

# KLASYFIKACJA GAZOWYCH KOTŁÓW GRZEWCZYCH W ASPEKTCIE EFEKTYWNEGO WYKORZYSTANIA GAZU

## CLASSIFICATION OF GAS BOILERS IN TERMS OF EFFECTIVE USE OF THE GAS

**Damian Derlukiewicz, Sebastian Koziółek, Mariusz Ptak – Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn,  
Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska**

**Mateusz Słupiński – Instytut Klimatyzacji i Ogrzewnictwa, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska**

*Zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej po 2015 roku mają nastąpić duże zmiany w zakresie stosowania gazowych kotłów grzewczych. W pracy przedstawiono klasyfikację gazowych kotłów grzewczych w aspekcie ich sprawności, jakości oraz kosztów efektywnego wykorzystania. Dokonano przeglądu obecnie stosowanych kotłów grzewczych ze szczególnym uwzględnieniem techniki kondensacyjnej. Przedstawiono również sposób doboru kotłów oraz ich warunków pracy.*

*In accordance with the requirements of the European Union after 2015 there is going to be a big change in the use of gas boilers. The paper presents the classification of gas boilers in terms of their efficiency, quality and cost efficiency. A review of currently used boilers with a particular focus on the condensation technique was done. Also the selection of boilers and their working conditions were presented.*

### Wstęp

W dzisiejszych czasach elementem głównym systemu ogrzewania domu czy mieszkania oraz dodatkowo podgrzewania wody użytkowej są gazowe kotły grzewcze. Ogólnie kotły grzewcze są to urządzenia do spalania paliw stałych (węgiel, drewno, koks, itp.), gazowych (gaz ziemny, płynny), olejowych (olej opałowy) w celu podgrzania nośnika ciepła (najczęściej wody) cyrkulującego w obiegu np. centralnego ogrzewania. Spośród najczęściej stosowanych możemy wyróżnić wiszące kotły gazowe, to w szczególności nowoczesne wiszące kotły niskotemperaturowe, zarówno w wersji jednofunkcyjnej jak i dwufunkcyjnej oraz kotły gazowe kondensacyjne zapewniające najwyższą sprawność pracy i tym samym najniższe koszty ogrzewania. Kotły gazowe do centralnego ogrzewania (co) dzięki szerokiej ofercie podgrzewaczy pojemnościowych cwu., mogą spełniać różne wymagania komfortu ciepłej wody użytkowej. Dzięki zastosowaniu podgrzewaczy biwalentnych ciepłej wody użytkowej, kocioł gazowy może współpracować także z kolektorami słonecznymi [1].

Mając na uwadze szeroką gamę kotłów grzewczych możemy je podzielić w zależności od ich budowy, nośnika ciepła oraz paliwa.

Dokładniej kotły grzewcze możemy podzielić:

- w zależności od materiału użytego do ich budowy:
  - żeliwne
  - stalowe
- w zależności od rodzaju nośnika ciepła:
  - kotły wodne,
    - kotły niskotemperaturowe; temperatura zasilania  $< 100^{\circ}\text{C}$
    - kotły średnotemperaturowe;  $100^{\circ}\text{C} \leq$  temperatura zasilania  $< 115^{\circ}\text{C}$ ,
    - kotły wysokotemperaturowe: temperatura zasilania  $> 115^{\circ}\text{C}$ ,
  - kotły parowe,

- kotły niskiego ciśnienia:  $p \leq 0,07$  MPa,
- kotły wysokiego ciśnienia:  $p > 0,07$  MPa,
- ze względu na rodzaj spalanego paliwa:
  - kotły na paliwo stałe (np. węgiel, drewno, pellety),
    - górnego spalania,
    - dolnego spalania,
  - kotły na paliwo ciekłe (np. olej),
  - kotły na paliwo gazowe (np. gaz ziemny).
- ze względu na temperaturę spalin:
  - kotły klasyczne
  - kotły kondensacyjne
- ze względu na sposób pobierania powietrza:
  - z ciągiem grawitacyjnym
  - z ciągiem wymuszonym sterowanym procesorem

### Gazowe kotły grzewcze

Kotły gazowe są jednymi z najlepszych kotłów w całej branży grzewczej. Cechuje je wygoda użytkowania oraz przyjazne gabaryty. Naturalnie, kotły gazowe mają również swoje minusy. Jednak kotły gazowe należą do ścisłej czołówki w swojej całej branży pod względem sprawności.

Nowe osiedla mieszkaniowe są z reguły przyłączone do sieci gazowej. Oczywiście wydaje się zatem skorzystanie z tego wydajnego nośnika energii. Spalanie gazu jest szczególnie ekologiczne, w kotle pozostaje znikoma ilość osadów, a zatem nakłady na czyszczenie i konserwację są niewielkie.

Ponadto urządzenie gazowe nie wymaga odrębnego pomieszczenia, piwnica nie jest więc niezbędna. Kocioł gazowy potrzebuje niewiele miejsca, można go zamontować w mieszkaniu lub pomieszczeniu gospodarczym.

Obecnie na rynku rozróżniamy szeroką paletę urządzeń zasilanych gazem: kotłów kondensacyjnych, niekondensacyjnych, urządzeń wiszących i stojących oraz gazowych podgrzewaczy wody.

Ze względu na przeznaczenie występują kotły produkujące ciepło na potrzeby ogrzewania (jednofunkcyjne) lub na potrzeby ogrzewania oraz c.w. wentylacji, technologii (wielofunkcyjne). W budownictwie jednorodzinnym przeważnie stosuje się kotły o mocy nominalnej do 25 kW, a wymagania stawiane takim kotłowniom szczegółowo opisane są w normie PN 87/B-02411 – „Kotłownie wbudowane na paliwa stałe” [2].

W naszym kraju kotły c.o. stosowane w budownictwie jednorodzinnym to najczęściej kotły na paliwa stałe. Wynika to m.in. z faktu, iż w Polsce nie ma dostatecznej ilości złóż paliw płynnych. Niemniej, obecnie inwestorzy coraz chętniej sięgają po takie rozwiązania jak kotły na paliwa ciekłe. Przy podjęciu decyzji o wyborze rodzaju kotła c.o. należy również uwzględnić możliwości magazynowania paliwa. W przypadku gazu płynnego lub oleju konieczny jest dobór i właściwe usytuowanie zbiorników, co wpływa decydująco na podwyższenie kosztów inwestycji, ale oczywiście są też i zalety takich rozwiązań, m.in. brak popiołów i konieczności ich składowania oraz wywozu oraz brak kurzu w kotłowni. Gaz ziemny nie wymaga magazynowania, ale warunkiem decydującym o tym rozwiązaniu jest możliwość podłączenia się do sieci, która nie jest jeszcze dostępna na terenie całego kraju.

Charakterystyczną cechą kotłów gazowych jest ich układ zabezpieczający - regulacyjny. Kotły gazowe o wydajności do 50 kW wyposażone są w proste w obsłudze palniki atmosferyczne, a w kotłach o wyższych mocach cieplnych stosuje się palniki wentylatorowe. Wydajność cieplna tych kotłów jest regulowana jedynie przez dławienie strumienia gazu dopływającego do palników. Bardzo często stosuje się kotły dwufunkcyjne. Kotły tego typu posiadają dwa wymienniki ciepła oraz równoległe funkcjonujące układy zabezpieczeń układu gazowego

oraz wodnego. Tego typu rozwiązania winny być zaopatrzone w specjalne zawory gazowe lub bloki regulacyjne, stanowiące pełne zabezpieczenie działania.

Przewagą tego typu rozwiązań nad kotłami na paliwa stałe są:

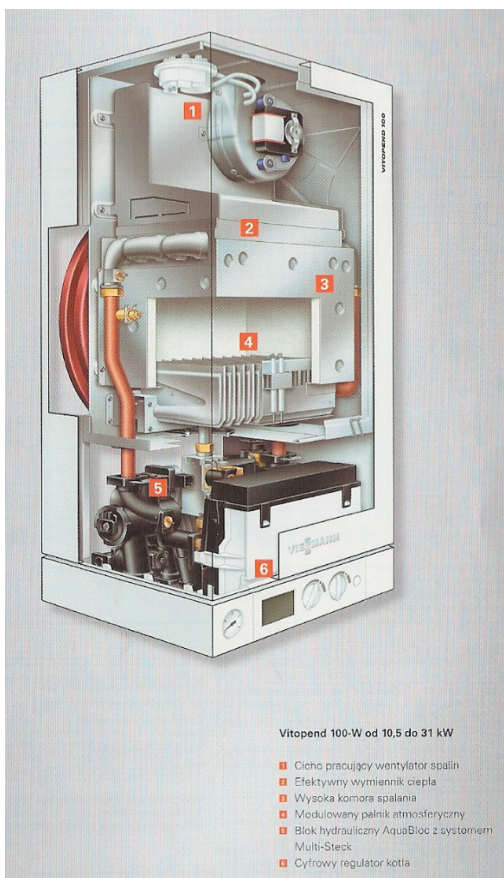
- praktycznie bezobsługowa eksploatacja,
- wysoka sprawność i jakość spalania przy małej emisji zanieczyszczeń,
- możliwość całkowitego zautomatyzowania działania kotła z regulacją jego mocy w zależności od chwilowego obciążenia cieplnego oraz możliwości programowania osłabienia mocy cieplnej w cyklu dobowym (osłabienie nocne lub tygodniowe),
- prosta kontrola zużycia ciepła (gazu),
- stała gotowość do pracy, szybkie uruchomienie,
- możliwość wielowariantowych rozwiązań kotłowni (w piwnicy, na poddaszu lub innym pomieszczeniu).

Na rynku polskim dostępne są następujące rozwiązania:

- kotły stojące,
- kotły wyposażone w zbiorniku c.w.u.,
- kotły wiszące,
- kotły wiszące dwufunkcyjne,
- kotły kondensacyjne.

Najczęściej urządzenia tego typu produkowane są jako stojące lub wiszące, a wielkością podstawową różniące tego typu rozwiązania jest pojemność wodna i tak: – pojemność wodna urządzenia wiszącego – zawiera się w zakresie od 0,02 do 0,20 dm<sup>3</sup>/kW, pojemność wodna urządzenia stojącego mieści się w przedziale od 0,3 – 0,7 dm<sup>3</sup>/kW [1,2]. Urządzenia typu wiszącego mają ograniczenia co do maksymalnego natężenia przepływu. Innym podziałem jak wcześniej wspomniano, są kotły jedno- lub dwufunkcyjne. Te pierwsze służą do zasilania c.o, zaś drugie także do przygotowanie c.w.u. na cele grzewcze, wadą kotłów dwufunkcyjnych bez wątpienia jest jednak mały zakres regulacji wydatku c.w.u. Stosunkowo nowym rozwiązaniem są kotły kondensacyjne, są one tak skonstruowane aby część ciepła tzw. utajonego, która wydostaje się wraz ze spalinami przez komin została wykorzystana. Ma to związek z budową wymiennika ciepła, bowiem w tym rozwiązaniu jest on znacznie bardziej rozbudowany w porównaniu z wymiennikami kotłów konwencjonalnych. Są to rozwiązania wprawdzie bardziej energooszczędne, ale też i droższe. Wyposażone są w zamkniętą komorę spalania, a więc są to rozwiązania bardziej bezpieczne. Wadą bez wątpienia jest wytwarzanie dużej ilości kwaśnych skroplin, które odprowadza się do kanalizacji. Kotły kondensacyjne ze względu na odzysk ciepła ze skraplania pary wodnej zawartej w spalinach najlepiej pracują przy bardzo niskiej temperaturze wody grzewczej. Uzyskują najwyższą w połączeniu z niskotemperaturową instalacją c.o. np. ogrzewaniem podłogowym. Aktualnie koszt ogrzewania budynku jednorodzinne gazem z sieci gazowniczej jest porównywalny z kosztem użytkowania instalacji z zaawansowanym kotłem z mechanicznym podawaniem paliwa opalonym eko-groszkiem.

Problemem w przypadku kotłów gazowych jest brak dostępności na każdym terenie sieci gazowej. W takim przypadku konieczne jest stosowanie magazynów na paliwo w postaci płynnej. Możemy tu rozważyć kotły olejowe lub kotły zasilane gazem łatwo skraplającym się propan-butan. Stosowanie takich instalacji jest obwarowane szeregiem przepisów dotyczących magazynowania paliw. Wygodnym rozwiązaniem



Rys. 1. Kocioł gazowy firmy Viessmann [1]

jest dzierżawienie zbiornika na paliwo, wówczas użytkownik zawiera umowę najczęściej z dostawcą paliwa, który obciąża użytkownika kosztem dzierżawy zbiornika ale zajmuje się nim jako właściciel i pilnuje zgodności użytkownika zbiornika zgodnie z przepisami, a także zapewnia przeglądy i wymagane przepisami urzędowe odbiory, łączy się to jednak z koniecznością zawarcia umowy na wyłączność zakupów paliwa od dostawcy zbiornika.

Ceny paliw płynnych są wysokie i ogrzewanie budynków tym paliwem jest droższe niż korzystanie z sieci gazowniczej. Jeżeli nie ma dostępu do sieci gazowej a budynek nie ma dużego zapotrzebowania na ciepło, warto rozważyć zainstalowanie instalacji na paliwo płynne. Wybierając, czy ma to być gaz czy olej, trudno jest przewidzieć jak będą kształtowały się ceny tych paliw. Za zainstalowaniem instalacji na gaz płynny przemawia fakt, że można go także stosować w kuchni do przygotowywania posiłków i stosunkowo łatwe jest przejście na gaz sieciowy w przypadku powstania takiej instalacji w okolicy budynku.

### Kotły kondensacyjne

Kotły te odzyskują ciepło z pary wodnej, która w kotłach tradycyjnych wraz ze spalinami unoszona jest przez komin. W kotle kondensacyjnym znajduje się dodatkowy wymiennik, w którym z pary wodnej odbierane jest ciepło. Pozwala to na uzyskanie dodatkowo do 11% energii. Dzięki temu kotły kondensacyjne osiągają sprawność wyższą niż kotły tradycyjne. Umownie wyraża się ją liczbą przekraczającą 100%. Oszczędność w zużyciu paliwa wynosi około 10-20%.

Jednak kotły te są droższe od zwykłych. Wymagają ponadto dodatkowych nakładów finansowych, gdyż powstające skropliny (kondensat) są silnie korozyjne i przewody kominowe muszą być ze stali nierdzewnej. Także wszystkie inne urządzenia, mające kontakt ze skroplinami, muszą być odporne na ich działanie.

W kotłach o mocy do 25 kW skropliny mogą być wprowadzane bezpośrednio do domowej kanalizacji (bez ich neutralizowania), pod warunkiem, że użyte materiały są odporne na korozję: kamionka, twarde PVC, polietylen, polipropylen. Jeżeli moc kotła jest wyższa, musimy neutralizować kondensat. Kotły kondensacyjne przeznaczone są do instalacji niskotemperaturowych – czyli przede wszystkim do ogrzewania podłogowego.

### Kotły niskotemperaturowe

Jeżeli w domu ma być zastosowany niskotemperaturowy system ogrzewania, nie ma potrzeby kupowania tradycyjnego kotła wysokotemperaturowego. Warto wtedy zdecydować się na kocioł niskotemperaturowy, który umożliwia obniżenie kosztów ogrzewania o 5-10%. Temperatura wody grzewczej, uzyskiwana w takim kotle, nie przekracza 75°C, ale może się obniżyć do 40°C i mniej, bez występowania korozji, a więc i niszczenia kotła. Jest to korzystne zwłaszcza w kotłach, które pracują również w lecie, podgrzewając ciepłą wodę użytkową.

### Kotły z zamkniętą komorą spalania

Kotły te są inaczej zwane kotłami „turbo”. Chociaż ich zastosowanie nie wpływa w sposób bezpośredni na zużycie paliwa, są zalecane w domach energooszczędnych, jako nowoczesne i bezpieczne w użytkowaniu. Pobierają powietrze do spalania nie z pomieszczenia, w którym są zainstalowane, ale

przewodem wyprowadzonym na zewnątrz budynku. Drugim przewodem, umieszczonym zazwyczaj współosiowo wewnątrz pierwszego, usuwane są na zewnątrz spaliny.

Zasysanie powietrza i wyrzut spalin wymuszane są przez wbudowany w kocioł wentylator. Dzięki temu wyeliminowane zostało ryzyko związane z niekontrolowanym wypływem gazu lub spalin do pomieszczenia (a zwłaszcza trującego i bezwonnego tlenku węgla). Takie rozwiązanie pozwala na zamontowanie kotła z zamkniętą komorą spalania w dowolnym pomieszczeniu, najczęściej w kuchni lub łazience. Gdy jego moc nie przekracza 21 kW, nie musimy montować komina, gdyż spaliny można odprowadzać przez przewód powietrzno-spalinowy wyprowadzony na zewnątrz przez ścianę w budynku.

## Porównanie rodzajów ogrzewania

Koszty ogrzewania standardowego domu w warunkach polskich stanowią przeciętnie od 70-80% rosnących kosztów eksploatacji domu. Zależne są od wielu czynników, ale w pierwszym rzędzie zależą od standardu izolacyjności cieplnej budynku, a następnie od sprawności systemu grzewczego oraz rodzaju użytego paliwa. W tabeli 1 przedstawiono charakterystyczne wielkości dotyczące sprawności wytwarzania ciepła w źródle, wybranych rodzajów kotłów c.o. [2].

### Dobór oraz warunki pracy kotłów grzewczych

Przy doborze kotłów należy brać pod uwagę cenę urządzenia, jego gabaryty, parametry pracy jak i wydajność eksploatacji. Dobór kotła c.o. z technicznego punktu widzenia, wyznacza się z bilansu potrzeb cieplnych obiektów zasilanych. Uzależniony jest on przede wszystkim od rodzaju obiektu, sposobów współdziałania układów automatycznej regulacji obiegów c.o. wentylacji, rodzaju i sposobu przygotowania c.w.u. Moc kotłowni wynika z analizy zapotrzebowań na poszczególne cele grzewcze dla określonego czasu, tj. zimy, lata, okresów przejściowych co według [3] opisuje prosta zależność:

Tab. 1. Porównanie sprawności wybranych rodzajów kotłów C.O. [2]

KOCIOŁ C.O.	SPRAWNOŚĆ
Kotły na biomase (słoma) wrzutowe z obsługa ręczną o mocy do 100 kW	0,63
Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000	0,75
Kotły węglowe wyprodukowane po 2000	0,82
Piece olejowe, płaszczone	0,84
Kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86
Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub płynne z zamkniętą komorą spalania i palnikami modulowanymi	0,91
Kotły gazowe kondensacyjne	0,97
Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe	1



$$Q_k = Q_{co} + Q_w + Q_t + Q_{cwu} \text{ [kWh]} \quad (1)$$

gdzie:  $Q_k$  – moc kotłowni,

$Q_{co}$  – zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze,

$Q_w$  – zapotrzebowanie na moc cieplną na cele wentylacji lub klimatyzacji,

$Q_t$  – zapotrzebowanie na moc cieplną na cele technologiczne,

$Q_{cwu}$  – zapotrzebowanie na moc cieplną na cele przygotowania c.w.u.

$Q_{co}$  – zapotrzebowanie na moc cieplną na cele ogrzewania przyjmuje się z projektu, lub określa się wg wskaźników kubaturowych. W budownictwie jednorodzinym najczęściej, w którym zastosowano podgrzewacze pojemnościowe na cele c.w.u. kotły dobiera się w oparciu o obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.o. W przypadku nowoczesnych kotłów gazowych i olejowych prawie zawsze jest zachowana stała sprawność w podawanym przez producentów zakresie regulacji mocy.

Poza szeregiem uwarunkowań technicznych przy umieszczeniu nowoczesnych kotłów grzewczych należy rozważyć, gdzie należy usytuować kocioł. Ponieważ są one coraz bardziej eleganckie, więc wielu inwestorów nierzadko decyduje się na umieszczeniu ich np. w kuchni, oczywiście mowa o kotłach gazowych. W kotłowniach umieszcza się kotły grzewcze, z dużymi zasobnikami na cele c.w.u. Może to powodować dłuższe oczekiwanie na ciepłą wodę, w kuchni lub w łazience, z powodu wychłodzenia się jej w rurach. Aby temu zapobiec, dosyć dobrym rozwiązaniem jest uzupełnienie instalacji o tzw. cyrkulację c.w.u. Umieszczenie kotła grzewczego w łazience jest dobrym rozwiązaniem, oczywiście przy założeniu, że jest miejsce na tego typu rozwiązanie. Bez wątplenia zaletą w tego typu rozwiązaniach jest niewielka odległość od punktu poboru wody. W łazienkach często inwestorzy decydują się na kotły typu wiszącego ze zintegrowanym zasobnikiem lub kotły dwufunkcyjne, które nie magazynują ciepłej wody, ale podgrzewają ją na bieżąco.

Dobrym rozwiązaniem jest kocioł z zamkniętą komorą spalania, bo nie pobiera on powietrza z pomieszczenia, w którym się znajduje. Umieszczenie kotła gazowego w kuchni, jest także polecane ze względu na miejsce. Można się zdecydować na kocioł z dużym zasobnikiem (stojącym, wiszącym lub zintegrowanym z kotłem), a ponieważ są one coraz bardziej estetyczne, więc nic nie stoi na przeszkodzie, aby wkomponować go, tak aby stanowił element dekoracyjny wnętrza. Ma to też inne swoje zalety m.in. łatwość serwisu z przodu tego typu urządzenia, na wypadek awarii. Można oczywiście pokusić się o inne rozwiązania, np. gazowy kocioł grzewczy umieścić w piwnicy, na poddaszu, ale należy pamiętać, iż nie w każdym pomieszczeniu możemy instalować kotły, dlatego przed jego umiejscowieniem wskazane jest aby poradzić się w tym zakresie specjalisty.

Natomiast kotłownie na gaz ziemny winny spełniać wymagania opisane w normie PN – B -02431-1- „kotłownie wbudowane na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1. – chodzi tu o gaz ziemny, którego gęstość wynosi 0,78 km/m<sup>3</sup> i oznacza to, iż gaz jest lżejszy od powietrza. W przypadku domów jednorodzinnych stosuje się kotły o mocach do 60 kW, a najczęściej chodzi o moce do 30 kW. Tutaj, akurat nie ma

miejsca na dowolność. Szczegółowe utytułowanie kotła na gaz ziemny ze względu na bezpieczeństwo, regulują przepisy. Tego rodzaju kotły sytuuje się w piwnicy, względnie na pierwszej lub ostatniej kondygnacji budynku.

Kotłownia powinna mieć optymalną wysokość nie mniejszą niż 2,2 m, celem zapewnienie bezpieczeństwa należy zapewnić odpowiednią wentylację pomieszczenia i rozwiązać sposób odprowadzania spalin. Niedopuszczalna jest w tym przypadku wentylacja wyciągowa.

Obecnie inwestorzy coraz częściej rozważają wymianę kotłów na nowe. Spowodowane jest to oczywiście ciągle rosnącymi cenami nośników energii.

Przed podjęciem decyzji należy wziąć pod uwagę zalety i wady wcześniej opisane w części wstępnej, niemniej można w zależności od możliwości finansowych inwestora wziąć pod uwagę takie czynniki jak [3]:

- cena nośnika energii, kalkulacja cenowa, odpowiedź na to pytanie w przypadku gospodarki rynkowej, jest praktycznie niemożliwa, ponieważ ceny paliw zmieniają się zbyt dynamicznie, aby na tej podstawie wysunąć radykalne wnioski. Niemniej, ponieważ w dalszym ciągu cieszą się popularnością kotły tradycyjne na eko-groszek lub miałowe, które są łatwe i proste w obsłudze, jest wielu doświadczonych serwisantów, którzy w razie awarii systemu szybko potrafią je naprawić, więc może być to pewną wskazówką, przy wyborze tego typu urządzeń.
- gabarytu urządzenia, estetyka wykonania. W przypadku kotłów gazowych kiedy inwestor ma środki aby zainwestować na nieco droższe rozwiązanie, a także może z różnych względów nie posiadać specjalnego pomieszczenia typu kotłownia, można zakupić tego typu urządzenie i w przemyślany sposób wkomponować go we wnętrze np. kuchni lub łazienki. Na rynku jest ogromny wybór w zależności od marki urządzenia jak i ceny.
- stale rosnąca świadomość społeczeństwa w zakresie zrównoważonego rozwoju, to czynniki, które też można brać pod uwagę przy wymianie urządzenia starego na nowe, aby chronić środowisko naturalne.

#### Technika kondensacyjna

W celu maksymalnego wykorzystania energii zawartej w paliwie rozwinęła się technika kondensacyjna, której początki sięgają lat 80. ubiegłego wieku. Stosunkowo duża ilość energii, która ulatnia się ze spalinami w konwencjonalnych kotłach jest odzyskiwana przez zastosowanie techniki kondensacyjnej. Energia, która ulatnia się ze spalinami jest maksymalnie zredukowana. Dzięki zjawisku kondensacji pary wodnej zawartej w spalinach wykorzystywane jest utajone ciepło kondensacji. Kondensacja pary wodnej zawartej w spalinach następuje wówczas, gdy temperatura pary wodnej zawartej w spalinach obniży się poniżej temperatury punktu rosy. O technice kondensacyjnej możemy również mówić w przypadku zastosowania dodatkowych wymienników ciepła (rekuperatory) do kotłów istniejących, które schładzają spaliny poniżej temperatury punktu rosy, a tym samym podnoszą efektywność procesu wykorzystania energii zawartej w paliwie [4].

Dla porównania sprawności kotła konwencjonalnego z kotłem kondensacyjnym, należy sprawność kotłów grzewczych w Europie odnieść do wartości opałowej paliwa ( $H_u$ ). Wartość opałowa paliwa stanowi część możliwej energii do wyko-

Tab. 2. Przykładowe właściwości paliw [4]

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa $H_i$	Ciepło spalania $H_s$	$H_s/H_i$
Gaz ziemny GZ-35, [MJ/m <sup>3</sup> ]	25,8	28,7	1,11
Gaz ziemny GZ-50, [MJ/m <sup>3</sup> ]	35,9	39,8	1,11
Propan, [MJ/kg]	93,2	101,2	1,09
Olej El, [MJ/kg]	42,7	45,3	1,06

Tab. 3. Wybrane urządzenia grzewcze, które zostaną wycofane ze sprzedaży oraz podstawowe wymogi dla urządzeń, które w sprzedaży pozostaną [5]

Grupy urządzeń	Termin wycofania ze sprzedaży
Niekondensacyjne kotły gazowe z zamkniętą komorą spalania	09.2015
Niekondensacyjne kotły gazowe z otwartą komorą spalania ( $\geq 10$ kW kotły jednofunkcyjne, $\geq 30$ kW kotły dwufunkcyjne)	09.2015
Niekondensacyjne kotły olejowe	09.2015
Niekondensacyjne kotły gazowe z wysokimi NO <sub>x</sub> – wycofane wszystkie urządzenia: gazowe > 56 mg/kWh, olejowe > 120 mg/kWh i gazowe CHP > 240 mg/kWh	09.2018

rzystania w procesie spalania, gdyż nie uwzględnia energii cieplnej zawartej w parze wodnej będącej składnikiem spalin. Korzystając z ciepła zawartego w parze wodnej w spalinach, którą należy doprowadzić do skroplenia w wyniku obniżenia temperatury spalin poniżej temperatury punktu rosy, możemy zwiększyć ogólną efektywność energii zawartej w paliwie.

W tabeli 2 przedstawiono przykładowe wartości paliwa, w kolumnie czwartej przedstawiono stosunek wartości ciepła spalania do wartości opałowej paliwa. Wskaźnik ten wskazuje, jakie są graniczne możliwości zwiększenia sprawności kotłów z użyciem techniki kondensacyjnej. Oznacza to, że w przypadku gazu maksymalna sprawność kotła grzewczego w wyniku zastosowania techniki kondensacyjnej wynosi 11%, w przypadku gazu płynnego jako paliwa 9%, a w przypadku oleju opałowego 6%.

Dla porównania sprawności kotła konwencjonalnego z kotłem kondensacyjnym, należy sprawność kotłów grzewczych w Europie odnieść do wartości opałowej paliwa ( $H_i$ ). Wartość opałowa paliwa stanowi część możliwej energii do wykorzystania w procesie spalania, gdyż nie uwzględnia energii cieplnej zawartej w parze wodnej będącej składnikiem spalin. Korzystając z ciepła zawartego w parze wodnej w spalinach, którą należy doprowadzić do skroplenia w wyniku obniżenia temperatury spalin poniżej temperatury punktu rosy, możemy zwiększyć ogólną efektywność energii zawartej w paliwie.

Należy zaznaczyć iż wykorzystanie techniki kondensacyjnej w kotłach jest związane z następującymi problemami [4]:

- Spaliny wychodzące z kotła kondensacyjnego są tak silnie schłodzone, że nie jest możliwe wytworzenie odpowiedniego ciągu kominowego. Konieczne jest zatem stosowanie w konstrukcjach kotłów kondensacyjnych wentylatorów spalin lub dmuchaw powietrza.
- Większa kwasowość skroplin, to konieczność zastosowania droższych kwasoodpornych materiałów do budowy kotła, a także konieczność neutralizacji w odprowadzaniu ich do otwartych systemów kanalizacyjnych. Należy pamiętać, że instalacja kanalizacyjna powinna być odporna na zwiększoną kwasowość ścieków. W Niemczech, przykładowo dla kotłów o mocy do 25 kW, nie jest wymagana neutralizacja ścieków.

Należy pamiętać o tym, że aby w pełni wykorzystać zaletę techniki kondensacyjnej, związanej z dużą sprawnością kotła, muszą być spełnione następujące warunki:

- parametry obliczeniowe instalacji grzewczej powinny być odpowiednio małe, aby były spełnione warunki do kondensacji pary wodnej zawartej w spalinach; można stwierdzić, że im mniejsze parametry instalacji grzewczej, tym większa jest sprawność kotła (do 109% dla parametrów np. 40/30 °C),

- należy pamiętać, iż obniżenie parametrów instalacji grzewczej wiąże się z koniecznością zwiększenia powierzchni grzejników, czyli ze zwiększeniem kosztów inwestycyjnych instalacji grzewczej.

Do kotłów kondensacyjnych idealne są tzw. systemy grzewcze niskotemperaturowe. W takim przypadku kotły pracują prawie w całym sezonie grzewczym w warunkach zapewniających kondensację spalin.

Po 2015 r. diametralnie zmieni się rynek urządzeń centralnego ogrzewania w Europie. Wymogi EcoDesign i oznakowania energetycznego wpłyną na sprzedaż pomp ciepła i kotłów na biomase, a na rynek nie będą mogły wejść niskoefektywne urządzenia grzewcze (tab. 3).

## Podsumowanie

Unia Europejska od lat prowadzi zintegrowaną politykę produktową, która obejmuje m.in. stosowanie klas i etykiet energetycznych, wymogi ekoprojektu oraz „zielone” zamówienia publiczne. Jej celem jest zminimalizowanie negatywnego wpływu produktów na środowisko w całym cyklu ich życia [5].

Wprowadzenie obowiązku stosowania klas energetycznych dla urządzeń grzewczych centralnego ogrzewania i dodatkowych wymogów związanych z oznakowaniem CE w szybkim czasie zmieni rynek urządzeń grzewczych w Europie. Bez wspomnianych regulacji zmiany zachodziłyby zbyt wolno, czego dobrym przykładem są rynki urządzeń grzewczych w większości krajów europejskich. Wprowadzenie nowych przepisów związanych z wymogami EcoDesign oznacza istotne zwiększenie znaczenia przede wszystkim elektrycznych i gazowych pomp ciepła. Wycofanie z rynku kotłów gazowych i olejowych o niskiej efektywności oznacza rozpowszechnienie stosowania gazowych i olejowych kotłów kondensacyjnych. Wprowadzenie oznakowania energetycznych spowoduje też wzrost sprzedaży gazowych urządzeń wysokoefektywnej kogeneracji. Informacja o planowanym wycofaniu z rynku kotłów gazowych niekondensacyjnych w 2015 r. prawdopodobnie spowoduje szybki spadek sprzedaży tych urządzeń już w tym roku i następnym.

Artykuł został opracowany w ramach realizacji projektu nr LIDER/034/645/L-4/12/NCBR/2013  
finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

#### Literatura

- [1] strona firmy Viessmann 04.2014
- [2] Kopica J., Turski R.; Kotły grzewcze – porównanie rodzajów ogrzewania, 2010
- [3] Koczyk H., Ogrzewnictwo praktyczne, Poznań 2009
- [4] Danielewicz J., Golecki K., Poradnik projektanta systemów grzewczych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010
- [5] Lachman P., Perspektywy rynku urządzeń grzewczych w UE, ENERGIA, rynekinstalacyjny.pl, lipiec/sierpień 2013

