

Biomasa pierwszym elementem dywersyfikacji źródeł ciepła w MPEC Nowy Sącz

Biomass as the first element of heat source diversification in MPEC Nowy Sącz

PAWEŁ KUPCZAK

DOI 10.36119/15.2021.11.1

W artykule przedstawiono realizację inwestycji związanej z budową kotła biomasowego o mocy 7 MW. Instalacja jest pierwszym odnawialnym źródłem energii w Zespole Kotłowni Millenium oraz stanowi element początkowy warunkujący osiągnięcie przez Spółkę efektywnego systemu ciepłowniczego. Został omówiony przebieg realizacji tego zadania wraz z podaniem źródeł finansowania. Szczegółowo opisano proces budowlany z podaniem harmonogramu prac a także parametrami technicznymi oraz składem kotła. Analizie poddano prowadzoną od stycznia 2021 r. eksploatację kotła ze szczególnym uwzględnieniem dostaw zrębki drzewnej.

Słowa kluczowe: biomasa, zrębka drzewna, odnawialne źródła energii, transformacja energetyczna, zarządzanie zmianą

The article presents the implementation of the investment related to the construction of a biomass boiler with a capacity of 7 MW. The installation is the first renewable energy source in the Millenium Boiler Room Complex and is the initial element conditioning the achievement by the Company of an effective district heating system. The course of this task was discussed along with the sources of financing. The construction process was described in detail, including the work schedule as well as technical parameters and boiler composition. Operation of the boiler from January 2021 was analysed, with particular attention to woodchip deliveries. Finally, environmental aspects of the presented investment were presented.

Keywords: biomass, woodchip, renewable energy sources, energy transition, change management

Wprowadzenie

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Nowym Sączu sp. z o.o. (dalej MPEC) dzięki realizacji inwestycji związanej z budową kotła biomasowego zwiększyło udział ciepła wytworzonego z odnawialnych źródeł energii w sieci ciepłowniczej z 0 do 30 % (docelowo 20%, bowiem w podstawie pracować będzie układ kogeneracyjny gazowy). Jest to pierwszy etap prowadzący do osiągnięcia efektywnego systemu ciepłowniczego, w którym do produkcji ciepła wykorzystuje się ponad 50% energii z odnawialnych źródeł energii i kogeneracji.

Rozwiązania z wykorzystaniem kotłów biomasowych z sukcesem były realizowane w innych przedsiębiorstwach ciepłownicznych w regionie. Przykładem może być Krośnieński Holding Komunalny [1] gdzie instalacja biomasowa (w oparciu o ORC) funkcjonuje od 2013 r. Taki kierunek pozwolił uzyskać status efektywnego systemu ciepłowniczego a z perspektywy czasu można uznać, że ten rozwój można uznać za efektywny, proekologiczny i przyszłościowy.

Zgodnie z definicją Dyrektywy 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. za biomasę można uznać „ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nimi przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich”. Dyrektywa RED II szczegółowo określa sposób pozyskiwania biomasy [2].



Fotografia 1.
Widok z lotu ptaka na kotłownię biomasową wraz z placem opałowym.
Photo 1. Bird's eye view of the biomass boiler house with the fuel yard

Największe znaczenie dla celów energetycznych ma biomasa drzewna. Głównym jej źródłem są: sektor drzewny, leśnictwo, rolnictwo a także gospodarka komunalna. W 2021 r. szacuje się potencjalne ilości drewna możliwe do pozyskania na cele energetyczne w Lasach Państwowych na 36,9 mln m³, a w lasach prywatnych 4,9 mln m³, natomiast w 2031 r. są to już odpowiednio 40,7 mln m³ oraz 6,0 mln m³ [3].

Opis inwestycji i jej finansowanie

W pierwszej połowie 2019 r. MPEC trzykrotnie ogłaszał postępowania przetargowe na dostawę i montaż kotła biomasowego. W 3. postępowaniu wyłoniono wykonawcę, którym została UAB Enerstena z siedzibą w Kownie (Litwa). W dniu 8 lipca 2019 r. MPEC podpisało umowę na wykonanie zadania budowy kotła na biomasę. Kocioł przeznaczony jest do pracy całorocznej na potrzeby produkcji ciepła do sieci ciepłowniczej w okresie grzewczym oraz na potrzeby ciepłej wody w sezonie letnim. Kocioł o mocy cieplnej 7 MW stanowi dodatkowe 10% mocy zespołu kotłowni Millenium.

Paweł Kupczak, <https://orcid.org/0000-0002-2489-9909> - Prezes Zarządu, Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Nowym Sączu Sp. z o.o. Adres do korespondencji/ Corresponding author: p.kupczak@mpecns.pl

Całkowity koszt inwestycji wyniósł 14 523 340 zł w tym VAT. Koszt kwalifikowany to 11 784 000 zł. Spółka pozyskała dotację z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 w ramach poddziałania 1.1.1. Wsparcie inwestycji dotyczących wytwarzania energii z odnawialnych źródeł wraz z podłączeniem tych źródeł do sieci dystrybucyjnej/przesyłowej. Wysokość dotacji pierwotnie przyznanej wyniosła 4 113 391 zł tj. 38,26% kosztów kwalifikowanych. Natomiast w październiku 2019 r. podpisano aneks do umowy o zwiększenie całkowitych kosztów o 1 229 500 zł, a otrzymane dofinansowanie ze środków unijnych wzrosło do 40,04% kosztów kwalifikowanych. W wyniku aneksu dofinansowanie wzrosło o 14,7% do kwoty 4 718 700 zł. MPEC znalazł się w elitarnym gronie 6 instytucji w Polsce, którym Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej zwiększył w 2019 r. dofinansowanie. Środki własne w wysokości 7 065 300 zł zostały podzielone na środki własne w wysokości 436 609 zł oraz pożyczka z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w wysokości 6 628 691 zł.

Celem projektu była budowa ciepłowni opalanej biomasą o mocy 7 MW (Tabela 1), która zapewniła dodatkową zdolność wytwarzania energii ze źródła odnawialnego w sposób ekologiczny. Co ważne, inwestycja nie pogorszyła jakości powietrza w Nowym Sączu oraz zabezpieczyła możliwość podłączenia do sieci ciepłowniczej nowych odbiorców na terenie miasta Nowego Sącza. Produkcja ciepła z odnawialnego źródła energii nastąpiła poprzez wykorzystanie do spalania w kotle wodnym lokalnych zasobów biomasy w postaci biomasy leśnej. Produkcja ciepła w kotle na biomasę zastąpiła część produkcji ciepła w kotłach na węgiel kamienny i stanowi około 20% produkcji całkowitej w ciepłowni Millenium.

Budowa kotła biomasowego stanowiła pierwszy element dywersyfikacji źródeł ciepła a zarazem dywersyfikacji paliw w MPEC. Kolejne etapy to budowa gazowych silników kogeneracyjnych 6 MW oraz budowa drugiego kotła biomasowego o mocy 3 MW. Ten miks energetyczny pozwoli na osiągnięcie poziomu produkcji ciepła z odnawialnych źródeł energii i kogeneracji w ilości ponad 50 % produkowanego ciepła. A zatem spełniony będzie warunek efektywnego systemu ciepłowniczego. Istotnym elementem jest również poprawa, w wyniku realizacji inwestycji, współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej WpC do

Tabela 1. Parametry techniczne kotła na biomasę
Table 1. Technical parameters of the biomass boiler

Producent	UAB „ENERSTENOS GAMYBA” Ateities pl. 30A, LT-52163 KOWNO
Nazwa	KOCIOL WODNY
Typ	VHB 7000
Nr fabryczny / seryjny	P1915
Zastosowanie	Grzanie wody
Standard	EN 12953
Kategoria	IV
Moduł	G
Moc, kW	7000
Czynnik roboczy	Woda
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie PS, bar	16,0
Ciśnienie próbne pt, bar	22,9
Maksymalna dopuszczalna temperatura TS, C°	+150

poziomu 1,23 z poziomu 1,47 dla ciepła dostarczanego z sieci do odbiorców ciepła, a zatem zwiększenie efektywności wykorzystania energii pierwotnej.

Proces budowlany

Prace rozbiórkowe, będące pierwszym etapem prac budowlanych, litewski wykonawca rozpoczął w styczniu 2020 r. Harmonogram prac (Tabela 2) przewidywał zakończenie realizacji zadania w listopadzie 2020 r. W październiku 2020 r. miał miejsce rozruch technologiczny a cały proces odbiorowy wraz z niezbędnymi pozwoleniami został zakończony w styczniu 2021 r.

W skład zespołu kotła wchodzi:

- palenisko,
- zasobnik (podajnik) paliwa,
- podłoga magazynu paliwa,
- rozrzutnik paliwa,
- przenośnik skrobakowy paliwa,
- separator niewymiarowego paliwa,

- hydrauliczny przenośnik popiołu,
- przenośnik skrobakowy popiołu.

Palenisko (fot. 2) spalania biopaliwa jest przeznaczone do pracy z kotłem. Paliwo do paleniska jest podawane za pomocą podajnika tłokowego. Ruszt podzielony jest na strefy: strefa suszenia mokrego paliwa, strefa spalania wstępnego i gazyfikacji, strefa całkowitego spalania, strefa odbioru popiołów. Moc cieplna wynosi 9000 kW natomiast temperatura spalin zawiera się w przedziale 850-1050°C. Całość korpusu paleniska składa się z metalowego szkieletu z konstrukcjami nośnymi, przegrodami i podporami. Ściany boczne i tylne paleniska stanowią od wewnątrz szamot 230 mm, płyty z włókna ceramicznego 100 mm, wełna mineralna 100 mm, stalowy szkielet. Zewnętrzna strona paleniska jest wykończona odpornymi na korozję panelami ściennymi. Izolacja termiczna dachu składa się z płyty z włókien ceramicznych o grubości 50 mm, wełny mineralnej o grubości 150 mm. Powietrze do spalania jest pobierane ze szczeliny pomiędzy zewnętrzną stroną szkieletu paleniska a panelami ściennymi oraz ze szczeliny pomiędzy warstwą termoizolacji dachu paleniska i sklepieniem



Fotografia 2.
Element instalacji biomasowej - palenisko
Photo 2. Biomass installation component - furnace

Tabela 2. Harmonogram prac zgodnie z umową
Table 2. Schedule of works under the contract

Nr zadania	Wyszczególnienie prac	Czas realizacji w dniach - zgodnie z harmonogramem
1.0	Projekt wykonawczy + ewentualnie Projekt Budowlany Zamiaty wraz z pozwoleniem	236
2.0	Demontaż, rozbiórka w budynku kotłowni Millenium I	151
3.0	Przełożenie kolizji	112
4.0	Przebudowa, rozbudowa, budowa nowej zabudowy kotłowni	334
5.0	Kocioł na biomasę z wyposażeniem i sprzętem	304
5.1	- ruchoma podłoga	61
5.2	- palenisko	242
5.3	- kocioł wraz z ekonomizerem	242
5.4	- MOS + elektrofiltr	121
5.5	- komin	121
5.6	- instalacja technologiczna	183
6.0	Instalacje sanitarne	91
7.0	Instalacja elektryczna	91
8.0	AKPiA	30
9.0	Drugi, place, zieleń	91
10.0	Rozruch technologiczny wraz z próbami i dokumentacją odbiorową	75

szamotowym. Do spalania kierowane jest powietrze o wyższej temperaturze, dzięki czemu redukowane są straty ciepła do środowiska. Palenisko jest wyposażone w chłodzony powietrzem oraz recyrkulowanymi spalinami ruszt, na który składają się rzędy ruchomych i nieruchomych żeliwnych rusztowin. Rusztowiny są założone na umieszczone poprzecznie rury, umocowane w specjalnych konstrukcjach ramowych. W celu zabezpieczenia przed działaniem wysokiej temperatury stosuje się rusztowiny o wysokiej zawartości chromu ($\geq 25\%$). Co drugi rząd rusztowin wykonuje przesuwne ruchy. Układ automatycznego usuwania popiołu z paleniska składa się z pięciu przenośników zgarniających, stacji hydraulicznej oraz tączącej instalacji. Popiół jest usuwany ze stref w sposób automatyczny. Powietrze do spalania jest dzielone na pierwotne i wtórne. Instalacja przewiduje 2 osobne wentylatory. Powietrze pierwotne jest podawane przez kratki rusztu. Strumień powietrza pierwotnego jest kierowany do popielników pod rusztem. Dystrybucja powietrza jest regulowana za pomocą automatycznych zastaw. Ilość podawanego powietrza pierwotnego regulowana jest za pomocą przetwornika częstotliwości, w zależności od obciążenia kotła. Wentylator powietrza wtórnego podaje powietrze do strefy spalania nad rusztem. Powietrze wtórne jest kierowane do paleniska z obu stron rusztu poprzez kanały powietrza w ścianie tylnej i ścianach bocznych. Powietrze wtórne zapewnia wypalenie gazowych produktów niepełnego spalania paliwa. Palenisko jest wyposażone w wentylator recyrkulacji spalin, który reguluje temperaturę płomienia. Wentylator odsysa część produktów spalania z przewodu kominowego i kieruje je do paleniska. Strumień powracających spalin za pomocą przesłon automatycznych jest dzielony na 4 strumienie. W każdym kanale strumień można regulować osobno za pomocą sterowanych automatycznie przesłon [4].



Fotografia 3.
Element instalacji biomasowej - podłoga magazynu paliwa
Photo 3. Biomass installation component - fuel storage floor

Zadaniem **zasobnika (podajnika) paliwa** jest podawanie biopaliwa do paleniska. Biopaliwo, za pomocą przenośników, jest podawane z magazynu do zasobnika paliwa. W dolnej części podajnika są zamontowane tłoki, które za pomocą siłowników hydraulicznych podają (popychają) paliwo do paleniska. **Podłoga magazynu paliwa** (fot. 3) jest przeznaczona do przenoszenia rozdrobnionego drewna oraz mieszanek biopaliwowych. Podłoga magazynu paliwa składa się z czterech podstawowych elementów: zespołu siłowników hydraulicznych, ruchomej podłogi, kotwicznej podłogi oraz obejm. Ruchoma podłoga składa się z ramy oraz popychaczy w kształcie trójkątów. Rama jest zamocowana w obejmach. Siłowniki hydrauliczne przesuwają ramę z popychaczami po zakotwicznej części podłogi. Przeciwległy ruch położonych obok ruchomych elementów popychaczy zapewnia ukierunkowany przesuw paliwa w kierunku umieszczonego w niecce skrobakowego przenośnika paliwa. Zadaniem **rozzrutnika paliwa** (fot. 4) jest ograniczenie i równomierny rozrzut masy paliwa podawanej na skrobakowy przenośnik paliwa. Ilość paliwa jest ograniczona poprzez regulację wysokości roz-

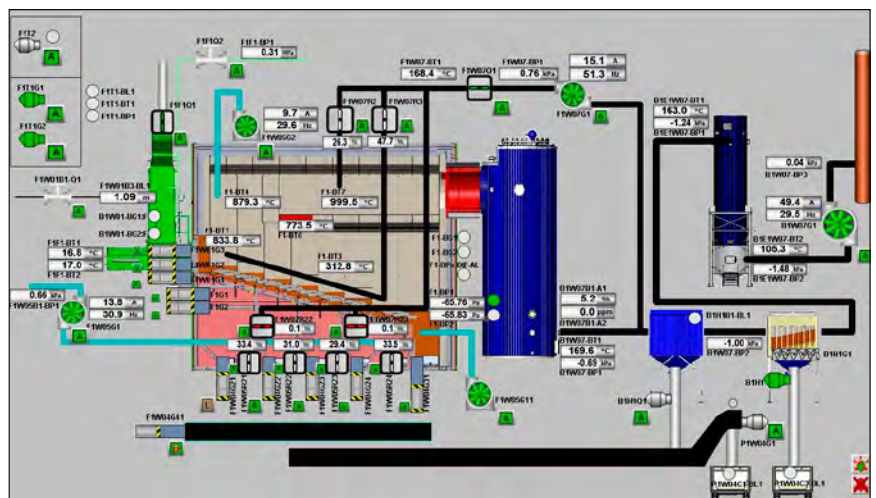


Fotografia 4.
Element instalacji biomasowej - rozrzutnik paliwa
Photo 4. Biomass installation component - fuel spreader

rzutnika. W przypadku trafienia do strefy roboczej rozrzutnika dużych kawałków paliwa lub substancji obcych, rozrzutnik zostaje zatrzymany. **Przenośnik skrobakowy paliwa** (fot. 5) za pomocą przekładni przenosi biopaliwo do podajnika paleniska. Na końcach przenośnika paliwa są zamontowane wały z kołami napędowymi, które przesuwają łańcuch. **Separator niewymiarowego paliwa** jest przeznaczony do oddzielania (przesiewania) paliwa ponadgabarytowego. Separator składa się ze stalowego sita, motoreduktora i gumowych wsporników. Sita jest przymocowane do wibratorów, natomiast motoreduktor jest przymocowany do wspornika przymocowanego do ściany. **Hydrauliczny przenośnik popiołu** – w dolnej części transportera na metalowych pasach są zamontowane zgarniacze w kształcie trójkątów, umocowane do grubościennego kwadratowego kształtownika, poruszające się wzdłuż całej długości przenośnika. **Przenośnik skrobakowy popiołu** jest przeznaczony do przenoszenia popiołu. Na końcach przenośnika popiołu są zamontowane wały z kołami napędowymi, które pociągają łańcuch. Łańcuchy są odpo-



Fotografia 5.
Element instalacji biomasowej - przenośnik skrobakowy paliwa
Photo 5. Biomass installation component - fuel scraping conveyor



Fotografia 6.
Zrzut ekranu z programu SCADA
Photo 6. Screenshot from SCADA program

wiednio połączone za pomocą skrobaków, które przenoszą popioły [4].

Nadzór nad pracą instalacji ułatwia system informatyczny nadzorujący przebieg procesu technologicznego – SCADA. Pozwala to w pełni kontrolować proces spalania powodując spalanie zupełne surowca (fot. 6).



Fotografia 7.
Rozładunek zrębki drzewnej
Photo 7. Woodchip unloading



Fotografia 8.
Budynek kotłowni przed rozbiórką i montażem kotła biomasowego
Photo 8. Boiler house before demolition and installation of biomass boiler



Fotografia 9.
Budynek kotłowni biomasowej po instalacji kotła
Photo 9. Biomass boiler room after boiler installation

Eksploatacja – dostawy zrębki

Dostarczana zrębka drzewna musi spełniać określone parametry (tabela 3) [5]. Jest to odpad z przemysłu drzewnego. Zrębka drzewna jest materiałem, który powstaje w procesie produkcji tarcicy z drewna pełnowartościowego, w procesie korowania, strugania, przycinania i prze-

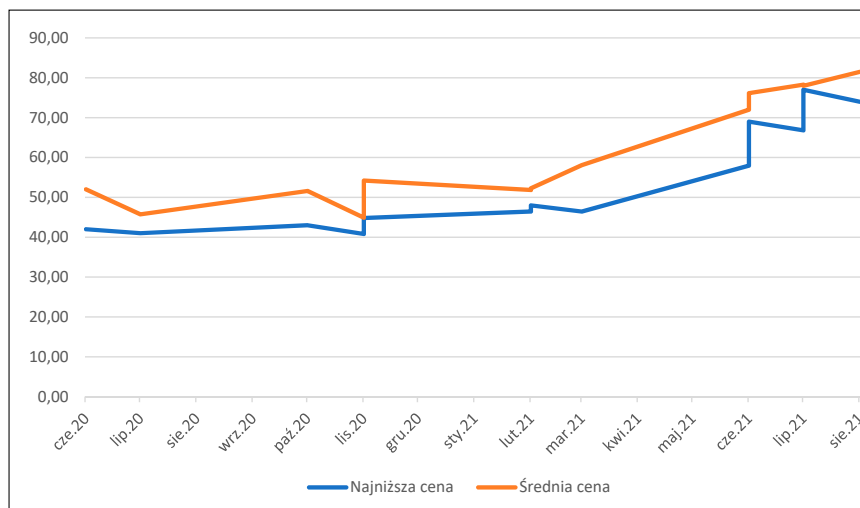
Tabela 3. Parametry i wymagania do zrębki drzewnej dostarczanej do MPEC [5]
Table 3. Parameters and requirements for woodchip delivered to MPEC [5]

Wykonawca może zaopferować dostawę biomasy wykonanej w całości wyłącznie w jednej technologii, tj. albo na rębaku nożowym albo na bijakowym (nie dopuszcza się oferowania dostaw mieszanych, tj. biomasy wykonanej zarówno na rębaku nożowym i na rębaku bijakowym).	
Za biomasę dostarczoną do Zamawiającego rozumie się paliwo:	
a. wykonane z czystej masy drzewnej, nie poddanej obróbce środkami konserwującymi ani działaniu wysokich temperatur (zweglenie),	
b. pozbawione zanieczyszczeń zwiększających wartość opałową (oleje, smary, farby itp.) oraz substancji nie występujących naturalnie jak np. minerały, metale, tworzywa sztuczne itp.	
Biomasa nie może być wytwarzana z odpadów drewna, które mogą zawierać związki fluorowcoorganiczne lub metale ciężkie, np. jako wynik obróbki środkami do konserwacji drewna lub powlekania, w skład których wchodzi w szczególności odpady drewna pochodzącego z budownictwa i odpady z rozbiórki oraz nie może zawierać zanieczyszczeń stałych takich jak: kamienie, ziemia, piasek, darń, guma, tkaniny, bryły lodu i śniegu itp. oraz widocznych śladów procesów gnilnych, pleśni i grzybów.	
Parametry graniczne:	
Wilgotność	do 50 %
Wartość opałowa	nie niższa niż 8.000 kJ/kg
Zawartość popiołu	nie wyższa niż 3%
Rozkład ziarnowy zrębki	powyżej 80% od 20 do 100 mm poniżej 5 % poniżej 1 mm poniżej 1 % ponad 200 mm

cierania materiału drzewnego oraz poprzez rozdrobnienie na rębaku żrżyny tartacznej. W procesie nie są wykorzystywane żadne substancje chemiczne, drewno jest obrabiane wyłącznie w sposób fizyczny. W przypadku drewna niepełnowartościowego, jest ono bezpośrednio kierowane do procesu rozdrabniania na rębakach nożowych, celem przetworzenia na zrębki drzewną. Materiał to fragmenty litego drewna i kory o wymiarach od kilku do kilkunastu centymetrów (szerokość x długość) i około kilku centymetrów grubości. Zawartość kory mieści się w przedziale ok. 2 - 18%. Gęstość zrębki drzewnej o podanych parametrach mieści się przeważnie w wartościach 270 - 330 kg/m³ i zależna jest w największym stopniu od zawartości wilgoci. Zauważono, że w miesiącach zimowych jej gęstość kształtuje się bliżej górnej granicy, natomiast w miesiącach letnich przy dolnej granicy podanego zakresu.

Cena zrębki drzewnej na przestrzeni ostatniego roku wzrosła o 81% (rys. 1). Dotychczas głównymi dostawcami zrębki drzewnej są firmy, które wygrały przetarg na jej dostawę, pochodzą one z Kasinki Małej, Olszówki oraz Skawiny. Dzięki modernizacji laboratorium wykonanego przy pomocy dofinansowania ze środków Unii Europejskiej MPEC ma możliwość stałego monitorowania jakości dostarczanej biomasy. Laboratorium MPEC jest drugim w Małopolsce, które ma możliwość badania biomasy metodami akredytowanymi. Prowadzony jest także stały monitoring składu gazów spalinowych i bieżąca regulacja parametrów procesu spalania, tak aby przebiegał on najefektywniej, a jednocześnie z minimalnym wpływem na środowisko naturalne.

Co warte podkreślenia to fakt, iż w procesie spalania biomasy powstaje znacznie mniej żużla niż w procesie spalania miatu węglowego. I tak, zawartość



Rys. 1.
Ceny za metr przestrzenny uzyskiwane we wszystkich przeprowadzonych postępowaniach przetargowych w latach 2020-2021
Fig. 1. Prices per cubic meter obtained in all conducted tenders in 2020-2021

popiołu w miale węglowym wynosi ok. 8%, tj. na 1 GJ jest to średnio 3,94 kg/GJ zużła zaś w przypadku biomasy zawartość popiołu wynosi 0,3%, tj. na 1 GJ biomasy powstaje średnio 0,56 kg/GJ zużła. Niemniej w przypadku biomasy konieczna jest większa powierzchnia na składowanie opatu, bowiem ilość biomasy potrzebna do wyprodukowania 1 GJ wynosi średnio 185,17 kg/GJ natomiast w przypadku miatu węglowego ilość miatu potrzebna do wyprodukowania 1 GJ wynosi 49,31 kg/GJ. Produkcja ciepła z biomasy w okresie luty-wrzesień 2021 r. wyniosła 79 058 GJ do czego zużyto 44 472 metrów przestrzennych zrębki. W tym okresie kocioł miał dwie przerwy w funkcjonowaniu.

Oczyszczone spaliny, przy maksymalnym obciążeniu kotła biomasowego, zawierają jedynie ok. 8 mg/m³ pyłu zawieszonego, podczas gdy norma dopuszcza 100 mg/m³. Poniżej mocy kotła o wartości 3 MW pył zawieszony w spalinach jest niemierzalny - przyrządy badające go nie wyłapują. Stosowany elektrofiltr zapewnia spełnienie wszystkich rygorystycznie wymaganych obecnie norm emisyjnych zawartych w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 24 listopada 2010 r.

Podsumowanie

Budowa i eksploatacja kotła biomasowego niesie za sobą szereg zalet:

1. Produkcja ciepła z biomasy jest wyłączone z handlu emisjami. Kocioł Millenium należąca do MPEC jest włączona do EU ETS. Gdyby Spółka produkując w okresie luty – wrzesień 2021 r. 79 058 GJ ciepła zamiast z biomasy produkowałaby z miatu węglowego to wiązałoby się z koniecznością poniesienia wydatków związanych z zakupem uprawnień do emisji CO₂ w wysokości 2,3 mln zł (przy założeniu 60 euro/EUA i 4,60 zł za 1 euro).
2. Poczyniony został pierwszy krok w kierunku dywersyfikacji paliw wykorzystywanych w zespole kotłowni Millenium a zatem wzrost bezpieczeństwa energetycznego i wzrost odporności na zmiany cen wyłącznego dotychczas paliwa jakim jest miat węglowy.
3. Stabilne spalanie utrzymuje rozżarzony szamot paleniska, zaś po krótkotrwałych wstrzymaniach (w zależności od stopnia wychłodzenia do 1-6 godz.) do ponownego rozpalenia wystarcza temperatura rozżarzonego szamotu paleniska i pozostałego żaru.
4. Niska zawartość popiołu, który zawiera duże ilości tlenków wapnia, potasu i fosforu sprawia, iż może być z powodzeniem użyty jako nawóz mineralny.
5. Stałe i pewne dostawy nośników energii, a także możliwość długiego przechowywania w suchych pomieszczeniach, a przy tym ich magazynowanie nie pociąga za sobą takich zagrożeń

dla środowiska, jak magazynowanie ropy naftowej bądź gazu ziemnego. Zidentyfikowano następujące problemy związane z eksploatacją kotła biomasowego:

1. Pojawiające się awarie przenośników biomasy: zatrzymywanie się biomasy na separatorze ponadwymiarowego paliwa, blokowanie się biomasy na przesypie przenośnika skośnego, nierównomierna praca ruchomej podłogi podawania paliwa.
2. Elementy do kompletnego serwisu po pierwszym zatrzymaniu kotła (6 miesięcy od rozruchu): ślizgi w przenośniku skośnym paliwa, w palenisku przepalone uszczelnienie rusztu wynikające z złego wykonania uszczelnienia.

LITERATURA:

- [1] Zimmermann-Szuba W.: W krośnieńskiej elektrociepłowni ponad 90% ciepła produkuje się z OZE. Instal, 2021, nr 6 (430).
- [2] Chmielowiec M.: Biomasa jako źródło energii odnawialnej w Unii Europejskiej i w Polsce – zagadnienia ekonomiczno-prawne. Energia Gigawat, nr 5/2020.
- [3] Mirowski T., Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A.: Energetyczne wykorzystanie biomasy. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2018.
- [4] Dokumentacja techniczno-ruchowa instalacji kotła biomasowego, UAB Enerstena, Kowno 2019.
- [5] <http://mpecns.pl/ogloszenia-o-przetargach.html>