

KONIECZNOŚĆ REORGANIZACJI SYSTEMÓW CIEPŁOWNICZYCH W ŚWIETLE ZMIAN ZACHODZĄCYCH W SEKTORZE BUDOWLANO-INSTALACYJNYM

Autor: Michał Turski, Robert Sekret

("Rynek Energii" - sierpień 2015)

Słowa kluczowe: systemy ciepłownicze, budownictwo niskoenergetyczne, efektywność energetyczna, systemy rozproszone

Streszczenie. W artykule zostały zaprezentowane skutki wpływu zmian sektora budowlano-instalacyjnego na warunki pracy sieci ciepłowniczej. Intensywne modernizacje po stronie odbiorców i konieczność modernizacji po stronie wytwórców wpływają na spadek rentowności przedsiębiorstw ciepłowniczych. Dlatego też zostały zaprezentowane propozycje działań jakie należy podjąć w celu zminimalizowanie takiego trendu. Efektem pozostania konkurencyjnym przez przedsiębiorstwa ciepłownicze będzie wprowadzenie zmian w sieciach ciepłowniczych. Na tej podstawie zostały określone nowe generacje sieci ciepłowniczych oraz została przeprowadzona analiza wykazująca możliwe korzyści wynikające z przejścia na zaproponowane rozwiązania. Wykazano, że w analizowanym przypadku sieci ciepłowniczej możliwe jest osiągnięcie zmniejszenia zużycia ciepła w porównaniu do sieci istniejących o ok. 40% dla sieci o obniżonych parametrach pracy, o 70% dla sieci lokalnie scentralizowanych oraz o 110% (rozumiane jako nadwyżka energii w odniesieniu do sieci istniejących) dla autonomicznych systemów sieciowych i budynków o dodatnim potencjale energetycznym.

1. WSTĘP

Na skutek obecnej polityki Unii Europejskiej, wzrostu świadomości odbiorcy końcowego w kwestiach oszczędności energii oraz ochrony środowiska sukcesywnie prowadzone są działania obniżenia zapotrzebowania na energię pierwotną w sektorze budowlanym poprzez intensywne modernizacje obiektów istniejących, budowanie nowych obiektów o skrajnie niskim zapotrzebowaniu na energię oraz stosowanie OZE. Działania takie ze strony użytkowników przyłączonych do sieci ciepłowniczej prowadzą do powstania dwóch zasadniczych problemów: zakłócenia pracy sieci ciepłowniczej oraz zmniejszenia zainteresowania ciepłem sieciowym. W skrajnym przypadku następuje odłączenie odbiorców od sieci [1].

Dodatkowo, na podstawie liczby stopniodni oraz rocznej sprzedaży ciepła można stwierdzić, że zmieniają się na niekorzyść dla przedsiębiorstw ciepłowniczych również warunki zewnętrzne dostarczania ciepła (czas trwania ulega skróceniu oraz średnia temperatura zewnętrzna wzrasta) [2].

Aspekty te mogą spowodować znaczne pogorszenie sytuacji przedsiębiorstw ciepłowniczych na rynku ciepła.

2. ZMIANY W SEKTORZE BUDOWLANO-INSTALACYJNYM

Budynki przyłączane obecnie do sieci ciepłowniczej charakteryzują się wskaźnikiem obliczeniowego, rocznego zapotrzebowania na ciepło poniżej 80 kWh/(m² rok). Wskaźnik ten dla budynków już przyłączonych wynosi średnio prawie dwa razy więcej. Na tej podstawie przewidywane jest dalsze obniżenie dynamiki wzrostu sprzedaży ciepła.

Wprowadzenie nowych standardów energetycznych budynków zostało przeanalizowane w wielu artykułach, dotyczących m.in.: budynków niskoenergetycznych [3], budynków efektywnych energetycznie [4], budynków zero emisyjnych oraz budynków o dodatnim potencjale energetycznym [5]. Jednak opisane rozwiązania dotyczą głównie aspektów budowlanych, czy rozwiązań technicznych instalacji wewnętrznych, a nie możliwości przyłączenia budynków do sieci ciepłowniczej.

Sprawą oczywistą jest, że przedsiębiorstwa ciepłownicze ustalają cenę dostawy ciepła w taki sposób aby pokryć zwiększające się koszty w grupie odbiorców. Oznacza to, że obniżenie zapotrzebowania na ciepło, związane z podniesieniem standardu energetycznego budynków, kompensowane jest przez podniesienie końcowej ceny ciepła. Istotnym aspektem ekonomicznym jest to, że koszty ponoszone przez użytkownika nie mogą przekroczyć akceptowalnego poziomu. W przeciwnym przypadku następuje odłączenie się odbiorców od sieci i przejście na indywidualne alternatywne źródła. Jeszcze ważniejszym jest zachęcenie innych potencjalnych odbiorców do przyłączenia się do sieci, o czym również decyduje aspekt ekonomiczny.

Na tej podstawie można stwierdzić, że dalszy rozwój systemów ciepłowniczych zakłada znaczne oszczędności energii oraz dużą niezawodność [6] tak aby pozostać konkurencyjnym z alternatywnymi rozwiązaniami indywidualnymi.

3. PRZEWIDYWANE KIERUNKI ROZWOJU

Według opracowań [6,7] systemy ciepłownicze stanowią szczególnie interesujący element przyszłych systemów zrównoważonego wytwarzania energii. Jednak aby tak się stało wymagają radykalnych zmian w kierunku znacznego obniżenia parametrów pracy sieci ciepłowniczej, odpowiadających budynkom niskoenergetycznym. Ponadto przewidywane w przyszłości jest zintegrowanie systemów ciepłowniczych w hybrydowe systemy energetyczne pozwalające na kombinowane połączenie i jednoczesne koordynowanie sieci elektroenergetycznej, ciepłowniczej, chłodniczej oraz gazowej.

Jest to plan docelowy. Żeby móc go zrealizować należy w pierwszej kolejności maksymalnie wykorzystywać i modernizować istniejące instalacje i źródła ciepła oraz równolegle projek-

tować i wdrażać rozwiązania nowe, dostosowane do paliw przyszłości i odnawialnych form energii.

Obecne regulacje prawne, mające na celu maksymalne wykorzystanie i usprawnienie istniejącej infrastruktury [8] sprzyjają źródłom scentralizowanym umożliwiającym lokalną produkcję ciepła i chłodu. Na tej podstawie efektywny system ciepłowniczy i chłodniczy oznacza, że do produkcji ciepła lub chłodu wykorzystuje się 50% energii ze źródeł odnawialnych, lub przynajmniej 50% ciepła odpadowego, lub przynajmniej 75% ciepła pochodzącego z kogeneracji, lub przynajmniej 50% z połączenia tych źródeł [2].

A zatem efektywny system ciepłowniczy i chłodniczy powinien wytwarzać ciepło i chłód sieciowy przy udziale kogeneracji, być wyposażony w efektywne źródła z wysokosprawną kogeneracją lub sieć ciepła i chłodu, jeżeli moc źródła albo moc zamówiona jest większa niż 20 MW, wykorzystywać ciepło odpadowe z instalacji przemysłowych [2].

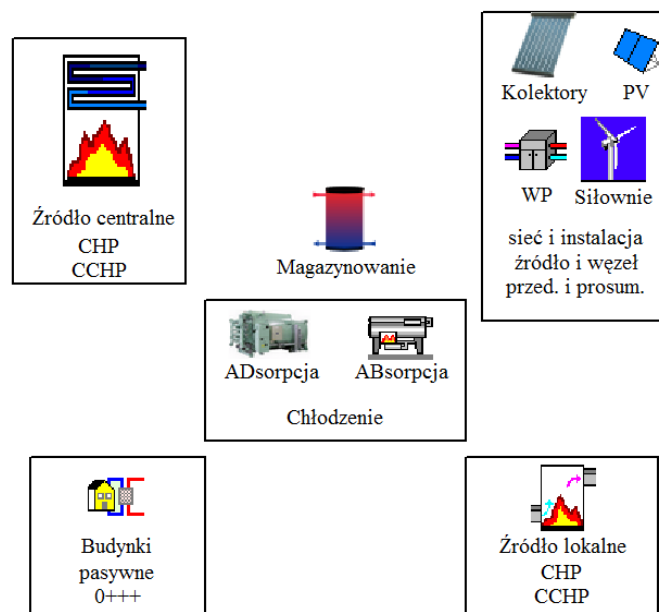
Ostatecznie można stwierdzić, że poprzez wprowadzanie przepisów prawa Unii Europejskiej dotyczących ochrony powietrza, efektywności energetycznej oraz OZE w Polsce oczekuje się intensywnych procesów modernizacyjnych. W związku z tym przedsiębiorstwa ciepłownicze będą musiały zwiększyć sprawność wykorzystania paliwa poprzez kogenerację, zwiększyć ilość rodzajów paliwa, w zależności od zasobów lokalnych (biomasa, odpady, gaz ziemny), zmaksymalizować wykorzystanie lokalnego potencjału energetyki odnawialnej i ciepła odpadowego, ograniczyć emisję zanieczyszczeń do powietrza, rozbudować oferty dla użytkownika.

Konkretne rozwiązania techniczne, które mogą być zastosowane przez przedsiębiorstwa ciepłownicze w celu zachowania powyższych warunków zostały opisane poniżej. Jednym z rozwiązań jest obniżanie parametrów wody sieciowej dla bloków CHP, co zwiększa (przy osiągalnych w kotłach elektrociepłowni parametrach pary wodnej) ilość wyprodukowanej w skojarzeniu z ciepłem energii elektrycznej, tym samym podnosząc sprawność procesu. Kolejne rozwiązanie to stosowanie zasobników ciepła, co wydłuża czas pracy elektrociepłowni w skojarzeniu i jednocześnie ogranicza wahania zapotrzebowania mocy cieplnej systemu ciepłowniczego. Innym może być wykorzystanie ciepła dla potrzeb produkcji energii chłodniczej w systemowych sorpcyjnych lub wykorzystanie pasywnych, naturalnych systemów chłodniczych. Dalej, wykorzystanie ciepła produkowanego z biomasy będącej produktem działalności człowieka: biogazu powstającego w komunalnych oczyszczalniach ścieków oraz składowiskach odpadów komunalnych, a także ciepła produkowanego w zakładach termicznej utylizacji odpadów komunalnych. Ponadto istotne jest wykorzystanie ciepła produkowanego w wysokotemperaturowych kolektorach słonecznych oraz wykorzystanie ciepła geotermalnego.

Można zatem zdefiniować kierunki rozwoju ciepłownictwa następująco, co zostało zaprezentowane na rysunku 1. W najbliższym czasie przewidywany jest rozwój ciepłownictwa w kierunku źródeł kogeneracyjnych oraz mikrokogeneracji.

Kolejnym ważnym aspektem będzie wykorzystanie paliw odnawialnych w postaci biogazu, biomasy, wykorzystanie OZE za pośrednictwem pomp ciepła (energia geotermalna), magazynowanie ciepła, wykorzystanie energii wiatrowej oraz energii słonecznej.

Następnym realnym krokiem w perspektywie czasu może być wprowadzenie systemów trójgeneracyjnych, zakładających produkcję i dostawę elektryczności, ciepła i chłodu. Działanie takie przybliżyłoby system ciepłowniczy do wyrównania zapotrzebowania mocy poza sezonem grzewczym. Jednak jest to w zasadzie ostatni etap, który może być rozważany w perspektywie krótkoterminowej, a przy obecnych przeszkodach formalno-prawnych, zbyt dużym koszcie wytwarzania chłodu oraz braku dostatecznej wiedzy na temat rozwiązań technicznych przesądza się w perspektywę długoterminową [7].



Rys.1. Schemat ideowy nowoczesnego rozwiązania sieci ciepłowniczej

4. INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA SIECI CIEPŁOWNICZYCH

4.1. Znane generacje sieci ciepłowniczych i chłodniczych

Można stwierdzić, że obecnie znane są zasadniczo trzy generacje sieci ciepłowniczych. Od początku XX w. pierwszą generacją sieci ciepłowniczych były sieci z parą jako medium do transportu ciepła.

Druga generacja sieci ciepłowniczych, o czynniku zasilającym wysokiego ciśnienia i temperaturze zasilania powyżej 100°C, stosowana była w latach 30-70 XX w. Rozwiązania

takie często można jeszcze spotkać w Europie wschodniej, w tym w Polsce jako starsze elementy miejskich sieci ciepłowniczych.

Trzecia generacja sieci ciepłowniczych, wysokiego ciśnienia i temperaturze zasilania poniżej 100°C, była wprowadzana na szeroką skalę w latach 80 XX w. i jest stosowana do dzisiaj. Generacja ta, będąca standardem w zachodniej części Europy, w części wschodniej, również w Polsce, jest jeszcze rzadkością. Powodami zastosowania takiego rozwiązania były przede wszystkim oszczędność energii i możliwości lepszego wytwarzania energii w skojarzeniu (CHP) oraz kryzys olejowy i przejście na tańsze paliwa (węgiel, biomasa, odpady). Obniżenie parametrów pracy sieci dało możliwości do pierwszych prób przyłączenia OZE do sieci w postaci ciepła geotermalnego oraz energii słonecznej.

Przez ostatnie 120 lat w systemach ciepłowniczych obserwowany jest ten sam trend – obniżanie parametrów pracy sieci, a co za tym idzie mniejsze straty ciepła i nowe możliwości zasilania sieci. Dlatego też przewiduje się [9] powstanie sieci ciepłowniczych czwartej generacji pracujących na niskich parametrach czynnika zasilającego.

Sieci chłodnicze podobnie można podzielić na trzy znane dotąd generacje. Pierwszą generacją był rurociąg chłodniczy gdzie zastosowano zdecentralizowane parowniki, a skraplacze były usytuowane centralnie. W drugiej generacji chłód był wytwarzany centralnie przez duże chłodnicze jednostki mechaniczne i przesyłany siecią chłodniczą. Trzecia generacja wykorzystywała chłodziarki absorpcyjne, chłodzenie naturalne z jezior, magazyny chłodu, jednostki mechaniczne z odzyskiem ciepła. Jednak wiele z tych systemów przestało być stosowanych po wprowadzenie protokołu z Montrealu dotyczącego zakazu emisji freonów.

Nowe systemy chłodzenia czwartej generacji można definiować jako hybrydowe systemy chłodnicze zintegrowane z innymi sieciami przepływu energii [9]. Ponadto istnieją jeszcze możliwości decentralizacji produkcji chłodu, wciąż przy zasilaniu z sieci ciepłowniczej oraz wprowadzenie nowych rozwiązań technicznych, jak chociażby zastąpienie chłodziarek absorpcyjnych adsorpcyjnymi, które pracują na niższych parametrach czynnika zasilającego.

4.2. Decentralizacja – centralizacja lokalna

Obecne regulacje prawne sprzyjają źródłom scentralizowanym, jednak w przyszłości znacznie większe korzyści energetyczne mogą zostać uzyskane poprzez decentralizację źródeł ciepła, co będzie pierwszym krokiem do wprowadzenia nowych generacji sieci ciepłowniczych. Zatem może okazać się, że alternatywną drogą rozwoju przedsiębiorstw ciepłowniczych będzie decentralizacja (w rozumieniu centralizacji lokalnej mikrosieci) oraz konieczność zmniejszenia mocy źródeł wytwórczych. Mogłoby to skutkować nowoczesnością rozwiązań oraz zmniejszeniem strat przesyłu. Istotnym aspektem wydaje się być zachowanie własności lokalnych mikrosieci i źródeł ciepła po stronie przedsiębiorstw ciepłowniczych.

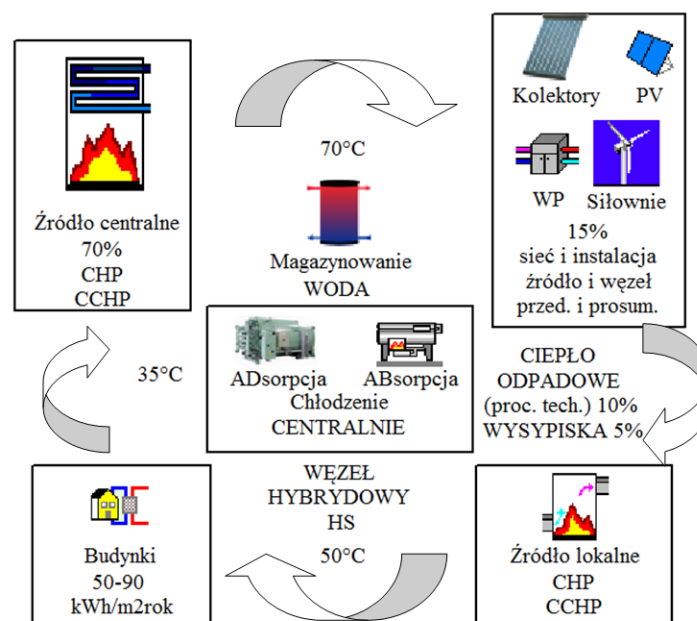
4.3. Nowe generacje sieci ciepłowniczych

Ocenia się, że istotnym elementem sieci przyszłości będą hybrydowe systemy energetyczne pozwalające na kombinowane połączenie i jednocześnie koordynowanie sieci elektroenergetycznej, cieplnej, chłodniczej oraz gazowej w celu znalezienia optymalnego rozwiązania dostaw energii, dla indywidualnych sektorów, jak również uwzględniając optymalne warunki pracy samego systemu. Na tej podstawie został zaproponowany podział przyszłych generacji sieci ciepłowniczych, łączących w sobie idee integracji poszczególnych nośników energii pierwotnej i przetworzonej.

4G-hybrydowe sieci ciepłownicze o obniżonych parametrach pracy

Hybrydowe systemy ciepłownicze rozumiane są jako systemy wielopaliwowe idące w kierunku idei „symbio cities”. Realizacja idei hybrydowej sieci ciepłowniczej wymaga tworzenia w komunalnych systemach energetycznych struktur poziomych. Oznacza to konieczność wprowadzenia miejskich przedsiębiorstw infrastrukturalnych, skupiających przedsiębiorstwa ciepłownicze, wodno-kanalizacyjne, gazownicze, elektroenergetyczne i zarządzających odpadami komunalnymi.

Oprócz działań formalno-technicznych, można zdefiniować cechy strukturalne hybrydowych sieci ciepłowniczych o obniżonych parametrach pracy. Rozwiązanie ideowe sieci 4G zostało zaprezentowane na rysunku 2.

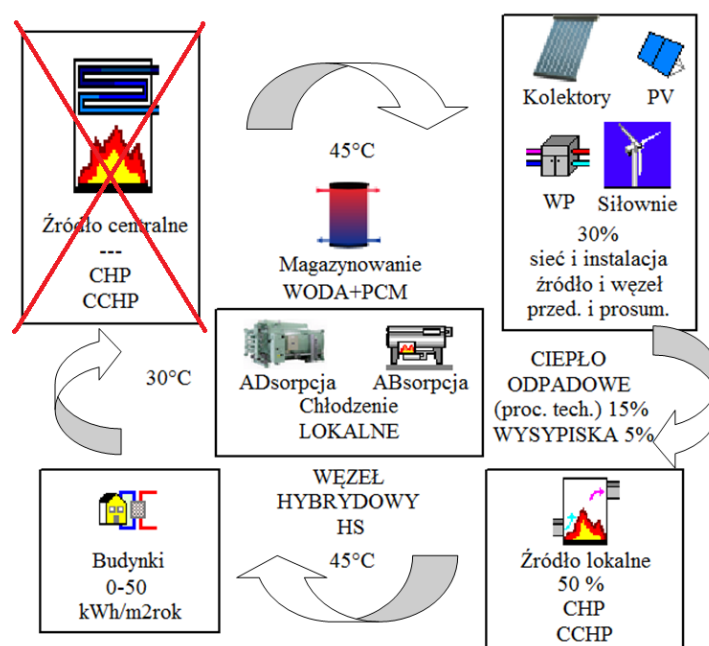


Rys. 2. Schemat ideowy hybrydowej sieci ciepłowniczej 4G o obniżonych parametrach pracy

Sieć ciepłownicza 4G będzie wykorzystywała węzły hybrydowe do przyłączenia OZE. W sieci takiej ok. 70% ciepła będzie wytwarzane za pośrednictwem paliw konwencjonalnych, 15% z OZE, 10% z ciepła odpadowego i 5% z przetworzenia odpadów. Parametry pracy sieci mogą wynosić 70/30°C oraz instalacji 55/35°C. Przewiduje się chłodzenie centralne oraz lokalnie scentralizowane, częściowo zasilane z OZE. Magazynowanie ciepła będzie odbywać się w zasobnikach wodnych centralnych oraz zdecentralizowanych. System będzie kontrolowany za pośrednictwem regulacji pogodowej na źródle i węzłach ciepłowniczych.

5G-decentralizacja sieci ciepłowniczych na mikrosieci

Perspektywa przejścia z obecnych systemów dostaw energii opartych o paliwa kopalne do hybrydowych systemów ciepłowniczych wymaga zmiany sposobu myślenia oraz sposobu projektowania. Konieczne jest uwzględnienie zmienności produkowanej energii ze źródeł odnawialnych, zintegrowanie sieci z nowoczesnymi magazynami energii, szczególne uwzględnienie sektora transportu energii i jego integracja z wytwarzaniem i zużyciem energii. Oczywiście piąta generacja systemów ciepłowniczych uwzględnia wcześniej wprowadzone rozwiązania odnośnie hybrydowych sieci ciepłowniczych o obniżonych parametrach pracy, być może częściowo wykorzystując ich strukturę. Rozwiązanie ideowe sieci ciepłowniczej 5G zostało zaprezentowane na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat ideowy lokalnie scentralizowanej hybrydowej sieci ciepłowniczej 5G

Lokalnie scentralizowana sieć ciepłownicza będzie wykorzystywała węzły hybrydowe do przyłączenia OZE. W sieci takiej ok. 50% ciepła będzie wytwarzane za pośrednictwem paliw

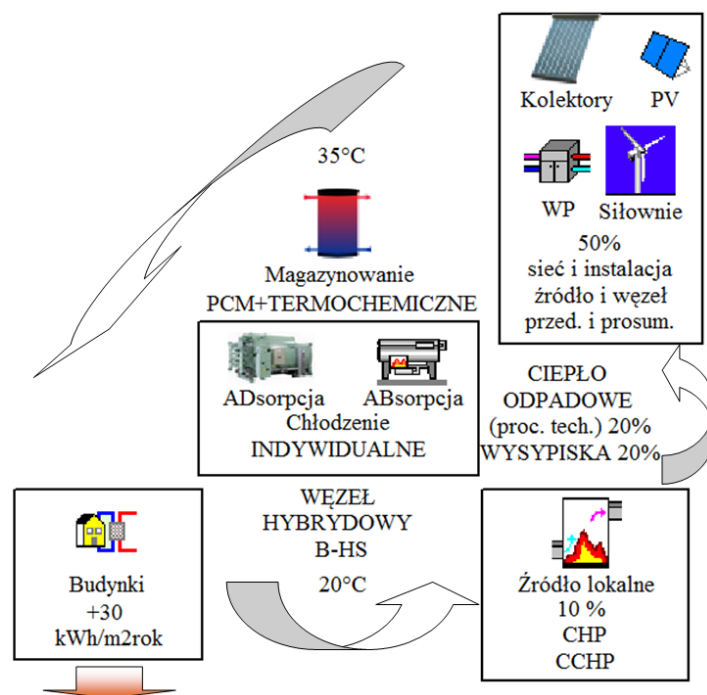
konwencjonalnych, 30% z OZE, 15% z ciepła odpadowego i 5% z przetworzenia odpadów. Parametry pracy sieci mogą wynosić 45/25°C oraz instalacji 40/30°C. Przewiduje się chłodzenie wyłącznie lokalnie scentralizowane całkowicie zasilane OZE. Magazynowanie ciepła będzie odbywać się za pośrednictwem materiału PCM, rzadziej w zasobnikach wodnych. System będzie kontrolowany za pośrednictwem pełnej regulacji pogodowej zarówno na źródle, węzłach, jak również regulacji uwzględniającej profile użytkowników sieci.

6G-sieci autonomiczne, bez źródeł ciepła oparte na połączeniu budynków o dodatnim potencjale energetycznym 0+

Może okazać się, że alternatywną drogą rozwoju przedsiębiorstw ciepłowniczych będzie przejście do autonomicznego systemu wytwarzania energii opartego prawie całkowicie na OZE. System taki tworzyłyby układy zdecentralizowane w postaci indywidualnych wytwórców energii lub lokalnie scentralizowanych. Do tego celu konieczne jest również maksymalne wykorzystanie ciepła odpadowego oraz ciepła pochodzącego z procesów przetwarzania i utylizacji odpadów.

Aby osiągnąć taki stan rzeczy przyszła nowa infrastruktura systemów ciepłowniczych powinna być projektowana z uwzględnieniem nowych paliw i postaci energii wprowadzanych do nowoczesnej, hybrydowej sieci ciepłowniczej.

W przypadku budynków o dodatnim potencjale energetycznym 0+ głównym komponentem pozwalającym na realizację strategii hybrydowej sieci ciepłowniczej jest źródło energii. Jego zadaniem jest nie tylko zapewnienie przepływu energii w budynku pozwalającym na utrzymanie parametrów komfortu użytkownika, ale umożliwiającym również wyprowadzenie nadmiaru energii wytworzonej w budynku do zewnętrznych systemów sieciowych łączących poszczególne źródła energii. Rozwiązanie ideowe sieci ciepłowniczej 6G zostało zaprezentowane na rysunku 4. Autonomiczna hybrydowa sieć ciepłownicza będzie wykorzystywała węzły hybrydowe w nowszej postaci (budynki jako węzły) do przyłączenia OZE i integracji różnych form przesyłu energii. W sieci takiej ok. 10% ciepła będzie wytwarzane za pośrednictwem paliw konwencjonalnych, 50% z OZE, 20% z ciepła odpadowego i 20% z przetworzenia odpadów. Parametry pracy sieci mogą wynosić 35/20°C. Przewiduje się chłodzenie indywidualne lub lokalnie scentralizowane, całkowicie zasilane z OZE. Magazynowanie ciepła będzie odbywać się za pośrednictwem materiału PCM oraz przemian termodynamicznych. System będzie kontrolowany za pośrednictwem pełnej regulacji pogodowej zarówno na źródle, węzłach, jak również regulacji uwzględniającej profile użytkowników sieci.



Rys. 4. Schemat ideowy autonomicznej hybrydowej sieci ciepłowniczej 6G

5. CHARAKTERYSTYKI NOWYCH ROZWIĄZAŃ

5.1. Opisy sieci ciepłych

Dla celów porównawczych, określenia efektów i zasadności zastosowania hybrydowych sieci ciepłowniczych zostały opracowane tabele charakteryzujące najważniejsze parametry sieci przyszłości tj.: temperatura zasilania sieci wysokoparametrowej t_z , temperatura powrotu sieci wysokoparametrowej t_p , temperatura zasilania sieci niskoparametrowej t_{zw} , temperatura powrotu sieci wysokoparametrowej t_{pw} , średni wskaźnik zapotrzebowania energii pierwotnej budynków zasilanych z sieci ciepłowniczej EP, dodatkowe funkcje węzła ciepłego realizujące ideę hybrydowego, kombinowanego węzła ciepłego HS, wykorzystanie ciepła odpadowego, przyłączenie OZE, wykorzystanie ciepła ze spalania odpadów lub produkcji biogazu na wysypiskach, sposób chłodzenia budynków, magazynowanie, system kontroli. Charakterystyki poszczególnych sieci zostały przedstawione w tabeli 1, w kolejności sieci ciepłowniczej istniejącej (warunków odniesienia), generacji 4G, 5G i 6G.

Tabela 1. Charakterystyki istniejącej i hybrydowych sieci ciepłowniczych

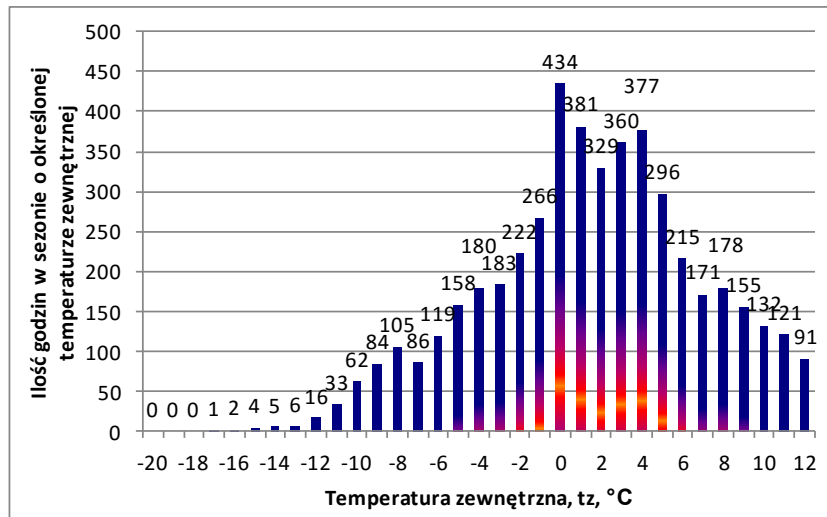
| KATEGORIA | ISTNIEJĄCA | 4G | 5G | 6G |
|--|--|--|--|--|
| t_z °C | 135 | 70 | 45 | 35 |
| t_p °C | 60 | 30 | 25 | 20 |
| t_{zw} °C | 95 | 50 | 40 | - |
| t_{pw} °C | 70 | 35 | 30 | - |
| EK kWh/(m ² rok) | 90-350 | 50-90 | 0-50 | nadmiar +30 |
| EP kWh/(m ² rok) | 99-383 | 44-79 | 0-33 | - |
| węzły ciepłne | funkcja c.o. oraz c.w.u. | HS | HS | B-HS |
| konwencjonalne | 90 % | 70 % | 50 % | 10 % |
| ciepło odpadowe z procesów tech. | 3% | 10 % | 15 % | 20 % |
| OZE | 5% instalacje pilotażowe: kolektory słoneczne, biomasa | 15 % kolektory słoneczne, PV, siłownie wiatrowe biomasa, geotermia | 30 % kolektory słoneczne, PV, siłownie wiatrowe biomasa, geotermia | 50 % kolektory słoneczne, PV, siłownie wiatrowe biomasa, geotermia |
| ciepło z odpadów i biogazu - wysypiska | 2% | 5 % | 5 % | 20 % |
| chłodzenie | brak | centralne lub lokalnie scentralizowane | lokalnie scentralizowane | indywidualne lub lokalnie scentralizowane |
| magazynowanie | zasobniki wodne źródło | zasobniki wodne źródło + węzły | zasobniki wodne, materiały PCM | materiały PCM oraz termochemiczne |
| kontrola | tabele temperaturowe | regulacja pogodowa źródło + węzły | pełna regulacja pogodowa oraz profile użytkowników | pełna regulacja pogodowa oraz profile użytkowników |

Przykładowa, reprezentatywna sieć ciepłownicza występująca na terenie miejskim została scharakteryzowana jako sieć zaopatrująca w ciepło ok. 140 tys. osób. System zlokalizowany jest w III strefie klimatycznej, a zatem obliczeniowa wartość temperatury powietrza zewnętrznego wynosi -20 °C. Średni wskaźnik powierzchni użytkowej wynosi 20 m²/osobę. Dominująca zabudowa budynków przyłączonych do sieci to budynki czterokondygnacyjne o wartości jednostkowego zapotrzebowania ciepła 83 W/m². Dla tak scharakteryzowanej sieci ciepłowniczej obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do celów ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej wynosi 450 MW (w tym ogrzewanie 291 MW).

5.2. Analiza

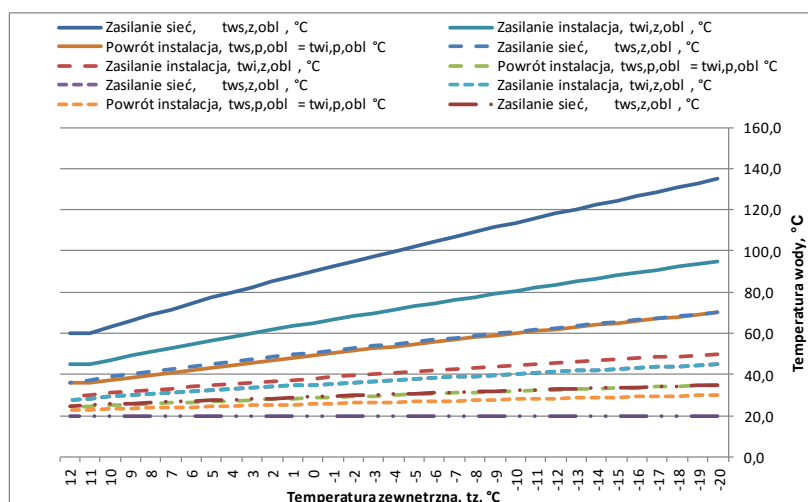
Do wykonania obliczeń wykorzystano równania regulowania rozkładu temperatury wody sieciowej zawarte w pracy [10]. Na podstawie danych klimatycznych dla Polski, wyznaczonych jako dane dla roku standardowego, została określona godzinowa częstość występowania

temperatur z zakresu regulacji sieci ciepłowniczej (od -20°C do $+12^{\circ}\text{C}$) w okresie przyjętego sezonu grzewczego (od października do kwietnia). Dane te zostały zaprezentowane na rysunku 5.



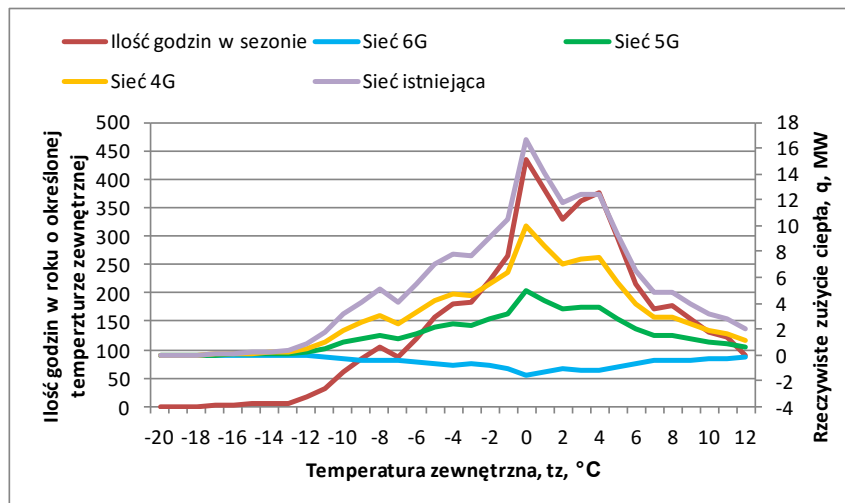
Rys. 5. Godzinowa częstość występowania temperatur z zakresu regulacji sieci ciepłowniczej

W celu określenia charakterystyk pracy sieci ciepłowniczej zostały wykorzystane krzywe grzania w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego. Dla każdej generacji sieci ciepłowniczej zostały przedstawione krzywe grzania temperatury zasilania po stronie sieci, a więc wysokich parametrów. Podobnie było w przypadku temperatury zasilania po stronie instalacji, a więc niskich parametrów. Temperatry powrotu zarówno po stronie sieci jak i instalacji były wartościami wynikowymi dostarczenia ciepła do odbiorców końcowych. Krzywe grzania dla poszczególnych generacji sieci ciepłowniczych zostały zaprezentowane na rysunku 6.



Rys. 6. Krzywe grzania dla poszczególnych generacji sieci ciepłowniczych

Na tej podstawie zostały wyznaczone obliczeniowe przewidywane wartości strumieni ciepła do pokrycia potrzeb odbiorców końcowych w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego. Analiza zakładała częstość występowania temperatury powietrza zewnętrznego na podstawie roku standardowego. Pozwoliło to na wyznaczenie obliczeniowej wartości planowanego zużycia ciepła przez użytkowników końcowych, co zostało przedstawione na rysunku 7.



Rys. 7. Rzeczywiste planowane zużycie ciepła przez użytkowników końcowych

Na tej podstawie można stwierdzić, że projektowa wartość zapotrzebowania na ciepło jest większa o ok. 41% niż obliczeniowa wartości planowanego zużycia ciepła. Oznacza to, że sieć ciepłownicza jest narażona na nieuzasadnione straty ciepła, czy to z uwagi na zbyt wysokie parametry pracy, czy na zwiększone średnice rurociągów.

Niezwykle istotne jest to, że planowany (zgodnie z założeniami) rozwój sieci ciepłowniczych może pozwolić na osiągnięcie zmniejszenia zużycia ciepła, w porównaniu do sieci istniejących, o 40% dla sieci 4G, 70% dla sieci 5G oraz 110% dla sieci 6G. Wartość 110% w ostatnim przypadku jest wynikiem nadwyżki energii po stronie budynków o dodatnim potencjale energetycznym.

Tak zapowiadająca się prognoza zmian wskazuje na to, że nieuniknione jest znaczne zmniejszenie sprzedaży ciepła przez przedsiębiorstwa ciepłownicze. Wydaje się, że jedyną drogą utrzymania rentowności w perspektywie długoterminowej jest zmiana filozofii działania. Nie jest najważniejsza ilość sprzedawanego ciepła, a jego jakość. Koszty wytworzenia i przesyłu ciepła przy obecnej filozofii jego sprzedaży nie mogą nawet być konkurencyjne w porównaniu do nowych rozwiązań zaprezentowanych w tym artykule. Jednak można temu przeciwdziałać zmniejszając koszty wytwarzania ciepła, stopniowo wprowadzając nowoczesne rozwiązania sieci 4G, 5G, 6G.

6. PODSUMOWANIE

Drogą do stworzenia podstaw hybrydowych sieci ciepłowniczych jest dostosowanie parametrów pracy, technologii i sposobu kontroli sieci do możliwości integracji z innymi formami przesyłu energii takimi jak sieć: elektroenergetyczna, chłodnicza oraz gazowa. Dlatego też nowoczesne sieci ciepłownicze będą musiały spełniać takie wymagania jak: jednoczesne zapotrzebowanie w niskotemperaturowe ciepło do ogrzewania i podgrzewu c.w.u. budynków istniejących, termomodernizowanych i nowych-energooszczędnych; małe straty ciepła na przesył; pozyskiwanie ciepła odpadowego oraz niskotemperaturowego ciepła ze źródeł odnawialnych; odpowiednie metody planowania i określania rentowności inwestycji zarówno w istniejących systemach, które mają zostać zmodernizowane, jak również w nowoplanowanych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że: obecnie projektowa wartość zapotrzebowania na ciepło, w przypadku analizowanej sieci ciepłowniczej, była większa o 41% od obliczeniowej wartości planowanego zużycia ciepła, co skutkuje nieuzasadnionymi stratami ciepła.

W analizowanym przypadku możliwe jest osiągnięcie zmniejszenia zużycia ciepła w porównaniu do sieci istniejących o 40% dla sieci 4G, o 70% dla sieci 5G oraz o 110% dla sieci 6G.

Należy zwracać szczególną uwagę na fakt coraz mniejszej sprzedaży ciepła przez przedsiębiorstwa ciepłownicze. Sposobem na utrzymanie rentowności przedsiębiorstw ciepłowniczych w perspektywie długoterminowej jest zmiana filozofii ich działania i sprzedaży ciepła. Aby zapobiegać spadkowi sprzedaży ciepła należy rozszerzać ofertę przedsiębiorstw ciepłowniczych, a taką możliwość dają hybrydowe sieci ciepłownicze

LITERATURA

- [1] Zhao Y., Lu Y., Yan C., Wang S.: *MPC-based optimal scheduling of grid-connected low energy buildings with thermal energy storages*. Energy and Buildings, 86:415–426, 2015.
- [2] Regulski B., Ziembicki P., Bernasiński J., Węglarz A.: *Rynek ciepłowniczy w Polsce*. Rynek Energii 4(113):9–16, 2014.
- [3] Georges L., Massart C., Moeseke G., Herde A.: *Environmental and economic performance of heating systems for energy-efficient dwellings: Case of passive and low-energy single-family houses*. Energy Policy, 40:452–464, 2012.

- [4] Furtak M., Fedorczyk-Cieślak M.: *Budownictwo samowystarczalne energetycznie w strategii województwa małopolskiego*. Architektura, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 11:63–73, 2011.
- [5] Nielsen S., Möller B.: *Excess heat production of future net zero energy buildings within district heating areas in Denmark*. Energy, 48:23–31, 2012.
- [6] Connolly D, Lund H, Mathiesen BV, Werner S, Möller B, Persson U, et al.: *Heat roadmap Europe: combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system*. Energy Policy, 65:475–489, 2014.
- [7] Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach: *Rozwój systemu ciepłowniczego w regionie, „Program poprawy efektywności inwestycyjnej i operacyjnej konurbacji śląsko-dąbrowskiej i współpracujących jednostek wytwórczych”*, 2012.
- [8] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej.
- [9] Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen S., Thorsen J., Hvelplund F., Mathiesen B.: *4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems*. Energy, 68:1–11, 2014.
- [10] Sekret R.: *Efekty środowiskowe systemów zaopatrzenia budynków w energię*, seria Monografie nr 237, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2012.

THE NEED TO REORGANIZE DISTRICT HEATING SYSTEMS IN THE LIGHT OF CHANGES TAKING PLACE IN THE BUILDING SECTOR

Key words: district heating systems, low energy buildings, energy efficiency, distributed systems

Summary. The article presents effects of the impact of changes in construction and installation sector on district heating network working conditions. Intensive modernization by customers and the need to modernize by producers contributing to the fall in profitability of heating companies. Therefore, there were presented proposals for action to be taken in order to minimize this trend. The result to remain competitive by heating companies will be introducing changes to the district heating networks. On that basis were set out new generations of heating networks and were conducted analysis of the possible benefits of a change to proposed solutions. It has been shown that in the case in the district heating network can be achieved to reduce heat consumption, compared to the existing network, of approx. 40% for network with reduced parameters, 70% for the network locally centralized, and 110% (defined as the excess of energy for the existing network) for autonomous network systems and buildings with positive energy potential.

Michał Turski, dr inż., Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Katedra Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji, adiunkt, dyscyplina naukowa – inżynieria środowiska, zainteresowania naukowe: symulacje systemów zaopatrzenia budynków w energię (TRNSYS)

e-mail: mturski@fluid.is.pcz.pl

Robert Sekret, prof. dr hab. inż., Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Katedra Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji, profesor zwyczajny, dyscyplina naukowa – inżynieria środowiska i energetyka, zainteresowania naukowe: systemy i technologie zaopatrzenia budynków w energię,

e-mail: rsekret@is.pcz.czest.pl