

PIOTR ZIEMBICKI\*

## ZASTOSOWANIE TECHNIKI KONDENSACYJNEJ W ISTNIEJĄCYCH INSTALACJACH GRZEWCZYCH

### *Streszczenie*

*W pracy przedstawiono zasadność stosowania techniki kondensacyjnej w systemach grzewczych. Krótko wprowadzono w zagadnienia systemów ciepłowniczych oraz opisano parametry ich pracy istotne z punktu widzenia sprawności produkcji i dystrybucji ciepła. W artykule przeanalizowano możliwości stosowania kondensacyjnych źródeł ciepła, a także krótko scharakteryzowano sprawności ich pracy. W końcowej części przedstawiono rozwiązanie optymalizujące pracę kondensacyjnych źródeł ciepła w istniejących instalacjach grzewczych.*

**Słowa kluczowe:** system ciepłowniczy, modernizacja systemów grzewczych, technika kondensacyjna, węzeł ciepłowniczy

### **Wprowadzenie**

Prawidłowa gospodarka energetyczna kraju jest jednym z ważniejszych elementów wpływających na poziom jego zamożności oraz tempo rozwoju gospodarczego. Niezwykle szybki postęp cywilizacyjny, wzrost konsumpcji energii pierwotnej przy nieznacznym wzroście udziału energii odnawialnych spowodował konieczność zweryfikowania tezy o niewyczerpalności zasobów paliw naturalnych. Ograniczenie negatywnego wpływu wzrostu zużycia energii w skali globalnej może być dokonane poprzez zmianę struktury wykorzystania energii pierwotnej, a także przez zmniejszenie jej zużycia. Realizacja pierwszego z postulatów może nastąpić poprzez zwiększanie udziału energii alternatywnych w ogólnym bilansie energetycznym oraz racjonalizację wykorzystania istniejących metod produkcji i dystrybucji ciepła. Natomiast jednym ze sposobów zmniejszania zużycia energii pierwotnej jest zastosowanie techniki kondensacyjnej.

---

\* Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Sieci i Instalacji Sanitarnych

## Systemy ciepłownicze

Pojęcie systemu ciepłowniczego, mimo szybkiego rozwoju ciepłownictwa jako dziedziny nauki, pozostaje niezmiennie od lat. Według Kamlera [1976], system ciepłowniczy jest to zespół urządzeń i instalacji, których zadaniem jest sprostanie zapotrzebowaniu na ciepło wszystkich obiektów zlokalizowanych w obrębie jego działania. Realizacja tak postawionych celów wymaga prawidłowego współdziałania zależnych od siebie elementów:

- źródeł ciepła wytwarzających ciepło o odpowiednich parametrach w niezbędnej ilości i odpowiednim czasie,
- sieci ciepłowniczej transportującej czynnik grzewczy do odbiorców,
- węzłów ciepłowniczych transformujących parametry czynnika grzewczego,
- instalacji wewnętrznych zasilających poszczególne odbiorniki.

Każdy z wymienionych elementów jest oddzielnym systemem, jednak wszystkie muszą współdziałać dla zapewnienia ciągłości oraz zagwarantowania jakości dostarczania ciepła.

Rozwój aglomeracji miejsko-przemysłowych oraz związana z tym konieczność zaspokajania rosnących potrzeb ciepłych wymusza stosowanie rozwiązań usprawniających dystrybucję ciepła, przy jednoczesnym zachowaniu wymogów ochrony środowiska. Według Witta [1997], budowanie systemów ciepłowniczych wykorzystujących układy gospodarki skojarzonej oraz obejmujących zasięgiem duże obszary powinno być priorytetowe w stosunku do innych typów ogrzewań. Teoretycznie, efektem tak prowadzonej gospodarki ciepłej jest według Randløv'a [1998] między innymi:

- duża elastyczność w stosowaniu paliw,
- wysoka sprawność,
- wysoka jakość w odniesieniu do środowiska,
- mniej kłopotliwa utylizacja ścieków i odpadów,
- mniejsze zanieczyszczenie środowiska,
- ekonomiczność.

Prawidłowe zaprojektowanie systemu ciepłowniczego wymaga ustalenia wielkości i charakteru zapotrzebowania na ciepło. Złożoność tego zagadnienia wynika między innymi ze zróżnicowania struktury poboru ciepła, które jest efektem różnorodności odbiorców. W literaturze [Górecki 1997, Górski 2008, Chmielniak 2008] wyróżnia się sektor komunalny oraz odbiorców przemysłowych. Proporcje między poszczególnymi sektorami mogą być różne, w zależności od charakteru aglomeracji, liczby mieszkańców, średnich temperatur zewnętrznych itd.

Odbiorcy komunalni zużywają ciepło na potrzeby ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji oraz podgrzewu ciepłej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na ciepło do celów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji jest zmienne i zależy od

warunków atmosferycznych, przy czym najważniejszym parametrem jest temperatura powietrza zewnętrznego.

Odbiorcy przemysłowi zużywają ciepło przede wszystkim na potrzeby technologiczne, przy czym przesyłanym czynnikiem grzejnym jest w tym przypadku głównie para wodna. Charakter obciążenia technologicznego zależy głównie od specyfiki procesu. Na ogół obciążenia takie trwają cały rok za wyjątkiem niektórych technologii sezonowych. Poza zasadniczym odbiorem, jakim jest technologia, odbiorcy przemysłowi zużywają również ciepło na potrzeby ogrzewania, klimatyzacji i podgrzewu ciepłej wody użytkowej, przy czym struktura tego zapotrzebowania jest podobna jak u odbiorców komunalnych.

Analizy przedstawione, między innymi w wymienionych powyżej publikacjach wskazują, iż centralizacja produkcji ciepła oraz jego dystrybucja, przy wykorzystaniu sieci ciepłowniczych, mogą przyczynić się do obniżenia kosztów ciepła dla odbiorców końcowych.

Niestety w polskiej rzeczywistości założenia teoretyczne nie zawsze znajdują zastosowanie w praktyce. Większość funkcjonujących w kraju systemów ciepłowniczych jest eksploatowana przez wiele lat, bez remontów oraz modernizacji, co znacząco wpływa na koszt dystrybucji czynnika grzejnego. Dodatkowo całkowity brak lub początki wdrażania automatyki, monitoringu i telemetrii powoduje, iż systemy ciepłownicze pracują w sposób daleki od optymalnego. Szybko zmieniająca się gospodarka (upadające lub zmieniające profil działalności zakłady pracy), dążenie do obniżania i racjonalizacji zużycia ciepła, a także zwiększający się standard wyposażenia mieszkań powodują znaczne zmiany w charakterze oraz wielkości rozbioru ciepła, zarówno w krótkiej, jak i dłuższej perspektywie czasu.

Zasygnalizowane powyżej warunki powodują, iż właścicielom systemów ciepłowniczych coraz trudniej utrzymać bieżących oraz zdobywać nowych odbiorców ciepła. Wynika to między innymi z faktu iż dostosowanie, modernizacja i optymalizacja tych systemów jest procesem kosztownym i długotrwałym, co podwyższa koszty ciepła dla końcowego odbiorcy. Podobnie rozbudowa systemów ciepłowniczych, poszerzanie ich zasięgu oraz zwiększanie mocy i sprawności źródeł ciepła wymaga poniesienia znacznych kosztów inwestycyjnych oraz poważnie komplikuje zarówno proces projektowy jak i późniejszą eksploatację.

### **Technika kondensacyjna**

Każdy system grzewczy pracujący zarówno na potrzeby ogrzewania, jak i przygotowania ciepłej wody użytkowej musi mieć źródło ciepła. Istnieje wiele sposobów zasilania takich instalacji. Jednym z nich jest podłączenie do centralnego źródła ciepła za pośrednictwem sieci ciepłowniczej, jednak w świetle

przedstawionej powyżej krótkiej analizie okazuje się, iż w wielu przypadkach zasadne jest poszukiwanie alternatywnych rozwiązań zaopatrzenia w ciepło.

Jednym z takich rozwiązań jest odłączenie od sieci ciepłowniczej oraz budowa w ogrzewanym obiekcie kotłowni lokalnej, produkującej ciepło na jego potrzeby. Takie rozwiązanie ma wiele zalet, z których najważniejsze to:

- łatwość dostosowania parametrów źródła do charakteru odbioru ciepła,
- stosunkowo niski koszt inwestycyjny,
- niskie koszty eksploatacyjne,
- brak strat przesyłowych,
- uniezależnienie od zewnętrznego dostawcy ciepła,
- możliwość łatwego doboru elementów technologii,
- elastyczność sterowania oraz modulacja mocy.

W każdej kotłowni zlokalizowany jest kocioł, który stanowi źródło dostarczające ciepło dla układu grzewczego. W tradycyjnych kotłowniach stosuje się najczęściej gazowe kotły niskotemperaturowe, których sprawność zwykle nie przekracza 90%. Jednak w warunkach wysokich i ciągle rosnących cen paliw konieczne jest poszukiwanie rozwiązań optymalizujących tradycyjne układy kotłowni. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie techniki kondensacyjnej, pozwalającej na znaczące podniesienie sprawności kotła grzewczego, co bezpośrednio wpływa na koszt produkcji ciepła, a więc jego cenę dla końcowego odbiorcy.

Przy spalaniu paliwa w kotle, wytwarzane ciepło nie jest w całości przenoszone do wody z powodu strat. Sprawność kotła może być wyrażona wzorem [Danilewicz 2004]:

$$\eta_K = \frac{Q_N}{Q_F} = \frac{Q_N}{B \cdot H_u}$$

gdzie:

$Q_F$  - ilość ciepła wytwarzana przy spalaniu paliwa, [kW]

$Q_N$  - wydajność kotła (ilość ciepła przekazanego wodzie), [kW]

$B$  - ilość spalanego paliwa, [m<sup>3</sup>/s]

$H_u$  - wartość opałowa paliwa, [kJ/m<sup>3</sup>]

Główne straty wydajności kotła stanowią:

- strata wylotowa (kominowa),
- straty ciepła przez promieniowanie i konwekcję,
- strata niezupełnego spalania gazów,

Z praktycznego punktu widzenia najważniejsze są dwie pierwsze, które stanowią najpoważniejszy problem, wyznaczając jednocześnie techniczną sprawność kotła.

Produkty spalania paliw węglowodorowych zawierają w swym składzie parę wodną powstałą ze spalania wodoru i wilgoci obecnej w paliwie, która w stanie przegrzania zawiera utajone ciepło kondensacji. W tradycyjnych kotłach jest ono w całości tracone i stanowi składnik straty wylotowej, którą Recknagel [2005] definiuje jako różnicę zawartości ciepła w spalinach w kominie i w powietrzu do spalania. Można to wyrazić wzorem [Recknagel 2005]:

$$a_A = \frac{V_A \cdot C_{pA}}{H_u} \cdot (t_A - t_L)$$

gdzie:

$V_A = V_{Atr} + V_w$  - sucha ilość spalin + para wodna,

$C_{pA}$  - średnie ciepło właściwe spalin, [kJ/m<sup>3</sup> K]

$t_A$  - temperatura spalin, [°C]

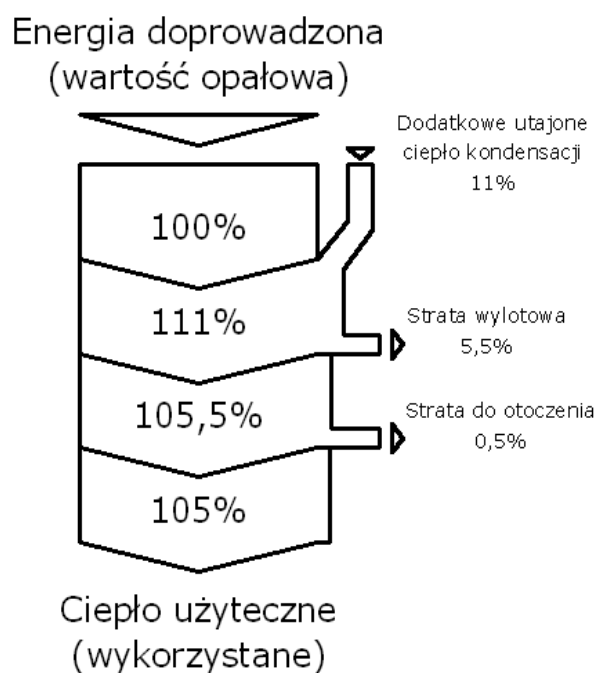
$t_L$  - temperatura powietrza, [°C]

Straty przez promieniowanie w nowoczesnych, modulowanych kotłach niskotemperaturowych tracą na znaczeniu, wynosząc 0,5-2%. Zależą od:

- średniej temperatury wody kotłowej,
- wielkości kotła,
- wielkości nieizolowanych powierzchni.

Obniżenie straty wylotowej oraz straty przez promieniowanie jest możliwe przy wykorzystaniu techniki kondensacyjnej, której początki sięgają lat 80 ubiegłego wieku. Wzrost sprawności kotła wykorzystującego utajone ciepło kondensacji jest możliwy poprzez zastosowanie dodatkowego wymiennika ciepła, który schładza spaliny poniżej temperatury punktu rosy. Obniżenie temperatury spalin powoduje skroplenie zawartej w nich pary wodnej oraz przekazanie ciepła użytecznego wodzie kotłowej. Wykorzystanie tego procesu pozwala na podniesienie sprawności kotła do wartości przekraczającej 100% (w odniesieniu do wartości opałowej paliwa).

Rys. 1 przygotowany w oparciu o poradnik Recknagel'a [2005], przedstawia w postaci wykresu Sankey'a bilans energetyczny kotła kondensacyjnego pracującego w zakresie temperatur 40/30°C.



Rys. 1. Bilans energii kotła kondensacyjnego [Recknagel 2005]

Fig. 1. Energy balance of the condensing boiler [Recknagel 2005]

Maksymalne sprawności kotłów kondensacyjnych związane są ze stosunkiem ciepła spalania do wartości opałowej paliwa. Im jest on wyższy tym lepszy efekt kondensacji i wyższa maksymalna teoretyczna sprawność kotła kondensacyjnego.

Graniczne sprawności kotłów kondensacyjnych w zależności od spalanego paliwa zestawiono w tab. 1.

Tab. 1. Sprawności graniczne kotłów kondensacyjnych

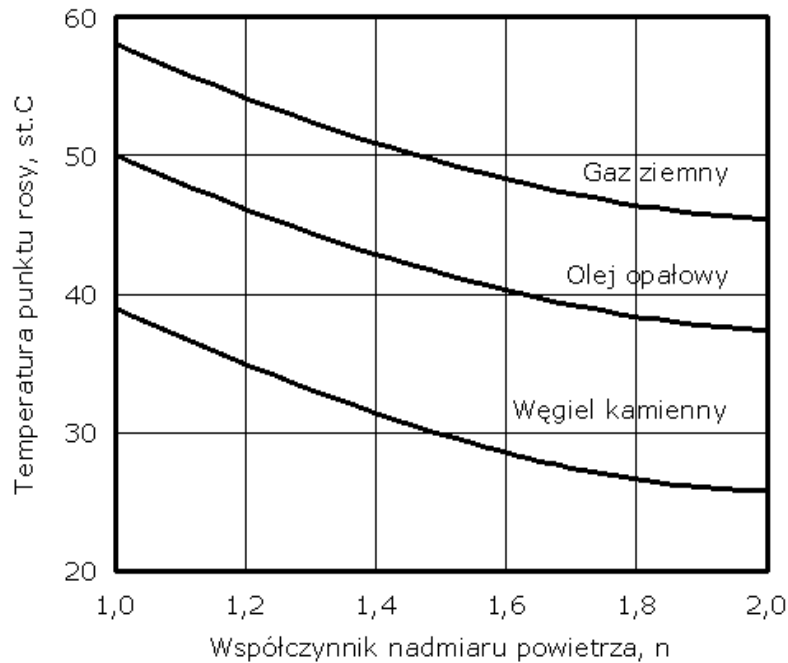
Tab. 1. The efficiency limits of the condensing boilers

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

Zgodnie z tab. 1, maksymalna sprawność kotła kondensacyjnego opalanego gazem ziemnym może, w odniesieniu do wartości opałowej, wynieść 111%.

### Warunki optymalnej pracy kotłów kondensacyjnych

Para wodna znajdująca się w spalinach unosi ze sobą utajone ciepło kondensacji, które stanowi różnicę pomiędzy ciepłem spalania a wartością opałową paliwa. Warunkiem odzyskania tego ciepła jest przeprowadzenie procesu kondensacji pary wodnej, co wymaga obniżenia temperatury spalin poniżej punktu rosy. Temperatura punktu rosy zależy od współczynnika nadmiaru powietrza. Na rys. 2 przedstawiono zależność temperatury punktu rosy od współczynnika nadmiaru powietrza [Recknagel 2005].

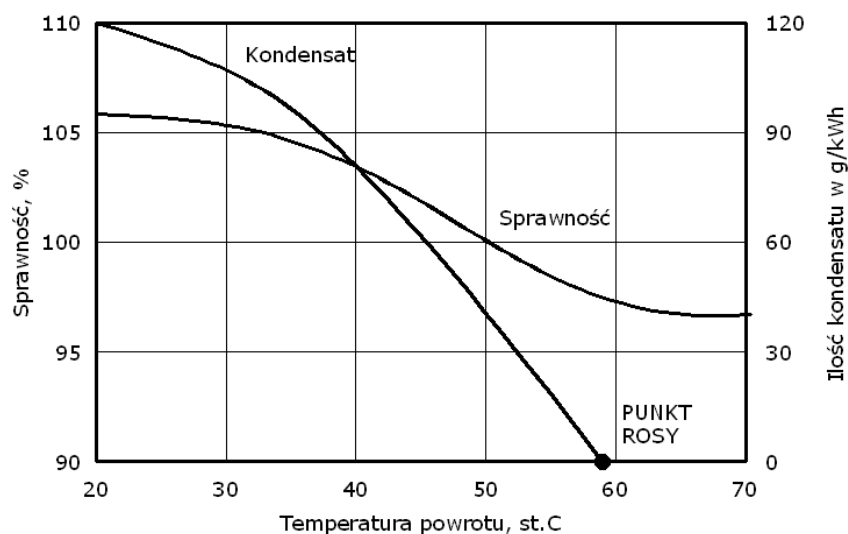


Rys 2. Zależność temperatury punktu rosy od współczynnika nadmiaru powietrza [Recknagel 2005]

Fig. 2. The dependence of dew point temperature on the excess air coefficient [Recknagel 2005]

Wymiennik ciepła znajdujący się w kotle kondensacyjnym jest skonstruowany w taki sposób aby czynnikiem chłodzącym spaliny była woda powrotna z instalacji. Zatem niezwykle istotnym parametrem, warunkującym wystąpienie procesu kondensacji, jest temperatura wody powrotnej, która powinna być na tyle niska aby możliwe było schłodzenie spalin poniżej temperatury punktu rosy.

Należy podkreślić iż sprawność kotła kondensacyjnego nie jest stała i zależy od temperatury wody powrotnej. Graficzną prezentację tej zależności przedstawiono na rys. 3 [Recknagel 2005].



Rys. 3. Zależność sprawności kotła kondensacyjnego od temperatury wody powrotnej [Recknagel 2005]

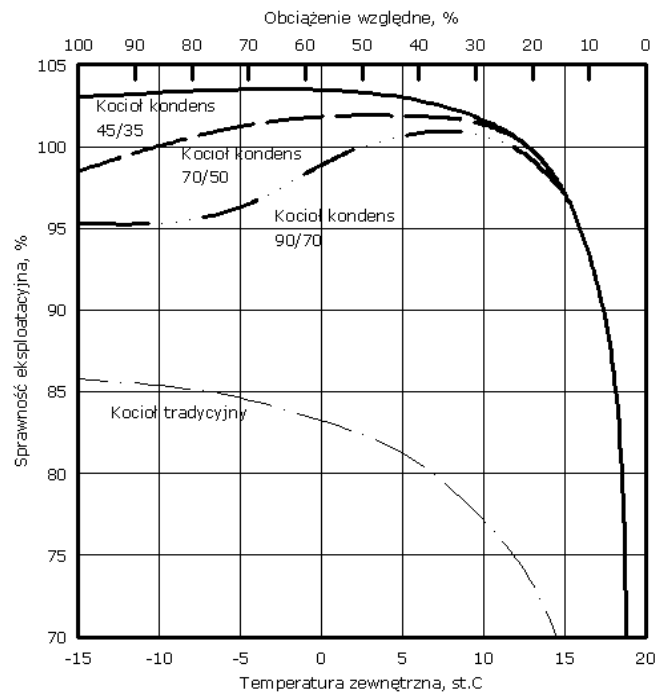
Fig. 3. The dependence of the efficiency condensing boiler on return water temperature [Recknagel 2005]

Analiza wykresu przedstawionego na powyższym rysunku pokazuje, iż zmniejszenie temperatury powrotu powoduje podniesienie sprawności kotła kondensacyjnego. W przypadku gdy paliwem jest gaz ziemny schłodzenie wody powrotnej do temperatury niższej niż 50°C powoduje przekroczenie 100% sprawności kotła kondensacyjnego. Warto również zwrócić uwagę na fakt, iż w przypadku gdy proces kondensacji nie występuje (temperatura spalin nie spada poniżej temperatury punktu rosy) kocioł kondensacyjny pracuje z większą sprawnością niż tradycyjny kocioł niskotemperaturowy. Podsumowując



należy zatem stwierdzić, iż do stosowania kotłów kondensacyjnych szczególnie zalecane są systemy pracujące w zakresie temperatur od 70/50°C do 40/35°C, czyli ogrzewanie grzejnikowe o dużych powierzchniach grzewczych lub podłogowe.

Tradycyjne kotły niskoparametrowe pracują najefektywniej w zakresach temperatur zewnętrznych zbliżonych do warunków obliczeniowych, tzn. maksymalne sprawności uzyskują przy obciążeniu zbliżonym do maksymalnego. Natomiast kotły kondensacyjne najwyższe sprawności uzyskują dla temperatur zewnętrznych w zakresie od +10°C do -5°C i obciążenia od 20 do 80% mocy znamionowej. Na Rys. 4 przedstawiono wykres zależności sprawności eksploatacyjnej kotła kondensacyjnego (pracującego z różnymi parametrami 40/35°C, 70/50°C, 90/70°C) oraz tradycyjnego kotła niskotemperaturowego w funkcji temperatury zewnętrznej oraz obciążenia względnego [Recknagel 2005].



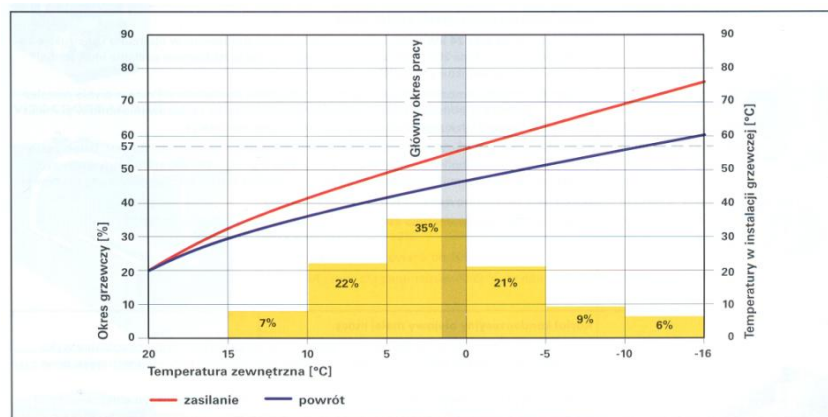
Rys 4. Sprawność eksploatacyjna w zależności od obciążenia oraz temperatury zewnętrznej [Recknagel 2005]

Fig. 4. Operating efficiency depending on load and external temperature [Recknagel 2005]

## Wykorzystanie kotłów kondensacyjnych w istniejących instalacjach grzewczych

Analiza warunków optymalnego stosowania kotłów kondensacyjnych, które najlepiej pracują w instalacjach niskoparametrowych, mogłaby doprowadzić do wyciągnięcia fałszywego wniosku, iż zastosowanie techniki kondensacyjnej w starych instalacjach grzewczych jest niemożliwe lub ekonomicznie nieuzasadnione.

Większość istniejących instalacji grzewczych zaprojektowanych i wykonanych przed laty pracuje z parametrami 90/70°C. Zastosowanie kotła kondensacyjnego w takim przypadku nie miałoby sensu, gdyby nie fakt, iż warunki obliczeniowe, tzn. takie w których parametry czynnika grzewczego osiągają projektowane (maksymalne) wartości występują niezwykle rzadko. Przez większą część sezonu grzewczego temperatura zewnętrzna waha się w granicach +10°C do -5°C. Analiza wykresu przedstawionego na rys. 4 pokazuje, iż w zakresie takich właśnie temperatur kocioł kondensacyjny pracuje w sposób optymalny (tzn. z najwyższą sprawnością). Oczywiście jest więc, iż zastosowanie tego typu kotła jest ekonomicznie uzasadnione. Warto zwrócić również uwagę na to iż dla tych samych temperatur zewnętrznych sprawność tradycyjnego kotła niskotemperaturowego waha się w granicach od 78 do 85%, a więc jest znacznie niższa niż kotła kondensacyjnego. Na rys. 5 przedstawiono wykres, który pokazuje, iż tylko średnio przez 6% trwania okresu grzewczego temperatury powrotu wody instalacyjnej uniemożliwiają wystąpienie zjawiska kondensacji [Mirowski 2004].



Rys. 5. Czas trwania sezonu grzewczego dla poszczególnych zakresów temperatur zewnętrznych [Mirowski 2004]

Fig. 5. Duration of heating season for different ranges of outside temperature [Mirowski 2004]

Instalacja potrzebuje temperatury zasilania 90°C tylko w ekstremalnych warunkach, to znaczy wtedy, gdy na zewnątrz domu jest temperatura obliczeniowa np. -20°C. Jednak takie warunki występują średnio jedynie tylko w ciągu 5 dni w roku. W pozostałe dni potrzebna temperatura zasilania instalacji grzewczej jest zdecydowanie niższa. Średnia temperatura sezonu grzewczego w Polsce wynosi zaledwie 2°C, więc temperatura grzejników średnio jest dużo niższa od 90°C. Według badań statystycznie średnia temperatura zasilania grzejników w starej instalacji wynosząca 60°C lub mniej wystarcza w ciągu 90% sezonu grzewczego. Czyli temperatura powrotu z grzejników wynosi około 50°C lub mniej. Ponieważ 50°C to mniej niż graniczne 57°C (dla gazu ziemnego) oznacza to, że pełna kondensacja, przy użytkowaniu takiej starej instalacji, zachodzi w ciągu 9 na 10 dni ogrzewania. Tylko w pozostałym 1 dniu na 10, zjawisko kondensacji występuje częściowo lub wcale.

Z powyższych rozważań wynika, że nawet stara instalacja grzewcza w połączeniu z kotłem kondensacyjnym daje ogromne, niezaprzeczalne oszczędności. Oczywiście, gdy kocioł kondensacyjny pracuje w instalacji ogrzewania podłogowego (wymagającego niskich temperatur zasilania cały rok) oszczędności występują nie tylko w ciągu 9 dni na 10, ale również w pozostały 1 dzień na 10 dni.

## Implementacja

Możliwość wykorzystania techniki kondensacyjnej w istniejących instalacjach grzewczych, pozwalająca na znaczne obniżenie zużycia energii pierwotnej, spowodowała duże zainteresowanie inwestorów chcących obniżyć koszty produkcji ciepła. Efektem tego zainteresowania było stworzenie programu pod nazwą „Tanie Ciepło”, który opiera się na przekształcaniu centralnie zasilanych systemów ciepłowniczych, w nowoczesne systemy pracujące w oparciu o lokalne źródła ciepła wykorzystujące technikę kondensacyjną oraz układy solarne.

Program „Tanie Ciepło” wdrożono w wielu systemach ciepłowniczych, kilku miast zachodniej Polski. Jednym z ciekawszych jest system ciepłowniczy dużego (kilkunastotysięcznego osiedla mieszkaniowego) w jednej z dolnośląskich aglomeracji, w którym wybudowano 18 kotłowni kondensacyjnych. Budowa oraz uruchomienie kotłowni o mocach od 294 do 413 kW pozwoliło na obniżenie kosztów dostarczenia ciepła odbiorcom średnio o połowę. Obecnie trwają prace nad wdrożeniem w części obiektów kolektorów słonecznych, które pozwolą na dodatkowe obniżenie kosztów ciepła.

Kolejnym ciekawym wdrożeniem jest przypadek leszczyńskiego osiedla mieszkaniowego „Wieniawa”, w którym zastosowano kotłownie kondensacyjne pracujące w powiązaniu z układami solarnymi. Zgodnie z danymi pozyskanymi od spółdzielni eksploatującej kotłownie, zaimplementowane rozwiązania po-

zwoliły na oszczędność średnio ok. 30% kosztów ciepła. Cena zakupu ciepła na metr kwadratowy powierzchni spadła z 1,34 zł powierzchni do 0,80 zł.

Zmodernizowane systemy ciepłownicze, wyposażono w sterowniki swobodnie programowalne, których zadaniem jest między innymi zbieranie danych eksploatacyjnych. Zebrane informacje są aktualnie poddawane szczegółowej analizie celem weryfikacji efektów techniczno-ekonomicznych.

### **Optymalizacja węzłów ciepłowniczych współpracujących z kondensacyjnymi źródłami ciepła**

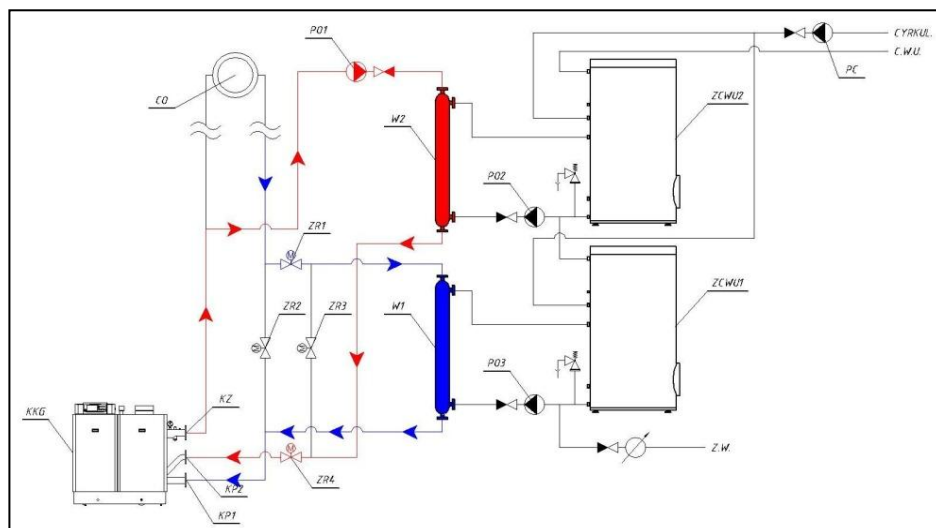
W układach grzewczych w budynkach mieszkalnych, zasilanych kotłami kondensacyjnymi z dwoma króćcami powrotnymi nie wykorzystuje się możliwości różnicowania temperatury wody powrotnej z instalacji, a tym samym stosowania równoległe dwóch powrotów z instalacji c.o. i podgrzewu c.w.u. W istniejących układach temperatura wody powrotnej do kotła kondensacyjnego zależy wyłącznie od aktualnych parametrów pracy instalacji centralnego ogrzewania (tj. od temperatury zewnętrznej), a w okresach występowania rozbiórów ciepłej wody użytkowej może się nieznacznie zmieniać w zależności od wielkości tych rozbiórów oraz stosunku wielkości zapotrzebowania ciepła na cele c.o. i c.w.u. Nie ma możliwości obniżania parametrów wody powrotnej do kotła w istotnym stopniu, a tym samym poprawienia sprawności pracy kotła kondensacyjnego.

Zaproponowane rozwiązanie dotyczy układu centralnej instalacji grzewczej z dwustopniowym podgrzewem ciepłej wody użytkowej oraz dwustopniowym układem zasobników ciepłej wody użytkowej. Źródłem ciepła w układzie jest kotłownia kondensacyjna, w której pracują kotły wyposażone w dwa króćce powrotne wody instalacyjnej o zróżnicowanych temperaturach. Podgrzew ciepłej wody użytkowej na pierwszym i drugim stopniu zapewniają wymienniki ciepła typu JAD lub wymienniki płytowe. Konstrukcja zasobników ciepłej wody użytkowej dowolna.

Podstawę rozwiązania (rys. 6) stanowi ciągłe schładzanie wody powrotnej z instalacji centralnego ogrzewania poprzez wykorzystanie jej jako czynnika grzewczego na wymienniku ciepłej wody użytkowej pierwszego stopnia oraz wydłużenie okresu schładzania powrotu centralnego ogrzewania przez wykorzystanie zasobnika ciepłej wody użytkowej pierwszego stopnia. W okresach braku rozbioru ciepłej wody zmagazynowana w w/w zasobniku woda pozwala na znaczne zredukowanie zapotrzebowania ciepła na podgrzew ciepłej wody użytkowej w wymienniku drugiego stopnia. W okresie letnim w przypadku braku rozbioru c.w.u. również występuje dodatkowe obniżenie temperatury wody powrotnej do kotła w wymienniku pierwszego stopnia podczas ładowania zasobnika drugiego stopnia. Odpowiedni dobór wielkości wymienników i za-

sobników na pierwszym i drugim stopniu pozwala na znaczne zwiększenie sprawności cieplnej całego układu.

Prezentowane rozwiązanie charakteryzuje: większe schłodzenie wody grzewczej powracającej z instalacji c.o. w okresach braku rozbioru c.w.u, wydłużenie okresu występowania schładzania powrotu z instalacji c.o. (do momentu załadowania zasobnika pierwszego stopnia), znacznie niższe temperatury wody powrotnej do kotła, również w okresie ładowania zasobnika drugiego stopnia, w stosunku do układów istniejących, zastosowanie zasobnika pierwszego stopnia dodatkowo zmniejszającego zapotrzebowanie ciepła na podgrzew ciepłej wody użytkowej na wymienniku drugiego stopnia oraz skrócenie cyklu ładowania zasobnika drugiego stopnia (znaczną redukcję okresów występowania powrotu czynnika o wyższych parametrach do króćca – KP2), zwiększenie sprawności kotła kondensacyjnego a tym samym zmniejszenie zużycia paliwa na cele grzewcze instalacji c.o. oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej zarówno w cyklu zimowym jak i letnim.



Rys. 6. Optymalizacja węzła ciepłowniczego do zastosowania z kotłowniami kondensacyjnymi

Fig. 6. Optimization of thermal station for using with condensing boilers

### Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza warunków wykorzystywania techniki kondensacyjnej pozwoliła na wyciągnięcie następujących wniosków:

- Prawidłowa gospodarka energetyczna kraju jest jednym z ważniejszych elementów wpływających na poziom jego zamożności oraz tempo rozwoju gospodarczego. W świetle zwiększania się konsumpcji energii pierwotnej konieczne jest wdrażanie technologii pozwalających na ograniczenie jej zużycia.
- Centralizacja produkcji ciepła oraz jego dystrybucja, przy wykorzystaniu sieci ciepłowniczych, mogą przyczynić się do obniżenia kosztów ciepła dla odbiorców końcowych jednak w polskiej rzeczywistości w wielu przypadkach sytuacja jest dokładnie odwrotna.
- Alternatywą dla korzystania z ciepła sieciowego może być odłączenie od sieci ciepłowniczej oraz budowa w ogrzewanym obiekcie kotłowni lokalnej, produkującej ciepło na jego potrzeby.
- Zastosowanie kotłów kondensacyjnych pozwala na znaczne oszczędności, poprzez zmniejszone zużycie gazu wynikające z wyższej sprawności urządzeń.
- Stosunkowo wysokie średnie temperatury zewnętrzne w sezonie grzewczym powodują, iż kocioł kondensacyjny pracuje z optymalną sprawnością. Kotły kondensacyjne mogą zatem pracować również w tradycyjnych instalacjach grzewczych o parametrach 90/70°C, przez większą część sezonu grzewczego wykorzystując zjawisko kondensacji.
- Znacznie zmniejszona emisja NOx w mniejszym stopniu wpływa na środowisko.
- Powstający agresywny chemicznie kondensat wymaga neutralizacji.
- Stosunkowo wysokie ceny kotłów kondensacyjnych wpływają niekorzystnie na koszty inwestycyjne.

### Literatura

1. CHMIELNIAK T., *Technologie energetyczne*, WNT 2008
2. DANILEWICZ J., GOŁECKI K., *Poradnik projektanta kotłowni*, Politechnika Wrocławska 2004
3. GÓRECKI J., *Sieci ciepłownicze*, Wydawnictwo PWr 1997
4. GÓRSKI J., *Energetyka ciepłownicza. Poradnik*, Tarbonus 2008
5. KAMLER W., *Ciepłownictwo*, PWN 1976
6. MIROWSKI A., LANGE G., JELEŃ I., *Materiały do projektowania kotłowni i nowoczesnych systemów grzewczych*, Viessmann 2004

7. RANDLOV P., *Podręcznik ciepłownictwa – system rur preizolowanych*, European District Heating Pipe Manufacturers Association 1998
8. RECKNAGEL, SPRENGER, HONMANN, SCHRAMEK: *Ogrzewanie i klimatyzacja*. Poradnik, EWFE 2005
9. WITT J., *Lokalne systemy ciepłownicze na obszarach nowo zabudowanych*, CIBET 1997

## APPLICATION OF CONDENSING TECHNOLOGY IN EXISTING HEATING SYSTEMS

### *S u m m a r y*

*The paper presents the possibility of applying of condensing technology in heating systems. Briefly introduced the issue of heating systems and discusses the parameters of their operating which are important for efficiency of production and distribution of heat. The article examines the possibility of using condensation heat sources, and briefly characterizes the efficiency of their work. In the final section, the article, presents a solution which optimize of operating of condensing heat sources in the existing domestic heating systems.*

**Keywords:** heating system, modernization of heating systems, condensing technology, thermal station.