia rocznie spala około 43 000 ton odpadów<sup>19</sup>. Władze stolicy mają w planach modernizację obiektu, nie podjęto jednak na chwilę obecną konkretnych działań w tym kierunku. Państwo polskie planuje kolejne działania w celu budowy tego typu zakładów. Polska jest krajem, który znajduje się w fazie rozwoju, zarówno pod względem budowy nowych instalacji termicznego przekształcania odpadów, jak i zwiększania świadomości ekologicznej Polaków. Wysoka liczba zwolenników i przeciwników budowy spalarni jest wynikiem równie dużej liczby ich wad i zalet. Argument przemawiający przeciwko budowie spalarni to, szczególnie w przypadku Polski, niewystarczająca kaloryczność odpadów. Obecnie nowoczesne urządzenia przygotowywane są pod kątem spalania śmieci o wartości kalorycznej powyżej 7000 kJ/kg<sup>20</sup>. Natomiast polskie odpady należy dodatkowo ukaloryczyć, między innymi przez dodanie olejów. Niska kaloryczność jest częstym powodem obniżenia poziomu spalania i utrudnionej degradacji substancji toksycznych, a także przyczynia się do podniesienia kosztów operacyjnych.

Według Ogólnopolskiego Towarzystwa Zagospodarowania Odpadów „3R” jednym z kluczowych powodów, dla których nie warto budować spalarni, jest marnowanie odpadów przez spalenie<sup>21</sup>. Odpady stają się „śmieciami” dopiero, gdy nie zostaną zmieszane z innymi lub odpowiednio posegregowane. Natomiast odpowiednie ich sortowanie pozwala na ich rotację. Innymi słowy, powtórne wprowadzenie ich do środowiska przez recykling pozwala na zaoszczędzenie znacznie większej ilości energii niż w przypadku ich spalania. Po procesie spalania nie będzie można czerpać już z nich energii.

Spalarnie są również producentem odpadów, co stanowi następny argument przeciwko ich zastosowaniu. Podczas procesu spalania zmienia się skład chemiczny i postać odpadu – nie następuje jednak całkowite zniszczenie materii<sup>22</sup>. Z przetworzenia jednej tony odpadów pozostaje około 320 kg pozostałości stałych.

Jedną z istotnych barier spalania odpadów są toksyczne związki, jakie powstają w tym procesie. Mimo stosowania coraz skuteczniej oczyszczających technologii, ilości związków chemicznych, jakie gromadzą się w pozostałościach, nadal nie są dokładnie znane. Podczas spalania z odpadów uwalniają się niebezpieczne cząsteczki, które po połączeniu z innymi tworzą nowe. Zdarza się, że stają się one bardziej niebezpieczne od zawartych w odpadach. Za najgroźniejsze z nich uważa się dioksyny, które powodują zaburzenia układu genetycznego i hormonalnego oraz śmiertelne choroby<sup>23</sup>.

Kolejny powód mogący mieć wpływ na decyzję o budowie spalarni to fakt, iż z analiz przeprowadzonych przez amerykańskich i brytyjskich badaczy wyni-

<sup>19</sup> <http://www.zm.org.pl/?a=spalarnia-093-konsultacje> (dostęp: 11.05.2017).

<sup>20</sup> Ibidem.

<sup>21</sup> Ibidem.

<sup>22</sup> Ibidem.

<sup>23</sup> <http://www.zm.org.pl/download/odpady/spalarNIE.pdf> (dostęp: 10.05.2017).

ka, że spalarnie dają mniejszą liczbę nowych miejsc pracy w porównaniu do zakładów recyklingu i kompostowni.

Spalanie odpadów nie gwarantuje całkowitego ich zniszczenia, a wyłącznie zmniejszenie ich objętości. Po procesie spalania zostają pozostałości, które należy zagospodarować lub zdeponować na składowisku odpadów niebezpiecznych. Umieszczanie ich na składowiskach nie jest opłacalne ani korzystne dla środowiska czy ludzi. Wśród pozostałości znajduje się popiół, żużel oraz pył, a w nich metale ciężkie<sup>24</sup>. Na początku należy oddzielić metale, aby można było je odsprzedać hutom. Przy spalaniu tony odpadów uzyskiwane jest około 12–15 kg metali<sup>25</sup>. Popiół i żużel, o ile spełniają wymogi prawa budowlanego, można sprzedawać firmom budowlanym. Inną możliwością jest oddawanie ich na składowiska odpadów. Niestety, w przypadku ostatniego rozwiązania to spalarnie ponoszą koszty. Każda technologia ma swoje słabe i mocne strony. Zalet spalarni można doszukiwać się głównie w uzyskiwanej energii, zarówno cieplnej, jak i elektrycznej, co z kolei znacznie ogranicza wykorzystanie paliw konwencjonalnych, a także pozwala na ograniczenie kosztów ich wydobycia i transportu. Znaczna część polskiego społeczeństwa, chcąc zaoszczędzić na opłatach za odbiór odpadów, sama spala je w swoich piecach domowych, często bez odpowiednich zabezpieczeń filtrujących na kominach<sup>26</sup>. Powoduje to znacznie większe szkody dla środowiska i ludzi niż spalanie w spalarniach. Wskutek tego wszelkie substancje, również toksyczne, emitowane są do atmosfery. Natomiast dzięki zainstalowanym technologiom w zakładach spalarni znacznie ogranicza się emisję tych związków.

Spalarnie są dobrym uzupełnieniem recyklingu<sup>27</sup>. Większość odpadów można poddać sortowaniu i procesowi recyklingu, jednak nie wszystkie. Są odpady, których nie można odzyskać, dlatego też, aby nie zostały zmarnotrawione, należy wykorzystać je w sposób racjonalny, na przykład przez spalenie, dzięki czemu zostanie uzyskana z nich energia. Jest to znacznie lepsze rozwiązanie niż deponowanie ich na składowiskach.

Wiele aktualnie funkcjonujących spalarni budowanych jest również w centrach miast, na przykład w Wiedniu, co dowodzi, iż hałas oraz brzydki zapach nie wydostają się na zewnątrz spalarni. Hałas samego procesu spalania jest niewielki, ponieważ nie przekracza 50 dB, a sama spalarnia posiada zamkniętą architekturę<sup>28</sup>. Jeżeli chodzi zaś o zapach, to odpady trafiają do specjalnych pomieszczeń, niepozwalających na wydobywanie się fetoru<sup>29</sup>.

<sup>24</sup> <http://www.zb.eco.pl/inne/spalarni/spala.htm> (dostęp: 11.05.2017).

<sup>25</sup> Ł. Stefański, *op. cit.*, s. 52.

<sup>26</sup> <http://gospodarka-komunalna.ekolia.pl/spalarnia-odpadow-za-czy-przeciw/> (dostęp: 10.05.2014).

<sup>27</sup> <http://spalarnie-odpadow.pl/spalarnie-i-ekologia/> (dostęp: 11.05.2014).

<sup>28</sup> *Ibidem*.

<sup>29</sup> *Ibidem*.

Powstające wskutek spalania odpadów pozostałości, takie jak popioły i żużle, mają szerokie zastosowanie. Stosowane są między innymi w przemyśle budowlanym.

## Podsumowanie i wnioski

Spalarnie odpadów cieszą się popularnością w wielu krajach europejskich, takich jak Francja, Szwecja, Dania, Szwajcaria czy Wielka Brytania. W Polsce podjęto decyzję o budowie instalacji spalania w kilku miastach, między innymi w Łodzi i w Gdańsku do 2018 roku. Podsumowując wszystkie wyżej wymienione argumenty za i przeciw spalaniu odpadów, można stwierdzić, iż spalarnie odpadów to inwestycje w ochronę środowiska, które wychodzą naprzeciw problemowi składowania odpadów, a także korzystające z odnawialnego źródła energii. Jest to tzw. recykling energetyczny. Spalarnie są dobrym uzupełnieniem recyklingu, ale jednocześnie stanowią zagrożenie zarówno dla środowiska, jak i dla społeczeństwa. Spalanie nie gwarantuje całkowitego zniszczenia odpadów, a wyłącznie zmniejszenie ich objętości. Po procesie spalania zostają pewne pozostałości, które należy zagospodarować lub zdeponować na składowisku odpadów niebezpiecznych. Umieszczanie ich na składowiskach nie jest opłacalne ani korzystne dla środowiska czy ludzi. W tej sprawie należy jednak znaleźć pewien kompromis, ponieważ ekonomicznie nieopłacalne jest całkowite zaprzestanie spalania odpadów, gdyż konwencjonalne źródła energii wyczerpują się w bardzo szybkim tempie.

## Bibliografia

- Alankiewicz T., *Skuteczność funkcjonowania gospodarki odpadami na przykładzie jednostek samorządowych województwa wielkopolskiego*, Poznań 2009, <http://www.wbc.poznan.pl/Content/161643/S4168AlankiewiczTomasz.pdf> (dostęp: 19.05.2017).
- Barczyński A., Grzędzielski W., *Wysokosprawne procesy energetyczne z wykorzystaniem gazu ziemnego*, Międzyzdroje 2002, <http://www.cire.pl/pliki/2/8Wysokosprawne479145022.pdf> (dostęp: 11.05.2017).
- Fajerski M., *Perspektywy rozwoju instalacji spalania odpadów*, „Przegląd Komunalny” 2014, zeszyt specjalny nr 2.
- Główny Urząd Statystyczny, *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2014–2015*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2016.
- Główny Urząd Statystyczny, *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2017.
- <http://gospodarka-komunalna.ekologia.pl/spalarnia-odpadow-za-czy-przeciw/> (dostęp: 10.05.2014).
- <http://mzgok.konin.pl/informacje/wp-content/uploads/2013/01/R04-Analiza-opcji.pdf> (dostęp: 19.05.2017).
- <http://spalarnie-odpadow.pl/spalarnie-i-ekologia/> (dostęp: 11.05.2014).
- <http://spalarnie-odpadow.pl/spalarnia-i-zdrowie/> (dostęp: 11.05.2017).
- [http://www.cire.pl/pliki/2/termincz\\_przekoszt\\_odpadow.pdf](http://www.cire.pl/pliki/2/termincz_przekoszt_odpadow.pdf) (dostęp: 9.05.2017).

- [http://www.ietu.katowice.pl/O\\_IETU/prezentacja.pdf](http://www.ietu.katowice.pl/O_IETU/prezentacja.pdf) (dostęp: 2.06.2017).
- <http://www.spalarnia.krakow.pl/getFile.php?type=file&id=338> (dostęp: 18.05.2017).
- <http://www.zb.eco.pl/inne/spalarni/spala.htm> (dostęp: 11.05.2017).
- <http://www.zm.org.pl/?a=spalarnia-093-konsultacje> (dostęp: 11.05.2017).
- <http://www.zm.org.pl/download/odpady/spalarNIE.pdf> (dostęp: 10.05.2017).
- [http://www.zmbzura.pl/zalaczniki/30/Energia\\_z\\_odpadow.ppt](http://www.zmbzura.pl/zalaczniki/30/Energia_z_odpadow.ppt) (dostęp: 8.05.2017).
- Pająk T., *Termiczna utylizacja odpadów komunalnych jako element współczesnej kompleksowej gospodarki odpadami*, „Przegląd Komunalny” 1998, nr 3.
- Piecuch T., *Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1998.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 31 października 2003 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie rodzajów odpadów innych niż niebezpieczne oraz rodzajów instalacji i urządzeń, w których dopuszcza się ich termiczne przekształcanie (Dz.U. nr 192, poz. 1877).
- Sieja L., *Termiczne metody przekształcania odpadów komunalnych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami*, Wydawnictwo Werdan, Katowice 2008.
- Stefański Ł., *Spalarnie odpadów jako metoda na pozyskiwanie energii oraz rozwiązanie problemu z gospodarką odpadami*, Wydawnictwo Graf, Łódź 2013.
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r., poz. 21).
- Walendziewski J., Kułażyński M., Surma A., *Określenie potencjału odpadów i ich rodzajów do produkcji paliw alternatywnych*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.

## Streszczenie

Gospodarka paliwowo-energetyczna to dziedzina działalności, która obejmuje całe spektrum zjawisk i procesów związanych z pozyskiwaniem i użytkowaniem nośników energii, zarówno w zakresie przetwarzania niektórych nośników energii, jak i procesów końcowego zużycia paliw i energii. W artykule badano potencjał odpadów w celu poszukiwania alternatywy dla energii pochodzącej z konwencjonalnych źródeł. Podjęto się oceny działań spalarni odpadów pod względem ekonomicznym i środowiskowym. Praca ma charakter teoretyczny. Metody wykorzystane do próby odpowiedzi na pytanie badawcze charakteryzują się podejściem heurystycznym.

**Słowa kluczowe:** energia, energia odnawialna, spalarnie odpadów, odpady komunalne

**Klasyfikacja JEL:** Q01, Q20, P29, Q32, Q35, Q420, Q5