

Małgorzata Mokrosz
Uniwersytet Śląski
Katowice

Techniczne możliwości spalania biomasy w aspekcie obowiązujących przepisów

Analiza obowiązujących uregulowań prawnych (polityka klimatyczna UE)

Polityka ochrony środowiska, jak wielokrotnie podkreślano na forum unijnym na przestrzeni ostatnich lat, posiada najwyższy priorytet w strategii i programach ochrony zasobów naturalnych. Nie ulega wątpliwości, iż przesłanki ekologiczne były impulsem do przyjęcia w 1997 r. w Kioto w Japonii Protokołu w sprawie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych¹. Protokół z Kioto wszedł w życie w 2004 r. po wypełnieniu wytycznych określonych w art. 25 ust. 1. Warunkiem koniecznym do wejścia w życie protokołu z Kioto było złożenie dokumentów ratyfikacyjnych przez taką grupę państw, których emisje dwutlenku węgla wynosiły więcej niż 55% całkowitych emisji w 1990 r. Protokół z Kioto został przyjęty na okres dziesięcioletni, dlatego na kolejnych konferencjach klimatycznych (Poznań 2008 r., Kopenhaga 2009 r.) prowadzono rozmowy w celu uzgodnienia nowego porozumienia². Uczestnicy rozmów klimatycznych nie osiągnęli kompromisu w sprawie nowego światowego porozumienia klimatycznego. W konsekwencji na konferencji klimatycznej ONZ w katarskim mieście Doha (Dauha) w 2012 r., postanowiono przedłużyć obowiązywanie protokołu z Kioto do 2020 r. Poprawka dauhańska do protokołu z Kioto jak dotąd

¹ Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto 11 grudnia 1997 r. Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1683, 1684.

² *Prawo ochrony środowiska*. Red. M. GÓRSKI. Warszawa 2014, s. 230—231.

nie weszła w życie. W grudniu 2015 r. na konferencji ONZ w podparyskiej miejscowości Le Bourget osiągnięto kompromis i podpisano globalną umowę o zapobieganiu zmianom klimatu³. Paryskie porozumienie w sprawie zmian klimatu weszło w życie 4 listopada 2016 r. Warunkiem koniecznym do wejścia w życie porozumienia była ratyfikacja umowy przez grupę 55 państw⁴. Należy stwierdzić, że również Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych⁵ była przejawem promowania źródeł odnawialnych i powodem wprowadzania zmian w polskich aktach prawnych. Od 2005 r. funkcjonują w Polsce tzw. zielone certyfikaty, będące w zasadzie głównym systemem wsparcia produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. System zielonych certyfikatów uzyskał swe podwaliny w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. — Prawo energetyczne⁶. Dodatkowo w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. (należy pamiętać o licznych późniejszych zmianach) precyzyjnie określono system tzw. zielonych świadectw⁷.

Biorąc pod uwagę politykę klimatyczną Unii Europejskiej, dotyczącą problematyki ochrony środowiska, można stwierdzić, że w zasadzie od 2007 r., kiedy to rozpoczęto negocjacje pakietu klimatyczno-energetycznego, najważniejszym zagadnieniem rozpatrywanym przez Unię Europejską była sprawa redukcji emisji gazów cieplarnianych⁸.

Postępujący rozwój przemysłu i urbanizacja sprawiają, że zapotrzebowanie na energię (paliwa) stale wzrasta⁹. W celu obniżenia emisji gazów cieplarnianych państwa członkowskie przyjęły pakiet energetyczno-klimatyczny, zwany również pakietem 3 × 20 lub 20—20—20. Przyjęty program działań skupiony był na trzech kluczowych założeniach: zredukowaniu emisji gazów

³ Porozumienie paryskie do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzone w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r., przyjęte w Paryżu 2015 r., Dz.U. 2017, poz. 36.

⁴ Polska ratyfikowała porozumienie paryskie 7 października 2016 r.

⁵ Dz.U. L 283 z 27.10.2001. Warto odnotować również dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającą i następnie uchylającą dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Dz. Urz. UE L 2009 r., nr 140, s. 16—62.

⁶ Dz.U. 2006, nr 89, poz. 625 z późn. zm.

⁷ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii. Dz.U. 2008, nr 156, poz. 969 uznany za uchylony.

⁸ J. JAROSIŃSKI: *Techniki czystego spalania*. Warszawa 1996, s. 306—311.

⁹ M. ŚWIĄTKOWSKA: *Produkcja przemysłowa oparta na źródłach energii — odnawialnych i nieodnawialnych*. W: *Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego*. Red. A. MUSIALIK-PIOTROWSKA, J.D. RUTKOWSKI. Wrocław 2010, s. 369.

cieplarnianych w Unii o 20% do 2020 r. w porównaniu do emisji z 1990 r., zwiększeniu udziału energii produkowanej z odnawialnych źródeł energii do 20% do 2020 r. i zwiększeniu efektywności energetycznej o 20% do 2020 r. Również w perspektywie długoterminowej, w ramach polityki klimatu i energii do 2030 roku, przywódcy poszczególnych krajów UE przyjęli w październiku 2014 r. kontynuację trzech głównych celów opartych na pakiecie klimatyczno-energetycznym do 2020 r.

Biorąc powyższe pod uwagę, jak również wzrastające ceny surowców, w tym ropy naftowej, gazu czy paliw kopalnych, na których opiera się polska energetyka, konieczne okazało się promowanie odnawialnych źródeł energii, w warunkach polskich głównie biomasy. W celu spełnienia zobowiązań wynikających z pakietu klimatycznego wprowadzono system nieodpłatnego przydzielania przez rządy uprawnień, który miał być zastępowany przez system aukcyjny, z pewnymi wyjątkami czasowymi w niektórych krajach członkowskich, w tym również Polski. Zgodnie z przyjętymi ustaleniami system uprawnień miał ulegać stopniowej redukcji aż do poziomu zerowego w roku 2020, w którym to brakujące pozwolenia miały być nabywane w drodze aukcji (mechanizm redukcji był bardziej rozbudowany, należy pamiętać o podziale na obszar ETS i non-ETS, problem ten tylko zasygnalizowano w artykule). Celem tych ustaleń było skłonienie przemysłu energetycznego do inwestycji w produkcję energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Jednocześnie, aby otrzymać darmowe uprawnienia, podmioty branży energetycznej zobligowane zostały do inwestycji obniżającej emisję dwutlenku węgla, a tym samym sprzyjającym ochronie środowiska. W warunkach polskich najbardziej dostępnym odnawialnym źródłem jest biomasa, co wynika z korzystnego dla produkcji rolnej klimatu i powierzchni lasów w Polsce wynoszącej 9197,9 tys. ha (według GUS — stan w dniu 31.12.2014 r.), co odpowiada lesistości na poziomie 29,4%. Spalanie biomasy w wyniku wprowadzonych regulacji prawnych było dla branży energetycznej opłacalne, dlatego też sektor energetyczny poczynił znaczne nakłady umożliwiające przetwarzanie energii ze źródeł odnawialnych. Z ekonomicznego punktu widzenia najprostszym rozwiązaniem, choć niekoniecznie najlepszym technicznie¹⁰, było współspalanie biomasy w istniejących kotłach, zamiast w kotłach przewidzianych (specjalnie zaprojektowanych) do spalania biomasy. Proces współspalania wdrożyły niemal wszystkie największe podmioty energetyczne.

Firmy przetwarzające energię z odnawialnych źródeł energii otrzymywały zielone certyfikaty, które mogły później sprzedawać na rynku. Ponadto Unia Europejska zakwalifikowała biomasę jako źródło energii z zerową emisją

¹⁰ M. ŚCIAŻKO, J. ZUWAŁA, M. PRONOBIS, G. WINNICKA: *Problemy związane ze współspalaniem biomasy w kotłach energetycznych*. W: *Współspalanie biomasy i paliw alternatywnych w energetyce*. Red. M. ŚCIAŻKO, J. ZUWAŁA, M. PRONOBIS. Zabrze 2007, s. 17—41.

dwutlenku węgla (CO₂) — przyjmując w bilansie, że rośliny w trakcie wzrostu pochłaniają tyle samo dwutlenku węgla, ile powstaje przy ich spalaniu, nie brano pod uwagę emisji innych substancji, np. dioksyn, furanów. Zatem spalając biomasę, elektrownie mogły odgraniczyć „na papierze” emisję dwutlenku węgla, za którą muszą ponosić opłaty¹¹. Następstwem wprowadzonych regulacji prawnych był ogromny import biomasy do Polski. Krajowe elektrownie preferowały import biomasy — związane było to z niższą ceną i zakupem od jednego podmiotu, zamiast od rodzimych rozproszonych dostawców. Unijna polityka ochrony środowiska, w zderzeniu z ekonomią stała się antyekologiczna. Trudno przyjąć, że spalanie biomasy jest ekologiczne, gdy znaczna część biomasy pochodzi z importu, a biomasa transportowana jest setki kilometrów, co również przyczynia się do emisji dwutlenku węgla, a co nie zostało uwzględnione w pakiecie klimatycznym. Według szacunków Stowarzyszenia Producentów „Polska Biomasa” w 2013 r. import biomasy kształtował się na poziomie 40%. Opłacalność spalania biomasy związana była również z korzystną ceną tzw. zielonych certyfikatów, znajdujących się w obrocie Towarowej Giełdy Energii. Spalanie biomasy zaczęło być mniej opłacalne wskutek spadku wartości zielonych certyfikatów w 2012 r., na skutek ich nadpodaży. Dodatkowo w 2012 r. Ministerstwo Gospodarki wprowadziło definicję drewna pełnowartościowego, nie przewidując jednocześnie od 1 stycznia 2013 r. wsparcia dla energii z niego przetwarzanej, co było równoznaczne z wyłączeniem drewna pełnowartościowego z katalogu odnawialnych źródeł energii¹². Ustawodawca zawarł definicję drewna pełnowartościowego w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz.U. 2012, poz. 1229). Z ekologicznego punktu widzenia było to posunięcie słuszne¹³, jednak nie zatamowało eksportu drewna pełnowartościowego do zachodnich elektrowni, gdzie nie wprowadzono analogicznych ograniczeń. A warto za-

¹¹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.U. L 140/16 5.06.2009.

¹² Zgodnie z § 2 ust. 7 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 18 października 2012 r., Dz.U. 2012, poz. 1229 — „drewno pełnowartościowe” oznacza drewno spełniające wymagania jakościowe określone w normach określających wymagania i badania dla drewna wielkowymiarowego liściastego, drewna wielkowymiarowego iglastego oraz drewna średniowymiarowego dla grup oznaczonych jako S1, S2 i S3 oraz materiał powstały w wyniku procesu celowego rozdrobnienia tego węgla.

¹³ Temat skutków ekologicznych biomasy poruszają J. KONIECZYŃSKI, A. PASOŃ-KONIECZYŃSKA: *Zastosowanie technologii wychwytu i składowania dwutlenku węgla*. W: *Ochrona powietrza w teorii i praktyce*. Red. J. KONIECZYŃSKI. Zabrze 2010, s. 163—164.

uważyć, iż lesistość w wielu krajach zachodnich jest większa. Popyt sektora energetycznego na biomasę bezsprzecznie uzależniony jest od obowiązujących regulacji prawnych, które zmieniają się zbyt często, dodatkowo zjawisko to jest niekorzystne dla długofalowej polityki energetycznej zakładającej żywotność bloku energetycznego na minimum 25 lat, a wobec niepewnej sytuacji prawnej firmy energetyczne wstrzymują inwestycje lub ograniczają się wyłącznie do działań doraźnych.

W ramach proponowanych zmian zielone certyfikaty mają zostać zastąpione przez system aukcyjny, w ramach którego producenci energii z odnawialnych źródeł mają uczestniczyć w aukcjach, podmioty, które zaoferują produkcję zielonej energii najtaniej, mają wygrywać aukcję (mechanizm ten w istocie jest bardziej rozbudowany, uzależniony od różnych czynników). Ustawodawca wielokrotnie do projektu wprowadzał liczne korekty, co przyczyniało się do niepewnej sytuacji na rynku energetycznym. Jednym z kluczowych i najbardziej kontrowersyjnych założeń ustawy o odnawialnych źródłach energii (dalej: OZE), było ograniczenie wsparcia dla współspalania biomasy, aby ograniczyć koszty systemu. Zmiana wysokości wsparcia dla współspalania biomasy wzbudzała i wzbudza wiele kontrowersji. Przeciwnicy wsparcia dla współspalania biomasy podnoszą argumenty, iż dotowanie przestarzałych elektrowni, jak i tej technologii z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia jest nieopłacalne¹⁴. Zwolennicy wsparcia dla współspalania biomasy podnoszą argumenty, iż polski sektor energetyczny poczynił znaczące inwestycje w celu przystosowania istniejących instalacji do współspalania biomasy, a bez współspalania nie zrealizujemy planowanego udziału odnawialnych źródeł energii w polskiej energetyce, gdyż za mało posiadamy energetycznych kotłów spalających wyłącznie biomasę. Ministerstwo Gospodarki zaproponowało podział współspalania na proste i dedykowane, argumentując wsparcie dla instalacji bezpiecznych.

1 lipca 2016 r. weszły w życie kolejne nowe regulacje dotyczące odnawialnych źródeł energii. Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2016, poz. 925) zmienia m.in. przepisy dotyczące systemu aukcyjnego wsparcia OZE, mikroinstalacji, prosumentów oraz biomasy. Nowelizacja wprowadza definicję biomasy lokalnej, czyli pozyskanej w promieniu do 300 km od instalacji, co jest ważne z punktu widzenia wykorzystania surowców dostępnych lokalnie i ograniczenia importu. W powyżej wymienionej nowelizacji wsparcie procesu współspalania jest dominujące, kosztem elektrowni wiatrowych i fotowoltaniki. Celem przyjętego rozwiązania według ustawodawcy jest promowanie podmiotów wytwarzających energię w sposób stabilny i przewidywalny. Ponadto nowelizacja wprowadza definicję drewna energe-

¹⁴ R. WRÓBLEWSKI: *Biomasa w energetyce*. „Energia Gigawat” 2015, nr 11—12. http://cire.pl/pliki/2/wr_blewski-robert1.pdf [dostęp: 2.02.2016].

tycznego, czyli surowca drzewnego, który ze względu na cechy jakościowo-wymiarowe i fizyko-chemiczne posiada obniżoną wartość techniczną i użytkową uniemożliwiającą jego przemysłowe wykorzystanie (z ustawy wyłączono zapisy o „drewnie pełnowartościowym”). Koniecznie należy zauważyć, iż Ministerstwo Gospodarki zapowiedziało ponowną nowelizację wyżej wymienionej ustawy, w celu doprecyzowania przepisów.

Tak intensywna dynamika zmian stanu prawnego dotyczącego odnawialnych źródeł energii niekorzystnie wpływa na sektor energetyczny, który stanowi jedną z kluczowych gałęzi gospodarki.

Należy zauważyć, iż polityka klimatyczna Unii Europejskiej oparta jest na dość rygorystycznych założeniach, biorąc pod uwagę możliwości techniczne poszczególnych unijnych państw, w szczególności stan rozwoju sektora energetycznego. Unia Europejska, wprowadzając tak restrykcyjne założenia, przyczynia się do sytuacji, w której wiele firm przenosi fabryki do państw niebędących w Unii Europejskiej, z uwagi na brak tak ostrych wymagań, a tym samym emisje światowe nadal rosną. Z całą pewnością redukcja emisji nie może opierać się tylko na handlu emisjami. Polityka klimatyczna musi być prowadzona w sposób racjonalny, z uwzględnieniem możliwości technicznych. Polska niejednokrotnie krytykowała obostrzenia polityki klimatycznej na forum unijnym, w znacznej mierze z powodu trudności technicznych w dostosowaniu polskiej energetyki do wymagań unijnych, gdyż wielu zakładom groziło zamknięcie w przypadku niedostosowania się do założeń przyjętego pakietu. Jednak należy pamiętać, że wstępując do Unii Europejskiej, zobowiązano się do dostosowania do rygorystycznych wymagań środowiskowych.

Definicja, charakterystyka i proces spalania biomasy

Biomasa to najczęściej wykorzystywane źródło energii odnawialnej, gdyż może stanowić ją w zasadzie cała materia organiczna. Pojęcie biomasy jest rozmaicie definiowane w wielu aktach prawnych¹⁵.

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE biomasa to ulegająca biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich.

¹⁵ G. WIELGOSIŃSKI, P. ŁECHTAŃSKA: *Emisja zanieczyszczeń z procesu spalania biomasy*. W: *Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego*. Red. A. MUSIALIK-PIOTROWSKA, J.D. RUTKOWSKI. Wrocław 2010, s. 391—399.

W ustawie o odnawialnych źródłach energii (OZE) z 2015 r. zdefiniowano biomasę jako stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i komunalnych pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, w tym odpadów z instalacji do przetwarzania odpadów oraz odpadów uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w szczególności osadów ściekowych, zgodnie z przepisami o odpadach w zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcenia odpadów¹⁶.

Najnowsza nowelizacja ustawy o OZE wprowadziła definicję biomasy lokalnej — biomasa pochodząca z upraw energetycznych, a także odpady lub pozostałości z produkcji rolnej oraz przemysłu przetwarzającego jej produkty, zboża inne niż pełnowartościowe, pozyskiwane w sposób zrównoważony¹⁷.

Należy zaznaczyć, iż istnieją różne kryteria podziału biomasy, również w literaturze prezentowana jest spora liczba definicji i podziału biomasy, ze względu na przyjęte kryteria. Najkrócej rzecz ujmując, zasadniczo można podzielić biomasę na dwie grupy:

Surowce pierwotne składające się w całości z substancji roślinnych pochodzących z rolnictwa lub leśnictwa oraz odpady, m.in. pochodzące z rolnictwa, leśnictwa, z produkcji pierwotnej masy celulozowej, papieru, przeróbki drewna. Spalanie lub współspalanie odpadów z procesów przemysłowego przetwarzania biomasy traktowane jest ulgowo z punktu widzenia prawnego, w szczególności podlega standardom emisyjnym określonym dla spalania paliw, a nie dla spalania i współspalania odpadów, dodatkowo nie podlega ono surowemu reżimowi prowadzenia procesu termicznego przekształcenia opadów.

Z technicznego punktu widzenia dokonuje się podziału biomasy, przyjmując jako kryterium zawartość części mineralnych w popiele. Ze względu na znaczne różnice w procesie jej spalania biomasę podzielono na trzy grupy (kategorie) według CEN/TS 14961¹⁸: biomasa z drewna (grupa I), biomasa z roślin (grupa II), biomasa z owoców (grupa III).

W praktyce, z punktu widzenia prowadzenia procesu spalania, stosowny jest jeszcze inny podział biomasy¹⁹:

¹⁶ Art. 2 ust 3 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii. Dz.U. 2015, poz. 478.

¹⁷ Art. 1 ust 2 ustawy z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. 2016, poz. 925.

¹⁸ CEN/TS 14961, Solid biofuels — Fuel specifications and classes.

¹⁹ W. MOKROSZ: *Migracja związków chloru z biomasy w procesie spalania oraz ich wpływu na procesy korozyjne i eksploatacyjne kotłów*. W: *Nowoczesne kotłownie, inwestycje, bezpie-*

Grupa I — Biomasa zawierająca popiół o dużej zawartości wapnia i potasu, ubogi w krzemionkę, którą stanowi głównie biomasa z drewna, charakteryzuje się niską zawartością azotu 0,3%—0,7% (w stanie suchym), zawartością siarki na poziomie 0,03%—0,05% (w stanie suchym) oraz zawartością popiołu w zakresie 0,1%—6,0% (w stanie suchym), wartości te są porównywalne z wieloma paliwami kopalnymi. Wilgotność takiej biomasy jest często bardzo wysoka, sięgająca do 50%—80%. Spalanie biomasy z drewna jest trudniejsze w porównaniu z węglem czy torfem, technologie spalania drewna obecnie powszechnie stosuje się ze względu na ciągły rozwój nowych kotłów i materiałów oraz sprzyjające temu procesowi regulacje prawne. Spalanie biomasy z drewna w wysoko sprawnych kotłach w wysokiej temperaturze i przy wysokich parametrach pary uwidacznia negatywne właściwości biomasy w postaci zarastania kotła, tworzenie się osadów oraz wzmożonej korozji wysokotemperaturowej. Biomasa drzewna jest aktualnie współpalana w kotłach o tradycyjnej konstrukcji, tj. przewidzianych do spalania paliw kopalnych.

Grupa II — Biomasa z popiołem bogatym w krzemionkę, ubogim w wapń i potas. Paliwa w tej grupie są bardzo różnicowane pod względem składu chemicznego i właściwości spalania, należą do niej rośliny jednoroczne lub rolne biopaliwa (tzw. biomasa agro). Charakteryzuje je stosunkowo duża zawartość potasu (K) i/lub chloru (Cl). Niektóre z paliw należące do tej grupy biomasy, np. łupiny ryżu i bagassa, mają bardzo dużą zawartość SiO_2 w popiele. Zawartość chloru w słomach jest wysoka i wynosi do 2% (np. w suchej słomie z pszenicy). Paliwa z tej grupy posiadają skłonności obniżania temperatury topnienia popiołu, temperatura spiekania kształtuje się w zakresie 700—900°C, a temperatura mięknięcia popiołu wynosi poniżej 1000°C, zaś pełne topnienie zachodzi często poniżej 1200°C. Słoma znana jest jako reaktywne i trudne paliwo, charakteryzujące się skłonnościami do zanieczyszczania powierzchni wymiany ciepła, wzmożonymi właściwościami korozyjnymi oraz skłonnościami do tworzenia żużli²⁰. Spalanie słomy w dużych kotłach przemysłowych jest trudne, niemniej jednak wykonalne, jeżeli słoma współpalana jest w małych ilościach z paliwami takimi jak węgiel.

Grupa III — Biomasa z popiołem bogatym w wapń, potas i fosfor, którą stanowią łodygi słonecznika lub makuchu rzepakowego z procesów produkcji olejów jadalnych i biopaliw skład popiołów kształtuje się następująco K_2O 20%—30%, CaO 5—15 i P_2O_5 15%—45%. Podobnie jak biomasa II grupy zawiera ona chlor zwiększający ryzyko powstawania korozji chlorowej prze-

czeństwo, Zawiercie, 23—25 marca 2011 r. [B.m.w.] 2011. <http://www.apbiznes.pl/wp-content/uploads/2011/03/dr-Wojciech-Mokrosz-Politechnika-Slaska.pdf> [dostęp: 6.02.2013], s. 1—22.

²⁰ H. NEVALAINEN, T. LEINO, A. TOURUNEN, M. HITUNEN, E. CODA ZABETTA: *Deposits and emissions during the co-combustion of biodiesel residue with coal and biomass in a CFB pilot, Circulating Fluidized Bed Technology IX, May 13—16, 2008.* Hamburg, Germany. Proceedings, s. 863—868.

grzewaczy wywołanej wysoką temperaturą. Biomasa tego rodzaju jest zwykle źródłem dużych osadów, ale może być ona współspalana z węglem w niewielkich ilościach w cyrkulacyjnych kotłach fluidalnych²¹.

Biomasa, jako surowiec do spalania i produkcji energii elektrycznej, jest paliwem specyficznym i zupełnie odmiennym od węgla stanowiącego w naszym kraju główne i podstawowe źródło energii. Biomasa to surowiec, który w porównaniu do paliw kopalnych (stałych) ma niską wartość opałową i dodatkowo — niską gęstość usypową, co wiąże się z koniecznością posiadania dużych powierzchni do jej składowania, optymalnie zadaszonych. Ponadto wysoka i nieprzewidywalna zawartość wilgoci wpływa negatywnie na jej wartość opałową i kinetykę spalania. Biomasa charakteryzuje się wysoką zawartością części lotnych i niską zawartością popiołu²². Zasadniczo w biomacie występuje niska zawartość azotu i siarki, ale dużym zagrożeniem jest możliwość występowania dużej zawartości związków chloru²³, które z uwagi na wysoką reaktywność znacząco skracają okres eksploatacji kotła i innych urządzeń energetycznych, dodatkowo w przypadku stosowania mokrych technologii oczyszczania spalin większa emisja chloru skutkuje koniecznością odprowadzania większej ilości ścieków z instalacji oczyszczania spalin. Warto dodać, że biomasa traktowana jest jako zeroemisyjne źródło CO₂, ale w skrajnych przypadkach, np. w przypadku dużej zawartości chloru i związków węglowodorów aromatycznych, może być źródłem emisji dioksyn i furanów do środowiska²⁴.

Przechodząc do zasadniczego zagadnienia artykułu, przeanalizować należy problematykę spalania i współspalania biomasy. Ze względu na uwarunkowania geograficzne, polityczne i ekonomiczne polski sektor energetyczny oparty był i najprawdopodobniej długo jeszcze pozostanie na własnych paliwach kopalnych (węgiel kamienny i węgiel brunatny). Tym samym polskie elektrownie przewidziane były (zaprojektowane) na przetwarzanie/uzyskiwanie energii elektrycznej ze spalane go w kotłach energetycznych węgla. Uzyskiwanie energii elektrycznej, poprzez współspalanie biomasy w kotłach energetycznych zaprojektowanych do spalania węgla, z punktu widzenia technicznego, stanowiła wyzwanie stymulowane mechanizmami ekonomicznymi i odpowiednimi środkami prawnymi, wymuszało dostosowanie zarówno kotłów, jak i całej infrastruktury

²¹ P. DERDA, M. ZAVENHOVEN, M. HUPA, K. DAVIDSSON, L. AMAND, H. KASSMAN, E. CODA ZABETTA: *Fate of alkali metals during co-combustion of biodiesel residues with coal in a semi-industrial CFB boiler, Circulating Fluidized Bed Technology IX, May 13—16, 2008*. Hamburg, Germany. Proceedings, s. 857—862.

²² F. STRZELCZYK, A. WAWSZCZAK: *Efektywność biomasy jako paliwa energetycznego*. „Rynek Energii” 2008, z. 5, s. 51—57.

²³ Z. MAKLES, A. ŚWIĄTKOWSKI, S. GRYBOWSKA: *Niebezpieczne dioksyiny*. Warszawa 2001, s. 77.

²⁴ G. WIELGOSIŃSKI: *Emisja dioksyn z procesów termicznych i metody jej ograniczenia*. Łódź 2009, s. 37.

elektrowni do spalania nowego surowca. Ponadto, jak wykazano, definicja biomasy jest pojęciem niezwykle szerokim, a każdy rodzaj biomasy spala się inaczej i ma inną wartość opałową oraz inne zanieczyszczenia, dlatego współspalanie biomasy związane było i jest zwykle z obniżeniem sprawności kotła. Dodatkowo mogą występować problemy z korozją chlorową i emisją drobnych cząstek pyłu poniżej 10 μm , które nie pozostają bez wpływu na środowisko naturalne i/lub instalacje oczyszczania spalin. Proces wykorzystania biomasy to nie tylko problem po stronie kotła i urządzeń towarzyszących, ale również kwestia logistyki transportu do elektrowni, magazynowania w celu zapewnienia wymaganej retencji surowca, dostosowania infrastruktury elektrowni w celu odpowiedniego przygotowania biomasy do spalania (procesów rozdrabniania, suszenia, transportu wewnętrznego itd.) oraz dodatkowo problemy związane z wybuchowymi właściwościami rozdrobnionej biomasy. Jak wielki problem stanowi odpowiednia infrastruktura umożliwiająca zasadne z punktu widzenia technicznego spalanie biomasy ilustrują dwa proste przykłady biomasy: słoma sezonowo (raz w roku) zbierana z pól wilgotna i zawierająca dużo chloru oraz pelet drzewny (np. z przemysłu meblarskiego) uzyskiwany w sposób stały o parametrach energetycznych zbliżonych do węgla kamiennego.

W kontekście omawianych zagadnień należy zwrócić uwagę, że spalanie/przetwarzanie biomasy na energię elektryczną możliwe jest zasadniczo na dwa sposoby: w kotłach biomasowych i w kotłach węglowych. Spalanie wcześniej zdefiniowanej biomasy w kotłach specjalnie do tego celu zaprojektowanych, z punktu widzenia technicznego możliwe jest uzyskanie dużej wcześniej zakładanej efektywności procesu przetwarzania energii chemicznej paliwa na energię elektryczną. Współspalanie biomasy z węglem, gdzie wykorzystywane są do tego celu istniejące kotły węglowe zaprojektowane pierwotnie do spalania paliw kopalnych. Możliwy jest jeszcze, nieanalizowany w niniejszym artykule, wariant pośredni uzyskania gazu generatorowego z biomasy i spalanie go później w palniku zabudowanym w kotle energetycznym.

Jak wcześniej wykazano, biomasa to bardzo szerokie spektrum paliw i z technicznego punktu widzenia odpowiedni jej rodzaj wymaga stosownych urządzeń w celu przetworzenia jej na energię elektryczną, innych dla słomy, traw i innych roślin jednorocznych, innych dla wierzby energetycznej, jeszcze innych dla osadów ściekowych itd.

Ilość biomasy dodawanej do węgla w procesie współspalania kształtuje się zwykle na poziomie ok. 10%, i nawet ta proporcja bywa utrudnieniem dla produkcji energii elektrycznej. Istotnym problemem są wilgoć i chlor występujące w biomacie. Wilgoć pogarsza kinetykę spalania, chlor przyczynia się do niebezpiecznej korozji (tzw. chlorowej) urządzeń kotłowych²⁵. Z technicznego

²⁵ K. KUBICA, M. JEWIARZ, A. SZŁĘK, R. KUBICA, W. MOKROSZ, K. KOWALCZYK: *Spalanie słomy zbożowej — laboratoryjne i pilotażowe badania w kotle rusztowym, Spalanie biomasy*

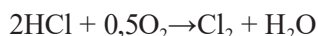
punktu widzenia dość problematyczne jest transportowanie, magazynowanie i podawanie biomasy do komory paleniskowej. Biomasa jest lżejsza od paliw kopalnych, co oznacza konieczność posiadania większej powierzchni magazynowej, dodatkowo zadaszanej, aby uniknąć dodatkowego zawilgocenia. Biomasa, w porównaniu do paliw kopalnych, posiada zupełnie inną strukturę, bywa włóknista i trudna do rozdrobnienia w istniejących młynach węglowych. Mielenie mieszanki węglowo-biomasowej, ze względu na wzrost temperatury na skutek tarcia, niesie dodatkowo ryzyko pożaru i eksplozji trudnej do przewidzenia, o czym świadczą wypadki w polskich elektrowniach. Wypada przypomnieć tragiczny wypadek w Dolnej Odrze czy pożar w Elektrowni w Turowie.

Powszechnymi technologiami przemysłowego przetwarzania (spalania) biomasy są: spalanie w kotłach rusztowych, spalanie w kotłach fluidalnym ze złożem stacjonarnym pęcherzykowym (BFB), fluidalnych ze złożem cyrkulacyjnym (CFB) oraz współspalanie w kotłach na paliwa kopalne.

W kotłach, przetwarzających biomasę, często występują niekorzystne zjawiska: formowania się osadów, powstawania spieków na powierzchniach wymiany ciepła, tworzenie żużla, destabilizacja złoża oraz korozja przegrzewacza. Głównym czynnikiem powodującym utrudnienia jest zawartość części mineralnych w biomacie (skład popiołu), w szczególności zawartość siarki i chloru.

Chlor (Cl_2) zawarty w biomacie jest bardzo reaktywny względem stali w wysokiej temperaturze. Powoduje on procesy korozyjne, niszcząc ochronną warstwę tlenków. Źródłem chloru (Cl_2) przy powierzchni metalu jest obecny w spalinach chlorowódz (HCl) oraz występujące w osadach chlorki metali alkalicznych.

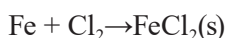
Mechanizm utleniania chlorowodoru HCl (reakcja Deacona)



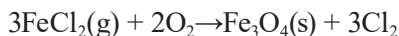
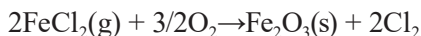
Na skutek wysokiej temperatury reakcja przebiega powoli (dużo HCl i mało Cl_2), jednak katalityczne działanie tlenków zawartych w osadzie (tzw. proces Weltona) powoduje, że powstaje chlor. Źródłem Cl_2 mogą być dodatkowo reakcje kondensujących na rurach chlorków K i Na z tlenkami żelaza w osadzie:



Chlor przenika przez osady do metalu i reaguje z nim według reakcji:



Powstające na powierzchni chlorki wzmagają procesy korozyjne według reakcji:



Wygenerowany na powierzchni metalu tlenek żelaza nie posiada właściwości ochronnych ze względu na swoją porowatość. Powstały na skutek reakcji chlor dyfunduje przez warstwę tlenków do metalu. Korozja chlorkowa jest szczególnie niebezpieczna, gdy na powierzchni metalu obecne są osady zawierające chlorki potasu i sodu, w szczególności występujące w fazie ciekłej. Temperatura topnienia chlorków K i Na jest wysoka, niemniej jednak ich eutektyki z chlorkami innych metali mają znacznie niższą temperaturę topnienia. W związku z czym w kotłach, w których spala się odpady zawierające chlor, alkalia i metale ciężkie, procesy korozyjne obserwowane są już w temperaturze 250°C. Należy również dodać, że chlorki K i Na intensyfikują procesy korozyjne na powierzchni metalu nawet w stanie stałym.

Jak wykazano, racjonalne przetwarzanie energii z biomasy wymaga zastosowania odpowiednich urządzeń stosownie do rodzaju przetwarzanej biomasy. Potwierdzają to również aplikacje i zróżnicowane konstrukcje kotłów dedykowane do konkretnych węgla o różnych parametrach energetycznych, podobnie lokalizacja tych obiektów posiada związek z dostępem do surowca.

Z technicznego punktu widzenia proces współspalania określonego wolumenu biomasy w kotłach węglowych, bez wpływu na jego efektywność, możliwy jest do realizacji jedynie w przypadku spalania biomasy o określonych właściwościach tzn.: granulowanej suchej i posiadającej wartość opałową na poziomie minimum 15 MJ. Wymaga to jednak stworzenia odpowiedniej infrastruktury poza energetyką. Przy czym zaznaczyć należy, że i tak specyfika polskiej energetyki jest taka, że proces produkcji biomasy będzie posiadał równomierne rozproszenie, a istniejące obiekty energetyczne są zlokalizowane w rejonach zurbanizowanych, uprzemysłowionych oraz w pobliżu występowania surowców energetycznych.

Podsumowanie

Podsumowując dotychczasowe rozważania, stwierdzić, po pierwsze, należy, że wdrażanie przedsięwzięć na rzecz ochrony środowiska musi być prowadzone w sposób racjonalny i dostosowane do możliwości technicznych oraz potencjału ekonomicznego kraju, aby nie zaburzać efektywności gospodarczej. Energetyka

jako jedna ze strategicznych gałęzi przemysłu potrzebuje stabilnego i zrównoważonego rozwoju.

Polski przemysł, aby móc realizować założenia klimatyczne, potrzebuje dwóch obligatoryjnych elementów: stabilności prawa i gwarancji wsparcia. Oczywistym jest, że jeżeli spalanie biomasy będzie nieopłacalne, to firmy będą spalać paliwa kopalne. Tworząc odpowiednie akty prawne, należy zdawać sobie sprawę z posiadanej w kraju infrastruktury i dostosowywać je tak, aby zmiany te były wykonalne z technicznego punktu widzenia. Wykorzystanie OZE jest właściwym kierunkiem przetwarzania energii w szczególności w krajach naszej strefy klimatycznej. Należy jednak podkreślić, że istotnym zagadnieniem jest odpowiednia efektywność energetyczna procesu przetwarzania energii w odróżnieniu od spalania-przetwarzania określonej ilości biomasy w celu uzyskania korzyści ekonomicznej w postaci certyfikatów.

Konieczność ograniczenia emisji gazów cieplarnianych przy jednoczesnym wzroście zużycia energii wiąże się z koniecznością wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Niemniej jednak spalanie biomasy powinno odbywać się w kotłach technicznie do tego przeznaczonych, aby zapewnić wymaganą efektywność i bezpieczeństwo techniczne oraz ekologiczne procesu przetwarzania paliwa na energię elektryczną.

W porównaniu z paliwami konwencjonalnymi, takimi jak węgiel i torf, biomasa generuje szereg trudności w procesie spalania. Charakteryzuje ją różna jakość w zależności od sezonu i regionu, wysoka wilgotność, która musi zostać odparowana w procesie spalania, co znacznie pogarsza sprawność procesu przetwarzania energii, bardziej skomplikowana logistyka dostaw, trudności związane z podawaniem paliwa.

Dodatkowo, kocioł biomasowy powinien być przewidziany dla danej grupy biomasy. Proces współspalania biomasy z technicznego punktu widzenia może być prowadzony, niemniej jednak wymaga to zorganizowania również rynku biomasy, który zapewniłaby dostępność biomasy przez cały rok o zdefiniowanych parametrach energetycznych i wilgotności. Przypomnieć należy, że spalanie biomasy losowo pozyskanej z rynku prowadzi do tego, że jej parametry są nieprzewidywalne i skutkuje to nieefektywnym przetwarzaniem energii chemicznej w niej zawartej. Ponadto ze względu na cechy surowca, takie jak niski ciężar usypowy, a co się z tym wiąże — problem magazynowania i koszty transportu powinno być realizowane w lokalnych zakładach energetycznych, w tym również w ciepłownictwie.

Powstaje zatem pytanie skierowane do ustawodawcy, zważywszy na fakt, że głównym źródłem ciepła w Polsce wykorzystywanego do ogrzewania mieszkań i ciepłej wody użytkowej (cwu) jest węgiel, czy warto go wozić i spalać w gospodarstwach domowych i ciepłownictwie, które w większości emitują spaliny nieoczyszczone i są rozproszone prawie równomiernie, czy też spalać w nich odpowiednio przygotowane paliwa biomasowe, a w kotłach energetycznych

spalać węgiel? Bilans emisji CO₂ będzie korzystniejszy o emisję związaną z transportem biomasy i węgla. Uregulowania te, jak widać, opierają się na standardach krajów Europy Zachodniej, w których paliwem do ogrzewania jest gaz, a nie węgiel. W Polsce istnieje jednak bogata infrastruktura ciepłowni oraz sieci ciepłowniczych, które nie są i nie będą w najbliższej przyszłości w stanie sprostać wymaganiom zmniejszenia emisji CO₂.

Stworzenie idealnych uregulowań co do zasady nie jest możliwe, co obrazuje dynamika zmian kolejnych uregulowań prawnych, ale podkreślić należy, uregulowania prawne powinny być realizowane, w sposób spójny z możliwościami technicznymi.

Nie ulega wątpliwości, iż problematyka spalania biomasy jest tematem rozległym i wieloaspektowym, dlatego należy zauważyć, iż niniejszy artykuł jest tylko próbą przybliżenia złożonego problemu, zarówno z punktu widzenia prawnego, jak i technicznego i z całą pewnością nie wyczerpuje tematu.

Literatura

- DERDA P., ZAVENHOVEN M., HUPA M., DAVIDSSON K., AMAND L., KASSMAN H., CODA ZABETTA E.: *Fate of alkali metals during co-combustion of biodiesel residues with coal in a semi-industrial CFB boiler, Circulating Fluidized Bed Technology IX, May 13–16, 2008*. Hamburg, Germany. Proceedings, s. 857–862.
- JAROSIŃSKI J.: *Techniki czystego spalania*. Warszawa 1996.
- KONIECZYŃSKI J., PASOŃ-KONIECZYŃSKA A.: *Zastosowanie technologii wychwytu i składowania dwutlenku węgla*. W: *Ochrona powietrza w teorii i praktyce*. Red. J. KONIECZYŃSKI. Zabrze 2010, s. 163–164.
- KUBICA K., JEWIARZ M., SZŁĘK A., KUBICA R., MOKROSZ W., KOWALCZYK K.: *Spalanie słomy zbożowej — laboratoryjne i pilotażowe badania w kotle rusztowym, Spalanie biomasy i paliw alternatywnych w energetyce i przemyśle cementowym, II Forum paliw alternatywnych*. Złotniki Lubańskie 2012, 19–22 września 2012 r., s. 49–62.
- MAKLES Z., ŚWIĄTKOWSKI A., GRYBOWSKA S.: *Niebezpieczne dioksyne*. Warszawa 2001.
- MOKROSZ W.: *Migracja związków chloru z biomasy w procesie spalania oraz ich wpływu na procesy korozyjne i eksploatacyjne kotłów*. W: *Nowoczesne kotłownie, inwestycje, bezpieczeństwo, Zawiercie, 23–25 marca 2011 r.* [B.m.w.]. <http://www.apbiznes.pl/wp-content/uploads/2011/03/dr-Wojciech-Mokrosz-Politechnika-Slaska.pdf> [dostęp: 6.02.2013], s. 1–22.
- NEVALAINEN H., LEINO T., TOURUNEN A., HITUNEN M., CODA ZABETTA E.: *Deposits and emissions during the co-combustion of biodiesel residue with coal and biomass in a CFB pilot, Circulating Fluidized Bed Technology IX, May 13–16, 2008*. Hamburg, Germany. Proceedings, s. 863–868.
- Prawo ochrony środowiska*. Red. M. GÓRSKI. Warszawa 2014.
- ŚWIĄTKOWSKA M.: *Produkcja przemysłowa oparta na źródłach energii — odnawialnych i nieodnawialnych*. W: *Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego*. Red. A. MUSIALIK-PIOTROWSKA, J.D. RUTKOWSKI. Wrocław 2010.

- ŚCIAŻKO M., ZUWAŁA J., PRONOBIS M., WINNICKA G.: *Problemy związane ze współspalaniem biomasy w kotłach energetycznych*. W: *Współspalanie biomasy i paliw alternatywnych w energetyce*. Red. M. ŚCIAŻKO, J. ZUWAŁA, M. PRONOBIS. Zabrze 2007, s. 17—41.
- STRZELCZYK F., WAWSZCZAK A.: *Efektywność biomasy jako paliwa energetycznego*. „Rynek Energii” 2008, z. 5, s. 51—57.
- WIELGOSIŃSKI G.: *Emisja dioksyn z procesów termicznych i metody jej ograniczenia*. Łódź 2009.
- WIELGOSIŃSKI G., ŁECHTAŃSKA P.: *Emisja zanieczyszczeń z procesu spalania biomasy*. W: *Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego*. Red. A. MUSIALIK-PIOTROWSKA, J.D. RUTKOWSKI. Wrocław 2010, s. 391—399.
- WRÓBLEWSKI R.: *Biomasa w energetyce*. „Energia Gigawat” 2015, nr 11—12. http://cire.pl/pliki/2/wr_blewskirobertl.pdf [dostęp: 2.02.2016].

Małgorzata Mokrosz

Technical options for biomass combustion in view of the current legal

Summary

The aim of the paper is to discuss of the issues related to combustion and co-combustion of biomass by power plants, in view of the Polish regulations. Relevant risks and operating problems, resulting from the preferences offered for the use of biomass to produce electricity are taken into account. The EU climate policy EU, related to the introduction of biomass to the power sector as well as different types and characteristics of the biomass used, operating and maintenance problems resulting from co-combustion of biomass with coal, the prospective of biomass combustion and co-combustion are analyzed in the paper. A need to carry on with regulatory works aiming at developing of new legal acts and modifying the existing ones, according to the availability of energy resources and technical options for the production of electricity from biomass, was also pointed out.

Key words: biomass, biomass combustion, co-combustion of biomass

Малгожата Мокрош

Технические возможности сжигания биомассы в аспекте действующих правовых регуляций

Резюме

Целью статьи является обсуждение вопросов, связанных с процессом сжигания и сосжигания биомассы в энергетических котлах в контексте польских правовых регуляций, с учётом угроз и эксплуатационных проблем возникающих при применении преференций переработки возобновляемых видов топлива на электрическую энергию. В статье проанализировано: климатическую политику Европейского союза, связанную с введением биомассы в энергетический сектор, деление и характеристику биомас-

сы, эксплуатационные проблемы угольных котлов, связанные с сжиганием биомассы, дальнейшие перспективы и направления сжигания и сжигания биомассы. Указано также необходимость создания и приспособления правовых норм в отношении к специфике имеющихся энергетических ресурсов, а также технических условий и возможности их переработки на электрическую энергию.

Ключевые слова: биомасса, сжигание биомассы, сжигание биомассы