

Marcin Klimczak, Bogdan Nowak, Grzegorz Bartnicki

Badania możliwości stosowania jednostopniowych węzłów ciepłowniczych z wymiennikiem ciepłej wody użytkowej zasilanym szeregowo-równoległe wodą sieciową

Jednym z kryteriów oceny jakości powietrza w pomieszczeniach jest jego temperatura. W czasie, gdy temperatura zewnętrzna ulega znaczącemu obniżeniu, niezbędne jest zapewnienie skutecznego ogrzewania pomieszczeń [1]. W instalacjach grzewczych wyróżnia się trzy podstawowe grupy źródeł ciepła – miejscowe, lokalne i centralne, przy czym największy rozwój scentralizowanych systemów zaopatrzenia w ciepło nastąpił w drugiej połowie XX w. Obecnie nadal wiele przemawia za celowością wykorzystywania ciepła sieciowego, a jedną z istotnych jego zalet jest możliwość ograniczenia emisji dwutlenku węgla oraz zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w układach skojarzonych (kogeneracja) [2]. Przedsiębiorstwa ciepłownicze, aby być konkurencyjne na rynku energii, muszą zakres swoich usług dostosować do wymagań klientów oraz oferować swój produkt na korzystnych warunkach. W Polsce ponad połowa odbiorców (55÷60%) korzystających z systemów ciepłowniczych to szeroko rozumiane budownictwo jedno- i wielorodzinne. W odróżnieniu od odbiorców przemysłowych, charakter odbioru ciepła i funkcje źródła ciepła są typowe, a różnice dotyczą przede wszystkim tylko jego ilości. Podstawowym zadaniem systemów zasilania obiektów mieszkalnych w ciepło jest zapewnienie jego dostawy na potrzeby centralnego ogrzewania (c.o.) i przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). Rozwiązania technologiczne sieci ciepłowniczych są zatem tak dobierane, aby zapewnić jak najskuteczniejsze warunki odbioru ciepła przez użytkowników ogrzewanych budynków, a jednocześnie ograniczyć wpływ niekorzystnych cech tego sposobu zaopatrzenia w ciepło (straty ciepła na przesył, koszty tłoczenia nośnika ciepła na duże odległości, wysoka temperatura czynnika grzewczego powracającego do źródła ciepła).

Ze względu na powstającą w dużym tempie konkurencję w postaci gazowych kotłowni lokalnych, firmy ciepłownicze zmieniają w ostatnich latach strukturę dostawy ciepła [3]. Pomimo dużych zysków płynących z grupowania odbiorców i dostarczania ciepła dużym odbiorcom (mniejsze koszty inwestycyjne i eksploatacyjne), przedsiębiorstwa ciepłownicze coraz częściej decydują się również na budowę mniejszych węzłów ciepłowniczych, które w przypadku pozyskania dużej liczby tego typu odbiorców ciepła

stanowią mogą znaczący udział w rynku sprzedaży. Wynika to również z działań podejmowanych na rzecz ograniczenia zużycia energii i ciepła, zarówno poprzez termomodernizację istniejących budynków, jak też poprzez budowę nowych, o dobrych właściwościach izolacyjnych przegród zewnętrznych. Przy porównywalnej wielkości ogrzewanych obiektów, ich potrzeby cieplne ulegają znaczącemu ograniczeniu. Ze względu na ogólną tendencję do tworzenia coraz mniejszych grup odbiorców, powstające lub modernizowane węzły ciepłownicze coraz częściej zasilają pojedyncze obiekty (budynki wielorodzinne), a nawet tylko ich części (np. wydzielone klatki schodowe). W nowo wznoszonych budynkach coraz częściej stosowane też są indywidualne węzły mieszkaniowe (mieszkaniowe stacje wymiennikowe). Pomimo stosunkowo dużych kosztów inwestycyjnych, przedsiębiorstwa ciepłownicze zabiegają również o rozproszonych klientów indywidualnych (właścicieli domów jednorodzinnych). Tego typu działania wymagają jednak analiz nad możliwością stosowania rozwiązań technicznych dostosowanych do nowych warunków budowy i eksploatacji systemu ciepłowniczego.

Węzły ciepłownicze

Węzeł ciepłowniczy to zespół przewodów, armatury i urządzeń służących do przyłączenia instalacji ciepłych do sieci ciepłowniczej. Do jego podstawowych zadań należy przekazanie ciepła z sieci do odbiorcy, zapewnienie krążenia czynnika grzejnego w instalacji, kontrola i ewentualna zmiana parametrów czynnika (ciśnienie, temperatura) oraz prowadzenie pomiarów. Ze względu na specyfikę pracy węzłów ciepłowniczych należy zwrócić uwagę na to, iż wszelkie zmiany parametrów czynnika grzewczego (strumienia, temperatury i ciśnienia) po jednej stronie węzła powodują zmiany jego parametrów po drugiej stronie tego węzła. Węzeł ciepłowniczy jest tylko jednym z elementów systemu ciepłowniczego, a jego praca musi być analizowana w sposób umożliwiający określenie jego wpływu na cały system ciepłowniczy [4, 5].

W tradycyjnym budownictwie mieszkaniowym stosowane są najczęściej dwa typy węzłów ciepłowniczych – równoległe i szeregowo-równoległe [6, 7]. Stosowanie dwustopniowego układu podgrzewania c.w.u. ma na celu wykorzystanie ciepła zawartego w wodzie sieciowej powracającej z układu c.o. i w ten sposób dodatkowego jej wychłodzenia podczas poboru c.w.u. Z punktu widzenia kosztu budowy samego węzła ciepłowniczego rozwiązanie

Dr inż. M. Klimczak, dr inż. B. Nowak, dr inż. G. Bartnicki: Politechnika Wrocławska, Wydział Inżynierii Środowiska, Instytut Ogrzewnictwa i Klimatyzacji, Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
marcin.klimczak@pwr.wroc.pl, bogdan.nowak@pwr.wroc.pl, grzegorz.bartnicki@pwr.wroc.pl

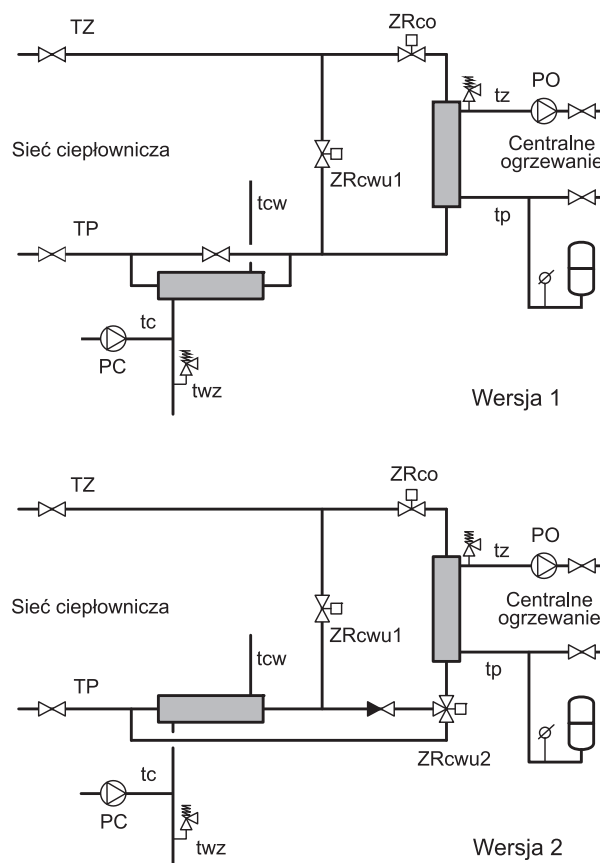
to jest droższe, jednak pozwala zarówno na obniżenie temperatury wody sieciowej powracającej do źródła ciepła, jak i zmniejszenie strumienia wody sieciowej przepływającej przez węzeł ciepłowniczy. W przypadku układów przygotowania c.w.u. obecnie stosowane są wyłącznie połączenia pośrednie (zmiana parametrów za pośrednictwem wymienników ciepła), natomiast w przypadku układów c.o. najczęściej stosowane są połączenia pośrednie. Ze względu na kłopoty eksploatacyjne, firmy ciepłownicze rezygnują najczęściej z zastosowania w węzłach ciepłowniczych zasobników c.w.u. Uzasadniane jest to m.in. zwiększonym zagrożeniem wystąpienia w obrębie zasobnika zakażenia bakteriami *Legionella pneumophila*, szczególnie przy utrzymywaniu niższych temperatur w układzie c.w.u. [8].

Ze względu na przyjmowanie w instalacjach c.o. temperatur obliczeniowych czynnika grzewczego $70^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ (a nawet niższych) – zamiast tradycyjnie stosowanych $90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ – oraz w wyniku wzrostu udziału ciepła na przygotowanie c.w.u. w całkowitym bilansie energii budynków mieszkalnych, coraz częściej rozważana jest przez projektantów i inwestorów możliwość budowania jednostopniowych węzłów ciepłowniczych (c.o.+c.w.u.) [3].

Węzły ciepłownicze z jednostopniowym wymiennikiem c.w.u. zasilanym szeregowo-równoległe wodą sieciową

Podstawowymi konstrukcjami jednostopniowych węzłów ciepłowniczych są węzły równoległe oraz szeregowo-równoległe. Jednym z rozwiązań może być też węzeł z jednostopniowym wymiennikiem c.w.u. zasilanym szeregowo-równoległe wodą sieciową, który jest podłączony po stronie powrotu wody sieciowej z układu c.o. Jest to konstrukcja pośrednia pomiędzy dwustopniowymi węzłami szeregowo-równoległymi i jednostopniowymi równoległymi. Pełna nazwa takiego rozwiązania (węzeł z jednostopniowym wymiennikiem c.w.u. zasilanym szeregowo-równoległe wodą sieciową) jest dość złożona, dlatego w dalszej części artykułu stosowana będzie nazwa „węzeł pierwszostopniowy” [9], choć jest ona uproszczeniem znaczeniowym. Tego typu konstrukcje nie są powszechnie stosowane, głównie ze względu na brak wystarczającej wiedzy na temat możliwości ich działania w zmiennych warunkach obciążenia cieplnego.

Przedstawiony w górnej części rysunku 1 schemat pierwszostopniowego węzła ciepłowniczego (wersja 1) jest odwróconą wersją równoległego węzła jednostopniowego. Ze względu na to, że w takim przypadku wymiennik c.w.u. znajduje się za wymiennikiem c.o., istnieje możliwość dodatkowego (w porównaniu do równoległego węzła jednostopniowego) dochłodzenia wody sieciowej powracającej z węzła poprzez podgrzewanie c.w.u. Ze względu na stosunkowo małą różnicę temperatur między wodą sieciową zasilającą węzeł a wodą sieciową powracającą z wymiennika c.o., w okresie przejściowym (przy małym udziale c.w.u.) wymagany jest jednak dość duży dodatkowy strumień wody sieciowej niezbędny do osiągnięcia jej odpowiednio wysokiej temperatury przed wymiennikiem c.w.u., koniecznej do zapewnienia wymaganej temperatury c.w.u. Inne rozwiązanie konstrukcji węzła pierwszostopniowego przedstawiono w dolnej części rysunku 1. Taki węzeł (wersja 2), dzięki zastosowaniu dodatkowego zaworu regulacyjnego (ZRcwu2 – zawór trójprzelotowy, rozdzielający strumień), umożliwia zarówno zmniejszenie ilości wody sieciowej przepływającej przez węzeł w okresie przejściowym



Rys. 1. Schemat tzw. węzła pierwszostopniowego [6]
Fig. 1. Flow diagram of the so-called first-stage substation [6]

(w porównaniu do wersji 1), jak i zapobiega przegrzewaniu c.w.u. przy wysokich parametrach wody sieciowej odpowiadających niskiej temperaturze zewnętrznej. Takie przegrzewanie może np. mieć miejsce również w węzłach dwustopniowych, niewyposażonych w dodatkowy układ regulacji wymiennika pierwszego stopnia. Konstrukcja węzła wg wersji 2 jest jednak inwestycyjnie droższa w porównaniu do wersji 1, gdyż koszt budowy wzrasta o dodatkowy układ regulacji. W sytuacji, gdy całość wody sieciowej powracającej z wymiennika c.o. zostanie skierowana przez obiejsię wymiennika c.w.u., węzeł będzie działał jak tradycyjny równoległy węzeł jednostopniowy.

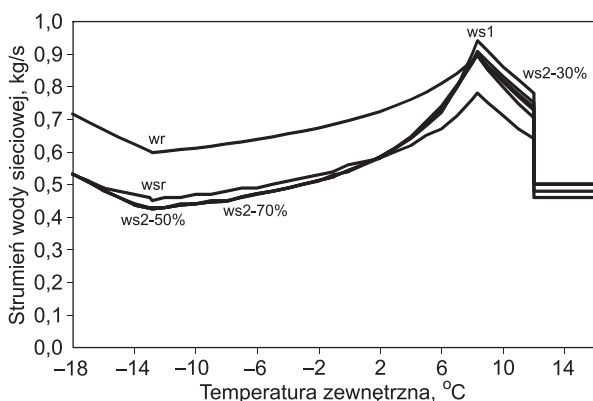
Węzły o schematach połączeń wymienników przedstawionych na rysunku 1 w literaturze przedmiotu są bardzo mało opisane. Wzmiankę o takim węzle (wersja 1) można znaleźć w publikacji [6], jednak bez jego szczegółowej charakterystyki. Rozwiązanie to wskazano jako jedną z możliwości ograniczenia zjawiska wytrącania się kamienia kotłowego w wymiennikach c.w.u., umożliwia ono bowiem ograniczenie temperatury wody sieciowej zasilającej wymiennik do $70\div 80^{\circ}\text{C}$. Dzięki takiemu rozwiązaniu można wyeliminować stosowanie wymienników rozbieralnych i konieczność częstego czyszczenia ich powierzchni (wymenniki płytowe), co znacząco powinno zmniejszyć koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, szczególnie w małych i średnich węzłach ciepłowniczych. Należy również zwrócić uwagę, że omawiany węzeł ciepłowniczy charakteryzuje się małą zmiennością przepływu wody sieciowej przez wymiennik c.w.u., co gwarantuje stabilne warunki wymiany ciepła po stronie wody sieciowej. Zastosowanie tego typu węzłów powinno być szczególnie korzystne przy dużym obliczeniowym udziale c.w.u. w stosunku do zapotrzebowania na ciepło do c.o. Węzeł w wersji 1 może też

stanowiąc korzystną alternatywę dla równoległych węzłów jednostopniowych. Układ węzła ciepłowniczego o zaprezentowanej konstrukcji został opatentowany [10], jednak patent ten wygasł w 1996 r. Podejmowane były też próby wdrożenia tego typu węzłów ciepłowniczych (m.in. przez APV i ETX), ale żadne wyniki tych prac nie zostały opublikowane.

Analiza pracy węzłów pierwszostopniowych

W pracy [9] wykonano badania i analizy modelowe pracy węzła pierwszostopniowego, których celem było m.in. sprawdzenie przydatności tego typu rozwiązania do zasilania w ciepło wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego. Badania te przeprowadzono w węźle ciepłowniczym zasilającym w ciepło budynek mieszkalny we Wrocławiu przy ul. Glinianej 75. Tradycyjny węzeł ciepłowniczy został poddany modernizacji w sposób umożliwiający zmianę struktury węzła na szeregowo-równoległy, równoległy i pierwszostopniowy w wersjach 1 i 2. Standardowy algorytm sterowania węzłem ciepłowniczym regulatora swobodnie programowalnego został rozszerzony o dodatkowe możliwości sterowania węzła przy różnych jego konfiguracjach.

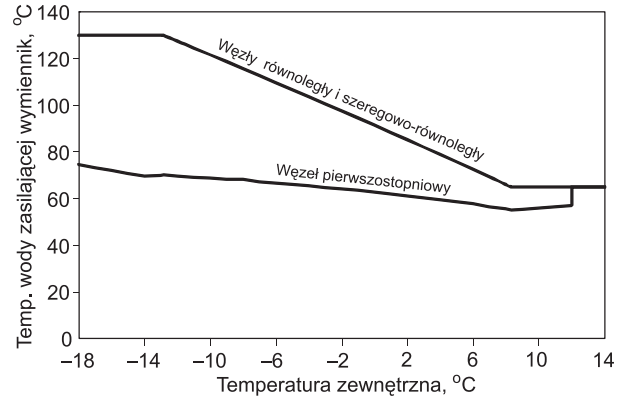
Badania przeprowadzono w celu określenia możliwości zapewnienia wymaganych parametrów wody w instalacjach c.o. i c.w.u., przy zmiennych warunkach eksploatacyjnych i różnych konfiguracjach połączenia wymienników ciepła. Obserwowana była również wartość strumienia wody sieciowej pobieranej z sieci ciepłowniczej. Na rysunku 2 przedstawiono wyniki symulacji przeprowadzonej w oparciu o założenia i dane z węzła badawczego, w którym przeprowadzono badania eksperymentalne. Jak widać na tym wykresie, pod względem strumienia wody sieciowej przepływającej przez węzeł, węzły pierwszostopniowe mają cechy pośrednie pomiędzy szeregowo-równoległym (wsr) a równoległym (wr). Przy niskich temperaturach zewnętrznych ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$) węzły tego typu zachowują się jak węzły szeregowo-równoległe, natomiast w okresie przejściowym ($5 \pm 12^\circ\text{C}$) jak węzły równoległe.



Rys. 2. Symulacja pracy węzłów z wymiennikami płytowymi – obciążenie 100% c.w.u. [9] (wsr – węzeł szeregowo równoległy, wr – węzeł równoległy, ws1 – węzeł pierwszostopniowy w wersji 1, ws2-30% – węzeł pierwszostopniowy w wersji 2 z maksymalnie 30% przepływem wody sieciowej powracającej z układu c.o. przez obejście wymiennika c.w.u., ws2-50% – węzeł pierwszostopniowy w wersji 2 z maksymalnie 50% przepływem wody sieciowej powracającej z układu c.o. przez obejście wymiennika c.w.u., ws2-70% – węzeł pierwszostopniowy w wersji 2 z maksymalnie 70% przepływem wody sieciowej powracającej z układu c.o. przez obejście wymiennika c.w.u.)

Fig. 2. Simulation of the performance of substations with plate heat exchangers – 100% d.h.w. load [9]

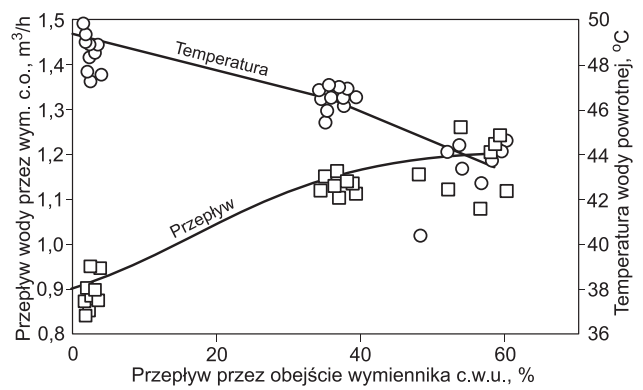
Przy zastosowaniu węzłów pierwszostopniowych możliwe jest obniżenie temperatury wody sieciowej zasilającej wymiennik c.w.u. W analizowanym przypadku temperatura wody przed wymiennikiem c.w.u. w węźle pierwszostopniowym wynosiła maksymalnie 75°C , czyli była o 55°C mniejsza od maksymalnej temperatury zasilania wymienników w węzłach szeregowo-równoległym i równoległym (rys. 3.).



Rys. 3. Zmiana temperatury wody zasilającej wymiennik c.w.u. w funkcji temperatury zewnętrznej [6]

Fig. 3. Variations in the temperature of the water feeding the d.h.w. exchanger related to outdoor temperature [6]

Na rysunku 4. przedstawiono zmiany strumienia i temperatury wody sieciowej przy zmianie przepływu wody sieciowej przez obejście wymiennika c.w.u. (badania przeprowadzono przy średniej temperaturze zewnętrznej $7,6^\circ\text{C}$). Ze względu na ograniczenie przepływu wody sieciowej do węzła za pomocą ogranicznika przepływu maksymalnego, zmiany te określono metodą pośrednią, poprzez obserwację zmian przepływu wody sieciowej przez wymiennik c.o.

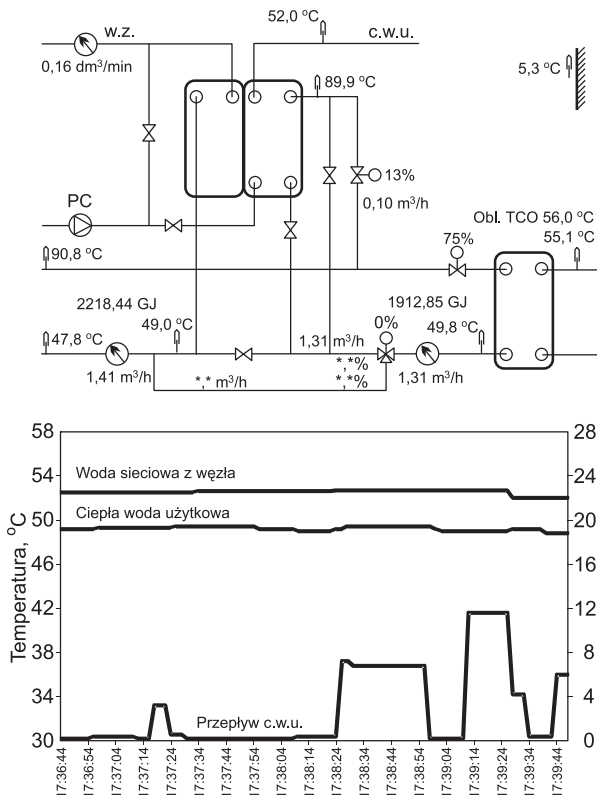


Rys. 4. Zmiany przepływu i temperatury wody sieciowej w funkcji przepływu wody przez obejście wymiennika c.w.u. [7]

Fig. 4. Variations in the flow and temperature of network water related to water flow through the bypass of the d.h.w. exchanger [7]

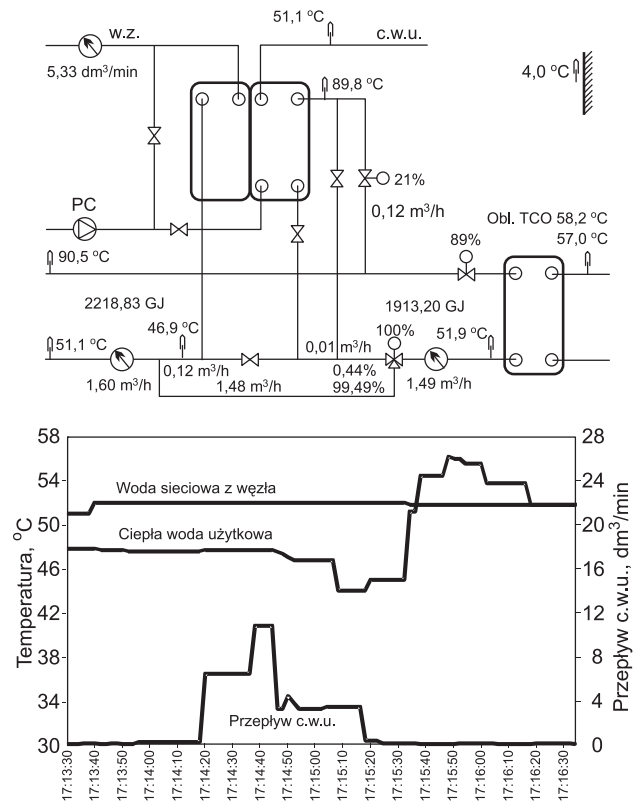
Stwierdzono, że zwiększenie przepływu wody sieciowej przez obejście wymiennika c.w.u. skutkowało zmniejszeniem temperatury wody sieciowej powracającej z wymiennika c.o. oraz zwiększeniem strumienia wody sieciowej przepływającej przez wymiennik c.o. Maksymalna zmiana strumienia wynosiła 33% i była zbliżona do wartości uzyskanej na podstawie symulacji (40%).

Na podstawie wykresów i obrazów synoptycznych otrzymanych w badaniach i analizach wykazano stabilną pracę węzła szeregowo-równoległego (rys. 5) oraz pierwszostopniowego (rys. 6). W obu przypadkach nagła zmiana poboru c.w.u. w instalacji nie spowodowała dużej zmiany w utrzymywanej temperaturze c.w.u. W przypadku węzła



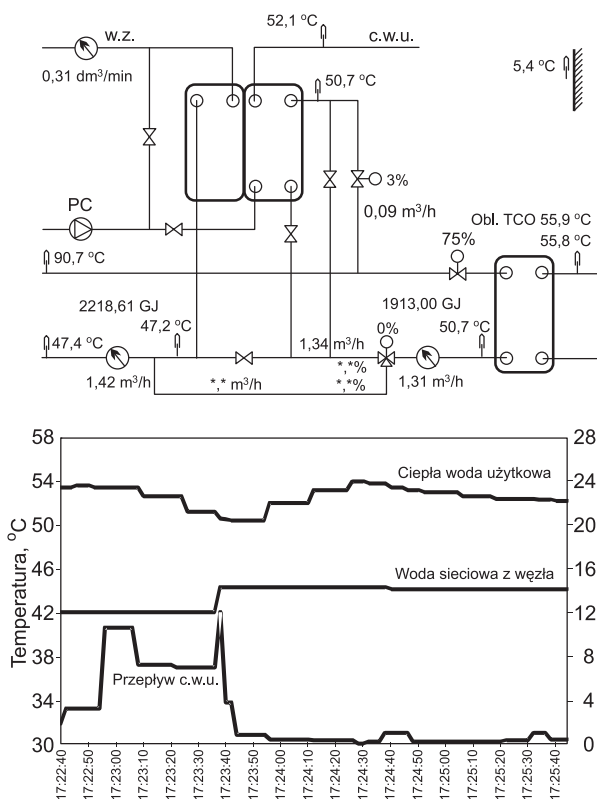
Rys. 5. Praca węzła w konfiguracji szeregowo-równoległej – zmiany temperatur c.w.u. i powrotnej wody sieciowej przy zmiennym przepływie c.w.u.

Fig. 5. Performance of the substation with serial-parallel configuration – variations in the temperature of d.h.w. and return network water at variable d.h.w. flow



Rys. 7. Praca węzła w konfiguracji równoległej – zmiany temperatur c.w.u. i powrotnej wody sieciowej przy zmiennym przepływie c.w.u.

Fig. 7. Performance of the substation with parallel configuration – variations in the temperature of d.h.w. and return network water at variable d.h.w. flow



Rys. 6. Praca węzła w konfiguracji pierwszostopniowej – zmiany temperatur c.w.u. i powrotnej wody sieciowej przy zmiennym przepływie c.w.u.

Fig. 6. Performance of the substation with first-stage configuration – variations in the temperature of d.h.w. and return network water at variable d.h.w. flow

równoległego (rys. 7) przepływ wody sieciowej spowodował natomiast skokową zmianę temperatury c.w.u.

Zgodnie z wynikami symulacji, węzeł pierwszostopniowy charakteryzował się najniższą temperaturą zasilania wymiennika c.o. (50,7 °C), podczas gdy w przypadku węzłów szeregowo-równoległego i równoległego temperatura wody sieciowej przed wymiennikiem wynosiła 89,8 °C.

Podsumowanie

Badania wykazały, że węzły pierwszostopniowe mogą stanowić dobre uzupełnienie rodziny powszechnie stosowanych rozwiązań węzłów ciepłowniczych w scentralizowanych systemach zaopatrzenia budownictwa mieszkaniowego w ciepło. Węzły tego typu mogą stanowić przede wszystkim alternatywę dla stosowanych obecnie węzłów równoległych. Dzięki zmniejszeniu temperatury wody grzewczej przed wymiennikiem c.w.u. i ograniczeniu w ten sposób ryzyka intensywnego osadzania się kamienia kotłowego na ściankach wymiennika ciepła (po stronie instalacji c.w.u.) możliwa jest rezygnacja z konieczności stosowania rozbiernych wymienników płytowych, które w przypadku małych węzłów ciepłowniczych w znaczący sposób zwiększają koszt inwestycyjny węzła. Ze względu na pośredni sposób dostawy ciepła do wymiennika c.w.u. (mieszanie wody grzewczej z sieci ciepłowniczej z wodą sieciową powracającą z wymiennika c.o.) zmniejszone zostaną również wahania temperatury c.w.u. (w porównaniu do węzła równoległego), co wpłynie zarówno na zwiększenie jakości dostawy c.w.u., jak i zwiększenie żywotności zaworu regulacyjnego c.w.u., a przede wszystkim jego siłownika.

W przypadku węzłów ciepłowniczych w domach jednorodzinnych bez instalacji cyrkulacyjnej, zastosowanie węzła pierwszostopniowego nie wymaga specjalnego sterownika. W węzłach pierwszostopniowych w domach jednorodzinnych i wielorodzinnych z instalacją cyrkulacyjną, przy zastosowaniu w układzie automatycznej regulacji czujnika przepływu umieszczonego na przewodzie wody zimnej, możliwe jest uzyskanie stabilnej pracy układu cyrkulacji bez konieczności otwarcia zaworu regulacyjnego (układ sterowania będzie analogiczny jak w przypadku kotła dwufunkcyjnego w domu jednorodzinnym). Wykorzystując zmienny przepływ wody sieciowej powracającej z wymiennika c.o. możliwe jest zmniejszenie obliczeniowego przepływu wody sieciowej w przypadkach, w których nie ma możliwości stosowania pełnego priorytetu c.w.u. W układach węzłów ciepłowniczych umożliwiającą ręczną lub automatyczną zmianę konfiguracji węzła pierwszostopniowego na równoległy możliwe jest wykorzystanie zalet węzła pierwszostopniowego przy niskich temperaturach zewnętrznych oraz zmniejszenie obliczeniowego strumienia wody sieciowej do wartości wymaganej przez pracę węzła równoległego, bez konieczności stosowania dodatkowego zaworu regulacyjnego. Przeprowadzone szczegółowe badania i analizy symulacyjne pozwalają na ograniczenie ryzyka wystąpienia problemów eksploatacyjnych w tego typu rozwiązaniach połączenia wymienników c.o. i c.w.u.

LITERATURA

1. Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics. EN 15251:2007.
2. L.D. HARVEY: A Handbook on Low-Energy Buildings and District-Energy Systems. Earthscan, London 2006.
3. B. NOWAK, M. KLIMCZAK: Węzeł ciepłowniczy – alternatywa dla lokalnej kotłowni. *Rynek Inst.* 2007, nr 9, ss. 71–77.
4. H. ZINKO, L. HOON, K. BONG-KYUN, K. YOUN-HONG, L. HAKAN, A. LOEWEN, H. SEUNGKYU, H. WALLETTUN, M. WIGBELS: Improvement of Operational Temperature Differences in District Heating Systems. The International Energy Agency R&D Programme on District Heating and Cooling, 2005.
5. S. FREDRIKSEN, D. NIKOLIC, J. WOLLERSTRAND: District heating house stations for optimal operation. 25th UNICHAL-Congress/VIII IDHC, Budapest 1991.
6. E. SZCZECHOWIAK, B. ŚWIĄTEK, T. WILCZAK. Ciepłownictwo. Poradnik – Węzły Ciepłownicze. Fundacja Rozwoju Ciepłownictwa „Unia Ciepłownictwa”, Warszawa 1997.
7. B. SKAGESTAD, P. MILDENSTEIN: District Heating and Cooling Connection Handbook. IEA, 2002.
8. J. WOLLERSTRANDT: Cyrkulacja ciepłej wody w świetle nowych wymagań. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja* 1999, nr 12, ss. 10–15.
9. M. KLIMCZAK: Racjonalizacja struktury węzłów ciepłowniczych. Praca doktorska, Politechnika Wroclawska, Instytut Inż. Ochr. Środow., Wrocław 2006 (praca niepublikowana).
10. J. KRYSIAK: Układ węzła ciepłnego. Patent PL. 166667 B1.

Klimczak, M., Nowak, B., Bartnicki, G. Substations Entailing One-Stage Domestic Hot Water Exchanger with Serial-Parallel District Heating Water Supply. *Ochrona Środowiska* 2010, Vol. 32, No. 1, pp. 39–43.

Abstract: One of the methods used for heat supply to buildings involves centralized systems, which are best suited to heavily urbanized areas with high energy demand. A major advantage of the centralized systems over other solutions of the heat supply problem is that they enhance the transformation of the primary energy contained in fuels into heat and electricity. The transformations of the energy market that have occurred in the past two decades necessitate extensive research aimed at improving the performance of the centralized systems. In this paper an analysis is presented of the potential application of bifunctional substations involving a one-stage domestic hot water (d.h.w.) exchanger with serial-parallel district heating water supply.

The so-called first-stage substations could be a viable alternative especially to the parallel substations commonly used. The research reported on in this paper was conducted in a real object. The results obtained were compared with those of the theoretical analysis. As for the first-stage substations, these comparisons have revealed that if the temperature of the heating water is reduced before the heat exchanger, this will lower the risk of boiler scale formation on the walls of the heat exchanger (on the side of the d.h.w. installation). The results have also shown that owing to the indirect mode of heat supply to the d.h.w. exchanger, the variations in d.h.w. temperature can be reduced (by comparison with parallel substations). The benefits are manifold: improved quality of the d.h.w. supplied, extended life of the d.h.w. flow regulating valve, and reduced flow of the network water abstracted from the heating network.

Keywords: District heating, substation, heat exchanger.