

Materiały XXX Konferencji z cyklu
Zagadnienie surowców energetycznych
i energii w gospodarce krajowej
Zakopane, 9–12.10.2016 r.
ISBN 978-83-62922-67-3

Jakub JAWORSKI*

Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze i analiza polskich systemów ciepłowniczych zasilanych z elektrociepłowni

STRESZCZENIE: Założenia polityki klimatycznej Unii Europejskiej, nastawionej na ograniczanie emisji oraz wzrost efektywności wytwarzania, powoli zbliżają się do granic technologicznych w sektorze wytwarzania energii elektrycznej z paliw kopalnych. Dlatego kolejnym obszarem, jaki należy zrestrukturyzować oraz do którego należy wprowadzić OZE, jest wytwarzanie ciepła. Ze względu na złożoność i lokalność wytwarzania ciepła niezwykle skomplikowane jest jednak „zastępowanie” źródeł ciepła przez technologie źródeł odnawialnych. Zamiast tego konieczna jest optymalizacja wytwarzania i odbioru ciepła w istniejących systemach, oraz budowa nowych systemów ciepłowniczych zgodnych z najlepszymi dostępnymi technologiami.

SŁOWA KLUCZOWE: systemy ciepłownicze, niskotemperaturowe systemy ciepłownicze, kogeneracja, OZE w ciepłownictwie

* Inż. – młodszy specjalista ds. energetycznych, Agencja Rynku Energii SA, Warszawa;
student Politechniki Warszawskiej na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa, Warszawa.

1. Systemy ciepłownicze

Podstawowym celem sieci ciepłowniczych jest dostarczanie ciepła do odbiorców wtedy, kiedy go potrzebują, w ilości takiej, jakiej potrzebują. Sieci ciepłownicze, dzięki występowaniu efektu skali, pozwalają na efektywniejsze produkowanie ciepła niż w przypadku produkcji ciepła w domowych kotłowniach.

W 2014 roku w Polsce zidentyfikowano 2 546 systemów ciepłowniczych (Raport... 2015), z których 101 było zasilanych źródłami kogeneracyjnymi. Systemy zasilane przez źródło kogeneracyjne, to głównie systemy w aglomeracjach miejskich, w których głównymi odbiorcami ciepła są budynki mieszkalne i użyteczności publicznej.

Zgodnie z danymi udostępnionymi w unijnym dokumencie „An EU strategy on heating and cooling” około połowa budynków jest ogrzewana przez kotły wyprodukowane przed 1992 rokiem, pracujące ze sprawnością poniżej 60%. W tym samym dokumencie zwrócono uwagę na konieczność przejścia w sektorze ogrzewnictwa, z paliw kopalnych na odnawialne źródła energii. Z kolei w dokumencie „Communication from Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU Strategy for Heating and Cooling” wydanym przez Komisję Europejską (Komisja Europejska... 2016b) przedstawione są dwa scenariusze redukcji emisji: EE27 oraz GHG40RES30EE30. Są to scenariusze, podobne do znanego dobrze 20/20/20, które zakładają spadek zapotrzebowania na energię na potrzeby H&C względem 2005r. odpowiednio: 40% i 60% do roku 2050.

Z analiz przeprowadzonych w różnych krajach Unii Europejskiej wynika, że zapotrzebowanie na energię rośnie na poziomie 2% rocznie (Komisja Europejska... 2000). Sektor budownictwa i gospodarki komunalnej należy do największych konsumentów energii. Sektor ten zużywa około 40% energii pierwotnej, z których 70% przypada na budynki mieszkalne. Zgodnie z raportem przygotowanym przez GUS (GUS... 2014) „Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012” w przypadku Polski gospodarstwa domowe odpowiadają za około 1/3 całkowitego zużycia energii. Struktura zużycia w gospodarstwach domowych kształtowała się następująco (wartości przybliżone):

- ◆ 70% na ogrzewanie pomieszczeń,
- ◆ 15% na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- ◆ 2% na oświetlenie,
- ◆ 13% inne potrzeby.

Tendencja wskazuje, że w przyszłości powstawać będzie mniej budynków energochłonnych będących tanich inwestycyjnie, lecz drogie w utrzymaniu, a budynki energooszczędne będące kosztowne inwestycyjnie i mające niskie koszty utrzymania ze względu na niskie zapotrzebowanie na energię będą preferowanym typem budownictwa.

2. Niskotemperaturowe systemy ciepłownicze

Na system ciepłowniczy składają się: sieć ciepłownicza oraz urządzenia współpracujące produkujące ciepło (np. elektrociepłownia), lub służące do jego odbioru (np. węzły ciepła). W każdym systemie znajduje się co najmniej jedno źródło produkujące ciepło. Ciepło to jest przekazywane poprzez sieć ciepłowniczą, z wykorzystaniem nośnika ciepła o wysokiej temperaturze, do odbiorców końcowych.

2.1. Generacje sieci ciepłowniczych

Sieci ciepłownicze można generalnie podzielić pod względem zaawansowania technologii w nich użytej na 3 generacje (Turski i Sekret 2015):

- ◆ Pierwszą generacją były sieci zasilane parą jako medium transportu ciepła. Sieci takie budowano na początku XX wieku.
- ◆ Jako drugą generację można traktować sieci zasilane wodą pod ciśnieniem i o temperaturze ponad 100°C. Rozwiązania takie były standardem mniej więcej do lat siedemdziesiątych XX wieku.
- ◆ Trzecią generacją są sieci z czynnikiem w postaci wody pod ciśnieniem o temperaturze poniżej 100°C. Obniżenie temperatury wody pozwoliło na obniżenie strat przesyłania ciepła oraz podniesienie sprawności produkcji ciepła, a w rezultacie na podniesienie rentowności przedsiębiorstw ciepłowniczych.

W związku z odchodzeniem od nisko sprawnych rozwiązań technologicznych oraz kierunkiem polityki Unii Europejskiej, konieczne staje się projektowanie nowych rozwiązań sieciowych i systemowych. Jednym z oczywistych kierunków rozwoju jest dalsze obniżanie parametrów gorącej wody oraz implementacja OZE w systemie ciepłowniczym. Obecnie prognozuje się 3 kolejne generacje sieci (Turski i Sekret 2015) różniące się nie tylko parametrami, ale również strukturą zasilania i rolą źródeł w systemie.

2.2. Czwarta generacja – sieci hybrydowe o obniżonych parametrach

Hybrydową sieć ciepłowniczą charakteryzuje zintegrowanie miejskich systemów infrastrukturalnych (ciepłowniczego, kanalizacyjnego, gazowniczego itp.) poprzez wymianę informacji pomiędzy wszystkimi źródłami w systemie, w celu skutecznego zarządzania dystrybucją energii pomiędzy tymi systemami. W tej generacji maleje rola źródła centralnego (przedsiębiorstwa ciepłowniczego) na rzecz źródeł OZE, jak np. kolektorów słonecznych lub źródeł geotermalnych, oraz źródeł lokalnych (np. ciepło odpadowe z procesów technologicznych lub spalania odpadów). Standard dla budynków, aby spełnić założenia tej generacji, jest przyjmowany na poziomie 50–90 kWh/m²rok, a temperatura gorącej wody sieciowej nie przekracza 70°C (Turski i Sekret 2015).

Jak widać na przykładzie tych liczb, „czwarta generacja” jest ostrożnym, pierwszym krokiem w kierunku zdecentralizowanego, niskotemperaturowego systemu ciepłowniczego. Szacowane parametry energochłonności dla budownictwa nie są radykalnie niskie, w zasadzie wiele obecnie stawianych budynków charakteryzuje się zapotrzebowaniem energii na potrzeby cieplne poniżej 90 kWh/m²rok. Obniżenie temperatury gorącej wody sieciowej do 70°C jest w przypadku Polski sporą acz wykonalną zmianą, obecna średnia w Warszawie to 80°C dla średniej temperatury (2°C) oraz 85°C dla średniej minimalnej temperatury (-1,3°C) w „sezonie grzewczym”. Największą i kluczową różnicą przy przejściu z projektowania systemów ciepłowniczych trzeciej generacji na projektowanie systemów na miarę czwartej generacji jest różnica w podejściu do systemu (Li i Svendsen 2014). W trzeciej generacji parametry sieci dopasowane były do źródła ciepła, do jego sprawności i możliwych do osiągnięcia temperaturach czynnika. W przypadku czwartej generacji projektowanie systemu zaczyna się od odbiorcy. Na podstawie zapotrzebowania odbiorcy i charakteru odbioru ciepła szacuje się straty przesyłu sieci i wynikowo, uzyskiwane jest zapotrzebowanie na moc w ciepłowni. Takie niewielkie odwrócenie kierunku myślenia z punktu widzenia przedsiębiorstwa ciepłowniczego jest znaczące: nie chodzi o sprzedanie jak największej ilości ciepła, ale o dostarczanie mniejszej ilości ciepła „wysokiej jakości”, wraz z usługami dodatkowymi (np. doradztwo, remonty, modernizacje), co z biznesowego punktu widzenia ma oznaczać niższe koszty operacyjne i inwestowanie w wieloletnie, odnawialne źródła ciepła.

2.3. Piąta generacja – decentralizacja sieci ciepłowniczych

Przejęcie do piątej generacji sieci zakłada obniżenie temperatur gorącej wody do około 45°C, stawianie budynków niskoenergetycznych o zapotrzebowaniu na energię cieplną do 50 kWh/m²rok oraz dalszy wzrost udziału OZE w miksie energetycznym. Tym, co zdecydowanie odróżnia tę generację od poprzedniej, jest odejście od zcentralizowanej produkcji ciepła. W związku z tym konieczne jest posiadanie w systemie źródeł lokalnych oraz magazynów energii, aby możliwe było zarządzanie produkcją ze źródeł odnawialnych. System taki powinien być sterowany automatycznie w celu zapewnienia optymalnego wykorzystania OZE.

Teoretycznie, już obecnie, możliwe jest budowanie całych osiedli lub nawet miasteczek z siecią ciepłowniczą piątej generacji. Znana jest już technologia budownictwa niskoenergetycznego lub pasywnego, produkcja ciepła z OZE też jest opanowana. Największą przeszkodą są ograniczone sprawności magazynowania ciepła na dłuższe okresy. Dodatkowym wymogiem zbudowania sieci w ten sposób na terenie miejskim byłoby odcięcie jej od energochłonnych części miasta – niskie parametry wody sieciowej nie byłyby w stanie ogrzać energochłonnej zabudowy.

2.4. Szósta generacja – autonomiczne sieci oparte na budynkach o dodatnim potencjale energetycznym

System szóstej generacji składałby się z zdecentralizowanych układów w postaci wytwórców indywidualnych oraz lokalnie scentralizowanych. Produkcja ciepła odbywałaby się w oparciu o OZE oraz lokalne spalarnie odpadów lub źródła ciepła odpadowego. Przez wytwórców indywidualnych rozumie się przede wszystkim budynki o dodatnim potencjale energetycznym, czyli takie, które produkują więcej energii niż jej potrzebują. Dzieje się to głównie dzięki od-

TABELA 1. Przykładowe parametry hybrydowych sieci ciepłowniczych

TABLE 1. Examples of parameters of the hybrid district heating networks

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/(m2rok)	90–350	50–90	0–50	nadmiar +30
Paliwa konwencjonalne	90%	70%	50%	10%
ciepło odpadowe z procesów technologicznych	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

Źródło: Turski i Sekret 2015.

powiedniemu wykorzystaniu architektury budynku, ale w głównej mierze dzięki wykorzystaniu OZE do produkcji ciepła na potrzeby budynku, dzięki wykorzystaniu energii naświetlenia budowli oraz siły wiatru, lub biomasy. Takie budynki były by głównym źródłem ciepła w sieci szóstej generacji. Parametry sieci spodziewane są na poziomie: 35°C temperatura wody gorącej, budynki pasywne lub o dodatnim potencjale energetycznym. Ponad 50% energii jest produkowanej z OZE.

3. Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze

Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze (LTDH) można, zgodnie z przedstawionym wcześniej podziałem, zakwalifikować do generacji 4,5. Koncepcje te łączą w sobie scentralizowaną produkcję ciepła ze znaczącym wykorzystaniem OZE i niską temperaturą wody sieciowej, poniżej 50°C. Do zrealizowania takich założeń konieczne są wysokosprawne źródła ciepła oparte o niskoemisyjne paliwa lub OZE, wysokosprawne sieci przesyłu ciepła, aby ograniczyć straty, a także niskoenergetyczne budynki, dzięki czemu ograniczone zostanie zapotrzebowanie na energię cieplną. Obecnie taki typ sieci jest kierunkiem rozwoju preferowanym przez Unię Europejską (Komisja Europejska... 2016a).

Podstawowymi zagrożeniami poruszonymi w literaturze dla tego typu sieci są srogi zimy oraz bakteria legionelli. Legionella jest to bakteria, która wywołuje tzw. chorobę legionistów i namnaża się w stojących zbiornikach ciepłej wody, ginie jednak w temperaturze powyżej 50°C. Zagrożeniu niewydolności sieci w związku ze srogą zimą można przeciwdziałać ujmując w projekcie sieci ciepłowniczej rezerwy mocy, najlepiej oparte o OZE, np. biomasę. Zapobieganie namnażaniu legionelli zostało już bardzo dobrze poznane i opracowane są metody podgrzewania zbiorników ciepłej wody w instalacjach budynków, czy to elektrycznie (Hog i Moller Moos 2015) czy to pompami ciepła (Li i Svendsen 2014).

Niewątpliwymi zaletami niskotemperaturowych źródeł ciepła są (Shmidt i Kellert 2014):

- ◆ niższe straty przesyłu ciepła,
- ◆ tańsze rurociągi do przesyłu ciepła – woda ma niższe parametry, więc w wyniku tego możliwe jest użycie tańszych materiałów na rurociągi,
- ◆ niskie parametry wody sieciowej umożliwiają integrację w systemie źródeł ciepła inaczej niedostępnych, np. wody geotermalne, ciepło odpadowe,
- ◆ dzięki niższej temperaturze wody sieciowej gorącej możliwe jest podniesienie sprawności w układach kogeneracyjnych,
- ◆ dla Klienta końcowego atrakcyjne jest stabilne źródło ciepła,
- ◆ w rozwiązaniach LTDH spodziewana jest stabilniejsza i niższa cena ciepła niż w obecnych systemach, na skutek wykorzystania OZE oraz lokalnych paliw (biomasa).

3.1. Projekty niskotemperaturowych sieci ciepłowniczych w UE

Hyvinkää – projekt realizowany w miejscowości w Finlandii. Projekt ten ma na celu opracowanie praktyk na potrzeby przedsiębiorstw ciepłowniczych, pozwalających na efektywne zarządzanie siecią niskotemperaturową oraz wypracowanie modeli biznesowych w takich sieciach. Innym obiektem badań w projekcie Hyvinkää są granice budownictwa energooszczędnego w klimacie fińskim.

W trakcie trwania projektu (planowane zakończenie projektu wyznaczono na 2020 rok) gromadzone są dane na temat zużycia energii cieplnej w domach jednorodzinnych, parametrów technicznych sieci oraz monitorowane jest zachowanie odbiorców mieszkających w domach niskoenergetycznych. W trakcie projektu przeprowadzana jest analiza cyklu życia (life-cycle analysis) całego systemu ciepłowniczego. Ma to na celu wypracowanie jak najefektywniejszego modelu eksploatacji sieci niskotemperaturowej (Shmidt i Kellert 2014).

Lystrup – projekt realizowany w miejscowości w Danii. Głównym celem projektu jest zbadanie w warunkach pracy rozwiązań pozwalających na zasilanie budynków mieszkalnych ciepłem sieciowym o temperaturze 50°C. Aby to umożliwić, zastosowano nietypowe rozwiązanie polegające na ogrzewaniu pomieszczeń użytkowych bezpośrednio przez wodę sieciową. W budynkach nie ma węzłów cieplnych, dzięki czemu wyeliminowano straty związane z wymianą ciepła w węźle. Innymi rozwiązaniami technologicznymi, które są testowane w Lystrup, są podwójne rurociągi o obniżonej średnicy, pozwalające na obniżenie strat w przesyłce ciepła oraz zastosowanie niskotemperaturowych radiatorów zamiast tradycyjnych grzejników.

Obecnie udało się uzyskać obniżenie strat przesyłu ciepła do 1/4 strat w tradycyjnej sieci ciepłowniczej. Projekt ten udowadnia również, że możliwe jest eksploataowanie sieci niskotemperaturowej w sposób ekonomicznie uzasadniony, a także pozwalający na zapewnienie komfortu cieplnego odbiorców (Shmidt i Kellert 2014).

Ludwigsburg – projekt prowadzony w niemieckiej miejscowości Ludwigsburg w Niemczech. Istotą tego projektu jest zbadanie na praktycznym przykładzie osiedla budynków niskoenergetycznych. Podsieć na tym osiedlu jest zasilana wodą powrotną z głównej części miejskiej sieci ciepłowniczej. Ważnym obiektem badań jest zarządzanie popytem na ciepło oraz struktura sieci niskotemperaturowej.

Kassel Feldlager – projekt realizowany w Kassel w Niemczech ma na celu przetestowanie osiedla zaopatrywanego w ciepło w całości ze źródeł odnawialnych. W tym celu zaprojektowano domy niskoenergetyczne (<45 kWh/m²a) z ogrzewaniem podłogowym, wyposażone w magazyny ciepła zasilane przez kolektory słoneczne i baterie fotowoltaiczne. Brakująca energia cieplna będzie dostarczana przez pompy ciepła lub przez niskotemperaturową sieć ciepłowniczą. Źródłem ciepła w tej sieci ma być jednostka kogeneracyjna zasilana gazem poodpadowym (Shmidt i Kellert 2014).

Podsumowując, w Europie testowane są różne rozwiązania i konfiguracje niskoenergetycznych sieci ciepłowniczych. Wszystkie te projekty łączy innowacyjne podejście do tematyki źródła ciepła, dążenie do wykorzystania OZE. Dodatkowym aspektem, którego nie można przeoczyć, jest fakt, że wszystkie te projekty są realizowane w nowych osiedlach, w bu-

downictwie niskoenergetycznym lub nawet pasywnym. Sieci niskotemperaturowe nie mogą zostać zrealizowane jako zastępstwo dla istniejących sieci o temperaturach zasilania powyżej 80°C.

4. Zapotrzebowanie na paliwa

W ostatnich latach można w Polsce zaobserwować wyraźny spadek zapotrzebowania na ciepło sieciowe do ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody. Dzieje się tak, pomimo zwiększania liczby odbiorców tego ciepła. Jest to efektem kilku zjawisk takich jak wzrost średniorocznej temperatury powietrza oraz przeprowadzanie termomodernizacji istniejących budynków (np. dzięki środkom przewidzianym w ustawie z 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów). W tabeli 2 przedstawiono liczbowe dane na temat kierunków użytkowania ciepła i jak widać ponad połowa wytwarzanego w Polsce ciepła jest przeznaczana na potrzeby ogrzewnictwa komunalnego.

TABELA 2. Zużycie ciepła według kierunków użytkowania w latach 2010–2014

TABLE 2. Heat consumption by end use in 2010–2014

Wyszczególnienie		Zużycie ciepła według kierunków użytkowania				
		2010	2011	2012	2013	2014
		TJ				
Ogółem kraj		277 232	263 499	260 622	257 963	237 712
z tego	ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody	167 102	150 508	151 300	151 654	135 553
	przemysłowych procesów technologicznych	109 306	112 173	108 391	105 451	101 427
	produkcji rolnej i zwierzęcej	758	757	807	718	561
	wtórnego wytwarzania chłodu	66	61	124	140	171

Źródło: bazy danych ARE.

Ważnym aspektem produkcji ciepła na potrzeby sieci ciepłowniczych jest wykorzystanie kogeneracji. Połączona produkcja ciepła zapewnia lepsze wykorzystanie energii pierwotnej z paliwa oraz daje wytwórcy ciepła dodatkowe źródło dochodu w postaci energii elektrycznej.

Sprawność ogólna w jednostkach kogeneracji wyznaczana jest korzystając z następującego wzoru¹:

$$\eta = \frac{3,6 \cdot A_b + Q_{uq}}{Q_b - Q_{bck}} \cdot 10^2$$

gdzie:

- A_b – całkowita ilość energii elektrycznej brutto, rozumianej jako suma ilości wytworzonej energii elektrycznej brutto i ilości energii elektrycznej odpowiadającej energii mechanicznej brutto, wytworzonych w jednostce kogeneracji [MWh],
- Q_{uq} – ilość ciepła użytkowego w kogeneracji [GJ],
- Q_b – ilość energii chemicznej zawartej w paliwach w jednostce kogeneracji [GJ],
- Q_{bck} – ilość energii chemicznej zawartej w paliwach zużytych do wytwarzania ciepła użytkowego w jednostce kogeneracji poza procesem kogeneracji [GJ].

TABELA 3. Sprawność kogeneracji w Polsce w latach 2010–2014

TABLE 3. Cogeneration efficiency in Poland in 2010–2014

Wyszczególnienie	Sprawność ogólna kogeneracji				
	2010	2011	2012	2013	2014
	%				
Ogółem kraj	50,23	49,4	50,14	50,23	50,06
Elektrownie zawodowe kondensacyjne	38,97	38,56	38,82	38,88	39,06
Elektrociepłownie zawodowe	75,85	73,51	72,45	73,5	71,36
Elektrociepłownie niezależne	56,33	54,49	57,44	59,52	57,98
Elektrociepłownie przedsiębiorstw ciepłowniczych	80,35	79,27	78,47	81,84	82,66
Elektrociepłownie przemysłowe	76,4	76,64	76,31	76,51	76,47

Źródło: bazy danych ARE.

Jak widać w zaprezentowanej tabeli 3 sprawność elektrociepłowni w ostatnich latach pozostawała na stałym poziomie. Wahania o 2 punkty procentowe są spowodowane zarówno procesami modernizacyjnymi jak i różną jakością paliwa. Podczas rozpatrywania działania sieci ciepłowniczej ważna jest zarówno sprawność produkcji ciepła, jak i sprawność przesyłu ciepła.

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarni z dnia 10 grudnia 2014 r. w sprawie sposobu obliczania danych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji

Straty z tytułu przesyłu ciepła w sieci ciepłowniczej mogą sięgać od 20 do 30% w okresie letnim. Obniżając temperaturę wody zasilającej w sieci o 10–15°C można ograniczyć te straty o około 15% (Jachura i Sekret 2016).

Poziom produkcji ciepła w Polsce został zaprezentowany w tabeli 4.

TABELA 4. Produkcja ciepła w elektrowniach ciepłych i elektrociepłowniach w Polsce w latach 2010–2014

TABLE 4. Heat production in power plants and CHP in Poland in 2010–2014

Wyszczególnienie		Produkcja ciepła				
		2010	2011	2012	2013	2014
		TJ				
Ogółem kraj		339 584	314 091	315 572	313 282	291 260
Elektrownie zawodowe kondensacyjne		20 278	18 327	18 428	16 564	15 695
Elektrociepłownie zawodowe		151 102	132 115	144 069	143 835	130 177
w tym	węgiel kamienny	140 972	122 971	134 640	132 135	114 743
	gaz ziemny	10 130	9 145	9 429	9 055	8 069
	paliwo odnawialne (100%)*	–	–	–	2 644	7 365
Elektrociepłownie niezależne		31 881	29 886	22 349	19 798	17 536
w tym	węgiel kamienny	31 036	29 292	21 649	18 883	16 537
	gaz ziemny	845	594	700	915	1 000
Elektrociepłownie przedsiębiorstw ciepłowniczych		8 310	7 810	8 592	9 222	7 845
w tym	węgiel kamienny	4 804	4 763	5 102	5 131	4 448
	gaz ziemny	3 506	3 047	3 490	4 092	3 397
Elektrociepłownie przemysłowe		128 013	125 953	122 134	123 862	120 007

* Biogaz i biomasa.

Źródło: Bazy danych ARE.

Łatwo zauważyć, że głównym paliwem wykorzystywanym na potrzeby ciepłownicze w Polsce jest węgiel kamienny. Z węgla kamiennego produkowane jest 87% ciepła w elektrociepłowniach zawodowych, niezależnych i należących do przedsiębiorstw ciepłowniczych. Zużycie paliwa przedstawia się w ciepłownictwie przedstawia się następująco:

Samo obniżenie temperatury zasilające sieci o 10°C i wynikający z tego spadek strat o 15% spowodowałyby roczną oszczędność na poziomie 130 tys. ton węgla kamiennego, oraz 10 mln m³ gazu ziemnego. Niestety, przeprowadzenie takiej operacji jest w istocie bardzo skomplikowane. Niższa temperatura wody zasilającej, oznacza mniej energii, którą mogą odebrać budynki przyłączone do sieci ciepłowniczej, dlatego konieczna jest modernizacja i/lub remont budynków

podłączonych do sieci. Poza tym, operatorzy sieci ciepłowniczych już obecnie prowadzą procesy optymalizacyjne, mające na celu jak najlepsze dopasowanie produkcji ciepła w systemie do bieżących potrzeb energetycznych odbiorców. Dlatego jeżeli mowa o sieciach niskotemperaturowych, należy myśleć o sieciach nowopowstałych w osiedlach budynków niskoenergetycznych (czyli takich o zapotrzebowaniu na energię cieplną poniżej 50 kWh/m²rok).

TABELA 5. Zużycie paliwa w elektrociepłowniach w Polsce w latach 2010–2014

TABLE 5. Fuel consumption in cogeneration power plants in Poland in 2010–2014

Wyszczególnienie		Zużycie paliw na produkcję ciepła				
		2010	2011	2012	2013	2014
		tys. ton / mln m ³				
Elektrociepłownie zawodowe*	węgiel kamienny	6 302	5 498	6 019	5 907	5 130
	gaz ziemny	358	323	333	320	285
Elektrociepłownie niezależne	węgiel kamienny	1 388	1 310	968	844	739
	gaz ziemny	30	21	25	32	35
Elektrociepłownie przedsiębiorstw ciepłowniczych	węgiel kamienny	215	213	228	229	199
	gaz ziemny	124	108	123	145	120

* Ze względu na różnorodność spalanego paliwa odnawialnego nie zostało uwzględnione z zestawieniu.
Źródło: bazy danych ARE.

Podsumowanie

Produkcja ciepła w elektrociepłowniach pochłania w Polsce rocznie około 6 mln ton węgla kamiennego, co stanowi 8,3% całkowitego zużycia węgla w kraju. Jeżeli chodzi o wykorzystanie gazu ziemnego przez elektrociepłownie wynosi ono około 440 mln m³, co stanowi 3,2% krajowego zużycia gazu ziemnego. Wykorzystanie paliw odnawialnych, takich jak biogaz i biomasa jest w Polsce wciąż ograniczone, a w przypadku biomasy jest ona wykorzystywana głównie przy współspalaniu z węglem. Znacznie szerzej biomasa jest wykorzystywana w ciepłownictwie rozproszonym, w przypadku którego w 2015 roku wykorzystano około 2 mln ton różnego rodzaju biomasy stałej.

Pomimo promowania sieci ciepłowniczych niskotemperaturowych przez Komisję Europejską, możliwości ich rozwoju w dużych aglomeracjach są znikome. Głównymi ograniczeniami w takim przypadku będą oczywiście stare budynki mieszkalne, projektowane na zasilanie wodą z sieci o temperaturach powyżej 80°C a w szczycie zapotrzebowania nawet powyżej 100°C. Dlatego szansą na rozwijanie sieci niskotemperaturowych są właśnie małe miasteczka i nowe osiedla.

Literatura

- GUS... 2014 – GUS, *Efektywność wykorzystania energii w latach 2002–2012*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, 2014.
- HOG, H. i MOLLER MOOS, T. 2015. *Low temperature district heating is a reality*. Hot|Cool nr 1.
- IVERSEN, J. i JACOBSEN, C. 2015. *Ultra low temperature district heating proves its worth*. Hot|Cool nr 1.
- JACHURA, A. i SEKRET, M. 2016. *Efektywność energetyczna miejskiego systemu ciepłowniczego*. [Online] Dostępne w: www.cire.pl/pliki/2/jachura.pdf [Dostęp 15 czerwca 2016].
- Komisja Europejska... 2000 – Komisja Europejska, *Green Paper „Towards a European for the Security of Energy Supply”*, Bruksela, 29 listopada 2000.
- Komisja Europejska... 2016a – Komisja Europejska, *An EU strategy on heating and cooling*, Bruksela, 16 lutego 2016.
- Komisja Europejska... 2016b – Komisja Europejska, *Communication from Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU Strategy for Heating and Cooling*, 16 luty 2016.
- LI, H. i SVENDSEN, S. 2014. *Towards 4th generation district heating: Experience and potential of low temperature district heating* [W:] The 14th International Symposium on District Heating and Cooling – materiały.
- MIKOŁAJUK, H. red. 2015. *Raport o stanie kogeneracji w Polsce w latach 2007–2014*. ARE, grudzień 2015.
- SHMIDT, D., KELLERT A. 2014. *Low temperature district heating for future Energy systems* [W:] The 14th International Symposium on District Heating and Cooling – materiały.
- TURSKI, M. i SEKRET, R. 2015. *Konieczność reorganizacji systemów ciepłowniczych w świetle zmian zachodzących w sektorze budowlano-instalacyjnym*. *Rynek Energii* nr 4.

Jakub JAWORSKI

Low temperature district heating and its fuel sources

Abstract

Aims of the UE climate policy, aimed at reducing emissions and increasing efficiency of production, slowly approach limits of technology in electricity generation sector based on fossil fuels. Therefore, another area that must be restructured and which must implement renewable energy sources, is heat production. Due to the complexity and locality of heat production it is impossible to simply replace heat sources by RES. Instead, it is necessary to optimize the generation and heat consumption in existing systems, next to construction of new district heating systems, based on best available technologies.

KEYWORDS: district heating, low temperature district heating, cogeneration, renewables in district heating