



Tomasz MIROWSKI*, Monika ORZECZOWSKA**

Wykorzystanie paliw biomasowych w ogrzewnictwie indywidualnym na obszarach zagrożonych niską emisją

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące wykorzystania paliw biomasowych w ogrzewnictwie indywidualnym na obszarach zagrożonych niską emisją. W Polsce zauważalny jest dynamiczny rozwój zastosowania w bilansie energetycznym energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Efekt ten związany jest z przyjęciem proekologicznych aktów prawnych w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Niestety nie przekłada się to na widoczną poprawę jakości powietrza na obszarach zagrożonych niską emisją. Autorzy zaprezentowali w artykule uproszczony model wytwarzania i zaopatrywania mieszkańców wybranej gminy powiatu krakowskiego w paliwo pochodzenia biomasowego do celów grzewczych i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Koncepcja modelu oparta jest na realizowanym polsko-norweskim projekcie pt. From Field to Energy. Autorzy wskazują na zalety lokalnej produkcji paliwa z biomasy na cele grzewcze. Uzyskany efekt środowiskowy jest możliwy poprzez konwersję stosowanych technologii i technik spalania w indywidualnych kotłowniach. Jest to szczególnie istotne na terenach, gdzie odnotowuje się przekroczenia emisji pyłów PM 10 i PM 2,5. Wskazano także wzrost zatrudnienia i rozwój lokalnej infrastruktury w wyniku realizacji projektu.

SŁOWA KLUCZOWE: biomasa, paliwa stałe z biomasy, niska emisja, kotły 5 klasy

* Dr inż., ** Mgr inż. – Pracownia Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki Surowcami i Energią, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: mirowski@meeri.pl, monika.orzechowska@min-pan.krakow.pl

Wprowadzenie

Paliwa stałe stosowane w ogrzewnictwie indywidualnym, najczęściej w gospodarstwach domowych, to węgiel kamienny, biomasa, głównie w postaci drewna, a także rzadziej stosowany węgiel brunatny. Wykorzystanie tych paliw do wytwarzania ciepła w domowych kotłowniach jest przedmiotem rozważań w niniejszym artykule. Węgiel kamienny jest wysokoenergetycznym paliwem, które jest najczęściej wykorzystywane w Polsce w sektorze komunalno-bytowym (Stala-Szlugaj 2011), a jego zużycie w gospodarstwach domowych według danych GUS w 2013 roku wyniosło około 10,8 mln ton (GUS 2014). Węgiel brunatny ze względu na jego niską wartość kaloryczną (10–11 MJ/kg) jest wykorzystywany w niewielkim stopniu blisko źródeł jego wydobywania, głównie ze względu na koszty transportu. Paliwem, które w sektorze komunalno-bytowym do celów grzewczych jest najbardziej perspektywiczne, jest biomasa. Problem zanieczyszczenia powietrza poprzez stosowanie paliw stałych w ogrzewnictwie indywidualnym nie dotyczy wyłącznie stosowanego paliwa. Ważna jest zastosowana technika spalania i odpowiednia technologia. Urządzenia stosowane w gospodarstwach domowych w Polsce do celów grzewczych i c.w.u. są w większości przestarzałe technologicznie, a ich sprawność nie przekracza 65%. Świadczą o tym pośrednio wyniki badań gospodarstw domowych prowadzone przez GUS (GUS 2014), a także wyniki wielu innych badań prowadzonych w gminach na potrzeby realizacji Programu Ograniczenia Niskiej Emisji (PONE). Udział źródeł opalanych węglem kamiennym w wybranych gminach wokół Krakowa w badaniu przeprowadzonym w 2015 roku wyniósł średnio 60%, a średni wiek kotłów węglowych to 14 lat (Inwentaryzacja 2015).

Biomasa jest definiowana przez ustawodawstwo w Unii Europejskiej, jako podlegające degradacji biologicznej części produktów, odpady i pozostałości rolnicze (roślinne i zwierzęce), leśne i przemysłu rolno-spożywczego, oraz podlegające degradacji biologicznej odpady przemysłowe i komunalne (Dyrektywa 2009/28/WE). Tak przyjęta przez UE definicja nie wyklucza stosowania w legislacji krajowej zapisów poszerzających źródła jej pochodzenia. Biomasa powstaje w procesie fotosyntezy poprzez akumulację energii słonecznej, która jest gromadzona w postaci energii wiązań chemicznych. Biomasa może być efektywnie wykorzystana do celów energetycznych, w procesach spalania biopaliw stałych i gazowych lub wcześniej przerobionych na biopaliwa ciekłe. Źródłem energii chemicznej biomasy są organiczne związki chemiczne. W przypadku biomasy pochodzenia roślinnego głównymi substancjami tworzącymi biomasę są węglowodany oraz lignina. Związki te, w dużym uproszczeniu, powstają dzięki reakcjom syntezy komórkowej z dwutlenku węgla i wody w procesie fotosyntezy. W roślinach mogą występować również znaczne ilości skrobi, a także cukry proste i dwucukry.

Wykorzystanie w Polsce odnawialnych zasobów energii, gdzie jednym z nich jest biomasa, do produkcji energii elektrycznej wynika głównie z europejskich i krajowych uwarunkowań prawnych. Warto zauważyć, że zmiana struktury zużycia nośników energii poprzez zastępowanie paliw kopalnych energią ze źródeł odnawialnych może skutkować oszczędnością tych nośników, redukcją emisji zanieczyszczeń do atmosfery, czego efektem jest poprawa jakości powietrza.

1. Charakterystyka paliw biomasowych

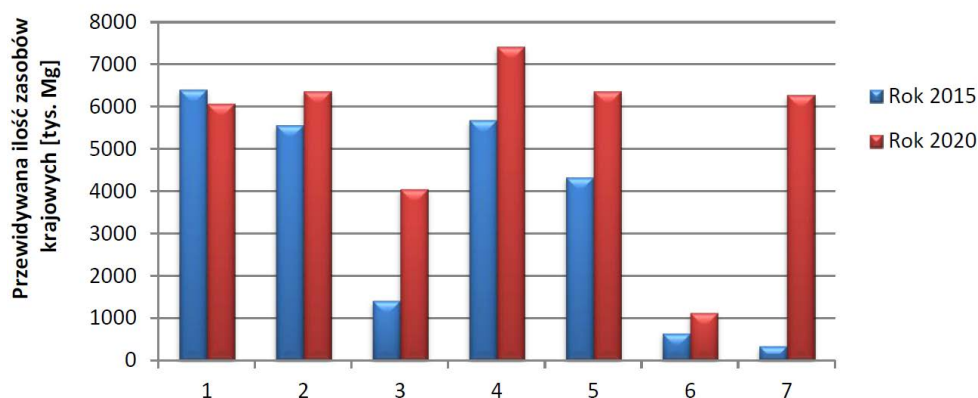
Biomasa stosowana do celów energetycznych to przede wszystkim drewno i odpady drzewne, pozostałości z produkcji rolnej (np. słoma, trawy) oraz rośliny energetyczne. Wśród roślin energetycznych wyróżnia się:

- ✧ rośliny drzewiaste szybkiej rotacji, tj. topola, osika, wierzba, eukaliptus,
- ✧ rośliny uprawne roczne, tj. zboża, konopie, kukurydza, rzepak, słonecznik, sorgo sudańskie, trzcina,
- ✧ szybko rosnące, rokrocznie plonujące trawy wieloletnie, tj. miskanty, trzcina, mozga trzcinowata, trzcina laskowa i inne,
- ✧ wolno rosnące gatunki drzewiaste.

Najistotniejszą cechą roślin energetycznych jest ich szybki wzrost, wysoka wartość opałowa oraz mała emisja zanieczyszczeń gazowych powstałych w wyniku ich spalania. Najbardziej popularnymi gatunkami roślin energetycznych są: wierzba krzewiasta, miskant olbrzymi, ślaziowiec pensylwański, a także topola i róża bezkolcowa (Szczukowski i Stolarski 2013). Łatwa zdolność adaptacyjna roślin na terenach zanieczyszczonych oraz zdewastowanych, tym samym sadzenie ich staje się sposobem na rekultywację terenów przemysłowych oraz zagospodarowanie gruntów słabej przydatności rolniczej. Na tym samym areale rośliny energetyczne mogą być uprawiane nawet do 20 lat, jednak uzyskiwany plon jest zdecydowanie niższy od plonu uzyskanego na glebach żyznych. Szacuje się, że każda plantacja roślin energetycznych o areale 100 ha może zastąpić około 1,5 tysiąca ton węgla energetycznego. W procesie spalania 1,5 tysiąca węgla powstaje rocznie 3480 ton CO₂ i 30 ton SO₂ (Stańczyk i Ludwik 2003).

Niezaprzeczną korzyścią wykorzystania biomasy na cele energetyczne jest obniżenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, co wiąże się ze spełnieniem obowiązujących norm środowiskowych, jak również dywersyfikacja krajowego miks energetycznego, skutkująca zmniejszeniem uzależnienia kraju od importu surowców z innych krajów. Na rysunku 1. została przedstawiona prognoza krajowych dostaw biomasy dla sektora elektroenergetyki na lata 2015 i 2020 (1 – bezpośrednie dostawy biomasy drzewnej z lasów i innych zalesionych gruntów na potrzeby wytwarzania energii, 2 – pośrednie dostawy biomasy drzewnej na potrzeby wytwarzania energii, 3 – biomasa z płodów rolnych i produktów rybołówstwa dostarczanych bezpośrednio na potrzeby wytwarzania energii, 4 – produkty uboczne i przetworzone pozostałości rolnictwa oraz produkty uboczne rybołówstwa na potrzeby wytwarzania energii, 5 – biomasa z odpadów ulegających biodegradacji, 6 – ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych, 7 – osady ściekowe).

Zasoby biomasy można oszacować w zakresie potencjału teoretycznego, technicznego lub ekonomicznego. Ze względu na specyfikę źródła energii jakim staje się biomasa istotnym jest przytoczenie oraz wyjaśnienie pojęcia potencjału technicznego i biologicznego. Za potencjał biologiczny biomasy, zwany inaczej teoretycznym, uznawana jest całość biomasy wytworzonej na określonym obszarze oraz jej wartość energetyczna, niezależnie od sposobu jej wykorzystania oraz możliwości pozyskania. Natomiast potencjał techniczny biomasy jest to potencjał biologiczny biomasy zmniejszony o aktualne wykorzystanie na cele inne niż energetyczne. Potencjał techniczny biomasy może być pozyskany w ramach określonych technologii z uwzględnieniem sprawności energetycznej urządzeń przetwarzających biomasę na energię użytkową. Do ilościowego i porównawczego oszacowania wielkości zasobów energii uzyskanej z tego paliwa wykorzystywana jest wielkość potencjału technicznego. Pojęcie potencjału rynkowego obej-



Rys. 1. Prognoza krajowych dostaw biomasy dla sektora elektroenergetyki na lata 2015 i 2020 (Świtalska i Pawlak 2014)

Fig. 1. Forecast of domestic supply of biomass for the power sector in years 2015 and 2020

muje biomasę znajdującą się aktualnie na rynku z możliwością do jej nabycia (na giełdach, w składach itp.).

Za główne źródła pochodzenia biomasy uznawane są: leśnictwo, rolnictwo, odpady komunalne i przemysłowe oraz przemysł drzewny, papierniczy i spożywczy.

Zgodnie z szacunkami Generalnej Dyrekcji Lasów Państwowych całkowity potencjał drewna pozyskanego z leśnictwa, możliwy do bezpośredniego wykorzystania na cel energetyczne, wynosił w 2010 roku 6,1 mln m³, natomiast podaż produktów ubocznych z przerobu drewna, materiałów i wyrobów drzewnych w poszczególnych branżach określono w wysokości 5,3 mln m³ (w tym 44% z przemysłu tartaczego i 27% z meblarstwa) (Ratajczak i Bidzińska 2013). W Polsce drewno opałowe pozyskiwane jest najczęściej z lasów, z których pozyskiwany jest surowiec w postaci: drewno opałowe grube, gałęzie oraz odpady, takie jak: chrust, igliwie, kora, ścinki itp. (Gołębiowska red. 2013). Surowiec ten pozyskiwany może być również z zakładów takich jak tartaki czy zakłady meblarskie.

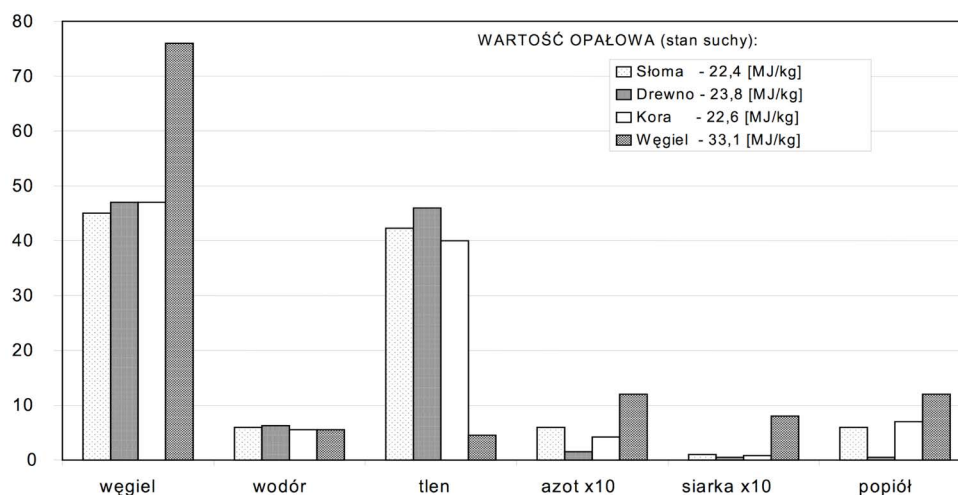
Biorąc natomiast pod uwagę biomasę pochodzenia rolniczego istotną rolę pełnią tu uprawy roślin energetycznych, odpady oraz nadwyżki produkcji rolnych i przemysłu przetwarzającego. Co istotne, wykorzystanie pozostałości produkcji rolnych do produkcji paliw kompaktowanych takich, jak pelet, niejako rozwiązuje problem zagospodarowania trudnej do bezpośredniego spalania biomasy. Uprawy energetyczne umożliwiają zagospodarowanie nisko produktywnych bądź zdegradowanych terenów rolniczych, co jest istotne na terenie naszego kraju, gdzie na ponad 20% terenu stężenie metali ciężkich w glebie przekracza dopuszczalne normy (Gołębiowska red. 2013).

Według wytycznych projektu Polityka energetyczna Polski do 2050 roku niezbędnym dla rozwoju OZE w Polsce jest podejmowanie działań w kierunku zwiększania efektywności pozyskania biomasy na cele energetyczne oraz tworzenia warunków dla powstawania nowych źródeł biomasy (Projekt Polityki... 2015). Tym samym istotnym staje się stwarzanie warunków sprzyjającym inwestycji w tworzenie plantacji roślin energetycznych.

Paliwa biomasowe mogą być spalane w różnoraki sposób, zarówno w całości, jak i w postaci brykietu (wytwarzanego z każdego rodzaju biomasy roślinnej, a najczęściej z trocin, wiórów,

zrębków drzewnych czy słomy), zrębek czy peletu (do produkcji którego stosowane może być kora, zrębki, rośliny energetyczne i słoma, a również trociny i wióry).

Biomasa stosowana w kotłach wielopaliwowych różni się od węgla kamiennego nie tylko wartością opałową, lecz także udziałem pierwiastków C, H, O, N, S, Cl, udziałem części lotnych oraz ilością i składem popiołu. Paliwo z biomasy charakteryzuje się przede wszystkim niższą wartością opałową. Niekorzystna jest również zawartość wilgoci w surowej biomasie, którą szacuje się w granicach 40–60%. Ponad 2,5-krotnie wyższa zawartość części lotnych w stosunku do ilości części lotnych w węglu kamiennym. Paliwa pochodzenia roślinnego charakteryzują się wysoką zawartością chloru, szczególnie słoma, który to negatywnie wpływa na urządzenie, powodując jego korozję. Dlatego też racjonalne wydaje się spalanie biomasy w kotłach do tego celu przystosowanych tzw. dedykowanych do spalania paliwa z biomasy. Rysunek 2 przedstawia porównanie właściwości węgla i biomasy w postaci słomy, drewna i kory.



Rys. 2. Porównanie właściwości węgla i biomasy (Kubica 2007)

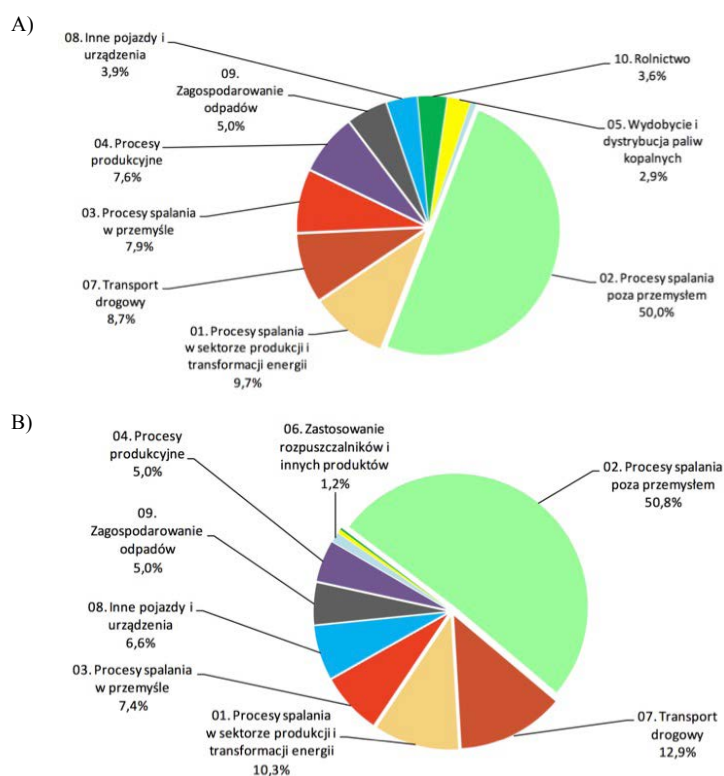
Fig. 2. Comparison of coal and biomass properties

2. Niska emisja

W myśl ustawy Prawo ochrony środowiska terminem „emisja” definiujemy „wprowadzanie bezpośrednio lub pośrednio, w wyniku działalności człowieka, do powietrza, wody, gleby lub ziemi: substancji bądź energii takich jak ciepło, hałas, wibracje lub pola elektromagnetyczne” (Ustawa 27 kwietnia 2001). Pojęciem niskiej emisji określamy emisje szkodliwych pyłów i gazów na niskiej wysokości. Chodzi tu o emitory (kominy i inne źródła emisji) znajdujące się na wysokości nieprzekraczającej 40 m (Sadlok red. 2014). Niska emisja to problem związany z emisją szkodliwych pyłów i gazów będących wynikiem nieefektywnego spalania paliw (węgla kamiennego, węgla drzewnego, benzyny, oleju napędowego itp.) w domowych kotłowniach,

piecach, kominkach, a także pojazdach stosowanych w transporcie. Tym samym odpowiedzialne za powstawanie tego zjawiska są lokalne kotłownie oraz indywidualne paleniska domowe, w których do produkcji ciepła wykorzystuje się przestarzałe technologicznie urządzenia spalające w nich w nieumiejętny sposób głównie paliwa kopalne, często niskiej jakości.

Niska emisja ma istotny wpływ na jakość powietrza, gdyż nisko usytuowane źródło emisji często prowadzi do powstania wysokich stężeń zanieczyszczeń w strefie przebywania ludzi. Najnowsze badania w zakresie inwentaryzacji zanieczyszczeń powietrza wskazują na wzrost emisji pyłów (lata 2012–2013) pochodzących z procesów spalania poza przemysłem, głównie z gospodarstw domowych. Na rysunku 3 przedstawiono udziały głównych sektorów gospodarki w emisji pyłów PM10 i PM_{2,5}. W obu przypadkach udział z sektora SNAP 02 (*Selected Nomenclature for Air Pollution*; 02 – sektor komunalny i mieszkaniowy) jest na poziomie 50%. Emisja tlenku węgla (CO) w 2013 roku z procesów spalania poza przemysłem wyniosła 64%. Wskazuje to ewidentnie na złą technikę spalania paliw w tym sektorze (Krajowy bilans... 2015).



Rys. 3. Udział największych sektorów gospodarki krajowej w emisji w 2013 roku: A) pyłów PM10, B) pyłów PM_{2,5} (Krajowy bilans... 2015)

Fig. 3. Participation of the largest sectors of the national economy in dust emissions in 2013: A) PM10, B) PM_{2.5}

Niska emisja jest przyczyną pojawienia się w powietrzu wielu szkodliwych substancji, wśród których można wyszczególnić (Sadlok, red. 2014), (CIOP PIB 2015):

- ◇ pyły zawieszane (w zależności od frakcji cząsteczek są to PM10, PM5 czy PM_{2,5} – im niższa wartość, tym mniejsza frakcja i tym samym większa szkodliwość) z drobinami sadzy itp.,

- ✧ dwutlenek siarki (SO₂) – wyjątkowo szkodliwy zarówno dla zdrowia człowieka, jak i całego środowiska (jedna z głównych przyczyn powstawania kwaśnych deszczy),
- ✧ tlenki azotu (NO_x) – w tym dwutlenek azotu – są jedną z przyczyn powstawania dziury ozonowej czy smogu,
- ✧ metale ciężkie (Hg, Cd, Pb, Mn, Cr) – szkodliwe dla ludzi, zwierząt i roślin,
- ✧ wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA – m.in. benzo(a)piren) – substancje rakotwórcze, powodujące silne zatrucia, bezpłodność i dziedziczne wady genetyczne,
- ✧ dioksyny – trujące związki chemiczne, często odpowiedzialne za pojawienie się nowotworów czy bezpłodności.

Procesy energetycznego spalania paliw, zwłaszcza węgla, są głównym źródłem antropogenicznej emisji zanieczyszczeń. Ponad 75% emisji tlenków azotu i ditlenku siarki, około 70% emisji tlenku węgla, ponad 75% emisji pyłów i ponad 90% ditlenku węgla pochodzi z procesów spalania paliw (Kubica 2007).

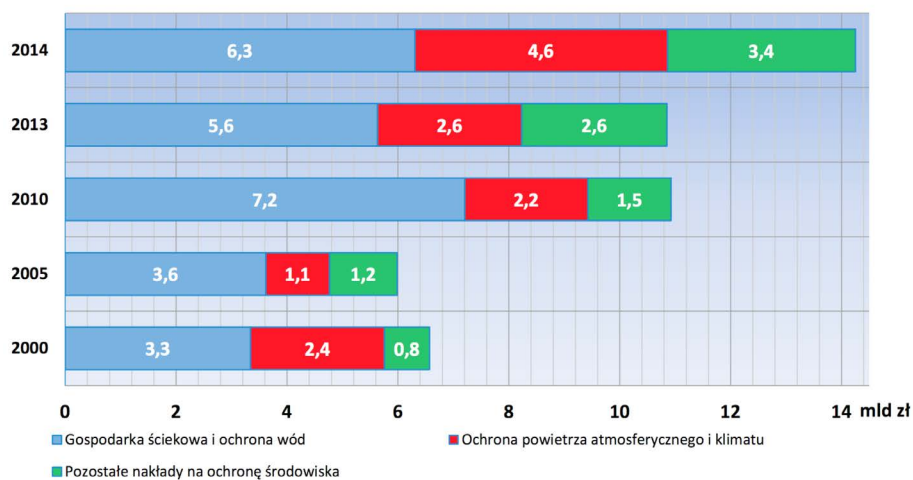
Niska emisja odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu lokalnego poziomu zanieczyszczeń powietrza (Klojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2009). Wielkość emisji pochodząca z lokalnych kotłowni, czy też z gospodarstw domowych jest stosunkowo trudna do oszacowania i związana jest z występowaniem zmienności sezonowej. Przy temacie tym niepomijalnym aspektem jest również sektor transportu drogowego. Duże natężenie ruchu, jazda w zakorkowanych miastach powodują wzrost udziału emisji zanieczyszczeń wpływających na efekt niskiej emisji właśnie z transportu. Obecnie w miastach coraz szerzej wprowadzana jest komunikacja miejska zasilane ekologicznymi paliwami takimi jak np. gaz ziemny w postaci sprężonej lub skroplonej. Przy rozpatrywaniu tematu niskiej emisji zanieczyszczenia będące skutkiem działań przemysłowych nie stanowią obecnie tak istotnego problemu jak źródła lokalne. Przemysł posiada obecnie rygorystyczne przepisy, normy, dotyczące emisji substancji do atmosfery. Istotną kwestią stają się również zanieczyszczenia, które są od nas niejako niezależne, ponieważ napływają z sąsiednich krajów. Tym samym istotna jest wspólna unijna polityka klimatyczna i dostosowanie się do jej wymagań.

3. Obszary zagrożone niską emisją

Jednym z priorytetowych obszarów Polski najbardziej zagrożonych występowaniem zjawiska niskiej emisji zanieczyszczeń jest obszar województwa małopolskiego. W kontekście poziomu zanieczyszczeń atmosfery w polskich miastach, warto przywołać wyniki badań Europejskiej Agencji Środowiska z października 2013 roku, które wskazują, że wśród dziesięciu najbardziej zanieczyszczonych miast europejskich plasuje się pięć polskich (na trzecim miejscu znajduje się Kraków, w którym przez 150 dni w ciągu roku została przekroczona norma zawartości pyłu zawieszonego w powietrzu) (Orzechowska i in. 2014). Nie bez znaczenia pozostaje topograficzne położenie miasta w dolinie, skąd trudno jest pozbyć się zanieczyszczeń kumulujących się nad obszarem Krakowa oraz brakiem możliwości przewietrzania terenu, a także gęsta zabudowa lokalna w mieście. Analizy rozprzestrzeniania zanieczyszczeń przeprowadzone przy opracowaniu aktualizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego wskazały, że na

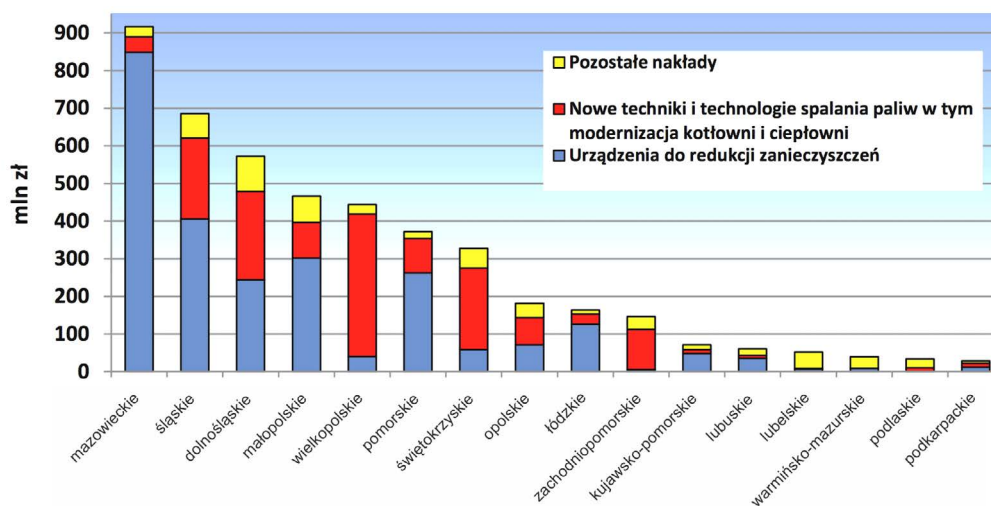
obszarze około 2,2 tys. km² (14% powierzchni województwa), 24-godzinne stężenia pyłu PM10 przekraczające 50 µg/m³ występują więcej niż dopuszczalne 35 dni w roku (Załącznik... 2013). Najwyższe stężenia przekraczające poziom 100 µg/m³ stwierdzono na obszarze Krakowa, Skawiny, Andrychowa, Suchej Beskidzkiej i Makowa Podhalańskiego, a także Nowego Sącza i Nowego Targu (Załącznik... 2013). W Krakowie jednym z najbardziej widocznych efektów występowania przekroczonej normy emisji zanieczyszczeń i w efekcie wstępowaniem niskiej emisji jest występowanie zjawiska powstania smogu. Ponadto odnotowuje się liczne zniszczenia zabytków, powodowane wystąpieniem tzw. kwaśnych deszczy. Notowany jest również zwiększony poziom zachorowalności na choroby układu oddechowego. Za główną przyczynę występowania wysokich poziomów pyłu PM10, PM2,5 oraz benzo(a)pirenu w powietrzu uważa się emisję zanieczyszczeń pochodzących z indywidualnego ogrzewania mieszkań. Większość mieszkań, głównie wiekowych kamienic, wyposażona jest w stare kotły i piece kaflowe niskiej sprawności opalane węglem kamiennym, często niskiej jakości, a nawet odpadami.

Program ograniczenia emisji zanieczyszczeń powinien mieć bardzo istotne znaczenie szczególnie dla gmin, w których to większość emitowanych zanieczyszczeń pochodzi z kotłowni domowych. Wzrost wydatków stałych na ochronę powietrza w Polsce wskazuje na podjęte działania widoczne już od 2000 roku (rys. 4). Wydatki na ochronę powietrza dotyczą urządzeń do redukcji zanieczyszczeń, nowych technik i technologii spalania paliw w tym modernizacji kotłowni i ciepłowni oraz pozostałych nakładów. W układzie wojewódzkim zestawiono te wydatki na rysunku 5.



Rys. 4. Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska w latach 2000, 2005, 2010, 2013, 2014 (ceny bieżące) (GUS 2015)

Fig. 4. Expenditure on fixed assets in environmental protection in 2000, 2005, 2010, 2013, 2014 (current prices)



Rys. 5. Nakłady na środki trwałe służące ochronie powietrza i klimatu według województw w 2014 roku (ceny bieżące) (GUS 2015)

Fig. 5. Investment in fixed assets for the protection of air and climate by provinces in 2014 (current prices)

4. Model wytwarzania i dostaw paliw stałych do gospodarstw domowych

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (IGSMiE PAN) wraz z polsko-norweską firmą Serigstad realizują pilotażowy projekt o nazwie *From Field to Energy*. Głównym celem jest stworzenie realnych możliwości wykorzystania biomasy z lokalnych zasobów gminnych na cele grzewcze, aby ograniczyć udział niskiej emisji pochodzącej z sektora komunalno-bytowego. Etapy projektu przedstawione na rysunku 6. są proste, lecz wymagają zaangażowania lokalnych władz i społeczności. Pierwszym z nich jest inwentaryzacja lokalnych zasobów biomasy, z której gminne przedsiębiorstwo będzie mogło wytwarzać paliwo w postaci peletu. Stosowane metody oszacowania ilości biomasy dostępnej w postaci drewna, słomy, siana, odpadów drzewnych (np. z tartaków) itp. na podstawie informacji statystycznej są niewystarczająco dokładne. Dlatego też każdorazowo należy przeprowadzić specjalny audyt na obszarze gminy oraz gmin ościennych. Audyt poszerza informację statystyczną i oficjalną otrzymaną w urzędzie, pozwala na weryfikację potencjału teoretycznego i technicznego biomasy, a także daje wiele dodatkowych informacji na temat bieżącego wykorzystania tego paliwa. Bazowym substratem do produkcji peletu w pilotażowym projekcie jest słoma, siano i pozostałości z obróbki drewna. Poza tym pelet może być wytwarzany z dodatkiem liści, traw i innych składników pochodzenia roślinnego (np. z pielęgnacji zieleni miejskiej, utrzymania zieleni przydrożnej). Substraty te pozyskiwane są i przechowywane w zakładzie produkcyjnym, który nie wymaga zamkniętej konstrukcji budynku (wystarczy zadaszona wiata). Koszty dostaw biomasy z lokalnych zasobów na przykładzie gminy Zielonki przedstawiono szerzej w publikacji



Rys. 6. Etapy realizacji projektu pilotażowego IGSMiE i Serigstad Sp. z.o.o. pt. From Field to Energy
Źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Steps of a pilot project named From Field to Energy realized in MEERI and Serigstad Sp. z.o.o. consortium

(Sornek i in. 2014). Innowacyjnym rozwiązaniem zaproponowanym przez firmę Serigstad jest możliwość podawania do granulatora maszyny peletującej miks substratów, których łączna zawartość wilgoci powinna oscylować od 30% do 40%. Eliminuje to konieczność poduszania wsadu do produkcji paliwa z biomasy. Wydajność instalacji waha się od 800–1000 kg/h, pobór mocy 60–65 kW (przyłączeniowa 120 kW).

Przeprowadzono również pozytywne próby produkcji peletu z dodatkiem osadu ściekowego z oczyszczalni komunalnej. Osady ściekowe w próbach spalania w warunkach technicznych okazały się dobrym substratem spajającym pelet i podnoszącym jego wartość energetyczną, co potwierdzają podobne badania zamieszczone w pracy (Szubel i in. 2012).

Ostatnim etapem realizacji projektu, który pozwala wypełnić postawiony cel redukcji niskiej emisji jest dostarczenie paliwa w postaci peletu do odbiorców końcowych, którzy zdecydowali się na wymianę kotła stałopaliwowego klasy 3 lub niesklasyfikowanego na kocioł przystosowany do spalania peletu wytworzonego w gminie. Kocioł ten o mocy 15kW lub 25 kW, w pełni zautomatyzowany z podajnikiem i zasobnikiem, posiada certyfikat klasy 5 na spalanie paliw biogenicznych w postaci peletu, a także węgla w postaci ekogroszku. Dzięki specjalnej konstrukcji palnika efektywnie spala zarówno pelet drzewny, jak również pelet uzyskiwany z miks biomasowego, który proponuje się w projekcie *From Field to Energy*. Wysoka sprawność oraz niska wartość emisji pyłu i innych związków do atmosfery pozwalają na uzyskanie wysokiego wskaźnika redukcji pyłu całkowitego na poziomie około 80% lub więcej. Redukcja ta wynika z różnicy granicznej wartości emisji pyłu całkowitego w kotłach do 50 kW w klasie 3 wg normy PN-EN 303–5:2012, a badanym kotłem firmy Serigstad-Elektromet, w którym emisja pyłu całkowitego wynosi 21 mg/m³ przy 10% O₂.

Przykład: zakładając, że na sezon grzewczy gospodarstwo domowe zużywa 4 tony węgla o wartości opałowej 28 MJ/kg i cenie 800 zł/tonę do wytwarzania ciepła w kotle stałopaliwowym węglowym klasy 3 (sprawność cieplna 75%), to wymiana 100 takich kotłów na opisane

w artykule kotły automatyczne o mocy 25 kW zasilane peletem wytwarzanym z biomasy odpadowej, przyniesie następujące efekty:

- ✧ zredukuje wydatki na opał z 320 000 zł/rok na 215 200 zł/rok,
- ✧ obniży emisję pyłów o około 77% i innych gazów (CO, NO_x, OGC),
- ✧ zasili gminną kasę o wpływy z tytułu sprzedaży peletu o około 62 000 zł/rok, przy założeniu ceny peletu 350 zł/tonę (w tym 250 zł/tonę koszty produkcji).

Podsumowanie

Polskie doświadczenia wskazują na wzrost świadomości społecznej z zakresu wykorzystania odnawialnych źródeł energii, jednakże proces ten jest wciąż zdecydowanie mało dynamiczny. Zważywszy na możliwe obecnie rozwiązania w zakresie energetycznego wykorzystania biomasy, wiedza w społeczeństwie jest jeszcze bardzo ograniczona.

Programy ograniczenia niskiej emisji i inne skierowane do prosumentów otwierają nowe możliwości w zakresie wzrostu udziału wykorzystania biomasy na cele energetyczne, głównie grzewcze. Wymiana niskosprawnych, przestarzałych kotłów powinna stać się jednym z działań priorytetowych w najbliższych latach, gdyż domowe instalacje solarne nie przynoszą oczekiwanych rezultatów w zakresie redukcji niskiej emisji. Istotne jest zwiększanie świadomości wśród ludności miast i gmin o wielkości zanieczyszczeń będących wynikiem stosowania przestarzałych urządzeń zasilanych węglem. Szerzenie świadomości ekologicznej i możliwości stosowania odnawialnych źródeł energii umożliwi realne zbliżenie się do wyznaczonych celów ekologicznych. Dla realizacji zadań istotna jest również współpraca gmin z organizacjami proekologicznymi, sektorem przemysłu oraz instytucjami naukowo-badawczymi. Realizacja projektu *From Field to Energy* jest jednym z przykładów takiej współpracy.

Literatura

- CIOP PIB 2015. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Baza danych kart charakterystyk substancji niebezpiecznych. [Online] Dostępne w: www.archiwum.ciop.pl [Dostęp: 16.07.2015].
- Dyrektywa Rady nr 2009/28/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. 2001 Nr 62 poz. 627. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
- GOŁĘBIEWSKA, U. red. 2013. *OZE odnawialne źródła energii*. Koszalin 2013.
- GUS 2014. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 roku. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa, 2014.
- GUS 2015. Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska i gospodarce wodnej w Polsce w 2014 r. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa, sierpień 2015.

- Inwentaryzacja 2015. Wyniki inwentaryzacji. Metropolia krakowska. [Online] Dostępne w: www.metro-poliakrakowska.pl [Dostęp: 17.07.2015].
- KŁOZY-KARCZMARCZYK, B. i MAZUREK, J. 2009. Zadania samorządów lokalnych w procesie likwidacji niskiej emisji. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 12, z. 2/2, s. 277–284.
- Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP i NFR. Raport Podstawowy. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa 2015.
- KUBICA, K. 2007. Efektywne i przyjazne środowisku źródła ciepła – ograniczenie niskiej emisji. *Poradnik. Polski klub ekologiczny okręg górnośląski*.
- ORZECZOWSKA i in. 2014 – ORZECZOWSKA, M., FILIP, M. i SZURLEJ, A. 2014. Economic and environmental aspects of using CNG in urban public transport – based on the experience of MPK Rzeszów. *Logistyka* nr 4, s. 4756–4763.
- Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku – wersja 0.6. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa, sierpień 2015 r.
- SADŁOK, R. red. 2014. Przeciwdziałanie niskiej emisji na terenach zwartej zabudowy mieszkalnej. NFOŚi-GW. Stowarzyszenie na rzecz efektywności energetycznej i rozwoju odnawialnych źródeł energii „HELIOS”.
- SORNEK i in. 2014 – SORNEK, K., MIROWSKI, T. i SAJDAK, W. 2014. The Idea of Biomass Supply Logistic for Distributed Energy Companies. *Logistyka* 4, s. 4913–4918.
- STALA-SZLUGAJ, K. 2011. Spalanie węgla kamiennego w sektorze komunalno-bytowym – wpływ na wielkość „niskiej emisji”. Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska. *Rocznik Ochrony Środowiska* t. 13, s. 1877–1889.
- STAŃCZYK, K. i LUDWIK, M. 2003. Uprawy roślin energetycznych – możliwości zagospodarowania nieużytków i użytków rolnych, na których produkcja rolnicza jest nieopłacalna. *Prace naukowe GIG Górnictwo i Środowisko* nr 3, s. 71–81.
- SZCZUKOWSKI, S. i STOLARSKI, M. 2013. Plantacje drzew i krzewów szybko rosnących jako alternatywa biomasy z lasu – stan obecny, szanse i zagrożenia rozwoju. *Biomasa na cele energetyczne*. Red. Golos P., Kaliszewski A. Instytut Badawczy Leśnictwa.
- SZUBEL i in. 2012 – SZUBEL, M., SORNEK, K., ROBAK, B., CIOŁEK, M. i FILIPOWICZ, M. 2012. Analiza możliwości współspalania osadów ściekowych w kotłach na biomasę. *Archiwum Spalania* vol. 12 nr 4, s. 263–271.
- ŚWITALSKA, K. i PAWLAK, St. 2014. Wielkopolska Agencja Zarządzania Energią D 4.14. Strategia popularyzacji biomasy.
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 478).
- Załącznik nr 2 do Uchwały Nr 1314/13 Zarządu Województwa Małopolskiego z dnia 25 października 2013 r., Prognoza oddziaływania na środowisko projektu regionalnej strategii innowacji województwa małopolskiego 2013–2020.

Tomasz MIROWSKI, Monika ORZECHOWSKA

The use of biomass fuels in individual heating in areas threatened by low emission

Abstract

The article presents the issues concerning the use of biomass fuels in heating individual areas threatened by low emissions. It is noted that in Poland there has occurred a dynamic development in energy use of renewable sources. This effect is related to the adoption of pro-environmental legislation in the members of the European Union. Unfortunately, there is no visible impact on air quality improvement in areas threatened by low emissions. In the article, the authors present a simplified model of production and supply on residents of selected municipalities in Krakow on fossil fuel biomass for heating and hot water. The concept of the model is based on the realized Polish-Norwegian project „From Field to Energy”. The authors indicate the advantages of local production of biomass fuel for heating purposes. The resulting environmental effect is possible by converting technologies and techniques used in individual boiler combustion. This is particularly important in areas where there were recorded excesses of emissions of the particulate matter PM 10 and PM 2.5. It also notes growth in employment and development of local infrastructure created by the project.

KEYWORDS: biomass, biomass fuels, low emission, boilers 5th grade

