



Tomasz MIROWSKI\*, Krystyna KUBICA\*\*

## Rola biomasy w lokalnych klastrach energetycznych

**STRESZCZENIE:** Potencjał energetyczny biomasy w Polsce pozwala na realizację projektów w zakresie jej zagospodarowania na cele grzewcze i do produkcji energii elektrycznej (biomasa stała), do produkcji paliw gazowych (biogaz) oraz ciekłych. Jednym ze sposobów wykorzystania lokalnych zasobów biomasy są tzw. lokalne klastry energetyczne, wskazywane przez Ministerstwo Energii jako kluczowy element zrównoważenia energetycznego, szczególnie na terenach gmin wiejskich. Idea klastrów energetycznych określana jest jako porozumienie podmiotów oferujących usługi w obszarze wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i zaopatrzenia w energię i paliwa na obszarze lokalnym, w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego przy zachowaniu opłacalności ekonomicznej, finansowej i społecznej oraz zrównoważonego rozwoju. W artykule autorzy wskazują kierunki działań jakie należy podjąć w zakresie regulacji oraz wsparcia organów państwowych, aby wykorzystując lokalne zasoby biomasy uzyskać wymierne korzyści środowiskowe (poprawa jakości powietrza) oraz ekonomiczne (zmniejszenie tzw. „zielonych odpadów”) i poprawy efektywności energetycznej (wymiana starych urządzeń grzewczych). Został także przedstawiony problem ubóstwa energetycznego występujący w sektorze komunalno-bytowym, utrudniający działania jednostek samorządowych w zakresie poprawy jakości powietrza.

**SŁOWA KLUCZOWE:** biomasa, niska emisja, klastry energetyczne, OZE

---

Dr inż. – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

Dr inż. – wieloletni dyrektor zakładu badawczego IChPW w Zabrze oraz pracownik naukowo-badawczy ITC Politechniki Śląskiej.

## Wprowadzenie

Z uwagi na duży potencjał energetyczny biomasy w Polsce, którego znaczna część dotychczas nie jest zagospodarowana z powodu zaniedbań i błędnej polityki w zakresie wsparcia OZE, celowe jest określenie warunków do zdecentralizowanej produkcji ciepła i energii elektrycznej z lokalnych zasobów energetycznych biomasy (IEO 2012). Jest to jeden ze sposobów wykorzystania lokalnych zasobów w tzw. lokalnych klastrach energetycznych, wskazywanych przez Ministerstwo Energii jako kluczowy element zrównoważenia energetycznego, szczególnie na terenach gmin wiejskich. Idea klastrów energetycznych określana jest jako porozumienie podmiotów oferujących usługi w obszarze wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i zaopatrzenia w energię i paliwa na obszarze lokalnym, w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego przy zachowaniu opłacalności ekonomicznej, finansowej i społecznej oraz zrównoważonego rozwoju (WNP 2016). Koncepcja takiej samowystarczalnej, lokalnej gospodarki energetycznej w ramach gminy czy powiatu opiera się w istocie na ograniczeniu importu paliw i energii i zwiększeniu tym samym produkcji tych dóbr z własnych zasobów oraz pokryciu rosnącego popytu na te dobra. Dzięki temu ogranicza się wypływ kapitału w obrębie działania klastra, pobudza inwestycje, zmniejsza bezrobocie, a poprzez zastosowanie nowych technologii energetycznych poprawia lokalne bezpieczeństwo energetyczne, zwiększa efektywność energetyczną i redukuje emisję zanieczyszczeń powstałą w wyniku spalania paliw kopalnych. Takie możliwości stwarza między innymi biomasa pozyskiwana w sposób zrównoważony z zasobów leśnych, rolnictwa i przemysłu przetwórstwa roślin i wykorzystywana lokalnie. Przyjęta przez KE w 2009 roku Dyrektywa 2009/28/WE dotycząca OZE (w miejsce dyrektyw 2001/77/WE oraz 2003/30/WE) zwraca uwagę na główne cele lokalnego wykorzystania biomasy w energetyce, tj.: ochrony klimatu poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, w tym związanych z transportem biomasy oraz poprawy bezpieczeństwa energetycznego w wyniku dywersyfikacji źródeł i miejsc wytwarzania energii, ograniczenia importu oraz strat w przesyłce energii (Dyrektywa 2009).

### 1. Lokalne zasoby biomasy

W Polsce zasoby paliw kopalnych są dobrze rozpoznane. Na podstawie danych zasobów geologicznych wydziela się z nich część zasobów operatywnych (wydobywalnych), a następnie tworzy się na ich podstawie harmonogramy wydobycia uwzględniając straty (Galos i in. 2015). W przypadku biomasy stałą wielkość jej zasobów zdeterminowana jest wieloma czynnikami, m.in. źródłem pochodzenia (rolnicza, leśna, celowe uprawy energetyczne), rodzajem upraw, dynamiką wzrostu roślin w okresie wegetacji, jakością gleby, przeznaczeniem upraw na cele spożywcze, energetyczne, przemysłowe. Wielkość zasobów zatem częściowo jest zależna od

sposobu gospodarowania ziemią przez człowieka. Rozróżnia się zasoby teoretyczne, techniczne oraz ekonomiczne (rynkowe). Zasoby te są określane pojęciem potencjału, który został oszacowany w Polsce kilkanaście lat temu (EC BREC 1998). Realny potencjał ekonomiczny biomasy w Polsce szacowany jest na poziomie 600 168 TJ w 2020 roku, natomiast potencjał rynkowy ocenia się na poziomie 533 118 TJ. W oszacowanym potencjale rynkowym najwyższy udział stanowią plantacje energetyczne (286 718 TJ), kolejne miejsca zajmują, odpowiednio: stałe odpady (149 338 TJ), odpady mokre (z przeznaczeniem na biogaz – 72 609 TJ) oraz drewno opałowe (24 452 TJ).

Rozważając koncepcję lokalnego wykorzystania biomasy wielkość krajowych zasobów nie jest istotna. Wiele czynników wpływa na lokalne wykorzystanie energetycznego potencjału biomasy. Najważniejszym z nich jest aspekt ekonomiczny. Warunkuje on bowiem proces inwestycyjny, mający na celu pozyskanie surowca (stabilne w czasie) do produkcji paliwa, a następnie produkcję energii użytkowej w postaci ciepła i/lub energii elektrycznej, paliw ciekłych lub paliw gazowych. Prawidłowe rozpoznanie lokalnych możliwości produkcyjnych wpływa na stopień użytkowania biomasy i sukces przedsięwzięcia. Szacowanie potencjału energetycznego polega na wyznaczeniu ilości energii możliwej do pozyskania, przy akceptowalnych dla podmiotu zajmującego się jej końcowym przetworzeniem kosztach. Konieczne jest także rozpoznanie właściwości fizykochemicznych dostępnej biomasy, które warunkuje wybór dostępnej, akceptowalnej środowiskowo technologii wytwarzania energii (optymalnie spełniającej wymogi BAT; ang. *Best Available Technology*). Będzie on miał wpływ na nakłady inwestycyjne przedsięwzięcia.

Poznanie wielkości określonego potencjału w gminie nie wystarcza do podjęcia decyzji o jego wykorzystaniu. Ważne są również informacje o zapotrzebowaniu (lokalnym popycie) ludności na konkretne rodzaje energii, takie jak (Siejka i in. 2008):

- ◆ energia elektryczna,
- ◆ ciepło służące ogrzewaniu mieszkań i przygotowaniu ciepłej wody użytkowej,
- ◆ ciepło do przygotowania posiłków,
- ◆ inne, np. na potrzeby sektora publicznego (szkoły, szpitale, urzędy, ośrodki kultury itp.).

Zebrane informacje oraz wyniki na temat zapotrzebowania energetycznego mieszkańców pozwalają na:

- ◆ określenie szansy zbytu na energię w lokalizacji, gdzie powstaje biomasa (lokalne wykorzystanie biomasy zmniejsza koszty transportu),
- ◆ określenie rodzaju wytwarzanej energii w jakościowy i ilościowy sposób na terenie gminy,
- ◆ przeprowadzanie analiz ekonomicznych przyszłych inwestycji,
- ◆ określenie zakresu substytucji paliwowej oraz konwersji technologii (np. w źródłach małej mocy; wymiana kotła opalanego paliwami stałymi (węglem, drewnem) na biomasowy z innowacyjną techniką spalania).

Obliczenie wielkości zasobów pozwala na uzyskanie informacji o możliwości zaspokojenia potrzeb energetycznych w obrębie działania klastra. Gminy, które zdecydowały się na opracowanie Planu Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN) dysponują wiedzą w zakresie źródeł energii odnawialnej, możliwych do wykorzystania na swoim terenie. Dokładność tych szacunków

w większości przypadków w zakresie zasobów biomasy jest niewystarczająca do realizacji przez JST (Jednostki Samorządu Terytorialnego) dużych projektów.

## 2. Produkcja energii z biomasy

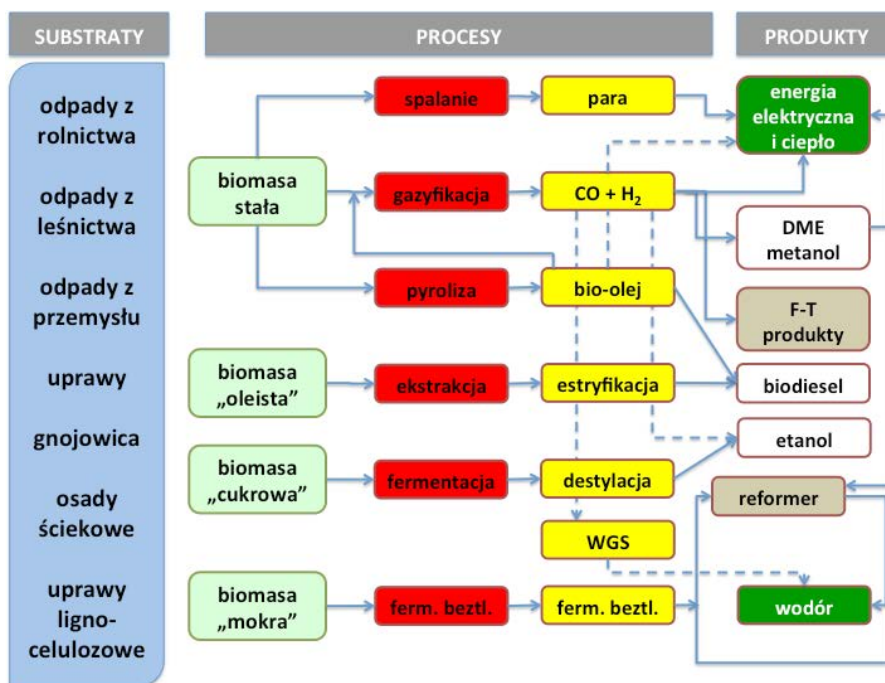
Biomasę można pozyskać i przekształcić w użyteczną bioenergię. W jej skład wchodzi pozostałości upraw rolniczych, gospodarki leśnej, odpady z procesów przeróbki drewna, odpady zwierzęce łącznie ze ściekami, wybrane odpady komunalne, odpady gastronomiczne itp., a także dedykowane uprawy energetyczne i lasy o krótkiej rotacji. Tradycyjna biomasa (głównie w formie drewna – chrustu oraz odpadów rolniczych) od dawna jest źródłem energii użytkowanej, np. do gotowania czy ogrzewania, i wciąż służy do tych celów 1/3 populacji świata.

Biomasę jako źródło energii możemy podzielić na trzy grupy (Wandrasz J. i Wandrasz A. 2006):

1. Substancje stałe:
  - a) słoma,
  - b) odpady drewna z przemysłu drzewnego,
  - c) kłody i odpady z gospodarki leśnej.
2. Wilgotne substancje rolnicze:
  - a) substancje roślinne,
  - b) produkty z gospodarstw rolnych,
  - c) odpady i odchody drobiowe, trzody chlewnej, mleczarskie.
3. Produkty pochodzenia leśnego:
  - a) drewno w postaci kłód i zrębków,
  - b) kora,
  - c) gałęzie i konary,
  - d) karpy i korzenie.

Kierunki wykorzystania biomasy przeznaczonej na cele energetyczne przedstawiono za rysunku 1. Technologie, w których uzyskuje się paliwa lub energię elektryczną i/lub ciepło są na wysokim poziomie dojrzałości. Jedynym kryterium masowego ich stosowania są aspekty ekonomiczne. Głównym czynnikiem hamującym rozwój jest energetyka wielkoskalowa, w której koncerny energetyczne mające zdecydowany wpływ na kształt rynku energii skutecznie blokują rozwój energetyki rozproszonej, o czym szerzej w pracach J. Popczyka (Popczyk 2016). Energetyka zawodowa zaczęła wykorzystywać biomasę głównie w technologii współspalania, niemal wyłącznie ze względu na kompensatę w postaci tzw. zielonych certyfikatów.

Krytyka dotychczas stosowanej technologii współspalania stosowanej w energetyce zawodowej, przemysłowej jest w określonym stopniu uzasadniona. Należy jednak zauważyć, że to współspalanie odegrało znaczącą rolę w budowie polskiego rynku energii zielonej i takie było



Rys. 1. Kierunki wykorzystania biomasy na cele energetyczne  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie (IEA 2007)

Fig. 1. Biomass conversion paths

założenie w momencie jego wdrażania w naszym kraju. Pomimo, że okres stosowania klasycznego współspalania w energetyce zawodowej oceniano na kilka lat, to upłynęło prawie półtorej dekady. W tym miejscu należy próbować szukać odpowiedzi na pytanie o możliwą symbiozę dużej i małej, lokalnej energetyki w zakresie wykorzystania biomasy.

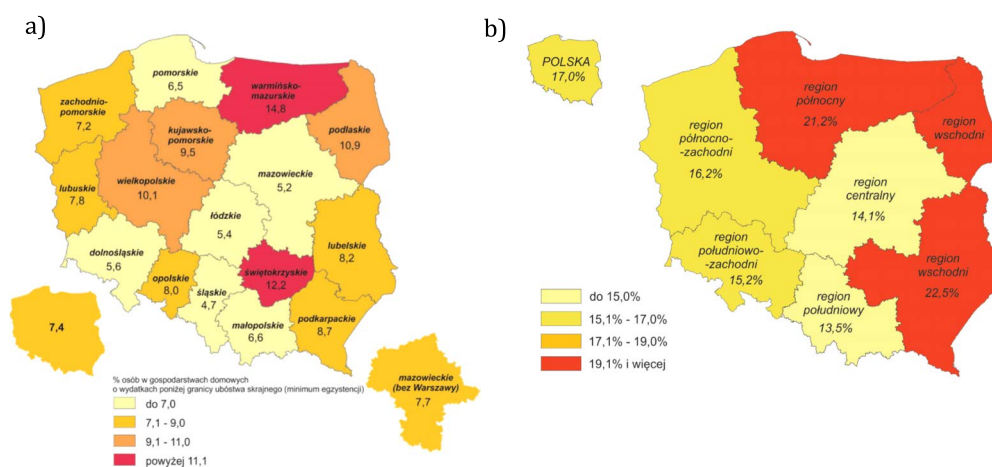
Jednym z istotnym czynników, które powinny sprzyjać rozwojowi lokalnych klastrów energetycznych, wykorzystujących jakło źródło energii dostępne zasoby biomasy jest poprawa jakości powietrza – eliminacja niskiej emisji powodowanej przez sektor komunalno-bytowy.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną ważną kwestię gospodarczo-środowiskową w naszym kraju. To fatalny stan jakości powietrza powodowany wysokim udziałem zanieczyszczeń pochodzącym ze spalania paliw stałych (PM, WWA, PCDDFs). W tym kontekście na uwagę zasługuje czekająca Polskę w najbliższych latach implementacja do prawa krajowego wymagań unijnych w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania oraz regulacji dotyczących urządzeń grzewczych na paliwa stałe o mocy poniżej 0,5 MW.

Od kilku lat w Polsce obserwuje się narastający problem zanieczyszczenia powietrza w wyniku spalania paliw stałych – węgla i biomasy drzewnej – w sektorze komunalno-bytowym. Doświadczenia autorów artykułu w tym zakresie poprzez realizację projektów, seminariów i spotkań z lokalną społecznością obszarów dotkniętych tzw. „niską emisją” potwierdzają jedną

z głównych przyczyn tego stanu rzeczy. Ubóstwo energetyczne, które jest pochodną ubóstwa ekonomicznego, sprawia, że w sektorze gospodarstw domowych wykorzystuje się przestarzałe urządzenia grzewcze (kotły, piece), a stosowane paliwa niskiej jakości oraz niekiedy spalanie odpadów powoduje emisję pyłów i toksycznych związków w sposób przekraczający dopuszczalne normy.

Na rysunku 2 przedstawiono zasięg ubóstwa skrajnego gospodarstw domowych w Polsce w 2014 roku w podziale na województwa (a), oraz wskaźnik zagrożenia ubóstwem według regionów (b).



Rys. 2. (a) – zasięg ubóstwa skrajnego w Polsce w 2014 roku, (b) – wskaźnik zagrożenia ubóstwem (po uwzględnieniu transferów społecznych) według regionów w Polsce w 2015 roku  
Źródło: GUS 2015a, GUS 2015b

Fig 2. (a) – the range of extreme poverty in Poland 2014, (b) – at-risk-of-poverty rate after social transfers by regions in Poland 2015

Source: Central Statistical Office of Poland (ref. GUS 2015a, GUS 2015b)

### 3. Główne źródła zanieczyszczeń powietrza – niska emisja

Produkcja energii metodami konwencjonalnymi wykorzystującymi procesy spalania paliw zarówno kopalnych, jak i odnawialnych pochodzących z biomasy jest głównym źródłem zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza: CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, trwałe związki organiczne (TZO) – WWA, PCDD/Fs, metale ciężkie, pył całkowity TSP i jego subfrakcje PM10, PM2,5 zawierający sadzę (BC). Wielkość ładunku emitowanych zanieczyszczeń zależy od rodzaju i jakości paliwa, ale przede wszystkim od technologii spalania i techniki jej realizacji. Wprowadzanie najnowszych, najlepszych, dostępnych technologii produkcji energii elektrycznej i ciepła BAT, technologii spalania oraz wtórnych metod oczyszczania spalin przyczyniło się do znaczącej redukcji emisji zanieczyszczeń z sektora energetycznego i przemysłowego, czyli emisji powo-

dowanej przez tzw. źródła punktowe. Jak wynika z raportów EMEP (*European Monitoring Environmental Program*), w zależności od uwarunkowań regionalnych, krajowych, głównym udziałowcem w globalnej emisji zanieczyszczeń do powietrza jest transport lub sektor komunalno-bytowy. Udział emisji zanieczyszczeń z sektorów komunalno-bytowego oraz transportu, tzw. niskiej emisji w całkowitej krajowej emisji w poszczególnych krajach Europy i świata jest zależny od uwarunkowań techniczno-ekonomiczno-społecznych. Polska należy obecnie do tych krajów, w których głównym źródłem powstawania niskiej emisji jest sektor komunalno-bytowy. W 2013 roku w Polsce udział emisji z tego sektora w całkowitej rocznej emisji CO, TSP, PM10, PM2.5, WWA i PCDD/PCDFs wynosił odpowiednio: 64,1%, 40,1%, 50,0%, 50,8%, 87,1%, 67,7% (KOBIZE 2016). Eksploatowane w tym sektorze instalacje spalania małej mocy – piece, kotły c.o. przestarzałej konstrukcji i techniki spalania paliw stałych i o wysokości emitorów zazwyczaj poniżej 10 m – stanowią zagrożenie dla zdrowia i środowiska, zwłaszcza lokalnego. Należy tutaj zauważyć, że takim samym zagrożeniem są przestarzałe instalacje spalania paliw stałych małej mocy, o mocy poniżej 1 MW (w skrócie ISMM, ang. SCIs), wytwarzające ciepło użytkowe w sektorze mieszkalnictwa, usług, rolnictwa, leśnictwa, rybołówstwa, rozproszonych jednostkach wojskowych oraz małych i średnich przedsiębiorstwach, mające emitory – kominy o wysokości poniżej 40 metrów. To zagrożenie jest potęgowane, jeżeli spalany jest węgiel o bardzo niskiej jakości, tzw. pozasortymentowy (muły, miały i flotokoncentraty węglowe) i spalane lub współspalane są odpady komunalne (Kubica K. 2013). Powyżej omówione instalacje są odpowiedzialne za emisję, szczególnie szkodliwych dla zdrowia i środowiska zanieczyszczeń – wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), polichlorowanych dioksyn i furanów (PCDD/Fs), sadzy (BC) oraz metali ciężkich, zarówno w fazie gazowej, jak i w formie związanej z pyłem (TSP) zwłaszcza z jego subfrakcjami PM10 i PM2.5, które wprowadzane do środowiska z emitorów o wysokości poniżej 10 m (do 40 m) bezpośrednio oddziałują na człowieka (Kubica K. i in. 2005; Kubica R. i in. 2016). Jak wynika z raportów dotyczących jakości środowiska jednym z dużych obszarów o wysokim stopniu zanieczyszczenia powietrza (tzw. *hot-spotów*), zwłaszcza pyłami PM10, PM2.5 i B(a)P jest obszar Europy środkowo-wschodniej, obejmujący swym zasięgiem Polskę, zwłaszcza jego południowe regiony: województwa śląskie i małopolskie (EEA 2015). Pomimo wielu dotychczasowych działań, mających na celu poprawę jakości powietrza w Polsce, konieczna jest ich intensyfikacja, między innymi z uwagi na przyjętą Strategię Czystszego Powietrza dla Europy CAFE przez Komisję Europejską w 2005 roku (CAFE 2005). Ustanowiła ona cele długoterminowe, ukierunkowane na znaczące ograniczenie oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie i ekosystemy, w tym zakłada ona konieczność zmniejszenia w 2020 roku emisji cząstek stałych PM2.5 o 59%, w stosunku do 2000 roku.

Odpowiedzią na stojące przed krajem wyzwania związane z problemami ochrony powietrza jest przyjęty przez MŚ Krajowy Program Ochrony Powietrza (KPOP 2015). Celem tego programu jest poprawa jakości powietrza na terenie całej Polski. Dotyczy to w szczególności obszarów o najwyższych stężeniach zanieczyszczeń powietrza oraz obszarów, na których występują duże skupiska ludności. Znowelizowana ustawa Prawo Ochrony Środowiska w zakresie art. 96 (tzw. Ustawy antysmogowej) daje samorządom wojewódzkim narzędzie do podejmowania działań w obszarze ograniczania emisji z sektora komunalno-bytowego (Ustawa... 2015). Brak jest jed-

nak ogólnokrajowych uregulowań prawnych, zarówno w odniesieniu do standardów emisji dla instalacji spalania o mocy poniżej 1 MW, jak i jakości paliw stałych stosowanych w indywidualnych gospodarstwach domowych sektora komunalno-bytowego. Przyszłość będzie zależeć od sposobu wykorzystania artykułu 96 ustawy Prawo Ochrony Środowiska przez samorząd każdego województwa, z uwzględnieniem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, z jednoczesnym spełnieniem wymagań dyrektywy CAFE (*Clean Air for Europe*) w odniesieniu do jakości powietrza oraz wykorzystaniem lokalnych możliwości wytwarzania energii z różnych surowców, zwłaszcza biomasy.

#### 4. Metody poprawy jakości powietrza na poziomie klastrów energetycznych

Eliminacja *niskiej emisji*, poprawa jakości powietrza na poziomie lokalnym wymaga wielokierunkowych działań (Kubica K. 2016; Mirowski 2016):

- ◆ technicznych – zmniejszenie zapotrzebowania na energię, czystsze źródła energii: gaz, olej, OZE, ciepło sieciowe (budynki wielorodzinne); zastosowanie nowoczesnych urządzeń grzewczych na paliwa stałe spełniających wymagania BAT w miejsce starych instalacji spalania paliw stałych, stosowanie kwalifikowanych standaryzowanych paliw stałych, paliw „bezdymnych”, niskoemisyjnych;
- ◆ pozatechnicznych – wprowadzenie obligatoryjnych krajowych uregulowań prawnych: standardy emisji (do 1 MW), z uwzględnieniem zapisów odpowiednich rozporządzeń Dyrektywy 2009/125/EC Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczących wymagań ekoprojektu dla urządzeń grzewczych (EKOPROJEKT 2015); wprowadzenie standardów jakości paliw stałych wraz z systemem nadzoru i kontroli, systemu nadzoru i kontroli instalacji spalania; strategicznych programów obejmujących subwencjami instalację kotłowni na paliwa stałe spełniające wymagania odpowiednich rozporządzeń, prowadzenie ciągłej edukacji na poziomie popularno-technicznym.

Wybór strategii eliminowania niskiej emisji jest uzależniony od lokalnych/regionalnych uwarunkowań ekonomicznych, technicznych (w tym dostępności źródła energii bądź surowców energetycznych) i socjalnych, a także od oczekiwanego stopnia poprawy jakości powietrza. Mając powyższe na uwadze, właściwe i konsekwentne wdrożenie idei klastrów energetycznych jest szansą na efektywną i stabilną poprawę jakości powietrza poprzez ograniczenie emisji zanieczyszczeń z instalacji spalania małej mocy (o mocy poniżej 1 MW/5 MW) – tabele 1 i 2. Powstające konsorcja podmiotów oferujących usługi w obszarze wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i zaopatrzenia w energię i paliwa na obszarze lokalnym stają przed wieloma wyzwaniami, nie tylko opłacalności ekonomicznej, finansowej akceptowanej społecznie, ale także przed spełnieniem coraz ostrzejszych wymagań dotyczących ochrony środowiska. Ekonomicz-



nie uzasadniona realizacja koncepcji samowystarczalnej, lokalnej gospodarki energetycznej w ramach gminy czy powiatu, opierającej się na produkcji energii i paliw z lokalnych zasobów wymagać będzie zarówno ograniczenia zapotrzebowania na energię użytkową (zwłaszcza na ogrzewanie powierzchni użytkowej), jak i wytwarzanie jej z wysoką sprawnością energetyczną.

TABELA 1. Wymagania energetyczno-emisyjne w odniesieniu kotłów o mocy  $\leq 500$  kW na paliwa stałe, według Rozporządzenia Komisji (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r.

TABLE 1. The conditions of energy efficiency and emission comparison to solid fuel boilers  $\leq 500$  kW according to Commission Regulation (EU) 2015/1189 of 28 April 2015

Rodzaj stałego paliwa	Rok obowiązywania od 2020 <sup>(1)</sup>				
	sezonowa sprawność energetyczna	sezonowa emisja zanieczyszczeń <sup>(4)</sup>			
			Pył (PM)	OGC	CO
	%	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Automatyczne zasilanie paliwem					
Biopaliwa	75 <sup>(2)</sup> ; 77 <sup>(3)</sup>	40	20	500	200
Kopalne	75 <sup>(2)</sup> ; 77 <sup>(3)</sup>	40	20	500	350
Ręcznie zasilane paliwem					
Biopaliwa	75 <sup>(2)</sup> ; 77 <sup>(3)</sup>	60	30	700	200
Kopalne	75 <sup>(2)</sup> ; 77 <sup>(3)</sup>	60	30	700	350

<sup>(1)</sup> Państwa Członkowskie UE mogą wdrożyć do prawa narodowego wcześniej, przed rokiem 2020.

<sup>(2)</sup> Dla kotłów o mocy  $\leq 20$  kW oznaczany tylko dla mocy nominalnej.

<sup>(3)</sup> Dla kotłów o mocy  $> 20$  kW.

<sup>(4)</sup> Odniesiona do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar, o zawartości 10%O<sub>2</sub>.

Spełnienie wymagań określonych powyżej wymienionymi rozporządzeniami wymagać będzie stosowania paliw o odpowiednio wysokich i stabilnych parametrach jakościowych. Konieczne więc będzie zapewnienie dostępności takich paliw stałych, jak wiadomo w przypadku paliw ciekłych i gazowych to charakteryzują się one wysoką jakością i jej stabilnością. Klastry energetyczne mogłyby podjąć działania gospodarcze, które zabezpieczyłyby dostępność paliw stałych o odpowiedniej jakości, zwłaszcza stałych biopaliw – kompaktowanych (brykietów, pellet z biomasy drzewnej i biomasy agro) oraz biokompozytowych z udziałem biomasy i węgla (Bis 2015). Należy jednak podkreślić, że wykorzystanie biomasy agro jako paliwa stwarza określone problemy technologiczne, związane z zagrożeniem korozją (Kubica i in. 2016). Na rynku krajowym i europejskim są dostępne urządzenia grzewcze na paliwa stałe o wysokiej sprawności energetycznej i niskich wartościach emisji zanieczyszczeń. Polska branża producencka kotłów na paliwa stałe należy do największej w Europie i oferuje kotły o mocy do 1 MW, zarówno ręcznie, jak i automatycznie zasilane paliwem, spełniające w wielu przypadkach wymagania najwyższej klasy 5 według normy PN EN 303-5:2012, a nawet wymagania dyrektywy ekoprojekt (tab. 1). Wprowadzenie do eksploatacji takich kotłów i paliw ograniczyłoby emisję. Przeprowadzone oszacowanie wymiany wszystkich, aktualnie stosowanych urządzeń grzewczych

TABELA 2. Wymagania energetyczno-emisyjne w odniesieniu do ogrzewaczy pomieszczeń na paliwa stałe, według Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1185 z dnia 24 kwietnia 2015 r.

TABLE 2. The conditions of energy efficiency and emission comparison to solid fuel heaters according to Commission Regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015

Urządzenie	Rok obowiązywania 2022 <sup>(1)</sup>					
	sezonowa sprawność energetyczna	sezonowa emisja zanieczyszczeń <sup>(6)</sup>				
		pył (PM)		OGC	CO	NOx
	%	mg/m <sup>3(2)</sup>	g/kg <sup>(3)</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Ogrzewacze pomieszczeń, otwarte	30	50	6	120	2 000	200 <sup>(4)</sup> 300 <sup>(5)</sup>
Ogrzewacze pomieszczeń zamknięte	65	40	5	120	1 500	200 <sup>(4)</sup> 300 <sup>(5)</sup>
Piece peletowe	79	20	2,5	60	300	200
Kuchnie	65	40	5	120	1 500	200 <sup>(4)</sup> 300 <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Państwa Członkowskie UE mogą wdrożyć do prawa narodowego wcześniej, przed rokiem 2022.

<sup>(2)</sup> Oznaczany metodą grzanego filtra.

<sup>(3)</sup> Oznaczany metodą tunelu rozcieńczającego.

<sup>(4)</sup> Dla stałych biopaliw.

<sup>(5)</sup> Dla stałych paliw kopalnych.

<sup>(6)</sup> Odniesiona do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar, o zawartości 13%O<sub>2</sub>.

w sektorze mieszkalnictwa na instalacje spalania paliw stałych – kotły spełniające wymagania najwyższej klasy według normy PN EN 303-5:2012 wraz z odpowiednio dostosowanymi systemami odprowadzania spalin (kominami) i ich eksploatacja z użyciem kwalifikowanych paliw stałych pozwoliłaby na ponad 90-procentową redukcję emisji pyłu, lotnych związków organicznych oraz blisko 90-procentowe ograniczenie emisji benzo(a)pirenu (Kubica R. i Rymwid-Mickiewicz 2016; Kubica R. i in. 2016). Uniknięta emisja CO<sub>2</sub> będzie uzależniona od sprawności energetycznej obecnie eksploatowanych urządzeń i nowo instalowanych kotłów.

## Wnioski

Ochrona środowiska/powietrza, poprawa i ochrona zdrowia społeczeństwa wiąże się z ponoszeniem kosztów, z ekonomią podejmowanych przedsięwzięć. Globalizacja gospodarcza świata, zróżnicowanie zasobów surowcowych, w tym źródeł energii powoduje, że szeroko rozumiane bezpieczeństwo energetyczne staje się coraz częściej kolejnym ważnym uwarunkowaniem branym pod uwagę w działaniach gospodarczych i społecznych. Osiągnięcie stabilnej poprawy jakości powietrza w naszym kraju, zwłaszcza wyeliminowania niskiej emisji powodowanej przez sektor komunalno-bytowy, wymaga wdrożenia i działania partnerstwa publiczno-gospodarczo-

-społecznego na rzecz ochrony zdrowia/poprawy jakości życia, ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju energetycznego uwzględniającego zasoby energetyczne stałych paliw – węgla oraz biomasy. Takim rozwiązaniem mogą być klastry energetyczne. Należy podkreślić, że podstawą wyboru źródła ciepła w uwarunkowaniach lokalnych, zwłaszcza w przypadku braku dostępności sieci ciepłowniczych, czy gazu sieciowego, powinna być dostępność źródła energii (paliwa) w aktualnej sytuacji i w najbliższej przyszłości (bezpieczeństwo energetyczne), rachunek ekonomiczny uwzględniający wysokość poniesionych kosztów inwestycyjnych i okres ich zwrotu oraz koszty eksploatacyjne (bezpieczeństwo ekonomiczne), a także uciążliwość dla środowiska wybranego sposobu pozyskiwania użytecznego ciepła (bezpieczeństwo ekologiczne).

Biorąc pod uwagę strategię przeciwdziałania zmianom klimatu biomasa staje się atrakcyjnym zasobem energetycznym, uwzględniając przyjęte założenie, że emitowana ilość CO<sub>2</sub> podczas jej spalania jest równoważna ilości CO<sub>2</sub> pochłoniętej z powietrza podczas jej wzrostu. Zastosowanie odpowiednio przygotowanych z niej biopaliw do wytwarzania energii w instalacjach spełniających wymagania rozporządzeń wykonawczych do dyrektywy ekoprojekt lub wymagań dyrektywy MCP (*Medium Combustion Plants*) dla instalacji spalania o mocy do 5MW pozwoli poprawić jakość powietrza do stanu niezagrażającego zdrowiu ludzi, zgodnie z wymogami prawodawstwa Unii Europejskiej, transponowanego do polskiego porządku prawnego, a w perspektywie do 2030 roku do celów wyznaczonych przez Światową Organizację Zdrowia (KPOP 2015).

Praca została zrealizowana w ramach prac statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

## Literatura

- Bis, Z. 2015. Biochar to Improve the Quality and Productivity of Soils. *Journal of Ecological Engineering* vol. 16, nr 3, s. 31–35, Warszawa.
- CAFE 2005. Clean Air for Europe, DG Environment EC – Thematic Strategy on Air Pollution COM(2005) 446 final Brussels, 21.9.2005.
- Dyrektywa 2009. Dyrektywa 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych; Dz. U. UE z 5.6.2009 L 140/16 .
- Dyrektywa 2009/125/EC Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczących wymagań ekoprojektu dla urządzeń grzewczych.
- EC BREC 1998. Biomass Energy Strategies for Central & Eastern European Countries – Report for the FAIR program of the European Commission, Warszawa 1998.
- Środowisko Europy 2015 – Stan i prognozy: Synteza. Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga.
- EEA 2015. Środowisko Europy 2015 – Stan i prognozy: Synteza. Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga.
- EKOPROJEKT 2015. Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów

- dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe; Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1185 z dnia 24 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń na paliwo stałe.
- IEO 2012. O niezrównoważonym wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii w Polsce i patologii w systemie wsparcia OZE. Propozycje zmian podejścia do promocji OZE i kierunków wykorzystania zasobów biomasy; Warszawa 2012 [Online] Dostępne w: [www.ieo.pl](http://www.ieo.pl) [Dostęp: 12.08.2016].
- IEA 2007. Biomass for Power Generation and CHP – report. International Energy Agency. [Online] Dostępne w: [www.iea.org](http://www.iea.org) [Dostęp: 09.05.2016].
- KOBIZE 2016. Krajowy raport emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2013–2014 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR – Raport Podstawowy. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, KOBIZE. Warszawa 2016.
- KPOP 2015. Krajowy Program Ochrony Powietrza. Ministerstwo Środowiska. Warszawa.
- KUBICA, K. 2013. Spalanie mułów węglowych w źródłach małej mocy poważnym zagrożeniem dla zdrowia ludzi i środowiska. Koniecznie wycofa. *Ekologia* 1/2013 s. 13–14 [Online] Dostępne w: [www.pie.pl](http://www.pie.pl) [Dostęp: 12.08.2016].
- KUBICA, K. 2016. Czyste ciepło z paliw stałych dla sektora komunalno-bytowego – techniczne i pozatechniczne działania w aspekcie tzw. ustawy antysmogowej oraz Krajowego Programu Ochrony Powietrza. *Paliwa i Energetyka* ISSN 2299-1433, 01/2016, s. 16–21.
- KUBICA i in. 2007 – KUBICA, K., PARADIŻ, B. i DILARA, P. 2007. *Small combustion installations: Techniques, emissions and measures for emission reduction*. Scientific Reports of the IES JRC, EUR 23214 EN, ISBN 978-92-79-08203-0 [Online] Dostępne w: <http://publications.jrc.ec.europa.eu> [Dostęp: 20.08.2016].
- KUBICA i in. 2016 – KUBICA, K., JEWIARZ, M., KUBICA, R. i SZŁĘK, A. 2016. Straw combustion: Pilot and Laboratory Studies on a Straw-Fired Guate Boiler. *Energy and Fuels* 30(6), s. 4405–4410.
- KUBICA, R. i RYMWID-MICKIEWICZ, K. 2016. Możliwości ograniczenia emisji pyłu i związanych z nim zanieczyszczeń ze spalania paliw stałych w instalacjach o mocy poniżej 50 MW. *Przemysł Chemiczny* nr 3, t. 95, s. 464–471.
- KUBICA, R. i in. 2016. Ograniczanie emisji sadzy ze spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy. *Przemysł Chemiczny* nr 3, s. 472–479.
- MIROWSKI, T. 2016. Wykorzystanie biomasy na cele grzewcze a ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza z sektora komunalno-bytowego. *Rocznik Ochrona Środowiska* 18, s. 466–477.
- PYE i in. 2005 – PYE, S., JONES, G., STEWART, R., WOODFIELD, M., KUBICA, K., KUBICA, R. i PACYNA, J. 2005. Costs and environmental effectiveness of options for reducing mercury emissions to air from small-scale combustion installations: AEA Technology/NILU Polska. AEAT/ED48706/Final report v2, December 2005. [Online] Dostępne w: [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/sci\\_final\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/sci_final_report.pdf) [Dostęp: 20.08.2016].
- POPCZYK, J. 2016. Ustawa OZE: zwierciadło rynku grup interesów i argument na rzecz potrzeby całkowitego nowego rynku energii elektrycznej w Polsce. Biblioteka Źródłowa Energetyki Prosumenckiej. [Online] Dostępne w: [www.KLASTER3x20.pl](http://www.KLASTER3x20.pl) [Dostęp: 22.06.2016].
- GALOS i in. 2015 – GALOS, K., NIEĆ, M., SAŁUGA, P.W. i UBERMAN, R. 2015. The basic problems of mineral resources valuation methodologies within the framework of System of Integrated Environmental and Economic Accounts. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 31, z. 4, s. 5–20.
- Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe. Bruksela 2015.

- GUS 2015a. Ubóstwo ekonomiczne w Polsce w 2014 roku (na podstawie badania budżetów gospodarstw domowych). Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
- GUS 2015b. Dochody i warunki życia ludności Polski (raport z badania EUSILC 2014). Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
- SIEJKA i in. 2008 – SIEJKA, K., TAŃCZUK, M. i TRINCZEK, K. 2008. Koncepcja szacowania potencjału energetycznego biomasy na przykładzie wybranej gminy województwa opolskiego. *Inżynieria Rolnicza* nr 6, Opole.
- Ustawa... 2015. Ustawa z dnia 10 września 2015 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska, Dz. U. z 2015 r. poz. 1593.
- WANDRASZ, J.W. i WANDRASZ, A.J. 2006. Paliwa formowane – biopaliwa i paliwa z odpadów w procesach termicznych. Warszawa: Wyd. „Seidel-Przywecki”.
- WNP 2016 – Rząd chce wspierać lokalne klastry energetyczne. Fragment wypowiedzi wiceministra energii Andrzeja Piotrowskiego na łamach portalu Wirtualny Nowy Przemysł. Artykuł z dnia 24.03.2016 r.

Tomasz MIROWSKI, Krystyna KUBICA

## The role of biomass in energy clusters

### Abstract

The energy potential of biomass allows for the implementation of projects in its development for heating and electricity production (solid biomass), and also for the production of gas fuel (biogas) and liquid fuel in Poland. One way to use a local biomass resources are a local energy clusters, indicated by the Polish Ministry of Energy as a key elements of the energy balance, particularly in the areas of rural communes.

The idea of energy clusters is defined as an agreement of entities offering services in the area of manufacturing, distribution, storage and supply of energy and fuel in the local area. The aim is to increase energy security while maintaining the viability of the economic, financial and social sustainability. The authors suggest action lines, which had to be taken to regulate and support a state authorities, to use a local biomass resources to obtain tangible environmental benefits (improved the air quality) and economic (reduction of green waste) and to improve energy efficiency (replacement of the old heating equipment). The authors present also the problem of energy poverty, which occurs in the municipal and household mainly, hindering the operation of local government units in improving an air quality.

KEYWORDS: biomass, low stack emission, energy clusters, RES

