

# Sposoby modernizacji i kierunki rozwoju systemów ciepłowniczych

## Methods of modernization and development directions of district heating systems

Aleksandra Rak<sup>1</sup>, Marcel Lizak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa, Politechnika Częstochowska, Armii Krajowej 19B, Polska, e-mail: arak@fluid.is.pcz.pl

<sup>2</sup> Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, Armii Krajowej 19B, Polska, e-mail: marcellizak876@gmail.com

**Streszczenie:** Systemy ciepłownicze w Polsce muszą sprostać wymaganiom w zakresie oszczędnego gospodarowania energią, trendom zmian w zapotrzebowaniu na energię ciepłą oraz dostosowaniu parametrów czynnika grzewczego do zmieniających się warunków klimatycznych przy zagwarantowaniu odpowiedniej jakości dostawy ciepła. Nieuniknionym procesem jest wprowadzenie zmian technologicznych w celu poprawy sprawności dostaw ciepła oraz efektywności energetycznej. W artykule przedstawiono studium rynku ciepła w Polsce oraz czynniki wpływające na pracę systemu. Omówiono problematykę efektywności energetycznej, sposoby modernizacji systemów ciepłowniczych oraz wskazano kierunki ich rozwoju.

**Abstract:** District heating systems in Poland must face the requirements for efficient energy management, trends changes in the demand for thermal energy and adjusting the parameters of heating medium to changing climatic conditions while ensuring optimal quality of heat supply. The inevitable process is to make technological changes in order to improve the efficiency of heat supply and energy efficiency. The article presents a study of the heat market in Poland and the factors influencing the work of the system. Discussed the issue of energy efficiency, methods of modernization of heating systems and identifies directions their development.

**Słowa kluczowe:** rynek ciepła, system ciepłowniczy, efektywność energetyczna, modernizacja systemów ciepłych, rozwój systemów ciepłowniczych

**Key words:** market heat, district heating, energy efficiency, modernization of heating systems, the development of district heating systems

### 1. Wstęp – studium rynku ciepła

Infrastruktura systemów ciepłowniczych w Polsce jest mocno zróżnicowana zarówno pod względem stanu technicznego jak i wskaźników ekonomicznych. Czynniki wpływającymi na sprawność przesyłu ciepła oraz pracę całego systemu są wiek urządzeń, stopień ich zużycia oraz nowoczesność rozwiązań technologicznych. Potencjał techniczny sektora ciepłowniczego stanowią systemy ciepłownicze, których kluczowymi elementami są źródła wytwarzania m.in. elektrownie, elektrociepłownie zawodowe i przemysłowe, sieci przesyłowe, dystrybucyjne, przyłącza oraz węzły ciepłownicze [6].

Pomimo, iż obecny udział ciepła systemowego w ogólnym bilansie zużycia ciepła klasyfikuje Polskę w czołówce europejskiej, nadal istnieje możliwość poprawy wykorzystania centralnych systemów ciepłowniczych. Z uwagi na wymogi Unii Europejskiej jak i krajowe ustawodawstwo w zakresie ochrony powietrza, wykorzystania odnawialnych źródeł energii i poprawy efektywności energetycznej, konieczne są inwestycje modernizacyjne całego systemu ciepłowniczego począwszy od wytwórców i dystrybutorów, aż po odbiorców końcowych [7].

Podstawowymi wskaźnikami charakteryzującymi dany system ciepłowniczy są dwie wielkości: zainstalowana moc ciepła oraz długość sieci ciepłowniczej. Producenci ciepła wytwarzają ciepło w źródłach różnej wielkości z przewagą ilościową źródeł małych do 50 MW (57,1% w 2015 roku). Tylko jedenaście koncesjonowanych przedsiębiorstw w 2015 roku dysponowało mocą źródeł przekraczającą 1 000 MW, a ich łączna moc stanowiła ponad 1/4 mocy zainstalowanej wszystkich źródeł koncesjonowanych. Natomiast całkowita moc ciepła zainstalowana u koncesjonowanych wytwórców ciepła wynosiła 56 048,7 MW a moc zamówiona odpowiednio 33 534,4 MW [10].

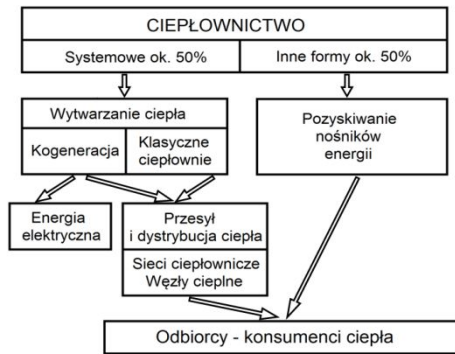
Ciepło w Polsce produkowane jest w źródłach scentralizowanych (ciepło systemowe) lub miejscowo (rys. 1).

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat nastąpiło obniżenie zużycia ciepła związane z prowadzonymi procesami termomodernizacji budynków. W przyszłości można spodziewać się dalszego spadku zużycia ciepła, chociaż proces ten może być ograniczony w wyniku dokonywania przyłączeń nowych odbiorców [10]. Podstawowe dane dotyczące ciepłownictwa systemowego w Polsce zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Potencjał ciepłownictwa systemowego w Polsce

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn. miary	Dane w latach			
			2002	2008	2014	2015
1	Liczba koncesjonowanych przedsięwzięć ciepłowniczych	-	894	530	451	435
2	Moc cieplna zainstalowana	MW	70 952,8	61 456,0	56 796,2	56 048,7
3	Moc zamówiona przez odbiorców	MW	38 937,0 <sup>*)</sup>	35 461,1	33 640,2	33 534,4
4	Długość sieci ciepłowniczych	km	17 312,5	19 104,1	20 255,1	20 456,0
5	Roczna produkcja ciepła	TJ	467 527,8	396 622,4	360 210,6	359 551,6
6	Ciepło oddane do sieci	TJ	336 043,0	288 061,0	250 029,9	251 513,3
7	Ciepło dostarczone do odbiorców przyłączonych do sieci	TJ	298 938,1	254 156,1	217 677,1	219 282,8
8	Średnia sprawność przesyłu ciepła	%	88,2	87,6	86,3	86,3
9	Średnia jednostkowa cena ciepła	zł/GJ	28,37	32,61	47,73	48,97

<sup>\*)</sup> dane z 2003 roku (w 2002 r. nie zbierano danych dotyczących mocy zamówionej)

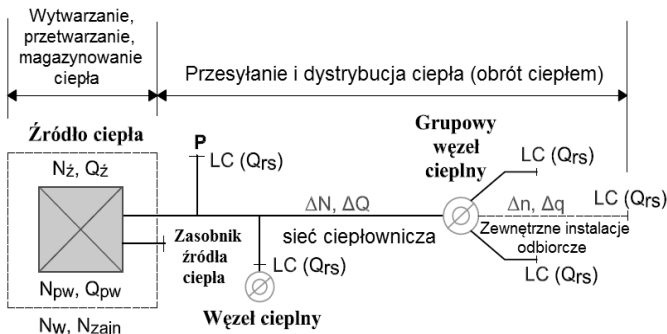


Rys.1. Schemat ideowy zaopatrzenia w ciepło

## 2. Efektywność energetyczna

Efektywność energetyczna została zdefiniowana w ustawie jako stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, niezbędnej do użytkowania tego obiektu (Ustawa o efektywności energetycznej).

Efektywność energetyczną systemu ciepłowniczego pokazano w sposób poglądowy na rys.2.



Rys.2. Efektywność energetyczna systemu ciepłowniczego

W celu utrzymania temperatury wewnętrznej u odbiorców końcowych na założonym poziomie, nadwyżka strat ciepła nad jego zyskami musi zostać zrekompensowana ciepłem dostarczanym przez instalację ogrzewania. Spełnienie tego warunku jest uzależnione od prawidłowo sporządzonego bilansu ciepła, który można określić zależnością:

$$Q_w = Q_{L\dot{z}C} + \sum_{i=1}^n Q_{rsi} + \Delta Q + \sum_{j=1}^k Q_{rsj} + \Delta q + Q_{pw} + Q_z \quad (1)$$

gdzie:

$Q_w$  – ciepło wytworzone w systemie ciepłowniczym,

$Q_{L\dot{z}C}$  – ciepło zmagazynowane w zasobniku ciepła,

$Q_{rsi}$  – ciepło przekazane danemu odbiorcy w węźle cieplnym sieci ciepłowniczej,

$Q_{rsj}$  – ciepło przekazane danemu odbiorcy w zewnętrznej instalacji,

$\Delta q$  – sumaryczne straty ciepła

w zewnętrznych instalacjach odbiorczych,

$Q_{pw}$  – ciepło zużyte na potrzeby własne w systemie,

$Q_z$  – ciepło wykorzystane w źródle.

Z równania (1) wynika, że na efektywność energetyczną systemu ciepłowniczego wpływa wiele czynników: sprawność wytwarzania energii w źródle ciepła, poziom strat przesyłowych w sieci ciepłowniczej oraz zapotrzebowanie na ciepło u odbiorców komunalnych i przemysłowych. Zatem poprawa efektywności wymaga współdziałania producentów ciepła, dystrybutorów i odbiorców końcowych [8].

## 3. Sposoby modernizacji systemów ciepłowniczych

Obecny stan techniczny systemów ciepłowniczych oraz uwarunkowania i wymogi prawne, techniczne i środowiskowe, wymuszają na przedsiębiorstwach branży ciepłowniczej wprowadzanie przekształceń strukturalnych i organizacyjnych. Realizowane zadania inwestycyjne obejmują modernizację infrastruktury sieci ciepłowniczych, wprowadzanie nowoczesnych technologii wytwarzania ciepła oraz uwzględnienie ekonomicznych metod jego przesyłu [6].

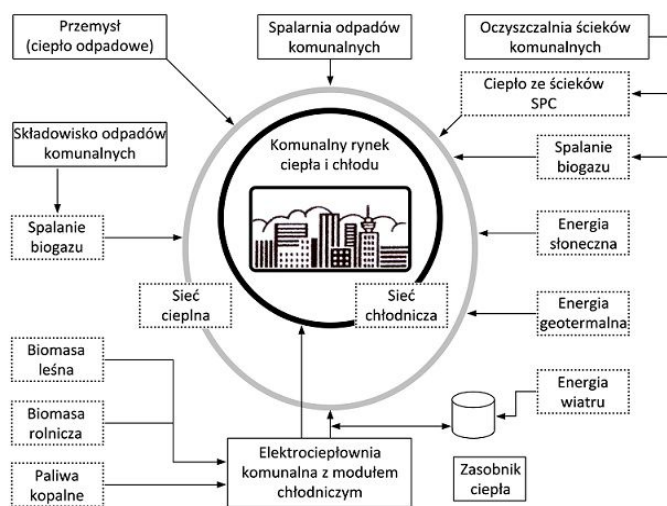
Można wyróżnić trzy główne segmenty poprawy efektywności energetycznej systemów ciepłowniczych oraz związane z nimi sposoby jej poprawy [2]:

- **źródła ciepła** – rozwój skojarzonego wytwarzania źródła ciepła, elektryczności i chłodu (układy kogeneracyjne, trójgeneracja), zmiana technologii przetwarzania energii i używanie paliw o niższym obciążeniu środowiskowym, wprowadzenie regulacji pogodowej,
- **sieć ciepłownicza** – opracowanie nowych tabel regulacyjnych, opartych na niższych parametrach pracy sieci cieplnej, zastosowanie metod symulacyjnych do prognozowania zapotrzebowania na ciepło, tworzenie inteligentnych sieci ciepłowniczych (ang. *smart grids*), ograniczenie strat ciepła przez wymianę wyeksploatowanych rurociągów ciepłowniczych wykonanych w technologii tradycyjnej kanałowej na sieć preizolowaną lub wymiana samej izolacji zwłaszcza na magistralach napowietrznych,
- **odbiorca (system budowlano – instalacyjny)** - przeprowadzenie działań termomodernizacyjnych wraz z wdrożeniem standardu budownictwa niskoenergetycznego w celu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło, zastosowanie czujników pogodowych na węzłach grupowych.

Obecnie w celu poprawy efektywności energetycznej sieci ciepłowniczej prowadzone są badania nad zastosowaniem nowej metody regulacji sieci ciepłowniczej obejmującej zastąpienie tradycyjnych zaworów i klap regulacyjnych na turbinowe regulatory ciśnienia (turbiny wodne). Rozwiązanie to reguluje spadek ciśnienia i natężenie przepływu wody sieciowej, a energia elektryczna wytworzona w turbinach może być wykorzystana do zasilania pomp obiegowych w wymiennikowni lub odprowadzana z komór ciepłowniczych do sieci elektroenergetycznej [4].

#### 4. Kierunki rozwoju systemów ciepłowniczych

Nowe trendy dotyczące funkcjonowania systemu ciepłowniczego wymagają nowoczesnego i efektywnego sposobu zarządzania przesyłem ciepła. Można to zrealizować wykorzystując między innymi technologię inteligentnych sieci jako metodę wsparcia efektywności eksploatacyjnej sieci. Umożliwi to minimalizację strat ciepła w trakcie przesyłania, ograniczenie ubytków wody sieciowej i kosztów skutków awarii oraz obniżenie kosztów osobowych związanych z eksploatacją sieci [3]. Rys.3 przedstawia schemat realizacji idei „smart grids” w ciepłownictwie.



Rys.3. Schemat realizacji idei „smart grids” w ciepłownictwie

Istotą technologii *smart grids* jest integracja wszystkich uczestników rynku energii tj. wszystkich jednostek produkujących energię oraz odbiorców łącząc ich w jedną całościową wzajemnie się uzupełniającą strukturę. Zaimplementowanie inteligentnej sieci w system ciepłowniczy umożliwia podłączenie jednostek produkcji źródeł ciepła takich jak: źródła geotermalne, panele słoneczne, miejskie spalarnie śmieci oraz ciepło systemowe (rys.2). Ponadto nadwyżka ciepła systemowego może zostać wykorzystana do produkcji energii chłodniczej w systemach sorpcyjnych ([3,9]).

Obecne regulacje prawne sprzyjają źródłom scentralizowanym, natomiast w przyszłości większe korzyści energetyczne mogą zostać uzyskane poprzez decentralizację źródeł ciepła. Będzie to pierwszy krok do wprowadzenia nowych generacji ciepłowniczych – hybrydowych systemów energetycznych. Systemy te będą charakteryzowały się większym wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, zintegrowaniem sieci z nowoczesnymi magazynami energii oraz obniżeniem parametrów pracy sieci [9].

#### 5. Wnioski

Prawidłowa ocena kierunków i zakresu zmian zapotrzebowania na ciepło jest kluczowym wyznacznikiem dla modernizacji i rozwoju scentralizowanych systemów ciepłowniczych. Przedsiębiorstwa ciepłownicze powinny w pierwszej kolejności maksymalnie wykorzystać i modernizować istniejące instalacje i źródła ciepła oraz równoległe projektować i wdrażać nowe rozwiązania, dostosowane do paliw przyszłości i odnawialnych form energii [9]. Kierunek rozwoju systemów ciepłowniczych powinien uwzględniać zmieniający się trend mocy zamówionej, warunki meteorologiczne oraz wyposażenie systemów w bardziej nowoczesną infrastrukturę monitorowania i zintegrowanego zarządzania jego poszczególnych elementów na odległość.

#### Literatura

- [1] Chomiak A., Poprawa efektywności energetycznej w realizacji celów unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego, *Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa*, nr 5(471) (2010); s. 33-40
- [2] Jachura A., Sekret R., Poprawa wykorzystania mocy ciepłej miejskiego systemu ciepłowniczego poprzez uwzględnienie krótkookresowego zapotrzebowania na ciepło, *Rynek Energii*, nr 5 (120) (2015); s. 24-30
- [3] Ludynia A., Zastosowanie smart grids w ciepłownictwie, *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, tom 17, zeszyt 1 (2014); s. 69-83
- [4] Mazurek M., Piękoś M., Kwastar M., Nowa metoda hydraulicznej regulacji sieci ciepłowniczej, *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, nr 47/1 (2016); s.
- [5] Mróz T.M., *Innowacyjne ciepłownictwo – możliwości i ograniczenia*, „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja”, Nr 10 (2012); s. 403-407
- [6] Osładacz A., Chaczykowski M., Kwastar M., *Systemy ciepłowniczego w 2050 roku – perspektywy i wyzwania*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, nr 47/10 (2016); s. 391-399
- [7] Pająk Sz., Roch D., Mieć plan na sieć, *Energetyka ciepła i zawodowa*, nr 4 (2013); s. 25-30
- [8] Rak A., Wybrane aspekty techniczne poprawy efektywności energetycznej miejskiego systemu ciepłowniczego, *Między ewolucją a rewolucją – w poszukiwaniu strategii energetycznej*, J. Maj, P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski (red.), Poznań (2015); s. 655-674
- [9] Turcki M., Sekret R., Konieczność reorganizacji systemów ciepłowniczych w świetle zmian zachodzących w sektorze budowlano - instalacyjnym, *Rynek Energii*, nr 8 (2015); s. 27-34
- [10] URE, *Energetyka ciepła w liczbach 2016*, Warszawa 2015
- [11] URE, *Energetyka ciepła w liczbach - 2008*, Warszawa 2009
- [12] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. z 2011 r., nr 94, poz. 551)