



Wybrane aspekty i analiza ryzyka pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy

Sylwester ŻELAZNY¹⁾, Natalia IWASZCZUK²⁾, Anna JARZEŃKA³⁾

¹⁾ dr inż. Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej; email:sylwek@chemia.pk.edu.pl

²⁾ dr hab. inż., Wydział Zarządzania, AGH w Krakowie

³⁾ doktorantka, Wydział Zarządzania, AGH w Krakowie

<http://doi.org/10.29227/IM-2018-01-45>

Abstrakt

W artykule przedstawiono wybrane aspekty i analizę ryzyk dla procesu pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy. Zobowiązania międzynarodowe wymusiły wzrost udziału odnawialnych źródeł w krajowym bilansie energetycznym. Choć w Polsce w 2016 roku udział energii odnawialnej wynosił około 13,4% i od kilku lat systematycznie wzrasta, jest niższy niż w innych krajach UE takich jak Austria czy Dania. Postuluje się, aby w Polsce udział ten w 2021 roku wynosił 20%. Zgodnie z postulatami UE w ostatnich latach w Polsce uruchomiono kilka instalacji spalania biomasy dla celów energetycznych, czego przykładem może być Zielony Blok w Połańcu, który jest największym kotłem ciepłym na świecie opalanym w 100% biomasą. Rozwój energetyki odnawialnej w Polsce może jednak liczyć na mniejsze wsparcie finansowe niż w innych krajach UE, stąd też aspekt odpowiedniego zarządzania ryzykami w procesie jest niezwykle istotny. W artykule dokonano przeglądu wybranych ryzyk towarzyszących każdemu etapowi procesu pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy. Omówiono ryzyka wewnętrzne dla przedsiębiorstwa zajmującego się spalaniem biomasy jak i te związane ze składowaniem biomasy, generowaniem i składowaniem odpadów niebezpiecznych, czy też ryzyka technologiczne mogące doprowadzić nawet do unieruchomienia kotła fluidalnego. Przedstawiono także te ryzyka, na które przedsiębiorstwo nie ma bezpośredniego wpływu (zewnętrzne w stosunku do przedsiębiorstwa) jak ryzyko pogodowe, ryzyko logistyczne związane z dostawą surowca, czy ryzyko mające wymiar społeczno - środowiskowy. Wszystkie zidentyfikowane ryzyka powinny być podstawą do opracowywania skutecznego mechanizmu ich mitygacji, co pozwoli na coraz to skuteczniejsze zabezpieczenie procesu pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy.

Słowa kluczowe: popioły lotne, ryzyko pozyskiwania energii z biomasy, utylizacja biomasy

Wprowadzenie

W ostatnich latach w gospodarkach krajów Unii Europejskiej odnotowuje się coraz to większy deficyt zarówno surowców energetycznych, jak i nieenergetycznych. Szczególnie niebezpieczny jest deficyt tych pierwszych, ponieważ wywierają wpływ na funkcjonowanie gospodarki jako całości – dotyczy zarówno podmiotów gospodarczych jak i gospodarstw domowych. Często słyszymy, że „Polska węglem stoi”. Oznacza to, że w krajowym bilansie energetycznym najważniejszym źródłem energii pierwotnej nadal pozostaje węgiel kamienny i brunatny, których złoża występują na terytorium Polski. Inne źródła konwencjonalne (jak gaz ziemny czy ropa naftowa) ogrywają mniej istotną rolę, ponieważ nasz kraj dysponuje stosunkowo niewielkimi ich zapasami, a deficyt pokrywa importem, co może wiązać się z zagrożeniem dla bezpieczeństwa energetycznego kraju. Co więcej, prognozy wskazują na ciągły wzrost zapotrzebowania na energię. Szacuje się, że wyniesie ono w roku 2020 wartość 599 EJ, a w roku 2025 osiągnie nawet 657 EJ [Lewandowski]. Zatem w najbliższej perspektywie czasu nie ma możliwości abyśmy jako kraj zrezygnowali z węgla jako źródła energii.

Węgiel, mimo zapewnienia stabilności dostaw i bezpieczeństwa energetycznego, ma pewne wady w tradycyjnym jego zastosowaniu (spalaniu w celu

pozyskania energii elektrycznej i ciepłej). Albowiem negatywnie wpływa na środowisko poprzez emisję tzw. „gazów cieplarnianych”. Stąd od wielu lat trwa proces powolnego jego eliminowania (bądź stosowania innych technologii, np. podziemnego zgazowania węgla) i zastąpienie „czystymi” źródłami, takimi jak energia słońca, wody, wiatru, biomasy czy wnętrza Ziemi.

Proces ten wynika też z uwarunkowań obowiązujących w UE oraz ze zrównoważonej konsumpcji surowców mineralnych, w tym energetycznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań w zakresie ochrony środowiska [Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 – Dz.U. nr 156, poz. 969]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego postuluje [Dyrektywa], aby udział energii odnawialnej, w tym z biomasy, w bilansie energetycznym wynosił do roku 2020 co najmniej 20%. Według ostatnich danych udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej w Polsce jest mniejszy i przykładowo w roku 2014 wynosił 12,4%.

Według raportu „Wnioski z analiz prognostycznych dla potrzeb polityki energetycznej do 2050 roku”, w Polsce przewiduje się wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w krajowym bilansie energetycznym od 7% w roku 2010 do 15,5% w roku 2050 [Wnioski]. Z przedstawionego raportu wynika także, że krajowa gospodarka energetyczna nadal bazuje na węglu

Tab. 1. Udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym wybranych państw UE w latach 2011-2016, [%]; źródło: Data base Eurostat; ec.europa.eu [www]

Tab. 1. Share of renewable energy in the total energy mix of selected EU countries in 2011-2016 [%]

Kraj	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Austria	66,0	66,5	68,0	70,1	70,3	72,6
Czechy	10,6	11,7	12,8	13,9	14,1	13,6
Dania	35,9	38,7	43,1	48,5	51,3	53,7
Finlandia	29,4	29,5	30,9	31,4	32,5	32,9
Niemcy	20,9	23,6	25,3	28,1	30,8	32,2

Tab. 2. Udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym Polski w latach 2011-2016, [%]; źródło: Główny Urząd Statystyczny, Energia ze źródeł odnawialnych 2016 [www]

Tab. 2. Share of renewable Energy in Polish Energy mix in 2011-2016 [%]

Kraj	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Polska	8,16	10,68	10,73	12,40	13,43	13,36

Tab. 3. Wartości opalowe niektórych składników biomasy i paliw konwencjonalnych; źródło: [Tytko 2010, Krawiec 2010]

Tab. 3. Caloric value of selected components of biomass and conventional fuels

Rodzaj paliwa	Wartość opalowa [MJ/kg]
Słoma	14,5 – 15,2
Drewno odpadowe	13,0
Pelety	19,0
Etanol	25,0
Węgiel kamienny	25,0
Gaz ziemny	35,0

Tab. 4. Składniki pokarmowe zawarte w popiołach; źródło: [Wacławowicz]

Tab. 4. Nutrients contained in the ashes

Rodzaj biomasy	Zawartość składnika [% wag.]					pH
	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Straty prażenia	
Pelety z siana	4,3	10,4	18,8	2,7	4,2	13,2
Ziarno owsa	11,8	14,8	3,5	4,5	25,2	9,3
Wierzba	4,0	8,9	34,4	0,3	7,0	12,4
Drewno dębowe	2,2	9,4	40,3	3,5	1,4	13,9
Słoma z pszenżyta	4,8	28,8	16,4	1,5	9,8	12,9
Słoma jęczmienna	3,6	6,5	7,4	3,4	13,9	12,0
Zrębki do kotła fluidalnego	1,3	3,6	15,4	6,3	7,4	13,7

kamiennym. Przykładowo w roku 2015 udział węgla kamiennego w pozyskiwaniu energii w Polsce wynosił 36,9%, natomiast szacuje się, że w roku 2050 spadnie do 27,7%, ale nadal będzie znaczący [Wnioski]. Stanie się to możliwe dzięki nie tylko restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, ale także poprawie w zakresie wydobywania i wzbogacania węgla, co w konsekwencji umożliwi dostawę różnorodnych paliw spełniających zarówno wymagania klientów, jak i środowiska [Hycnar, Blaschke].

Z danych przedstawionych w pracach [Tytko, Krawiec] wynika, że rozwój energetyki odnawialnej w Polsce napotyka na mniejsze wsparcie finansowe niż w innych krajach UE. Jednocześnie, według ekspertyzy Europejskiego Centrum Energii można sądzić, że Polska dysponuje dużym potencjałem technicznym umożliwiającym wykorzystanie energii odnawialnej, w szczególności promieniowania słonecznego i biomasy [Krawiec, Żelazny, Cablik, Cablikova]. Zagadnienia te wpisują się w program „Polityka Energetyczna Polski do 2030 r.”.

W tabeli 1 zaprezentowano dane o udziale energii odnawialnej w bilansie energetycznym w niektórych krajach Unii Europejskiej w latach 2011-2016. Wynika z nich, że jest on szczególnie wysoki w Austrii, Finlandii i w Niemczech. W Polsce (tab. 2) jak i w Czechach (tab. 1), choć nadal jest poniżej wymaganego przez Unię Europejską progu 20%, obserwuje się systematyczny jego wzrost.

W krajowym bilansie energetycznym uwzględnione zostały takie paliwa, jak węgiel kamienny, brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, odnawialne źródła energii i inne. Według rządowego programu rozwoju energetyki jądrowej [Wnioski] przewiduje się, że od roku 2025 w bilansie pojawi się też energia jądrowa.

Zgodnie z postulatami UE w ostatnich latach zbudowano w Polsce nowe elektrociepłownie i elektrownie, w których energię cieplną i elektryczną otrzymuje się ze spalania biomasy w kotłach fluidalnych. Jako przykład można wskazać największą z nich, bo dostarczającą aż 5% energii, elektrownię w Połańcu, należąca do koncernu Engie, czy elektrociepłownię w Koninie, należąca do grupy ZE PAK S.A. [energetyka.wnp.pl oraz zepak.pl].

Proces ten jest jednak związany z powstawaniem produktów ubocznych. Szacuje się, że w wyniku spalania 1 tony biomasy może powstawać około 0,03 tony popiołu lotnego. W literaturze wskazuje się, że popioły pochodzące ze spalania biomasy stanowią materiał o nieco odmiennych właściwościach fizycznych jak i chemicznych, w odniesieniu do charakterystyki popiołów pochodzących ze spalania węgla kamiennych lub popiołów ze współspalania węgla i biomasy. Popioły z biomasy są podkoncentrowane w potas i fosfor [Żelazny, Zdunek], a więc składniki dyskwalifikujące

ich zastosowanie w produkcji cementu lub kompozytowych materiałów budowlanych. Z tych też względów prowadzone są badania pod kątem innego ich zagospodarowania.

Procesowi pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy, jak i każdemu innemu procesowi produkcyjnemu, towarzyszą liczne rodzaje ryzyka o różnej skali nasilenia i wpływu na wynik końcowy realizowanego przedsięwzięcia. Ponieważ w literaturze przedmiotu jest niewielka ilość informacji dotycząca wspomnianej problematyki, w niniejszym opracowaniu skupiono się na identyfikacji kluczowych rodzajów ryzyka związanych z pozyskiwaniem energii elektrycznej z biomasy i ich ocenie jakościowej. W artykule uwzględniono również perspektywiczne aspekty możliwości zagospodarowania popiołów lotnych, powstających w procesie spalania biomasy, dla celów nawozowych.

Wybrane aspekty pozyskiwania energii elektrycznej z biomasy

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 roku za biomasę uważa się „stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, ulegające biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji”.

W procesach wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej w kotłach fluidalnych spala się biomasę, w skład, której może wchodzić dendromasa (zrębki drzewa w ilości 50-100%), odpady leśne (do 20%) oraz agromasa (odpady pochodzące z agrogospodarstw). Według danych zamieszczonych w pracy [Kobyłecki 2005] stanowi ona dobre paliwo alternatywne.

Dla celów porównawczych w tabeli 3 podano wartości opałowe wybranych nośników energii. Zamieszczone dane potwierdzają stosunkowo wysokie wartości opałowe niektórych składników biomasy (np. peletów czy słomy), w porównaniu do konwencjonalnych źródeł energii.

Rodzaj spalanej biomasy ma istotny wpływ nie tylko na ilość otrzymywanej energii, lecz również na skład chemiczny produktów ubocznych spalania. W tabeli 4 zaprezentowano dla wybranych rodzajów biomasy zawartości składników pokarmowych, które można użyć w dalszej produkcji. Skład ten ma zasadnicze znaczenie pod względem potencjalnego ich zagospodarowania (np. wykorzystania popiołów lotnych do celów nawozowych). Rodzaj spalanej biomasy wpływa też na wartość pH odcieku wodnego, co prezentuje tabela 4. Jest to istotne z uwagi na przepisy prawne, które nakładają na spalarnie obowiązek systematycznego określania odczynu pH oraz przewodności w kwestii czystości wody i ochrony środowiska.

Wytwarzanie energii elektrycznej w kotle fluidalnym z biomasy składającej się zazwyczaj z 80% den-

Tab. 5. Uśredniony skład popiołu lotnego pochodzącego ze spalania biomasy; *Według Komisji Europejskiej zawartość ta odnosi się do Cr (VI); źródło: [Zdunek, Biskupski, Rusek, Ostrowski]

Tab. 5. Average composition of fly ashes obtained from the combustion of biomass

Składniki podstawowe		Metale ciężkie		
Składnik	Udział [% wag.]	Składnik	Udział [ppm]	Dopuszczalna* zawartość w nawozach [ppm]
SiO ₂	49,80	Cd	5,80	50
K ₂ O	13,10	Pb	16,80	140
P ₂ O ₅	3,20	Co	6,40	n/a
CaO	17,10	Cu	29,80	n/a
MgO	2,20	Mn	103,70	n/a
Al ₂ O ₃	0,80	Hg	0,06	n/a
Fe ₂ O ₃	0,70	Zn	199,30	n/a
SO ₃	4,20	Cr	42,70	2 *

dromasy i 20% agromasy, obejmuje następujące etapy: dostawa biomasy, jej składowanie, transport do miejsca wysypu i spalanie wsadu w kotle fluidalnym, odpylanie gazów oraz składowanie popiołu lotnego. Popioły lotne zawierają cenne składniki makro i mikro, które mogą być wykorzystane do nawożenia roślin uprawnych, leśnych i dekoracyjnych. Uważa się je za cenne źródło potasu, fosforu, wapni i magnezu, niezbędnych do intensywnego rozwoju roślin. Stanowią też bogate źródło krzemu, który zwiększa odporność na choroby grzybowe oraz zmniejsza ryzyko występowania „stresu biologicznego” [Zdunek 2014]. Zarówno sole potasu, jak i związki fosforu zostały uznane za surowce kluczowe dla polskiej gospodarki [Kulczycka 2016]. Istotną zaletą popiołów lotnych jest także obecność w nich takich mikroelementów jak bor, miedź i cynk. W związku z powyższym, rozważana jest budowa nitki technologicznej umożliwiającej wytwarzanie nawozów mineralnych na bazie popiołu.

W tabeli 5 zamieszczono skład chemiczny dla popiołu lotnego pochodzącego ze spalania biomasy zawierającej 80% dendromasy (wierzba) i 20% agromasy (słoma). Wytwarzanie nawozów mineralnych na bazie popiołu pochodzącego ze spalania biomasy oraz ich wykorzystanie sprzyjałoby stworzeniu zamkniętego obiegu składników mineralnych oraz eliminacji ryzyka pylenia (poprawa w zakresie ochrony środowiska). Skład chemiczny wskazuje na obecność zarówno makro (K, P, Ca, Mg), jak i mikroskładników (Cu, Zn), a zawartość metali szkodliwych na ogół nie przekracza dopuszczalnych maksymalnych zawartości tych składników, co pozwala na zastosowanie popiołu lotnego, jako źródła składników pokarmowych dla roślin [Żelazny, Cablik, Woynarowska, Cablikova]. W tabelach 6 i 7 zamieszczono zawartości metali ciężkich w popiołach ze spalania różnych rodzajów biomasy.

Poza odzyskaniem cennych składników mineralnych, do zalet wytwarzania energii elektrycznej z biomasy można zaliczyć częściowe uniezależnienie się od dostaw surowców energetycznych, zwłaszcza tych importowanych (gaz ziemny i ropa naftowa). Należy jednak zaznaczyć, że w pewnych okresach występowały niedobory biomasy pochodzenia krajowego, w związku z czym uzupełniano je substytutem z importu, głównie z Malezji, Indonezji, Maroka czy Gambii.

Wybrane aspekty ryzyka dotyczącego pozyskiwania energii z biomasy

Jak już zostało wspomniane, do odnawialnych źródeł zalicza się również biomasę. Na ogół w elektrociepłowniach spala się zrębki (50-100%), odpady leśne ($\leq 20\%$) i wierzbę energetyczną ($\leq 20\%$), natomiast w elektrowniach źródłem energii jest dendromasa (80% – sosna, wierzba, topola itp.) i agromasa (20% – odpady pochodzące z agrogospodarstw – słoma, susz, pestki słonecznika, łupki orzecha palmowego). Wyboru paliwa do konkretnych celów dokonuje się według kryteriów obejmujących aspekty techniczno-technologiczne, ekologiczne i ekonomiczne. O przydatności danego rodzaju biomasy decydują takie jego właściwości technologiczne, jak wartość opałowa, skład chemiczny powstających w trakcie spalania popiołów, zawartość wilgoci itp., a także czynniki ekonomiczno-techniczne, jak zasoby biomasy, techniczne możliwości i warunki dostaw itp. Istotnym zagadnieniem jest określenie zapotrzebowania na biomasę oraz określenie i mitygowanie ryzyk towarzyszących poszczególnym etapom procesu związanego z jej spalaniem.

W procesie pozyskiwania energii z biomasy zagrożenia można identyfikować już na etapie otrzymywania i dostawy biomasy. Jej dostawy pochodzą zarówno ze

Tab. 6. Metale ciężkie zawarte w popiołach [mg/kg s.m.]; *Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18.06.2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawożeniu; źródło: R. Waclawowicz, Rolnicze wykorzystanie popiołów ze spalania biomasy. https://powermeetin.gs.eu/konferencje/prezentacje/FTEB_27-20-2011/21%20R.Waclawowicz.pdf

Tab. 6. Heavy metals contained in the fly ashes [mg/kg dry mass]

Biomasa	Pb ołów	Cd kadm	Hg rtęć	As arsen
Ziarno owsa	1,53	0,42		
Wierzba	0,017			
Drewno dębowe	33,1-39	7,8-29	0,0041	21,9-23
Słoma z pszenżyta	18,44	5,03		
Sosna	186,6	25,55		
Popiół lotny – zrzębki (kocioł fluidalny BFB)	85	8,26	0,172	3,72
Dozwolona zawartość metali w nawozach mineralnych*	140	50	2	50

źródeł krajowych, jak i importu i obarczone są wieloma zagrożeniami. Przede wszystkim dotyczy to wielkości i jakości dostarczanej biomasy, które w sposób bezpośredni związane są z warunkami pogodowymi. Pomimo, że anomalie pogodowe w naszym kraju występowały dość rzadko, to w ostatnim okresie częstotliwość zmian warunków pogodowych jest coraz to większa. Anomalie pogodowe o charakterze katastroficznym (intensywne ulewy, powódzie, susze, huragany, gradobicie etc.) stają się częścią życia codziennego i skłaniają rządy wielu państw do podejmowania działań, które mają zapobiegać ich skutkom. Właśnie branża rolna (będąca głównym dostawcą biomasy) wymieniana jest, jako jedna z najbardziej narażonych na negatywne oddziaływanie warunków atmosferycznych. Wydawałoby się, że w naszej strefie klimatycznej anomalie pogodowe nie powinny mieć większego znaczenia, jednak nie można ich marginalizować, czego przykładem mogą być nawałnice i zniszczenia upraw z sierpnia 2017 roku mające miejsce w północno-środkowej Polsce. Z kolei anomalie pogodowe o charakterze niekatastroficznym – to warunki pogodowe istotnie odbiegające od zwyczajnie występujących w danej lokalizacji geograficznej. Zalicza się do nich takie zdarzenia jak duże wahania temperatury powietrza, przedłużające się okresy deszczowe lub bezdeszczowe, zbyt wysokie temperatury powietrza, brak opadów śniegu w połączeniu z bardzo niską temperaturą, wpływające negatywnie na zaplanowane uzyski biomasy z danych upraw.

Dokonując oceny ryzyka pogodowego w kontekście dostarczania biomasy nie należy jednak skupiać się wyłącznie na finansowej ocenie ich skutków, ale także należy brać pod uwagę wymiar społeczny i środowi-

skowy [Michalak]. Zwiększanie areału roślin energetycznych zmniejsza dla społeczeństwa wartość przyrodniczą terenów wiejskich, a wprowadzanie upraw monokulturowych może zaburzać potrzeby przyrodnicze terenów. Dodatkowo intensyfikacja pozyskiwania biomasy może przyczyniać się do znacznego wylesienia, co wpłynie na ograniczenie obszarów rekreacyjnych dla społeczeństwa.

Jak już zostało wspomniane, część biomasy jest importowana. Ze względu na położenie geograficzne importerów dostawy odbywają się głównie drogą morską, co może być związane z występowaniem ryzyka. Ryzyko związane z transportem morskim można podzielić na ryzyko pogorszenia jakości surowca oraz ryzyko braku lub zmniejszenia dostaw. W obu przypadkach spalarnia biomasy będzie narażona na problemy z utrzymaniem ciągłości działania instalacji pozyskiwania energii elektrycznej (kocioł fluidalny, generator turbiny parowej i infrastruktury). Przełoży się to na przerwy dostaw energii elektrycznej dla odbiorców, co niekorzystnie wpłynie na stan finansowy i wizerunek dostawców, a także na zaufanie i liczbę klientów.

Kolejny z aspektów dotyczy składowania biomasy, ponieważ do jej przechowywania niezbędne są duże powierzchnie, którymi nie zawsze spalarnie dysponują. Zagrożeniem może być sprzeciw ludności lokalnej, co do pozyskania dodatkowej przestrzeni do składowania. Ryzyko można też dostrzec w procesie przechowywania biomasy, która jest wysoce podatna na samozapłon podczas gromadzenia jej w hałdzie. Należy zwrócić też uwagę na wielkość składowiska, ponieważ to te duże są najbardziej narażone na samozapłon. Podczas przechowywania biomasy może pojawić się wiele czyn-

Tab. 7. Zawartość metali ciężkich w badanych popiołach, mg/kg s.m; źródło: T. Ciesielczuk, G. Kusza, A. Nemś, Nawożenie popiołami z termicznego przetwarzania biomasy źródłem pierwiastków śladowych dla gleb, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, nr 49, 2011, s. 219-227.

Tab. 7. Content of heavy metals in the examined fly ashes, mg/kg dry mass

Wyszczególnienie	Sosna	Świerk	Buk	Dąb	Pszenżyto
Zn	3937	1430,6	1284,2	1737,9	2777,8
Cu	206,8	277,6	231,8	112,8	56,0
Ni	36,98	26,31	187,2	13,98	5,03
Pb	186,6	60,77	52,40	25,64	18,44
Cd	25,55	2,59	1,30	1,38	5,03
Cr	21,3	7,81	24,45	15,36	11,42
Mn	30845	7630	45197	5462	3024

ników ryzykotwórczych, jak przykładowo warunki atmosferyczne działające na warstwę górną składowanej biomasy, w szczególności poziom nasłonecznienia i temperatura powietrza. Z kolei warstwa wewnętrzna składowanej biomasy narażona będzie na działanie drobnoustrojów, rozwój pleśni i grzybów. Wszystko to wpływa na podwyższenie temperatury w hałdzie i zagrożenie pożarem, a także znacznie pogorsza jakość surowca. Należy wskazać, że istnieją mechanizmy zapobiegające opisanemu zjawiskom. Do mechanizmów tych można zaliczyć: ciągłą obserwację hałdy, monitoring temperatury złoża, zadaszenie składowisk. Wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami, różniącymi się w zależności od typu biomasy. Przykładowo dla peletów konieczne jest stosowanie zadaszeń, natomiast dla luźnej biomasy (zawierającej dużą ilość wody) nie jest to konieczne. Jednak nie każde przedsiębiorstwo chce i może ponieść dodatkowe koszty, ponieważ zainteresowane jest osiągnięciem lepszego wyniku ekonomicznego (a w okresach dekoniunktury może to oznaczać dla niego walkę o przetrwanie). Dlatego niektórzy zarządzający spalarniami biomasy odstępują od możliwych zabezpieczeń licząc, że zagrożenia te nie będą ich dotyczyć.

Częściowym rozwiązaniem problemu składowania dużych ilości biomasy jest funkcjonowanie przedsiębiorstwa na zasadach Just-in-Time. Oznacza to, że spalarnia (elektrociepłownia) nie gromadzi zapasów paliwa, lecz opiera się na bieżących dostawach. W tym przypadku należy liczyć się z ryzykiem logistycznym, które wynika z zakłóceń w procesie transportowania surowca związanych z niesprawnością środków transportu, problemami na szlakach morskich i lądowych, błędów ludzkich itp. Zaproponowane rozwiązanie ma też inną istotną wadę, gdyż biomasa w warunkach krajowych powstaje głównie w sezonie letnio-jesiennym. Natomiast elektrociepłownia jest czynna cały rok. Zatem okres braku bieżących dostaw należy zabezpieczyć

przez gromadzenie surowca (u jego producenta lub w elektrociepłowni) albo dostawy zza granicy, z krajów o innych warunkach klimatycznych.

Nie sposób nie wspomnieć, że spalanie biomasy wiąże się z generowaniem odpadów niebezpiecznych (np. popiołów lotnych), które mogą się przedostawać do środowiska w wyniku nieszczelności instalacji i powodować jego zanieczyszczenie. Oprócz aspektu ochrony środowiska (np. składowanie silnie alkalicznych odpadów zawierających składniki toksyczne) należy uwzględnić aspekt kosztowy – utrzymywanie i rozbudowa składowisk wpływa bowiem na wzrost kosztów inwestycyjnych. Na uwagę zasługuje także fakt, że w ostatnich latach podjęto próby badań nad wykorzystaniem rozważanych popiołów do celów nawozowych. Uzyskanie wartościowych nawozów mineralnych na bazie popiołów lotnych ze spalania fluidalnego biomasy umożliwi stworzenie obiegu zamkniętego makro i mikroskładników nawozów, co powinno pozytywnie wpłynąć na ograniczenie ryzyka związanego ze składowaniem substancji niebezpiecznych.

Istotnym w kontekście identyfikacji czynników ryzyka jest fakt, że na ogół przedsiębiorstwa, związane z produkcją biomasy, to małe i średnie podmioty leśno-rolnicze, które nie mają rozbudowanych systemów czy struktur związanych z zarządzaniem ryzykiem, a rolę zarządzającego często pełni sam właściciel, który niekoniecznie posiada wystarczającą wiedzę czy doświadczenie w tym obszarze. Z drugiej zaś strony mniejszym przedsiębiorstwom szybciej i łatwiej przychodzi zmiana sposobu produkcji rolnej, co może stanowić zagrożenie dla odbiorcy biomasy, która nie będzie już spełniała wymogów względem jej spalania w elektrociepłowniach. Wiąże się z tym ryzyko korozyjno-erozyjne, które oznacza zagrożenie uszkodzeniem kotła fluidalnego na skutek wykorzystania biomasy z wysoką zawartością szkodliwych substancji (np. chloru). Innym zagrożeniem jest tworzenie się osadu (z cza-

steczek stałych zawartych w produktach spalania) na ściankach kotła, który najpierw obniża jego wydajność, a następnie doprowadza do całkowitego unieruchomienia. Są to przejawy ryzyka technologicznego.

Należy zwrócić uwagę, że wymienione ryzyka są jedynie szkicem zagrożeń towarzyszących procesowi i konieczna jest dalsza ich analiza, aby wypracować

skuteczne mechanizmy zabezpieczające proces spalania biomasy przed nieoczekiwanymi zdarzeniami.

Wydanie artykułu współfinansowane przez Akademię Górniczo-Hutniczą imienia Stanisława Staszica w Krakowie (dotacja podmiotowa na utrzymanie potencjału badawczego)

Literatura – References

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającą i w następstwie uchylającą dyrektywy 2001/77/WE, Dz. Urz. Unii Europejskiej L 140 z 5 czerwca 2009 r.
2. Gierasimczuk A. Niebezpieczeństwo samozapłonu towarzyszące składowaniu biomasy przeznaczonej do celów energetycznych Technika i Technologia bitp vol.16 Issue 4_2009_pp.131-147
3. Hycnar J., Blaschke W., Ekologiczne, ekonomiczne i technologiczne czynniki decydujące o roli węgla w bilansach paliwowo-energetycznych, Polityka Energetyczna, (2002), 5, 1, 5-41.
4. Kobyłecki R., Bis Z., Nowak W., Biomasa jako paliwo alternatywne, Czysta Energia numer 3/2005
5. Krawiec F., Odnawialne źródła energii globalnego kryzysu energetycznego. Wybrane problemy, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2010.
6. Lewandowski W.M., Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Warszawa 2006.

7. Michalak D., Analiza ryzyka pogodowego w branży rolnej jako istotny element działań adaptacyjnych do zmian klimatu. *Polityka ekologiczna i zarządzanie środowiskiem* Ekonomia i Środowisko 2 z 2016 S. 95-111
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 –Dz.U. nr 156, poz.969).
9. Surowce kluczowe dla polskiej gospodarki. Pod redakcją Joanny Kulczyckiej, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2016.
10. Tytko R., Odnawialne źródła energii. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo OWG, Warszawa 2010.
11. Waclawowicz R., Rolnicze wykorzystanie popiołów ze spalania biomasy, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, 27-28.10.2011. https://powermeetings.eu/konferencje/prezentacje/FTEB_27-20-2011/21%20R.Waclawowicz.pdf dostęp z dnia 2018-02-15
12. Wnioski z analiz prognostycznych dla potrzeb polityki energetycznej do 2050 roku, Warszawa, sierpień 2014 r.
13. Zdunek A., Biskupski A., Rusek P., Ostrowski J., Skład chemiczny popiołów lotnych ze spalania biomasy oraz ocena możliwości ich pozyskiwania do celów nawozowych, *Przemysł Chemiczny*, 93/7, 2014,1132-1135.
14. Żelazny S., Cablik V., Cablikova L., Próby pozyskiwania potasu i fosforu z popiołu lotnego, *Przemysł Chemiczny*, (2015), 94/6, 956-959.
15. Żelazny S., Cablik V., Woynarowska A., Cablikova L., Badania popiołu lotnego z biomasy w aspekcie jego zagospodarowania,(2014), 93,4, 550-554.
16. http://energetyka.wnp.pl/koncern-gdf-suez-zmienil-nazwe-na-engie,249029_1_0_0.html dostęp z dnia 2018-02-15
17. <http://zepak.pl/pl/ekologia/inwestycje/modernizacja-elektrowni-konin.html> dostęp z dnia 2018-02-15
18. <https://stat.gov.pl> – energia ze źródeł odnawialnych 2016 dostęp z dnia 2018-02-15

Abstract

The article presents selected aspects and analysis of risks for the process of acquiring electricity from biomass. International commitments forced an increase in the share of renewable sources in the national energy balance. Although in Poland in 2016 the share of renewable energy was around 13.4% and has been steadily growing for several years, it is lower than in other EU countries such as Austria or Denmark. Poland is encouraged to increase this share to 20% by 2021. In line with the EU's requirements in recent years, several biomass combustion installations for energy purposes have been launched in Poland, an example of which is „Green Unit” in Połaniec, which is the largest thermal boiler in the world fired completely with biomass. The development of renewable energy in Poland, however, faces smaller financial support than in other EU countries, hence the aspect of appropriate risk management in the process is extremely important. The article reviews selected risks associated with each stage of the process of acquiring electricity from biomass. Internal risks for a company dealing with biomass combustion as well as those related to biomass storage, generation and storage of hazardous waste or technological risks that may even lead to the immobilization of the fluidized boiler are discussed. This paper also presents external risks (which the company has no direct influence on) such as weather risk, logistics risk related to the supply of raw materials or risks within socio-environmental dimension. All identified risks should be the basis for developing an effective mechanism for their mitigation, which will allow for more effective protection of the process of obtaining electricity from biomass.

Keywords: fly ashes, risks for the process of acquiring electricity from biomass, biomass reprocessing