

Anna LUDYNIA*

Zastosowanie *smart grids* w ciepłownictwie

STRESZCZENIE. Celem artykułu jest wskazanie na możliwości jakie może zaoferować implementacja inteligentnych sieci (ang. *smart grids*) w centralnych sieciach ciepłowniczych na tle tendencji, jakie zachodzą w zapotrzebowaniu na ciepło w gospodarce.

Punktem wyjścia rozważań jest konstatacja o konieczności zmian w systemie funkcjonowania sieci ciepłowniczych ze względu na wymagania współczesnej gospodarki, europejskiej polityki energetycznej oraz poprawę kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw ciepłowniczych.

Powyższy cel opracowania determinuje teza, że warunkiem poprawy działania systemu ciepłowniczego i możliwości jego rozwoju w trudnych warunkach ekonomicznych jest konieczność podjęcia działań mających na celu dostosowanie się do potrzeb odbiorców i współczesnej polityki europejskiej poprzez implementację nowych technologii energetycznych, co gwarantują inteligentne sieci ciepłownicze (*smart grids*).

Artykuł zawiera tendencje zmian, jakie zachodzą w zapotrzebowaniu na energię ciepłą w gospodarce, sposób działania inteligentnego systemu w ciepłownictwie oraz implikacje, jakie mogą powstać w wyniku wprowadzenia inteligentnych sieci (*smart grids*) do systemu ciepłowniczego.

Opracowanie oparte zostało na literaturze polskiej, angielskiej i francuskiej, analizie danych statystycznych oraz na wywiadach ze specjalistami z zakresu tematyki inteligentnych sieci energetycznych.

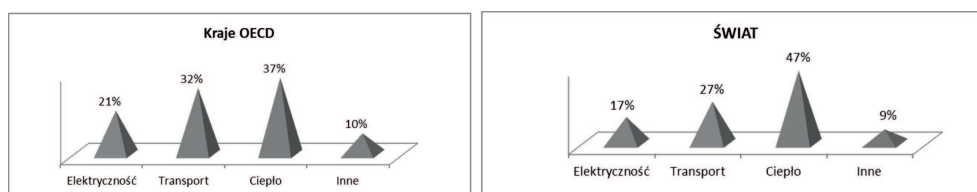
W zakończeniu opracowania znajdują się istotne wnioski z przeprowadzonych rozważań i analiz.

SŁOWA KLUCZOWE: innowacja, technologie energetyczne, energetyka, ciepłownictwo, *smart grids*

* Dr – Politechnika Łódzka; e-mail: a.ludynia@interia.pl

Wprowadzenie

W ostatnim czasie tematyka bezpieczeństwa energetycznego, oszczędności i efektywności energetycznej oraz rozwoju nowych technologii energetycznych zajmuje szczególne miejsce w dyskusjach nad rozwojem gospodarczym, konkurencyjnością i ochroną środowiska państw UE jak i całego świata. Ciepłownictwo w tym względzie posiada także duże znaczenie ekonomiczne jak i istotny wpływ na europejskie i globalne bezpieczeństwo energetyczne, co pokazują poniższe wykresy (rys. 1).



Rys. 1. Udział ciepła w ogólnej konsumpcji energii w krajach OECD oraz całego świata w 2011 r.
Źródło: Statistics and analysis, IEA 2011

Fig. 1. The share of heat in the total energy consumption in the OECD countries and the entire world in 2011

Sposób wytwarzania ciepła i jego dostępność oraz sposób wykorzystywania wyprodukowanej energii wpływa na jakość życia społeczeństwa, środowisko naturalne oraz gospodarkę.

W związku z powyższym ważne jest, aby w miarę narastania problemów związanych ze zmianami klimatycznymi i rosnącymi cenami ciepła jak i energii elektrycznej, wymagane było stosowanie nowych, innowacyjnych rozwiązań dla zagwarantowania zrównoważonego poziomu rozwoju gospodarczego w przyszłości i zapewnienia komfortu dla odbiorców indywidualnych i przemysłowych.

Optymalizacji dostaw ciepła i chłodu poświęca się zbyt mało uwagi w literaturze energetycznej, a przecież stanowi ono prawie połowę konsumpcji całkowicie wyprodukowanej energii finalnej na świecie. W Europie w 2011 r. udział ciepła w konsumpcji energii ogółem był na poziomie 37%, energii elektrycznej – 21%, a transportu – 32%) (International Energy Agency 2011).

Polska jest jednym z europejskich liderów w dziedzinie ciepła sieciowego. W Unii Europejskiej tylko Łotwa, Dania, Litwa i Estonia mają większy odsetek obywateli korzystających z ciepła systemowego (Rynek Ciepła w Polsce 2012).

Główne zalety centralnej produkcji ciepłowniczej to m.in.:

- ✧ lepsza ochrona środowiska naturalnego, gdzie można wykorzystać do 75% energetyki odnawialnej,
- ✧ indywidualny odbiorca ciepła nie potrzebuje instalować własnego generatora ciepła, który najczęściej jest uciążliwy dla środowiska naturalnego; musi jedynie zapewnić wewnętrzny system dystrybucji,
- ✧ centralny system ciepłowniczy zapewnia większe bezpieczeństwo i pozwala uniknąć wybuchu, wycieku gazu lub pożaru,

- ✧ eliminuje koszty utrzymania infrastruktury ciepłowniczej, tj. koszty obsługi i koszty konserwacji,
- ✧ koszty ogrzewania centralnego w przeliczeniu na 1 m² powierzchni budynku są niższe zarówno pod względem ekonomicznym jak i środowiskowym (<http://www.sccu-colmar.fr/>).

W związku z powyższym w ramach niniejszego opracowania prowadzone są rozważania co do zjawisk, jakie zachodzą w branży ciepłowniczej oraz korzyści, jakie może przynieść w związku z tym proces implementacji technologii inteligentnych sieci między innymi w celu polepszenia kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw ciepłowniczych, a także powstania w przyszłości nowoczesnego systemu ciepłowniczego, który będzie w istotny sposób podwyższał bezpieczeństwo energetyczne kraju.

1. Trendy zmian w zapotrzebowaniu na energię ciepłą

W ostatnim czasie można zauważyć wyraźny trend zmniejszania zamówień na energię ciepłą przeciętnie od 2006 r. o 1,39%, na co wskazują szczegółowe dane z Izby Gospodarczej Ciepłownictwo Polskie.

TABELA 1. Zmiany poziomu konsumpcji ciepła w Polsce w latach 2006–2010

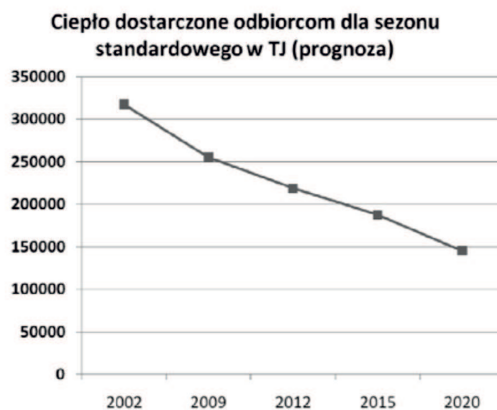
TABLE 1. Changes in the level of heat consumption in the years 2006–2010

Rok	Moc zamówiona przez odbiorców	Zwiększenie mocy zamówionej w danym roku		Zmniejszenie mocy zamówionej w danym roku		W tym zmniejszenie			
						z tytułu termomodernizacji		z innych powodów (głównie odłączenie)	
2010	34 554	822	2,38	1 057	3,06	379	1,10	677	1,96
2009	34 743	834	2,40	1 021	2,94	375	1,08	646	1,86
2008	35 461	947	2,67	1 309	3,96	384	1,08	926	2,61
2007	36 170	760	2,10	1 469	4,06	559	1,54	911	2,52
2006	37 100	835	2,25	1 762	4,75	539	1,45	1 224	3,30
Rok	MW	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%

Źródło: dane z 25.03.2013 – Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie

Powyższa tendencja obniżania się zużycia ciepła wynikała w głównym stopniu z dwóch przyczyn, tj. termomodernizacji budynków oraz odłączania się klientów od centralnej sieci ciepłowniczej na korzyść indywidualnych źródeł ciepła, ogrzewania piecowego lub innych lokalnych źródeł ciepła (np. osiedlowych ciepłowni).

Analiza prognozy sprzedaży ciepła do roku 2020 (rys. 2) także wskazuje na kontynuację spadkowej tendencji konsumpcji energii cieplnej w przyszłości.



Rys. 2. Prognoza sprzedaży ciepła do 2020 r. w centralnych systemach ciepłowniczych
Źródło: Jurkiewicz A. materiały z XV Forum Ciepłowników Polskich

Fig. 2. Heat sales forecast for 2020 in central heating systems

W związku z powyższą analizą trendu zapotrzebowania na ciepło systemowe ważne są szczegółowe rozważania co do istotnych przyczyn zaistniałego zjawiska.

1. Termomodernizacja budownictwa

Obniżenie zużycia energii cieplnej będzie konsekwentnie wynikać z systematycznych zmian w standardach wykonania budynków; wiadomo już z nowych dyrektyw europejskich, że od 2019 r. budynki publiczne będą musiały być zeroenergetyczne, a w 2021 samowystarczalne będą musiały być wszystkie obiekty nowo budowane.

Obecnie w Niemczech istnieją już budynki obudowane kolektorami słonecznymi, a nowe systemy ocieplenia budynków powodują zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło o 50%. Przykładowo w Chinach stosuje się na budynkach tzw. kolektory próżniowe, które służą do produkcji ciepła jak i chłodu, a każdy element budynku jest projektowany w taki sposób, aby pełnił odpowiednią funkcję energetyczną i komponował samoistny system energetyczny (Cieszewska 2011).

W Polsce do 2010 r. realizacja procesu termomodernizacji budynków była w dużym stopniu wynikiem uruchomienia państwowych funduszy – tzw. premie termomodernizacyjne z Banku Gospodarstwa Krajowego w 1999 r., które wspomagały działania na rzecz oszczędności energii.

Kwestia optymalizacji gospodarowania energią i ciepłem w budynkach będzie w przyszłości sukcesywnie rozwijana głównie ze względu na dążenia państw Unii Europejskiej, a także całego świata do tzw. budownictwa zeroenergetycznego, a więc budynków samowystarczalnych pod względem energetycznym. Fakt ten jest możliwy dzięki doskonałej izolacji ścian zewnętrznych oraz odzyskowi ciepła z wentylacji. Zapotrzebowanie na ciepło będą

pokrywały systemy pozyskujące i magazynujące energię promieniowania słonecznego i energię wiatru. Budownictwo zeroenergetyczne nie będzie wymagało dostarczania energii z dotychczasowych źródeł konwencjonalnych ani do ogrzewania ani też do oświetlenia, aczkolwiek dopuszczalne będzie dostarczanie z zewnątrz energii odnawialnej z biomasy lub biopaliw.

Kolejną koncepcją w rozwoju będą tzw. budynki plusenergetyczne, które wytworzoną i niewykorzystaną energię będą mogły odprowadzić do sieci. Prototypy takich budynków biurowych w Europie zostały m.in. wzniesione w niemieckim Freiburgu (np. *Heliotrope, the Solar Settlement, the Sun Ship*) oraz we francuskim Dijon – Elithis Tower (Hernandez 2011).

2. Systematyczny wzrost oszczędności i efektywności energetycznej w gospodarce

Istotne znaczenie w procesie zmian zapotrzebowania na ciepło (jak i energię elektryczną) posiada także optymalizacja technologiczna procesów wytwórczych w przemyśle. Przemysł wykorzystuje duże ilości energii do zasilania różnorodnych procesów wytwórczych oraz do wydobywania surowców. Obecnie zaawansowane technologicznie procesy produkcyjne konsumują mniej energii i spalają mniej paliwa, a dodatkowo są bardziej wydajne i emitują mniej substancji powodujących zanieczyszczenie dla środowiska naturalnego (Environmental and Energy Study Institute, Energy Efficiency Fact Sheet 2012).

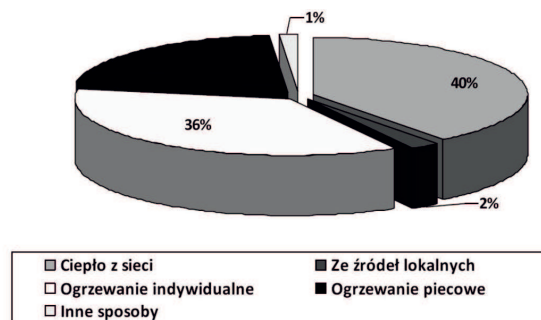
Przemysł europejski zajmuje czołowe miejsce w światowej konkurencji pod względem m.in. produktów efektywnych energetycznie, tj. produkcji urządzeń dla gospodarstw domowych i sektora publicznego między innymi w celu oszczędności konsumpcji ciepła i energii elektrycznej. Dodatkowo duże możliwości oszczędności energii cieplnej istnieją w modernizacji systemów grzewczych gospodarstw domowych, co również powoduje obniżenie zapotrzebowania na energię cieplną (European Energy and Transport Scenarios on Key Drivers 2004).

Na podkreślenie zasługuje również fakt, że istnieje szczególny nacisk na oszczędność konsumpcji energii w gospodarce, w związku z czym funkcjonuje wiele programów i funduszy zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym, które pozwalają na inwestycje w gospodarstwach domowych jak i przedsiębiorstwach przemysłowych w celu efektywniejszego gospodarowania energią.

3. Wzrost cen za produkcję i dostarczenie ciepła

Na podstawie danych z Izby Gospodarczej Ciepłownictwo Polskie (rys. 3) wiadome jest, że 40% gospodarstw domowych korzysta z centralnego systemu ciepłowniczego, a pozostali korzystają z innych form dostarczania ciepła. W przypadku systematycznego wzrostu cen za jednostkę ciepła (co posiada uzasadnienie w wielu obecnych aspektach prawno-ekonomicznych) będzie następował spadek konsumpcji ciepła w gospodarstwach domowych, które korzystają z centralnego systemu grzewczego, na rzecz innych źródeł ciepła np. pochodzenia lokalnego, ogrzewania indywidualnego lub piecowego.

Ponadto fakt obniżania się zużycia ciepła jest także zauważalny w wyniku odłączania się instytucjonalnych i przemysłowych odbiorców ciepła. Przykładami takich decyzji są m.in. Szpital Uniwersytecki w Krakowie, który posiada własne źródło ciepła, tj. kotłownię



Rys. 3. Struktura form zaopatrzenia gospodarstw domowych w ciepło
 Źródło: Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie

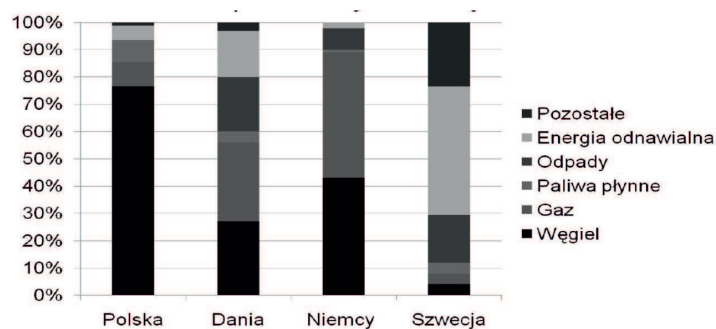
Fig. 3. The structure of supply households forms in the heat

olejowo-gazową oraz firma General Motors Manufacturing Poland w Gliwicach (Rynek ciepła w Polsce 2012).

4. Polityka modernizacyjno-inwestycyjna w stosunku do zdekapitalizowanego majątku oraz realizacja pakietu klimatycznego

Gospodarka polska i wytwarzanie energii oparte jest głównie na węglu, co wiąże się z wysokim wskaźnikiem emisji CO₂.

Powyższe wykresy wyraźnie wskazują jak wysoki jest udział paliwa wysokoemisyjnego (tj. węgla) do produkcji energii w Polsce w stosunku do Niemiec, Danii i Szwecji, które posiadają bardziej zdywersyfikowaną strukturę paliw energetycznych (rys. 4 i 5).

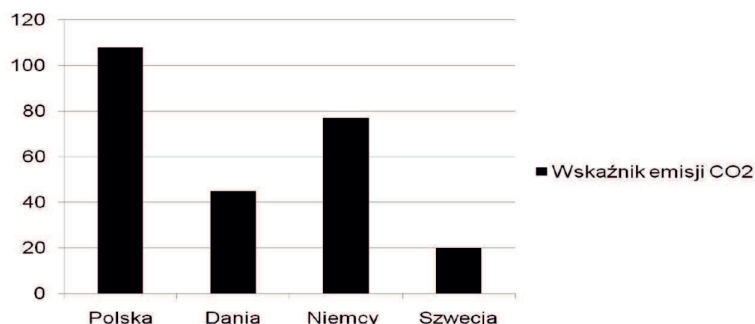


Rys. 4. Analiza porównawcza struktury paliw energetycznych w niektórych krajach Unii Europejskiej
 Źródło: District Heating and Cooling Country by Country – EuroHeat & Power 2009

Fig. 4. Comparative analysis of the energy fuel mix in some European Union countries

Podobna struktura paliw (tj. udział węgla 76%) (Energetyka Ciepła w liczbach 2010) występuje w branży ciepłowniczej czego wynikiem jest również wysoka jego emisyjność i w konsekwencji duży wpływ na zanieczyszczanie środowiska naturalnego.

W związku z powyższym w systemach energetycznych Europy koncentruje się obecnie ogromne wysiłki na nowoczesnych i wydajnych źródłach energetycznych, dzięki którym



Rys. 5. Poziom wskaźnika emisji CO₂ (Mg CO₂/TJ) dla wyszczególnionych krajów Unii Europejskiej
 Źródło: District Heating and Cooling Country by Country – EuroHeat & Power 2009

Fig. 5. CO₂ emission level (Mg CO₂/TJ) for specified countries of the European Union

między innymi można obniżyć emisje szkodliwych substancji do środowiska naturalnego. Ponadto podejmuje się wiele działań, aby zwiększyć zdolności energetyki odnawialnej w gospodarce oraz rozszerzyć system zarządzania odpadami (Homes and Communities Agency 2011), co w konsekwencji ma się przyczynić do zmniejszenia konsumpcji wysokoemisyjnego paliwa energetycznego. Dodatkowo realizuje się przedsięwzięcia dla obniżenia energochłonności i podwyższenia efektywności energetycznej (International Energy Agency 2010). Realizacja wszystkich powyższych zamierzeń będzie wymagała wysokich nakładów na inwestycje w związku z implementacją nowych technologii, realizacją wymagań pakietu klimatycznego, jak i wysokim poziomem zdekapitalizowanego majątku. Dlatego można założyć, że powyższe elementy będą miały wpływ m.in. na kondycję ekonomiczną ciepłownictwa i na wysokość cen za wyprodukowanie i przesyłanie ciepła, co w konsekwencji będzie miało przełożenie na popyt co do usług z centralnego systemu ciepłowniczego.

Powyższe zjawiska działają niekorzystnie na kondycję dotychczasowego scentralizowanego ciepłownictwa systemowego, jednak mimo to twierdzi się – o czym również mowa w Dyrektywie 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków – że ciepłownictwo sieciowe może być bardziej wydajnym źródłem ciepła, które emituje mniej zanieczyszczeń do otoczenia niż np. źródła indywidualne lub małe kotłownie lokalne. Fakt ten pozwala zakładać, że istnieją przesłanki i szanse rozwoju dla branży ciepłowniczey.

2. Zarys techniki działania inteligentnej sieci w systemie ciepłowniczym

Zgodnie z zasadami działania dotychczasowego systemu ciepłowniczego, jego podstawowymi elementami są:

1. Generator produkujący ciepło.
2. Sieci, które rozprowadzają nośnik ciepła, tj. wodę albo parę wodną.
3. Pompy wymuszające przepływ wody oraz węzły ciepłownicze, które dostosowują parametry ciepła do wymagań odbiorców.
4. Instalacje odbiorcze w budynkach.

Centralne sieci ciepłownicze są to zespoły rurociągów, które transportują ciepło za pomocą wody lub pary wodnej. Najczęściej w ciepłownictwie miejskim stosuje się dwuprzewodową sieć w układzie zamkniętym, tzn. istnieje przewód zasilający i powrotny, natomiast przepływ wody wymusza zespół pomp (Czemplik 1999).

Ze względu na zmiany zachodzące w gospodarce europejskiej, wymagania polityki klimatyczno-energetycznej, potrzeby zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego oraz funkcjonujące tendencje w zapotrzebowaniu na ciepło istotna jest konieczność wprowadzenia nowoczesnych technologii w procesy wytwarzania ciepła i jego przesyłanie do odbiorcy.

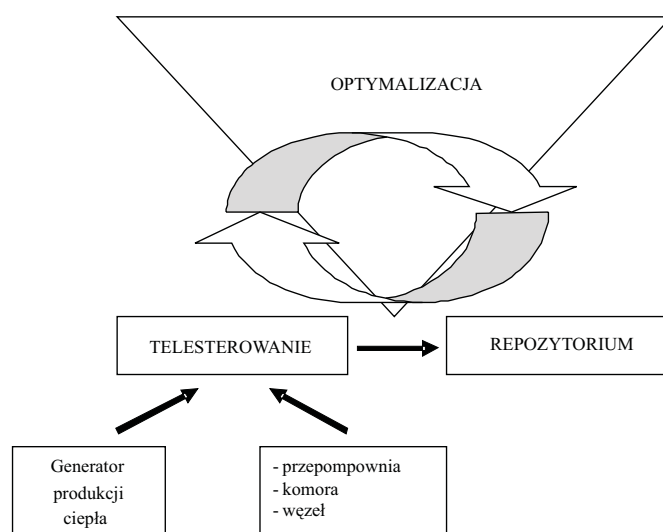
Dlatego też obecne działania w kierunku podwyższenia sprawności produkcji i optymalizacji transportu ciepła w sektorze ciepłowniczym mają wpływ na racjonalizację jego kosztów i ustalenie konkurencyjności cenowej. Szczególnie ważne są także działania zmierzające do rozbudowy sieci ciepłowniczej, wykreowanie nowych usług i pozyskanie odbiorców m.in. w celu rozwoju i podwyższenia rentowności funkcjonowania przedsiębiorstw ciepłowniczych.

Nowe trendy funkcjonowania systemu ciepłowniczego wymagają nowoczesnego i efektywnego sposobu zarządzania przesyłaniem ciepła do odbiorcy, który może zapewnić między innymi technologią inteligentnych sieci jako metoda wsparcia efektywności eksploatacyjnej sieci, a więc minimalizacji strat ciepła w trakcie przesyłania, minimalizacji ubytków wody sieciowej i kosztów skutków awarii oraz minimalizacja kosztów osobowych związanych z eksploatacją sieci.

Podstawą działania inteligentnych sieci ciepłowniczych jest optymalizacja procesu technologicznego w czasie, na podstawie danych pochodzących z Repozytorium. Natomiast za archiwizowanie danych w Repozytorium odpowiada system Telesterowanie, który reprezentuje wszystkie funkcje odpowiedzialne za sterowanie obiektami ciepłowniczymi i zdalny dostęp do danych procesowych. System telesterowanie reprezentuje stan obiektów sieci ciepłowniczej i dostępne funkcje do sterowania ich elementami. Natomiast Repozytorium dysponuje danymi archiwalnymi zebranymi w czasie, które są podstawą procesu optymalizacji (<http://www.cas.eu/>).

Powyższy system optymalizacji działania sieci ciepłowniczej (rys. 6) polega głównie na efektywnej pracy źródeł generacji ciepła oraz regulacji działania przepompowni sieciowych przy wsparciu zdalnych elementów pomiarowych, monitorujących oraz rozproszonego systemu automatyki.

Tak więc oszczędności można dokonać poprzez efektywną produkcję ciepła albo jego zakup w tańszych źródłach generacji oraz poprzez optymalizację transportu energii cieplnej, czyli poprzez kontrolę sieci rurociągów, w których nośnikiem energii cieplnej jest woda.



Rys. 6. Zasada działania systemu inteligentnej sieci ciepłowniczej
 Źródło: Opracowanie własne

Fig. 6. The principle of operation of the smart heating network

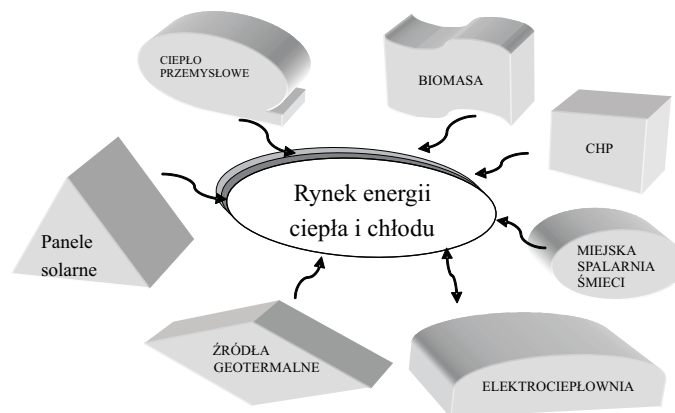
3. Implikacje zastosowania systemu inteligentnych sieci w sektorze ciepłowniczym

Na podstawie tendencji jakie zachodzą w ciepłownictwie jak i w całej branży energetycznej oraz potrzebami innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki – w tym także ciągłej potrzeby efektywniejszego jak i oszczędniejszego systemu dostarczania energii – istotne jest, aby wskazać na istotne korzyści dla gospodarki, jakie mogą powstać w wyniku wprowadzenia inteligentnych sieci w ciepłownictwie.

Wiadome jest, że ogólną ideą technologii *smart grids* jest komunikacja między wszystkimi uczestnikami rynku energii, gdzie sieć ma integrować wszystkie jednostki produkujące energię, zarówno duże jak i małe oraz odbiorców energii w jedną całościową strukturę wzajemnie się uzupełniającą. Technologia *smart grids* w zasadzie funkcjonuje na dwóch elementach, tj. automatyce opartej na zaawansowanych czujnikach i na systemie informatycznym.

W przypadku zaimplementowania inteligentnej sieci w system ciepłowniczy możliwe jest podłączenie różnych dostępnych źródeł produkcji ciepła, m.in. ze źródeł geotermalnych, paneli solarnych, miejskiej spalarni śmieci jak i ciepła przemysłowego (rys. 7).

Obecnie w systemie ciepłowniczym nie funkcjonuje operacyjne łącze informacyjne między przedsiębiorstwem ciepłowniczym a klientami. Jednostki produkujące ciepło mogą reagować na sumaryczny popyt odbiorców, kiedy szczytowe obciążenia występują w godzinach porannych i wieczornych. Fakt ten nie jest efektywny ani ze względów tech-



Rys. 7. Struktura możliwych źródeł produkcji ciepła jak i energii w wyniku implementacji inteligentnej sieci ciepłowniczej

Źródło: opracowanie własne

Fig. 7. Structure of available heat sources after implementation of smart grid to the heating system

nicznych ani finansowych. Dlatego inteligentne sieci ciepłownicze powodują odwrócenie tej tendencji i możliwość interakcji między spółką energetyczną a odbiorcami, czyli możliwość kontroli nad popytem na ciepło.

Dodatkowo ustalenie taryf godzinowych w procesie odbioru ciepła pozwoli na efektywne zarządzanie energią w całym systemie przesyłowym.

Tak więc zastosowanie systemu inteligentnych sieci w ciepłownictwie pozwoli na wielorakie korzyści, a mianowicie:

Po pierwsze – sprawniejszą lokalizację zapotrzebowania na energię cieplną i zwiększenie efektywności dostaw

Dotychczasowy system energetyczno-ciepłowniczy polega na dostarczeniu określonego rodzaju energii od producenta poprzez sieć przesyłową i dystrybucyjną do odbiorcy. Obecna sieć nie pozwala na monitorowanie miejsc ani czasu o największym zapotrzebowaniu na energię, ponieważ jest ona rozprowadzana równomiernie do wszystkich miejsc w takiej samej ilości. Fakt ten powoduje nadwyżkę albo niedobór energii, co prowadzi do obniżenia efektywności działania całego systemu, a w konsekwencji ma wpływ na podmioty funkcjonujące w całej gospodarce.

Analiza istoty działania sieci inteligentnych (*smart grids*) pozwala na stwierdzenie, że dzięki nim będzie można zlokalizować miejsca, w których powstaje największy popyt na energię i przenieść nadwyżki wyprodukowanej energii do miejsc zapotrzebowania. Dlatego można założyć, że sieci inteligentne pozwolą na zwiększenie efektywności dostaw, a dodatkowo pozwolą na aktywne uczestnictwo w systemie odbiorcom końcowym.

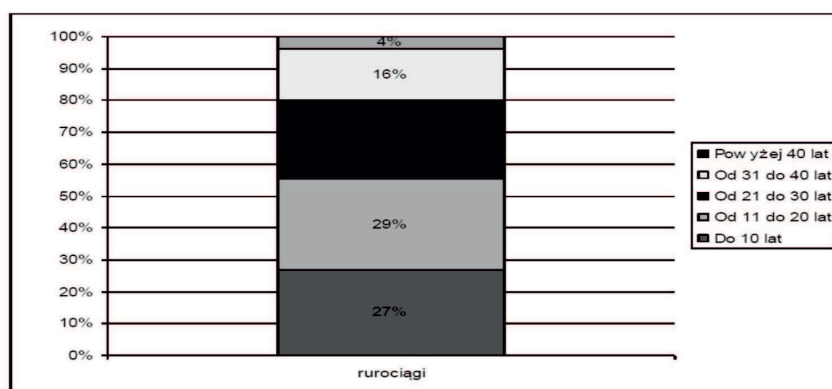
Po drugie – zwiększenie bezpieczeństwa dostaw ciepła

Specyfika centralnego systemu ciepłowniczego polega na tym, że funkcjonuje on pomiędzy sektorem gospodarki komunalnej a sektorem energetycznym. Podstawowym jego

zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw ciepła oraz optymalizacja przepływu ciepła od źródła wytwórczego do odbiorcy końcowego.

W Polsce, w procesie transportu energii cieplnej od producenta do odbiorcy, traci się od 10 do 15% (www.cas.eu) wyprodukowanego ciepła, czego efektem są straty sięgające milionów złotych. Ponadto w wyniku takiej sytuacji powstają jeszcze dodatkowe koszty, a mianowicie bezproduktywne zmniejszenie zasobów naturalnych oraz zanieczyszczenie środowiska naturalnego.

Na podstawie analizy danych z Izby Gospodarczej Ciepłownictwo Polskie można uznać, że jedną z przyczyn takiej sytuacji jest przestarzała infrastruktura przesyłowa oraz system przesyłowo-dystrybucyjny, który nie koresponduje z obecnymi wymaganiami gospodarki (rys. 8).



Rys. 8. Struktura wiekowa infrastruktury przesyłowej przedsiębiorstw ciepłowniczych w Polsce
Źródło: Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie, na podstawie danych z próbki z 25% przedsiębiorstw zrzeszonych w IGCP według stanu z 2008 r.

Fig. 8. The age structure of the transmission infrastructure of the heating companies in Poland

W związku z powyższym można założyć, że zastosowanie systemu *smart grids* w ciepłownictwie pozwoli na eliminację przerw i awarii w dostarczaniu odbiorcom usług ciepłowniczych oraz optymalizację przepływu ciepła od źródła jego wytwarzania do odbiorcy końcowego bez strat ciepła w trakcie jego przesyłania.

Temu właśnie celowi będą służyć lepsze i mądrzejsze czyli inteligentne układy diagnostyki i sterowania, które pozwolą na bardziej zaawansowane zarządzanie przepływem ciepła, sieciowymi układami zabezpieczeń i procesami zdalnego monitorowania działania sieci.

Po trzecie – możliwości ciągłej kontroli nad działaniem systemu ciepłowniczego

W każdym systemie ciepłowniczym występują co pewien czas nieszczelności sieci, które powodują ubytki wody sieciowej (tzw. koszty technologiczne). Utracona woda jest kosztowna, ponieważ przed wpompowaniem do systemu przechodzi proces uzdatniania. Stąd potrzeba jak najszybszego zlokalizowania awarii i odcięcia uszkodzonego fragmentu w celu zmniejszenia strat. System inteligentnych sieci – wyposażony w rozwiązania IT oraz automatykę – może zminimalizować obszar nie zasilany w ciepło, co uratuje dobre imię dostawcy. Ponadto koszty

operacyjne usunięcia awarii będą niższe, a czas usunięcia uszkodzenia będzie krótszy; podniesie to jakość obsługi klienta i standardy jakościowe przedsiębiorstwa.

Po czwarte – obniżenia kosztów prowadzenia działalności ciepłowniczej

W Polsce już od kilku lat średnia rentowność w ciepłownictwie utrzymuje się na bardzo niskim poziomie. Taki stan rzeczy jest niepokojący szczególnie ze względu na potrzeby prowadzenia ciągłych inwestycji wynikających w dużym stopniu z polityki ochrony środowiska. Bazowa struktura kosztów operacyjnych składa się z kosztów zakupu ciepła, kosztów technologicznych jego transportu oraz kosztów osobowych. System *smart grids* zapewnia nie tylko możliwości zakupu ciepła po najkorzystniejszej w danym momencie cenie oraz dostarczenie ciepła według najlepszych standardów jakościowych, ale także pozwala na obniżenie poziomu kosztów osobowych w przedsiębiorstwie ciepłowniczym. W ramach systemu inteligentnych sieci możliwe jest wprowadzenie automatyki. Przykładowo, takim miejscem są przepompownie (www.cas.eu), które mogą pracować jako obiekty całkowicie bezobsługowe, dzięki czemu wzrasta poziom ich niezawodności poprzez eliminację nieuniknionych błędów ludzkich.

Ponadto przedsiębiorstwo ciepłownicze w ramach systemu sieci inteligentnych może również obniżyć koszty związane z rozliczaniem dostarczanego ciepła poprzez zdalny system monitoringu. Fakt ten umożliwi operatorowi sieci obniżenie kosztów obsługi systemu, ale także ułatwi klientowi sposób rozliczania się z operatorem za zużyte ciepło oraz bieżącą analizę poniesionych kosztów i związanych z tym oszczędności.

Po piąte – rozszerzenia proponowanych usług świadczonych przez dostawcę ciepła

Analiza globalnych trendów w zakresie zapotrzebowania na ciepło wskazuje na zmniejszanie jego zużycia. Mimo to istnieje wiele przesłanek, na podstawie których można założyć, że nie spowoduje to zastoju branży ciepłowniczej. Dostawcy ciepła oprócz możliwości pozyskiwania nowych odbiorców są w stanie zaproponować szeroką paletę usług energetycznych, a także zapewnić komfort temperatury otoczenia w ciągu całego roku wraz z usługami mającymi na celu dostarczanie chłodu zarówno dla gospodarstw domowych jak i dla biznesu, central handlowych i przemysłowych. Energia chłodnicza posiada już szerokie zastosowanie w Stanach Zjednoczonych i Japonii. W Europie funkcjonowanie systemu chłodniczego na szeroką skalę nie znajduje jeszcze dużego zastosowania oprócz Szwecji, Włoch i Holandii, gdzie zanotowano dużą ekspansję w tym zakresie w ramach budownictwa handlowego i instytucjonalnego. Implementacja systemu chłodniczego jest nową usługą na konkurencyjnym systemowym rynku energetyczno-ciepłowniczym w świecie (KPMG Energy and Utilities Advisory Services 2009).

System działania *smart grids* pozwala połączyć wszystkie usługi biznesowe oraz monitorować działanie sieci.

Po szóste – lepsze wykorzystanie potencjału generacji rozproszonej

Globalny popyt na energię bardzo szybko przyrasta w związku z tempem zmian gospodarczych, rozwojem poziomu usług i jakości życia społeczeństwa. Szacuje się, że jego tempo wzrostu wynosi około 2,2% rocznie. Starzejąca się infrastruktura energetyczna –

zarówno w Polsce jak i Europie – wymaga modernizacji i maksymalizacji efektywności przepływu energii.

Powyższe przesłanki wymagają zintensyfikowanych działań dla zwiększenia mocy produkcyjnych. Dlatego niezbędne jest, aby różne źródła generacji energii posiadały swój udział w zaspokajaniu potrzeb odbiorców, oraz aby sieć umożliwiała podłączanie się rozproszonych źródeł generacji szczególnie tych odnawialnych, które zapewniają mniejszą szkodliwość dla środowiska (Ludynia 2013). Takie możliwości rozwoju sieci ciepłowniczych i optymalizacji współpracy różnych źródeł energetycznych daje technologia inteligentnych sieci.

Po siódme – możliwość szybszego rozwoju systemu kogeneracji w gospodarce

Kierunek inwestycji energetycznych w obecnym czasie powinien uwzględniać nowoczesne rozwiązania technologiczne i ekologiczne. Takim rozwiązaniem jest m.in. produkcja ciepła w skojarzeniu z energią elektryczną (kogeneracja – CHP), która ma na celu podwyższenie efektywności ekonomicznej, oszczędności paliw, wzrost sprawności energetycznej i ochronę środowiska. W Polsce około 16% energii elektrycznej wytwarza się w elektrociepłowniach, dzięki czemu społeczeństwo unika tzw. kosztów zewnętrznych w wysokości około 500–600 mln euro rocznie, w stosunku do sytuacji, w której energia elektryczna byłaby wytwarzana w elektrowniach kondensacyjnych (Dreżewski i Rubczyński 2006).

Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła jest związane bezpośrednio z tzw. okręgowym ciepłownictwem DH (*District Heating*), a także i chłodnictwem DC (*District Cooling*). DH i DC oznaczają centralną generację energii i dostarczanie jej sieciami do użytkowników. Mogą one zaopatrywać kilka budynków, albo duże miejskie rurociągi ciepłownicze.

Wprowadzenie technologii inteligentnych sieci do ciepłownictwa pozwoli także na rozwój małych układów skojarzonych zlokalizowanych w osiedlach mieszkaniowych, biurach, centrach handlowych, szpitalach jak i przemyśle. Scalenie generowanej przez nich energii w jeden regionalny system energetyczny z pewnością zwiększy korzyści ekonomiczne w gospodarce.

Należy również podkreślić, że małe układy skojarzone wchodzi w skład tzw. generacji rozproszonej, istotnie podwyższając stopień bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Wnioski

Zarysowana przeze mnie w opracowaniu analiza możliwości jaka może być zaoferowana przez system *smart grids* w centralnych systemach ciepłowniczych wskazuje, że istnieje ogromny potencjał poprawy działania sieci ciepłowniczych oraz wygenerowania wielu dodatkowych korzyści ekonomicznych dla gospodarki.

Wymagania współczesnej gospodarki oraz odbiorców ciepła koncentrują się w głównej mierze na bezpieczeństwie dostawy, stabilności i jakości parametrów. Realizacja tych wymagań koliduje w dużym stopniu z systemem dotychczasowego działania przestarzałej

już sieci i brakiem pełnej zdolności kontroli nad jej funkcjonowaniem. Rozwiązanie i poprawę tej sytuacji mogą zagwarantować inteligentne systemy *smart grids*.

Ponadto poważnym obecnie problemem jest słaba kondycja ekonomiczna ciepłownictwa, która jest między innymi rezultatem niskiej optymalizacji dostaw, gdzie utrata wyprodukowanego ciepła może wynosić nawet do 15%, w wyniku czego powstają straty sięgające milionów złotych, co w konsekwencji obarcza wyniki finansowe firm ciepłowniczych. Fakt ten jest możliwy do naprawy poprzez implementację inteligentnych systemów, które będą szybko lokalizowały awarię i odcinały uszkodzony fragment, zmniejszając straty. Dodatkowo pozwolą one jeszcze na ciągle monitorowanie całego systemu sieciowego, aby jak najrzadziej powstawały uszkodzenia, które powodują wysokie straty ekonomiczne.

Kolejną kwestią, która jest istotna w procesie działania firm ciepłowniczych, to potrzeba lokalizacji zapotrzebowania na ciepło, co bezpośrednio wiąże się z ilością jego produkcji i przesyłem, i ma wpływ na koszty działania przedsiębiorstw. Systemy *smart grids*, oparte na informatyce i automatyzacji, pozwolą na wychycenie miejsc, w których popyt na energię jest wysoki i dostosowanie się przedsiębiorstwa do zapotrzebowania, a ponadto pozwolą na podłączenie nowych usług dla odbiorców energii, co zwiększy przychody w branży ciepłowniczej.

Bardzo istotne jest także zwrócenie uwagi na fakt, że implementacja technologii *smart grids* wpłynie pozytywnie na wykorzystanie potencjału generacji rozproszonej, a także zwiększy tempo rozwoju układów skojarzonych w gospodarce. Wzmocni to bezpieczeństwo energetyczne.

Powyższe rozważania są istotne ze względu na weryfikację przyjętej na wstępie hipotezy, a mianowicie można stwierdzić, że systemy *smart grids* wpłyną na poprawę działania ciepłownictwa i dostosują jego działanie do wymagań odbiorców oraz pozwolą na realizację europejskiej polityki energetycznej.

Literatura

- Central and Eastern European District Heating Outlook, KPMG Energy and Utilities Advisory Services, 2009.
- CIEŚZEWSKA, B. 2011. Światowe trendy w energetyce i ciepłownictwie. *Energetyka Ciepłna i Zawodowa* nr 10.
- CIEŚZEWSKA, B. 2011. Będziemy nadal zazieleniać ciepło. *Energetyka Ciepłna i Zawodowa* nr 12.
- CZEMPLIK, A. 1999. Interakcja międzyzłożonowa w rozproszonych układach regulacji elastycznych systemów ciepłowniczych. Raport serii PREPRINTY nr 5/99 (rozprawa doktorska), Wrocław 1999.
- District Heating Good Practice: Learning from the Low Carbon Infrastructure Fund, Homes and Communities Agency, 2011.
- District Heating and Cooling Country by Country – EuroHeat & Power, 2009.
- DREŻEWSKI, J. i RUBCZYŃSKI, A. 2006. Możliwości poprawy efektywności energetycznej Polski. *Rzeczpospolita*.
- Eurostat 2011 – Key figures on Europe.
- Energy Technology Initiatives” International Energy Agency, 2010.
- Europe in figures Year book 2011.

- FELIACHI, A., SAYMANSKY, J., CHOUDHRY, M. i SNECKENBERGER, J. 2011. Are all smart grids equal? *Journal of Electrical Systems*.
- HERNANDEZ, O. 2011. Elithis Tower in Dijon, France. *Rehva Journal*.
- International Energy Agency, 2013, <http://www.iea.org/topics/heat/>.
- LUDYNIA, A. 2013. Ekonomiczne i techniczne aspekty innowacyjnej technologii sieci inteligentnych w procesie zmian działania systemów energetycznych. *Polityka Energetyczna* t. 16, z. 1.
- MALKO, J. 2011. Dlaczego Sieci muszą być inteligentne? *Wulkan* 1(18).
- OLSZEWSKI, A. 2011. Ciepłownictwo polskie w 2011 r. *Energetyka Ciepła i Zawodowa* nr 12.
- POPCZYK, J. 2008. Bezpieczeństwo energetyczne Polski oczami naukowca i praktyka. *Polityka Energetyczna* t. 11, z. 1.
- Rynek ciepła w Polsce, PWC, 2012.
- SEDLER, B. *Inteligentne sieci elektroenergetyczne – jako warunek rozwoju zielonej energetyki*. Fundacja Naukowo-Techniczna „Gdańsk”, <http://www.sedler.pl/>.
- Société Colmarienne de Chauffage Urbain (<http://www.sccu-colmar.fr/>).
- SZCZERBOWSKI, R. i CHOMICZ, W. 2012. Generacja rozproszona oraz sieci „Smart Grid” w budownictwie przemysłowym niskoenergetycznym. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 4.
- Wdrażanie inteligencji w sieciach ciepłowniczych na przykładzie koncepcji „Inteligentna sieć ciepłownicza” dla SPEC SA, <http://www.cas.eu/>.

Anna LUDYNIA

The use of smart grids in the heating system

Abstract

The purpose of this article is to examine the potential of intelligent networks (Smart Grids) which can offer improvements in the operation of heating systems, particularly considering the trends taking place in the thermal power sector of the economy.

The starting point for the analysis is the assertion of the necessity of changes in the operation of energy networks due to the requirements of the modern economy and the heating industry.

The above purpose of the article is determined by the thesis that in order to improve the operation of the heating system, particularly its development under difficult economic circumstances, adaptation to the requirements of customers and the modern digital economy is necessary, which will be guaranteed by the use of smart grids.

The article provides an overview of an intelligent system connected with a heating network, and describes the implications resulting from smart grid implementation within the energy heating system.

Considerations are based on Polish, English, and French studies, direct interviews with practitioners in the field of smart grids, and statistical analysis.

KEY WORDS: innovation, energy technology, energy policy, heating system, Smart Grids

