

# **NOWOCZESNE TECHNOLOGIE SPALANIA WĘGLA W MAŁYCH I ŚREDNICH ŹRÓDŁACH WYTWARZANIA CIEPŁA**

## **ASPEKTY EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE**

**Dr inż. Leon Kurczabiński**

### **1. Wprowadzenie**

Ciepłownictwo i ogrzewnictwo indywidualne są po energetyce zawodowej kolejnymi, największymi odbiorcami węgla. Ciepłownictwo to ponad 8700 źródeł wytwarzania - od dużych jednostek do małych lokalnych kotłowni, z których część wytwarza również energię elektryczną. Należy zaznaczyć, że małe źródła o mocy do 5 MW to ponad 7500 obiektów. Łącznie, ciepłownie te spalają od ok. 16,5 do 18,5 ml ton / rok węgla, zależnie od sezonu grzewczego. Kolejnym znaczącym konsumentem węgla są gospodarstwa domowe zużywające głównie sortymenty grube. Łączna sprzedaż tych sortymentów to ok. 6,6 ml ton / rok.

Bardzo wiele węglowych kotłów ciepłowniczych jak również kotłów C.O. i pieców w gospodarstwach domowych to urządzenia o złym stanie technicznym i niskiej sprawności cieplnej, podnoszącej koszty ogrzewania. Równocześnie należy zwrócić uwagę na fakt spalania w tych kotłach paliw o złej jakości - zasiarczonych, zapozielonych i niskokalorycznych węgla, mułów węglowych i przerostów. **Są to podstawowe czynniki powstawania tzw. niskiej emisji.**

W ostatnich latach wiele uciążliwych dla środowiska kotłowni zmodernizowano, korzystając z różnych środków pomocowych ( fundusze związane z ochroną środowiska). Szczególnie chętnie korzystały z nich jednostki budżetowe. Modernizacja kotłowni ukierunkowana była na technologie spalania gazu ziemnego i oleju opałowego. W konsekwencji doprowadziło to wielu użytkowników do trudnej sytuacji finansowej z powodu wysokich kosztów ogrzewania . Również podłączenie wielu gospodarstw domowych do sieci gazowej nie zlikwidowało w pełni niskiej emisji gdyż po zapłaceniu pierwszych rachunków wiele z nich powróciło do ogrzewania węglowego. Mało tego, w wielu przypadkach koszty indywidualnych podłączeń gazowych są zbyt wysokie i podłączenia te są niechętnie wykonywane przez Zakłady Gazownicze.

Analizy ekonomiczne wykonane w ostatnim okresie przez wiele ciepłowni zmierzających do poszerzenia swojego rynku wykazały, że podłączenia niektórych odbiorców do sieci ciepłowniczej będą stale przynosiły straty - wynikające między innymi z takich przyczyn jak:

- straty przesyłu przy dużych odległościach odbiorców od źródła wytwarzania ciepła,
  - konieczność okresowej eksploatacji źródła o mocy nieproporcjonalnej do potrzeb,
  - likwidacja zakładów przemysłowych - dotychczasowych największych odbiorców ciepła.
- Stąd też idealnym rozwiązaniem byłaby tu zabudowa źródeł lokalnych.

Połączenie ekonomii z wymaganiami ochrony środowiska wydaje się być w tych szczególnych przypadkach najrozsądniejszym rozwiązaniem, a konkretnie - połączenie nowoczesnych technologii spalania z wysokojakościowym paliwem węglowym.

Z założenia tego wyszedł Katowicki Holding Węglowy S.A., który kilka lat temu rozpoczął trwającą do dzisiaj, szeroko zakrojoną kampanię informacyjną na temat nowoczesnych technologii węglowych.

### **2. Automatyczne, niskoemisyjne kotły węglowe z paleniskami retortowymi.**

Technologie te pojawiły się na krajowym rynku w połowie lat 90 - tych w ramach programu PHARE a ich głównymi zaletami są:

- Ø wysoka sprawność, gwarantująca najniższe koszty wytwarzania ciepła - od ok. 14 do ok. 18(25) zł/ GJ (zależnie od ceny węgla brutto i wielkości inwestycji ) przy kosztach ogrzewania gazem ziemnym na poziomie 32 - 38 zł / GJ.
- Ø zautomatyzowana praca i bardzo małe zaangażowanie obsługi ( zasyp węgla w jednostkach małych raz na 3 - 5 dni, obsługa jednostek większych - do 1 godz. / dobę )
- Ø spełnienie norm emisji substancji toksycznych do powietrza ( m.in. dopuszczone do stosowania w krajach UE oraz wspomagane programami WFOŚiGW i BOŚ ).

Krajowi producenci oferują jednostki o mocy od 15 do 1800 KWt o sprawności od 80 do 85 %. Zalecane są szczególnie konstrukcje bezrusztowe (retortowe), posiadające atesty odpowiednich jednostek badawczych z zakresu sprawności cieplnej (Atest Energetyczny ) i emisji (Znak Bezpieczeństwa Ekologicznego).

#### **Charakterystyka kotłów oferowanych przez krajowych producentów.**

<b>Moc cieplna</b>	<b>od 15 do 1800 KWt</b>
<b>Sprawność</b>	<b>od 80 do ok. 85 %</b>
<b>Palenisko</b>	<b>retortowe typu "Stocker"</b>
<b>Podajnik węgla</b>	<b>Ślimakowy</b>
<b>Procesorowy regulator</b>	<b>Micro TERM ( lub inny )</b>
<b>Zasilanie</b>	<b>220 V</b>
<b>Zużycie własne energii</b>	<b>0,4 do 1,0 % wartości mocy cieplnej</b>
<b>Maksymalne ciśnienie robocze</b>	<b>0,2 Mpa</b>
<b>Temperatura wody</b>	<b>95 °C (nie zaleca się pracować przy temp. niższych od 56 °C)</b>
<b>Instalacje grzewcze:</b>	<b>w systemie otwartym.</b>
<b>Obsługa dużych jednostek cieplnych:</b>	<b>1 osoba, raz na dobę przez 30 do 120 min.</b>
<b>Obsługa małych jednostek cieplnych:</b>	<b>raz na 3 do 6 dni</b>

**Kotły te są przeznaczone do ogrzewania mieszkań, domów jedno i wielorodzinnych, gospodarstw rolnych, dużych obiektów komunalnych i przemysłowych (między innymi szkoły, szpitale, cegielnie i piekarnie) , w ciepłowniach - jako kotły podstawowe lub źródła lokalne o łącznej mocy do 7 MWt. Kotły te mogą być również używane do produkcji ciepłej wody użytkowej i pary technologicznej.**

Mogą być stosowane w obiektach o zabudowie rozproszonej oraz zwartej - szczególnie tam gdzie istnieje problem niskiej emisji a jej likwidacja napotyka na problemy natury ekonomicznej i technicznej.

W kotłowniach o większej mocy z powodzeniem może pracować w układzie równoległym kilka jednostek o różnych mocach na wspólny układ hydrauliczny, przez co uzyskuje się dużą elastyczność układu grzewczego w całym zakresie obciążeń w sezonie grzewczym

Charakterystyka pracy kotłów jest prawie płaska co zapewnia optymalną sprawność w granicach 30 - 100 % obciążenia cieplnego.

W kotłach tego typu zastosowane jest samo oczyszczające się palenisko retortowe, które spala dokładnie taką porcję węgla jaka jest potrzebna do otrzymania nastawionej przez użytkownika temperatury na sterowniku elektronicznym.

Całością pracy kotła ( podawanie węgla, nadmuchiwanie) steruje mikroprocesorowy regulator, pozwalający na utrzymanie zadanej temperatury w pomieszczeniu w tym również w układzie zależnym od temperatury zewnętrznej oraz regulacji temperatury w kilku strefach czasowych w ciągu doby.

Kocioł wymaga podłączenia do prądu (220 V) i w przypadku zaniku napięcia utrzymuje on żar jeszcze przez około 5 do 6 godzin. Z chwilą dopływu prądu w tym czasie automatycznie rozpoczyna się proces spalania. Zużycie własnej energii elektrycznej wynosi ok. od 0,4 do 1,2 %. Przykładowo dla kotłów o mocy do 25 kW wynosi ono ok. 100 W na godzinę pracy kotła w sezonie grzewczym.

Kotły te pracują w układzie wodnym otwartym i nie wymagają nadzoru UDT.

Nie wymagają one również stałej obsługi.

Kotły dla gospodarstw domowych ( 15 - 25 kW ) mogą pracować bez obsługi przez okres 3 - 5 dni - zależnie od warunków pogodowych. Zużycie węgla wynosi w tym przypadku ok. 1 - 1,5 kg na godzinę pracy kotła przy nominalnym obciążeniu.

Kotły o większej mocy mogą być zaopatrzone w zbiornik węglowy zasypywany węglem jeden do kilku razy w sezonie grzewczym, z którego węgiel podawany jest do kotła w sposób ciągły

Pozostały po spaleniu popiół odprowadzany jest również w sposób ciągły przy czym ilość tego popiołu jest znikoma ze względu na konieczność stosowania węgla wysokojakościowych.

Większość produkowanych urządzeń dostosowana jest do spalania określonych sortymentów węgla, które muszą posiadać odpowiednie własności fizyko chemiczne gwarantujące:

- v bezawaryjną pracę kotła ( odpowiednia granulacja, brak zanieczyszczeń mechanicznych, niska spiekalność, wysokie temperatury spiekania i mięknięcia popiołu )
- v spełnienie norm emisji ( wysoka wartość opałowa, niska zawartość siarki - 0,3 - 0,6 %, niska zawartość popiołu - 4 - 10 % ).
- v najniższe koszty wytwarzania ciepła

Parametry jakościowe paliwa węglowego produkowanego przez KHW S.A. z przeznaczeniem dla kotłów retortowych przedstawiono poniżej:

<b>Nazwa handlowa sortymentu</b>	<b>EKORET®</b>
<b>Typ węgla</b>	<b>31 lub 32.1 - w zakresie RI do 10</b>
<b>Uziarnienie - mm</b>	<b>(5) 8 - 25</b>
<b>Wartość opałowa - MJ / kg</b>	<b>&gt; 26</b>
<b>Zawartość popiołu - %</b>	<b>4 - 10</b>
<b>Zawartość siarki - %</b>	<b>&lt; 0,6</b>
<b>Typ koksu wg metody Gray-Kinga</b>	<b>A do D</b>
<b>Spiekalność - RI</b>	<b>maks. 10</b>
<b>Temp. spiekania popiołu - t<sub>s</sub> - °C</b>	<b>&gt; 1000</b>
<b>Temp. mięknięcia popiołu - t<sub>A</sub> - °C</b>	<b>&gt; 1250</b>
<b>Zawartość wilgoci: %</b>	<b>do 12</b>

Węgle te produkowany jest na bazie wybranych węgla z trzech katowickich kopalń. "Katowicki Węgiel" Sp. z o.o. uruchomił w tym celu specjalną linię technologiczną w swoim Zakładzie Przerobczym w Sosnowcu. EKORET sprzedawany jest luzem bądź też w formie konfekcjonowanej ( worki po 25 kg ) bezpośrednio przez "Katowicki Węgiel" - ZP Sosnowiec oraz poprzez sieć Autoryzowanych Sprzedawców KHW S.A. posiadających około 500 składów opałowych na terenie całego kraju oraz poprzez dużą grupę sprzedawców i serwisantów kotłów węglowych.

Na krajowym rynku pojawiły się również kotły o mocy 25 – 100 KW przystosowane do spalania mialów węglowych. Palenisko w tych urządzeniach ma nieco inną konstrukcję niż w kotłach retortowych a porcje mialu węglowego podawane są do palnika (rodzaj rusztu stałego) podajnikiem tłokowym, ślimakowym lub szufladowym.

Skuteczna i ekologiczna praca tych kotłów uzależniona jest jednak od jakości spalanej mialu.

Katowicki Holding Węglowy rozpoczął produkcję wysokojakościowego paliwa o nazwie handlowej EKOFIN® przeznaczonych do tego typu urządzeń.

Parametry jakościowe tego paliwa są następujące:

<b>Nazwa handlowa sortymentu</b>	<b>EKOFIN®</b>
<b>Typ węgla</b>	<b>31 lub 32</b>
<b>Uziarnienie - mm</b>	<b>0 - 30 (35)</b>
<b>Udział ziaren 0 - 0,5 mm w %</b>	<b>do 10</b>
<b>Wartość opałowa - MJ / kg</b>	<b>&gt; 25</b>

<b>Zawartość popiołu - %</b>	<b>do 10</b>
<b>Zawartość siarki - %</b>	<b>&lt; 0,6</b>
<b>Spiekalność - RI</b>	<b>maks. 20</b>
<b>Temp. spiekania popiołu - <math>t_s</math> - °C</b>	<b>&gt; 1100</b>
<b>Temp. mięknięcia popiołu - <math>t_A</math> - °C</b>	<b>&gt; 1250</b>
<b>Zawartość wilgoci: %</b>	

### 3. Aspekty ekologiczne i ekonomiczne stosowania nowoczesnych kotłów węglowych

Dopracowany i precyzyjnie sterowany proces spalania węgla w kotłach retortowych jak również wymóg stosowania wysokojakościowego węgla powoduje bardzo znaczną redukcję emisji substancji toksycznych do powietrza w porównaniu z tradycyjnymi kotłami węglowymi.

Obecnie 42 krajowe firmy produkujące te urządzenia posiada atesty upoważnionych do tego jednostek naukowo-badawczych ( np. IChPW w Zabrze) określające rzeczywiste wskaźniki emisji w warunkach ruchowych.

Różnice w wartościach wskaźników emisji pomiędzy kotłami węglowymi tradycyjnymi a kotłami retortowymi przedstawiono poniżej.

#### **Parametry emisyjne kotłów retortowych – redukcja emisji w stosunku do tradycyjnych kotłów węglowych**

· <b>Emisja SO<sub>2</sub></b>	<b>redukcja o ok. 35 %</b>
· <b>Emisja NO<sub>x</sub></b>	<b>redukcja o ok. 22 %</b>
· <b>Emisja CO<sub>2</sub></b>	<b>redukcja o ok. 25 %</b>
· <b>Emisja CO</b>	<b>redukcja o ok. 97 %</b>
· <b>Emisja pyłu</b>	<b>redukcja o ok. 92 %</b>
· <b>Emisja TOC</b>	<b>redukcja o ok. 90 %</b>
· <b>Emisja 16 WWA wg EPA</b>	<b>redukcja o ok. 93 – 98 %</b>
· <b>Emisja Benzo(a)pirenu</b>	<b>redukcja o ok. 97 %</b>

**Warto wspomnieć, że stosowanie kotłów w Województwach Śląskim, Małopolskim i Pomorskim jest wspomagane dotacjami i tanimi kredytami gdyż jest na liście priorytetowych przedsięwzięć - opracowanej przez WFOŚ i GW.**

**Stosowanie tych kotłów wspiera również Bank Ochrony Środowiska S.A. – poprzez specjalne linie kredytowe.**

**WFOŚ i GW w Katowicach** w porozumieniu z Rządem Szwajcarii realizuje od 2001 roku program, w ramach którego dofinansowane są zadania prowadzące do racjonalizacji użytkowania węgla jako paliwa energetycznego. W regulaminie dofinansowania zadań jeden z punktów dotyczy "Likwidacji ogrzewania piecowego w budynkach mieszkalnych i podłączenie obiektów do niskoemisyjnej kotłowni węglowej lub do sieci cieplnej zasilanej z niskoemisyjnej kotłowni węglowej".

W zależności od podmiotu realizującego inwestycję dofinansowanie udzielane w ramach programu może wynosić do 80 % kosztów zadania objętego wnioskiem. Stanowią go: dotacje ze środków szwajcarskich, dotacje ze środków WFOŚ i GW oraz niskoprocentowane i częściowo umarżalne pożyczki ze środków WFOŚ i GW.

Wysoka sprawność cieplna tych urządzeń rzędu 78 - 85 % wpływa bezpośrednio na koszty wytwarzania ciepła.

W przypadku typoszeregu przeznaczanego dla gospodarstw domowych ( do 25 kW ) koszty produkcji ciepła są do ok. 40 % niższe od kosztów uzyskiwanych przy użyciu tradycyjnych kotłów węglowych i co najmniej dwukrotnie niższe od ogrzewania gazem ziemnym - dla taryfy W-3 obowiązującej przy poborze tego nośnika do ogrzewania mieszkań i domów jednorodzinnych ( rys . 1).

Koszty jednostkowe kotłów kształtują się w zależności od producenta i mocy od ok. 165 - 240 zł netto na 1 kW mocy kotła. W cenie tej jest wyposażenie standardowe tj. podajnik ślimakowy paliwa, dmuchawa, zbiornik węgla i sterownik. Cena jednostkowa jest niższa dla kotłów o większej mocy.

Z uwagi na to, że modernizacja każdej kotłowni wymaga innego zakresu robót adaptacyjnych, jak również inne mogą być wymagania co do wyposażenia w urządzenia automatycznej regulacji, potrzeby technologiczne np. związane z przygotowaniem ciepłej wody lub wydzieleniem obiegów oszczędnościowych, koszty całej inwestycji mogą wynosić od 400 do 550 zł / kW mocy zainstalowanej.

Należy zaznaczyć, że koszty budowy kotłowni na bazie kotłów retortowych mogą być o ok. 25 - 35 % wyższe niż np. przy budowie kotłowni olejowej o podobnych parametrach. Lecz przy zdecydowanie niższych kosztach eksploatacji ( głównie paliwowych ) wyższe koszty inwestycyjne zwracają się w większości analizowanych przypadków w okresie do 2 lat.

W tablicy 1 porównano koszty wytwarzania energii cieplnej w wersji gazowej, olejowej i węglowej ( z kotłami retortowymi ) dla modernizowanej przez należące do KHW - Zakłady Energetyki Ciepłej w Katowicach - kotłowni szkolnej o łącznej mocy 350 kW i zapotrzebowaniu na energię cieplną w wysokości 2830 GJ / rok.. W rozpatrywanym wariantcie zaproponowano dwa kotły węglowe o mocy 300 kW (potrzeby CO) i 50 kW dla produkcji ciepłej wody.

Z przedstawionych danych wynika, że koszt jednostkowy wytwarzania energii cieplnej jest ok. 1,85 razy wyższy w wersji olejowej, oraz 1,5 razy wyższy w wersji gazowej kosztu pozyskania ciepła z zastosowaniem kotłów retortowych. Ponadto inwestycje bazujące na kotłach retortowych zwracają się po 1,5 do 3 lat.

Atuty ekonomiczne, ekologiczne i techniczne tych urządzeń oraz utworzona infrastruktura wspomagająca ich wdrażanie - m.in. projektowanie, montaż i serwis, finansowanie, dostępny rynek paliwa węglowego - spowodowały znaczny wzrost popytu na tego typu technologie.

Warto wspomnieć, że oprócz sektora komunalno - bytowego (mieszkania oraz domy jedno i wielorodzinne ) stanowiącego największą grupę odbiorców, coraz częściej kotły te są stosowane do ogrzewania i produkcji ciepłej wody dla szkół, szpitali, obiektów użyteczności publicznej, drobnego sektora przemysłowego jak np. cegielnie, piekarnie, mleczarnie i inne.

**Należy tu wymienić między innymi:**

v **obiekt w Katowicach - 2,6 MW eksploatowane przez katowickie ZEC,**

**v kotłownie w obiektach komunalnych ( szkoły, szpitale, domy wczasowe i inne) w Bochni, w Pabianicach, Brodnicy, Brzegu, Busku Zdroju, Opalenicy, Szczecinku, Gdyni, Kościerzynie, Władysławowie oraz w wielu innych miejscowościach .**

Warto wspomnieć o rozpatrywanych względnie już realizowanych takich projektach jak:

- Ucieplnienie domów jednorodzinnych w niektórych rejonach miasta Tychy (I etap 1500 kotłów, II etap 800 kotłów). Inwestycja dofinansowywana z funduszy WFOSiGW i pilotowana przez tyski PEC.
  - MPEC - Częstochowa - 15 kotłów o łącznej mocy ok. 3 MW w źródłach rozproszonych - poza siecią ciepłowniczą.
  - Ogrzewanie budynków mieszkalnych w Ogrodzieńcu.
  - Szkoły i obiekty przemysłowe i wczasowe w rejonie Trójmiasta, Władysławowa, Kościerzyny, Pucka i inne.
  - Ogrzewanie budynków mieszkalnych w części miasta Tarnów.
  - Ogrzewanie szkół w Chrzanowie.
  - Ogrzewanie obiektów wojskowych w jednostkach w rejonie Olsztyna
  - Programy gmin Wodzisławskich, Mikołowskich, Raciborskich i innych
- Oraz szereg innych.

Prowadzona przez KHW S.A. analiza sprzedaży kotłów retortowych przez producentów oraz popytu na EKORET (groszek ekologiczny ) można stwierdzić, że do 2004 r na rynku krajowym zostało zainstalowane ponad 25 000 tych urządzeń o łącznej mocy cieplnej ponad 800 MW ( rys 2 i 3 ) – pozwoliło to na utworzenie nowego rynku węgla szacowanego na około 160 tys ton / rok. Producenci przewidują podwojenie tego popytu na rynku krajowym do roku 2006 a niektórzy z nich rozpoczęli eksport swoich produktów do Danii i Niemiec.

Inicjatywa podjęta w ostatnich latach przez KHW S.A. zaczęła przynosić konkretne efekty, z których należy wymienić między innymi.

Ø Możliwość produkcji najtańszego ciepła – w przypadku gospodarstw domowych od 14 do 18 zł / GJ ( zależnie od rejonu kraju ).

Ø Znaczne zredukowanie emisji – szczególnie tlenku węgla, dwutlenku siarki, pyłów lotnych i węglowodorów ze źródeł, w których przeprowadzono modernizację.

Ø Stworzenie nowych miejsc pracy.

Podsumowując: – wysokie ceny jakie osiągnął w ostatnim okresie olej opałowy oraz gaz ziemny zwiększają konkurencyjność węgla jako nośnika energii a szczególnie w przypadku stosowania kotłów węglowych nowej generacji. Sprawują się one bardzo dobrze zarówno w ogrzewnictwie indywidualnym jak również w małych i średnich kotłowniach, szczególnie tam gdzie ogrzewanie zdalaczynne jest nieopłacalne, zbyt drogie dla konsumenta, gdy ciepłownia chce rozbudowywać swój rynek oraz w rejonach zagrożonych tzw. niską emisją.