

# Wykorzystanie krajowego potencjału kotłów wodnych a dyrektywy emisyjne UE

## Exploiting the potential of water boilers in Poland in the light of EU industrial emissions directives

dr inż. Piotr KRAWCZYK, prof. dr hab. inż. Janusz LEWANDOWSKI



### W KILKU SŁOWACH

W perspektywie najbliższych kilkunastu lat konieczna będzie całkowita przebudowa krajowego ciepłownictwa. Jaka więc będzie przyszłość tego olbrzymiego, często w dobrym stanie technicznym, majątku produkcyjnego? Czy i jak można wykorzystać istniejący potencjał kotłów wodnych?

### 1. Dyrektywy UE, a koszty wytwarzania ciepła w kotłach wodnych

Rok 2013 może być tym, który w historii polskiej energetyki, a przede wszystkim ciepłownictwa może być zapisany jako początek odchodzenia od dominacji węgla. Wszystko to z powodu polityki klimatyczno – energetycznej UE, w której to Komisja jak i część krajów mówi prawie wprost o wyeliminowaniu ze zbioru wykorzystywanych pierwotnych form energii, energii chemicznej zawartej w węglu. Środkiem do tego celu ma być obowiązujący od bieżącego roku zmieniony system handlu uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla [1]. Zgodnie z nim uprawnienia o liczbie zmniejszającej się w kolejnych latach mają być nabywane na aukcjach. Ciepłownictwo, główny użytkownik kotłów wodnych, jako sektor gospodarki wrażliwy społecznie na wzrost cen, objęty jest prawie 15 – letnim okresem przejściowym, ale liczba uprawnień, jakie będzie trzeba dokupić będzie rosła z roku na rok. Związany wzrost kosztów wytwarzania ciepła będzie jeszcze zależał od ceny uprawnień i tu Komisji nie udaje się, na

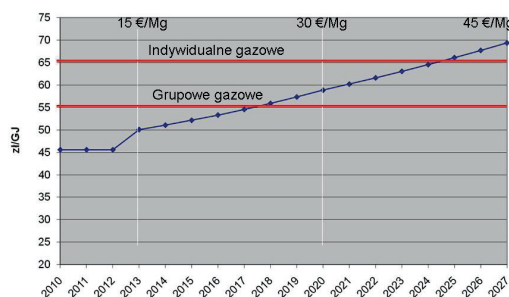


### SUMMARY

The Polish heat generation industry needs to be completely rebuilt in the course of the next ten or so years. What will then happen with the vast number of largely well-maintained productive assets? Is it possible to harness the potential of water boilers, and if yes – how can it be done?

Piotr Krawczyk, Janusz Lewandowski  
Instytut Techniki Ciepłej  
Politechnika Warszawska

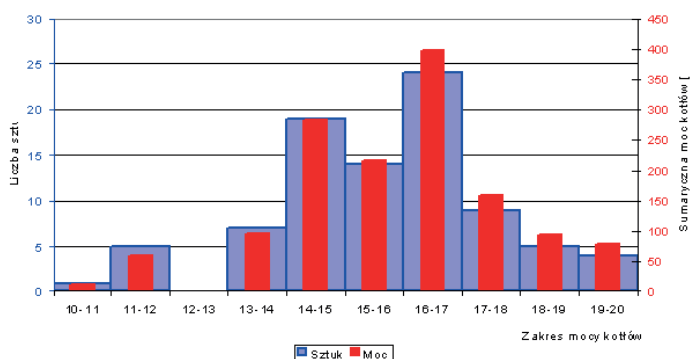
szczęście dla węgla, wykreować poziomu, który w momencie projektowania systemu planowany był na około 60 Euro/Mg, co w teorii miało uczynić ekonomicznie opłacalną technologię separacji i składowania dwutlenku węgla (CCS). Jeżeli jednak przyjmiemy założenie, że KE uda się wykreować taką cenę to skutkiem tego będzie znaczący wzrost wytwarzania ciepła, w systemach ciepłowniczych, aż do poziomu przekraczającego koszt jego wytwarzania z gazu w lokalnych kotłach, nawet w przypadku utrzymania się obecnej wysokiej ceny gazu ziemnego. Tendencję tą zilustrowano na rys. 1



Rys.1. Wzrost cen ciepła w systemach ciepłowniczych zasilanych z węglowych kotłów wodnych spowodowany koniecznością zakupu uprawnień do emisji. Przyjęto ceny uprawnień w zakresie od 15 Euro/Mg w bieżącym roku do 45 Euro/Mg w roku 2027.



W Polsce zidentyfikowano 272 przedsiębiorstwa ciepłownicze (PEC), które posiadają instalacje wytwórcze o mocy przekraczającej 20 MW, a więc podlegające dyrektywie o systemie handlu uprawnieniami [1], w których zainstalowane są 874 kotły wodne. Część z tych instalacji znalazła się dodatkowo pod rygiem nowej Dyrektywy o emisjach przemysłowych (IED) [2] znacząco zmniejszającej standardy emisji dwutlenku siarki ( $250 - 400 \text{ mg/m}^3$ , tlenków azotu  $200 - 300 \text{ mg/m}^3$  i pyłu  $25 - 30 \text{ mg/m}^3$ , dla kotłów wodnych stosowanych w ciepłownictwie. Dyrektywa ta obowiązuje kotły o mocy w paliwie większej niż 15 MW.. Sprawia to, że niejasna jest sytuacja w przypadku niezwykle popularnych w ciepłownictwie kotłów WR-10. Ich moc w paliwie oscyluje wokół 15 MW. Jak wygląda ten problem w skali kraju zilustrowano na rys. 2. Przedstawia on histogram rozkładu liczby i mocy kotłów w zakresie 10 – 15 MW (w paliwie). W przedziale 15 – 18 MW znajduje się 47 kotłów. W większości są to kotły WR-10. Wydaje się, że w każdym z tych przypadków celowe będzie dokonanie modernizacji kotła w wyniku, której zostanie zmniejszona moc w paliwie poniżej 15 MW i dzięki temu kocioł zostanie wyłączony spod działania Dyrektywy. Jeżeli przyjąć, że zostaną przeprowadzone takie działania oraz, że część istniejących kotłów do roku 2016 zostanie odstawiona na skutek zużycia, to okaże się, że nowej Dyrektywie będzie podlegało około 49 zakładów ze 195 kotłami o całkowitej mocy w paliwie ok. 8 GW.



Rys.2. Histogram liczby i sumarycznej mocy kotłów o mocy 10 – 20 MW w przedziałach co 1 MW

Wybrane, istotne z punktu widzenia obowiązywania nowej Dyrektywy, dane o przedsiębiorstwach ciepłowniczych, na tle całej krajowej energetyki przedstawiono w tab.1. Informacje ilustrujące zakres oddziaływania Dyrektywy na ciepłownictwo zestawiono w tabeli 2.

	Wszystkie	PEC	Procentowy udział PEC
Liczba zakładów	444	217	49%
Liczba kotłów	1915	874	46%
w tym kotłów działających (nie odstawionych)	1763	806	46%
Moc cieplna kotłów GW (wsad w paliwie)	131	14,9	11,4%
Wsad w paliwie PJ	2 055	82	4,0%

Tabela 1. Przedsiębiorstwa ciepłownicze (PEC) na tle całej krajowej energetyki w 2008 roku.

	Liczba zakładów	Liczba kotłów	Moc cieplna kotłów	Wsad energii w paliwie w 2008 roku
	-	-	GW	PJ
Wszystkie	217	806	806	80
w tym z kotłami powyżej 15 MW	84	332	332	58
W tym z kotłami powyżej 15 MW po obniżeniu mocy z przedziału 15 – 18 MW	59	245	245	50
w tym po roku 2016	55	229	229	48
w tym podlegające IED	49	195	195	43
w tym mogące skorzystać z przesunięcia terminu obowiązywania standardów Dyrektywy na rok 2023	46	167	167	36

Tabela 2. Skala wpływu Dyrektywy o emisjach przemysłowych na przedsiębiorstwa ciepłownicze

Należy zwrócić uwagę, że mimo bardzo istotnej skali ograniczenia oddziaływania przyjętej w wyniku negocjacji Dyrektywy na ciepłownictwo do roku 2023 konieczna będzie modernizacja ponad 195 kotłów w 49 zakładach. Można mieć bardzo poważne wątpliwości czy celowe jest wyposażenie tych instalacji w urządzenia, które zapewnią utrzymanie standardów emisji zanieczyszczeń spalin na poziomach dopuszczonych przez Dyrektywę, jeżeli uwzględnić, że instalacje te obejmie także zmieniony system handlu uprawnieniami do emisji  $\text{CO}_2$ , w perspektywie z koniecznością zakupu 100% uprawnień.

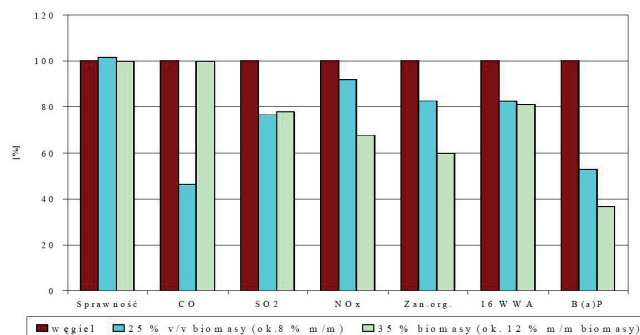
Dyrektywa, poprzez skokowe wprowadzenie bardzo ostrych wymagań tylko dla części instalacji, spowoduje istotne zmiany konku-

rencyjności poszczególnych przedsiębiorstw. Powstaje sytuacja, w której jedno przedsiębiorstwo wyposażone np. w 4 kotły WR-10 (moc w paliwie > 50 MW, ale każdy z kotłów o mocy < 15 MW) nie będzie musiało wyposażać instalacji w wysokowydajne urządzenia oczyszczające spaliny, a przedsiębiorstwo wyposażone np. w dwa kotły WR -25 i jeden WR- 5 taki obowiązek będzie miało. Konieczne będzie zatem wprowadzenie na poziomie kraju uregulowań prawnych, które zmienią tę sytuację, a to może oznaczać tylko zwiększenie wymagań także dla instalacji małych, nie podlegających Dyrektywie. Działania takie będą także konieczne wobec wymagań jakie nakładają lub nałożą inne Dyrektywy Unii Europejskiej, przede wszystkim Dyrektywa CAFE [3] oraz spodziewana nowa Dyrektywa ustalająca dopuszczalne poziomy emisji dla krajów członkowskich (nowa Dyrektywa NEC [4]). Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat konieczna będzie całkowita przebudowa krajowego ciepłownictwa. Nie można zatem w tym miejscu postawić pytania o przyszłość tego olbrzymiego, często w dobrym stanie technicznym, majątku produkcyjnego. Czy i jak można wykorzystać istniejący potencjał kotłów wodnych ?

## 2. Teoretyczne możliwości konwersji kotłów węglowych

Szansą przedłużenia życia technologicznego dla węglowych kotłów wodnych w świetle zmieniających się uregulowań prawnych wydają się być technologie pozwalające na ich przekształcenie w jednostki wykorzystujące paliwa zeroemisyjne, pod względem CO<sub>2</sub>, głównie biomasę.

Jak wskazują doświadczenia [5,6] dodatek biomasy do węgla poza obniżeniem emisji CO<sub>2</sub>, może powodować znaczące zmniejszenie emisji SO<sub>2</sub>, NOx paliwowych oraz zanieczyszczeń organicznych (proporcjonalnie do ilości dodanej biomasy), niezależnie od zastosowanej technologii spalania. Wyniki uzyskanych [5] badań potwierdzają efektywność ekologiczną m.in. dla kotła z rusztem mechanicznym WR-10.



Rys. 3. Względna ekologiczna i energetyczna efektywność współspalania węgla i biomasy (zrębków wierzy) w porównaniu do spalania węgla w kotle rusztowym WR10 [5].

W czasie badań [5] w procesie współspalania w kotle rusztowym zaobserwowano większy stopień redukcji siarki, niż wynika to z ilości dodanej biomasy. Zawarte w biomacie związki wapnia stanowią sorbent dla powstającego SO<sub>2</sub>. Możliwość redukcji siarki może mieć szczególne znaczenie w przypadku współspalania biomasy z węglami wysoko zasiecanymi.

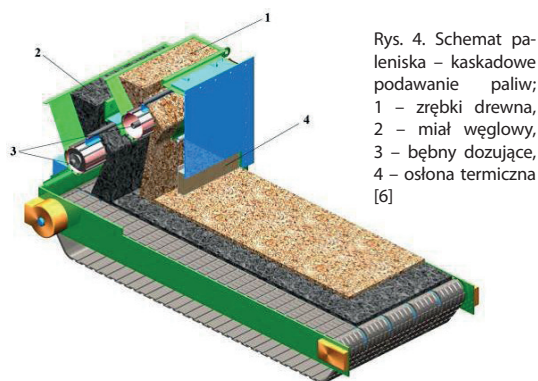
W dalszej części scharakteryzowano dostępne rozwiązania technologiczne umożliwiające wykorzystanie biomasy w istniejących kotłach węglowych.

### 2.1. Współspalanie bezpośrednie biomasy na ruszcie w kotłach WR

Współspalanie bezpośrednie na ruszcie umożliwia wykorzystanie istniejących kotłów węglowych i całej infrastruktury towarzyszącej, wymaga relatywnie niewielkich nakładów inwestycyjnych na modyfikację systemu przygotowania i podawania paliwa do paleniska.

Jedną z możliwości realizacji tego procesu jest technologia równoległego podawania biomasy i miazgi węglowej do kotła przy pomocy dwóch dozowników kaskadowego zasilania paliwem (oddzielnego dla miazgi węglowej i biomasy).

Ruszt kotła węglowego zmodernizowany na ruszt z dwoma kaskadami pokazano na rys. 4.





## Literatura

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca Dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.
2. Directive on industrial emissions 2010/75/EU (IED)
3. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszyego powietrza dla Europy)
4. Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 w sprawie narodowych pułapów zanieczyszczeń)
5. Kubica K., Raińczak J. „Współspalanie węgla I biomasy w instalacjach kotłów rusztowych” Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, „Spalanie paliw alternatywnych w energetyce i przemyśle cementowym” Opole 20-21.02.2003.
6. Urszula Miller Praktyczne aspekty spalania biomasy w kotłach rusztowych. Doświadczenia eksploatacyjne na przykładzie współspalania biomasy w kotle WR-10 w Ciepłowni DPM w Koszalinie. Miejska Energetyka Ciepła Sp. z o.o., Koszalin
7. Tomasz Golec, Krzysztof Remiszewski, Bartosz Świątkowski, Marcin Błesznowski, „Palniki pyłowe na biomase” Energetyka i Ekologia maj 2007, str. 375-382
8. Serwis internetowy firmy Ecoenergia – www.ecoenergia.pl.

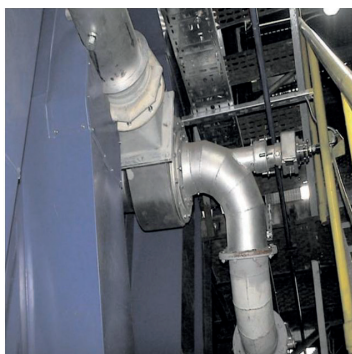
W takim rozwiązaniu funkcje dotychczas stosowanej warstwowicy, ustalającej grubość warstwy mialu węglowego na ruszcie, spełnia dozownik bębnowy (tzw. kaskada). Miał węglowy zsypuje się z niego na ruszt paleniska w wymaganej ilości regulowanej obrotami napędu.

Wprowadzenie dodatkowej drugiej kaskady, daje możliwość równoległego zasilania kotła dwoma rodzajami paliw stałych, i to w dowolnych proporcjach, bez konieczności ich wstępnego mieszania. Najważniejszą cechą tego rozwiązania jest możliwość płynnego zmieniania składu masowego paliwa podczas ruchu kotła.

## 2.2. Współspalanie biomasy w palnikach biomasowych w kotłach WR

Inna znana forma współspalania (stosowana głównie w kotłach pyłowych), polega na wykorzystaniu pyłowych palników biomasowych. W rozwiązaniu takim palniki zabudowywane są w pasie palników węglowych lub w strefie spalania kotła rusztowego. Do podstawowych cech charakterystycznych tego typu palników należą m.in:

- konieczność zapewnienia pyłu o drobnym przemyśle (cząsteczki mniejsze od 3 mm) i niskiej wilgotności (max 12 %).
- transport pyłu do palnika za pomocą systemu pneumatycznego.



Rys.5. Palnik biomasowy zamontowany w kotle OR – 32 [7]

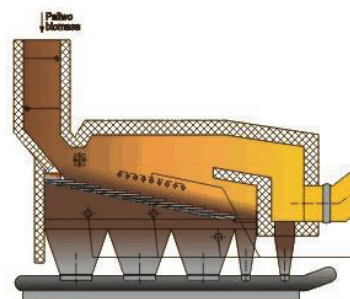
Technologia pyłowych palników biomasowych stawia wysokie wymagania jakościowe w stosunku do spalanej biomasy, zarówno w zakresie zawartości wilgoci jak i w zakresie jakości przygotowania (przemiału). Konieczne staje się użytkowanie paliw suchych co znacząco podnosi koszty ich wytworzenia. Dodatkowym czynnikiem podnoszącym koszty funkcjonowania tego typu instalacji jest konieczność przemiału biomasy.

W skład typowej instalacji wchodzi dwa do czterech młynów młotkowych biomasowych. Młyny mogą być wykorzystane do biomasy w postaci peletu lub brykietu wstępnie pokruszonego w kruszarce.

Palniki pyłowe, biomasowe stanowią rozwiązanie ciekawe, pozwalające na większą elastyczność prowadzenia procesu od współspalania na ruszcie, ale kosztowne ze względu na konieczność wykorzystywania biomasy przetworzonej (suchej) i drobnomielonej.

## 2.3. Przedpaleniska do kotłów rusztowych

Przedpalenisko umożliwia spalanie biomasy w warunkach jej dedykowanych, a następnie skierowanie powstałych spalin do współpracującego kotła węglowego. Schemat ideowy przedpaleniska z rusztem schodkowym przedstawiono na rysunku poniżej (rys. 6).



Rys 6. Rysunek poglądowy przedpaleniska z rusztem schodkowym [8]

Zalety rozdzielnego współspalania biomasy i węgla:

- niezbyt duża ingerencja w konstrukcję kotła rusztowego,
- eliminacja zagrożeń osiadania niespalonej biomasy na powierzchniach grzewczych kotła,
- możliwość utrzymania 100% wydajności kotła na paliwie podstawowym,
- możliwość wykorzystywania różnych frakcji biomasy o różnym stopniu rozdrobnienia i wilgotności
- rozdzielna gospodarka żużlem i popiołem w instalacjach spalających węgiel i biomase.

Konstrukcja przedpaleniska zapobiega powstawaniu zakłóceń procesu spalania w komorze paleniskowej kotła i nadaje się do zastosowania bez konieczności ingerencji w układ fundamentowania kotła. Oczekiwana zaletą

przedpalenisk współpracujących z kotłami WR 10 i WR 25 jest możliwość zwiększenia ilości spalanej biomasy w stosunku do możliwej do współspalenia na ruszcie.

Przy rozważaniu projektów budowy przedpalenisk należy zwrócić uwagę na paliwa referencyjne, które mogą być w nich spalane. Najbardziej pożądane byłyby takie konstrukcje, które umożliwiają wykorzystanie trudnych paliw biomasowych np. słomy rzepaku i kukurydzy. Poza relatywnie prostymi w budowie przedpaleniskami rusztowymi dostępne na rynku są inne konstrukcje np. fluidalne.

#### 2.4 Zgazowarka współpracująca z kotłem rusztowym

Jednym z układów technologicznych, które winny być rozpatrzone podczas analizy współspalania pośredniego są układy w których rolę przedpaleniska pełni zgazowarka. W takich układach kocioł WR może być zasilany produktami spalania syngazu.

Alternatywnym rozwiązaniem jest spalanie gazu w palnikach umieszczonych w komorze spalania.

Zgazowaniu poddawać można paliwa stałe zawierające węgiel organiczny w tym drewno, słomę i APS. Największą ilość instalacji zgazowania wybudowano dla biomasy drzewnej. Wartość opałowa gazu powstającego w wyniku zgazowania jest stosunkowo niska. W przypadku biomasy zawiera się w przedziale 4 do 12 MJ/m<sup>3</sup>.

Obecnie na rynku dostępnych jest szereg technologii zgazowania biomasy, głównie drewna. W większości konstrukcji stawia się wymagania by wilgotność wsadu nie przekraczała 20%. Większość z nich jednak, poza instalacją pilotową nie wykonała obiektów, będących w użyciu komercyjnym. Firm posiadających sprawdzone technologie zgazowania drewna, zweryfikowane przez instalacje komercyjne jest stosunkowo niewiele.

Ze względu na konkurencję na rynku paliw biomasowych interesujące są przede wszystkim zgazowarki uniwersalne dla których wsadem mogą być „trudne frakcje biomasy” w tym słoma kukurydziana i rzepakowa oraz paliwa alternatywne uzyskiwane ze zmieszanych odpadów komunalnych.

Pierwszą instalacją zgazowania biomasy zbudowaną w przedsiębiorstwie ciepłowniczym w Polsce jest instalacja zrealizowana w MPEC Świdnica w której zastosowano reaktor zgazujący Torbed z wirującym złożem. Wykonawcą instalacji był Mostostal Dolny Śląsk. Znamionowa moc cieplna układu wynosi 5 MW.



Rys. 7. Zespół zgazowarki fluidalnej Torbed o mocy 5 MW

## Termobudowa S.C.

Firma Termobudowa s.c. M.Lewandowski & T.Lewandowski jest firmą rodzinną z tradycjami. Pod nazwą Termobudowa s.c istnieje od grudnia 2005 roku, powstała na bazie firmy Z.M.C.I - J.R. Lewandowscy istniejącej od 1986 roku. Firma nasza koncentruje się na świadczeniu wysokiej jakości usług w zakresie budowy i remontów wymurówek i wykładzin izolacyjnych, ogniotrwałych i żaroodpornych:

- kotłów energetycznych
- kotłów ciepłowniczych
- pieców cynkowniczych
- pieców komorowych
- pieców przelotowych
- pieców tunelowych
- pieców wielostrefowych

Ponadto wykonujemy izolacje termiczne ciepło i zimnochronne instalacji energetycznych, ciepłowniczych, hutniczych, rurociągów. Dewizą naszej firmy jest zadowolenie klientów z dobrego i terminowego wykonania naszych usług przy zachowaniu najwyższych standardów bhp i ochrony środowiska. W tym celu nasi pracownicy posiadają wysokie kwalifikacje i legitymują się niezbędnymi uprawnieniami.



TERMOBUDOWA s.c. Marek Lewandowski & Tomasz Lewandowski  
43-600 JAWORZNO, ul. Bursztynowa 1/8  
REGON:240244584  
NIP: 632-189-73-62  
tel./fax: (32) 751 10 29  
kom. 502 203 948, 502 150 855