

Edward KOSTOWSKI

Politechnika Śląska, Instytut Techniki Ciepłej

PRZEGLĄD ZAGADNIENÍ ENERGETYCZNYCH CIEPŁOWNICTWA

Streszczenie. Dokonano przeglądu problemów energetycznych ciepłownictwa, zwłaszcza dotyczących wpływu doboru paliw na ich zużycie oraz obciążenie środowiska. Podkreślono pewne specyficzne cechy ciepłownictwa w województwie katowickim.

REVIEW OF THE ENERGY PROBLEMS IN DISTRICT HEATING

Summary. A review of energy problems in the district heating, especially of the influence of fuel choice on the energy consumption and their costs as well on the environment pollution is presented. In the Katowice region they are important this problems, which with the coal mining are connected, for example the using of Coal Bed Methane as well the local waste heat utilization.

UEBERSICHT DER ENERGETISCHEN PROBLEME VON FERNHEIZUNG

Zusammenfassung. Eine kurze Uebersicht von energetischen Probleme der Fernwärmeheizung wurde dargestellt. Sehr wichtig sind die mit dem Brennstoffauswahl verbundene, welche sowie die Oekonomie der Heizung wie auch die Umweltbelastung beeinflussen. Im Katowice Region soll man auch diese, welche im Zusammenhang mit der Kohlenförderung auftreten, genau betrachten.

1. WSTĘP

Ogrzewanie mieszkań, obiektów przemysłowych i użyteczności publicznej, w tym powietrza wentylacyjnego, a również przygotowanie ciepłej wody użytkowej jest jednym z głównych konsumentów energii pierwotnej. Ocenia się, że w skali kraju zużycie to wynosi ok. 1200 PJ/a, co stanowi w przybliżeniu 40% zapotrzebowania na energię finalną [1, 2]. Z podanej wielkości blisko połowa

(500 + 600 PJ/a) jest dostarczane przez systemy ciepłownicze, o różnej wielkości i strukturze, a więc centralnie, reszta pochodzi z kotłowni blokowych, obsługujących domy jednorodzinne, indywidualnych pieców lub nawet kuchni węglowych. W ciepłownictwie i przemyśle znajduje się łącznie około 37000 kotłów o mocach od 0,5 do 120 MW (z tego ok. 22000 o znacznym stopniu zużycia i obniżonych sprawnościach) [1, 2]. W roku 1990 ok. 5,3 mln mieszkań (74% ich ogólnej liczby w miastach) miało instalację centralnego ogrzewania, z czego ok. 3 mln z miejskich systemów ciepłowniczych. Równocześnie w budownictwie indywidualnym, które stanowi około połowy całego budownictwa, w przybliżeniu rejestrowano:

- 9,0 mln pieców grzewczych ceramicznych i metalowych,
- 6,6 mln kuchni węglowych (sprawność rzędu 10 + 20% [2]),
- 1,43 mln kotłów małej mocy na paliwo stałe.

Sprawność tych urządzeń grzewczych szacuje się na poziomie 30 ÷ 50%, jej podniesienie jest jedną z większych potencjalnych rezerw w zużyciu paliw.

Województwo katowickie (2,1% powierzchni kraju oraz ok. 4 mln mieszkańców) to w przybliżeniu 10% krajowego potencjału ciepłownictwa. Stwierdza się tutaj pełną różnorodność zabudowy, cechą wyróżniającą jest jednak koncentracja przemysłu, w tym zwłaszcza obecność górnictwa, co tworzy problemy nie spotykane w innych regionach kraju. Niniejszy artykuł (referat) ma ograniczony charakter przeglądowy, poruszone zostaną w nim tylko wybrane problemy związane z aktualnym stanem oraz prowadzoną przebudową strukturalną i modernizacją techniczną i technologiczną ciepłownictwa.

Zmniejszenie zużycia energii osiąga się we wszystkich ogniach łańcucha ciepłowniczego, począwszy od rodzaju paliwa, na lepszym izolowaniu domów kończąc. Po stronie źródeł poprawienie sprawności osiąga się np. zastępując małe piece węglowe kotłami blokowymi lub piecami gazowymi, przez zastosowanie ciepłowni, wreszcie przez skojarzoną produkcję ciepła grzejnego i energii elektrycznej, czego uzasadniać tutaj nie trzeba. Dotychczasowe rezultaty niestety nie zawsze są zadowalające, np. w ostatnich latach rozwój potencjału ciepłowniczego w Polsce odbywał się głównie przez rozbudowę kotłów wodnych, w związku z czym udział ciepła wytworzonego w skojarzeniu zmalał [1]. Tymczasem w wielu krajach europejskich obserwuje się rozwój tej formy zaopatrzenia w ciepło grzejne.

Inna efektywna droga to zastąpienie węgla kamiennego przez gaz ziemny. Jest ona oczywista w rozproszonym budownictwie indywidualnym, ale obecnie coraz wyraźniejsza jest możliwość stosowania układów skojarzonych z turbiną gazową, co pod względem energetycznym jest znacznie bardziej korzystne [3]. W polskim ciepłownictwie, a zwłaszcza w regionie przemysłowym GOP-u dominuje jednak węgiel kamienny; od niego wypada rozpocząć niniejszy przegląd.

Węgiel kamienny stwarza różne problemy nie tylko jako paliwo; niektóre z nich mają charakter sprzężony. Przybliżony rejestr, w którym każdy temat można obszernie przedstawić osobno, zapisano poniżej:

- a) kopalniane kotłownie lub elektrociepłownie jako lokalne źródła ciepła,
- b) spalanie węgla i emisja szkodliwych produktów spalania,
- c) spalanie gazu zaazotowanego oraz koksowniczego w kopalnianych kotłowniach,
- d) pozyskiwanie gazu ziemnego zaazotowanego,
- e) zapotrzebowanie ciepła do podgrzewania powietrza wentylacyjnego (szczególnie w kopalniach gazowych rejonu Jastrzębia),
- f) odsalanie wód kopalnianych,
- g) produkcja koksu opałowego lub paliwa bezdymnego,
- h) budownictwo ciepłowni lub elektrociepłowni oraz sieci ciepłowniczej w warunkach szkód górniczych.

2. PALIWA W CIEPŁOWNICTWIE

W skali kraju, a również w regionie, głównym paliwem jest węgiel kamienny. W województwie katowickim zużywa się go ok. 10 mln t/a; spalanie takiej ilości węgla powoduje obciążenie środowiska ponad 2 mln ton odpadów stałych, ok. 200 tys. t pyłu i tyleż ton SO_2 w ciągu roku. Znaczna liczba pieców jest ponadto źródłem tzw. niskiej emisji, w tym szkodliwych węglowodorów [4]. O stosowaniu węgla decyduje jego dostępność i cena. Dla danych z końca roku 1994 cena jednostki energii chemicznej wynosiła:

- | | |
|--|----------------------------|
| – dla mialu węglowego | – ok. 40000 zł/GJ, |
| – dla sortymentów grubych | – ok. 60000 zł/GJ, |
| – muł lub przerosty – kosztują jeszcze | – ok. 30000 ÷ 35000 zł/GJ. |

Dla porównania, dla innych paliw cena (w zł/GJ) wynosi w przybliżeniu:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| – koks opałowy (ok. 11% p, 9% w) | – 83000 (loco koksownia), |
| – gaz ziemny (ok. 35,5 MJ/m ³) | – 113000 (4000 zł/m ³), |
| – olej opałowy lekki (0,8% S) | – 185000 (ok. 6700 zł/l), |
| – en. elektryczna „nocna” | – 200000 (ok. 720 zł/kWh), |
| – en. elektr. dla odbiorców indywidual. | – 375000 (1350 zł/kWh). |

Uwzględniając różną sprawność pieców lub kotłów [5], można orientacyjnie przyjąć następujący koszt k (w NZP/GJ) samego tylko paliwa (nośnika energii) na jednostkę ciepła grzejjego:

- | | |
|--------------------------------|--|
| – piece węglowe | – $k = \text{ok. } 20$ (węgiel, $\eta = 30\%$), |
| – kotły indywidual. małej mocy | – $k = 8$ (miał węglowy, $\eta = 50\%$), |
| – kotły wodne w ciepłowni | – $k = 5 \div 6$ (miał, $\eta = 70 \div 80\%$), |
| – kotły opalane olejem | – $k = \text{ok. } 22$ ($\eta = 85\%$), |
| – kotły gazowe | – $k = 14 \div 11,5$ ($\eta = 80 \div 100\%$), |
| – grzejniki elektryczne | – $k = 37,5$ ($\eta = 100\%$), |
- (ciepło z PEC-ów - ok. 15 NZP/GJ; NZP - nowy złoty polski) .

Oczywiście koszt paliwa stanowi tylko część kosztów całkowitych, ale już te wartości wskazują na istniejące ograniczenia.

2.1. Gaz ziemny

Jest to obecnie najlepsze i stosunkowo niedrogie paliwo, ale cena gazu może ulegać różnym wahaniom [6]. Gaz ziemny pochodzi w ok. 60% z importu, w przyszłości przewiduje się dodatkowy import z nowego gazociągu oraz pozyskanie znacznych ilości tzw. „metanu z pokładów węgla” [13]. Lokalnie pozyskuje się też pewne ilości z odmetanowania kopalń (gaz ten jest prawie w całości spalany w elektrociepłowniach lub kotłowniach kopalnianych); spotyka się też gaz ziemny zaazotowany w innych regionach kraju. Bezpośrednie spalanie gazu ziemnego może znacznie obniżyć tzw. niską emisję, zwłaszcza w rozproszonym budownictwie indywidualnym lub w starym budownictwie w miastach (ogrzewanie etażowe). Najkorzystniejsze jest jednak stosowanie tego paliwa w układach skojarzonych z turbiną gazową; możliwe są przy tym różne układy ciepłne [3, 7]. Gaz ziemny pozwala też zmniejszyć szkodliwy wpływ na środowisko, w tym zmniejsza relatywnie emisję CO₂, co jest istotne ze względu na efekt cieplarniany.

3. ZAGADNIENIA TECHNICZNE

3.1. Skojarzona gospodarka ciepłno-energetyczna

Równoczesne wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła grzejnego jest podstawową metodą stosowaną w celu zmniejszenia zużycia paliwa dla potrzeb ciepłownictwa. Plany przewidują instalowanie w wielu elektrowniach turbin ciepłowniczych w miejsce dotychczasowych kondensacyjnych (np. bloki BC-100 w miejsce TK-50 lub Skoda-55); szczegółowy wykaz mogą przedstawić nasi koledzy z ENERGOPROJEKTÓW (Gliwice, Katowice). Większym problemem jest przystosowanie bloków 200 MW do pracy ciepłowniczej, częściowo już wdrażane.

Oprócz kwestii ruchowych i finansowych bardzo ważny jest też fakt, że na każde 10 MW oddane do systemu ciepłowniczego, moc elektryczna w zależności od temperatury podgrzania wody sieciowej i sposobu poboru pary obniży się o 1 + 2,7 MW [8].

Z gospodarką skojarzoną ściśle są związane parametry wody sieciowej. Stosowana w Polsce temperatura wody 150/70°C jest zdecydowanie za wysoka. Postuluje się jej obniżenie (do poziomu 100/50°C, a nawet 90/40°C w systemach mniejszej mocy [2]), co wydatnie poprawia efekty energetyczne [2, 9].

Warto zwrócić uwagę na to, że gospodarka skojarzona jest rozwijana w takich krajach jak np. Dania i RFN, przy czym podstawowym paliwem jest węgiel (kamienny i brunatny), ale spala się również gaz ziemny, olej opałowy czy nawet śmieci. W wymienionych krajach sprzyjają temu jednak również uwarunkowania prawne i finansowe [2].

Zastosowanie pompy grzewczej. Pod względem energetycznym jest to przedsięwzięcie przeważnie korzystne, ale na przeszkodzie stoją głównie względy finansowe (tj. koszty instalacji pompy ciepła) [5]. W referacie [10] autor sceptycznie oceniał szanse szerokiego stosowania pomp ciepła; aktualnie jednak proponuje się np. układ o mocy cieplnej 125 MW dla Lublina [11]. Wydaje się, że jest to obecnie sposób o ograniczonym znaczeniu.

Wykorzystanie energii odpadowej. W regionie górnośląskim istnieje wiele zakładów przemysłowych z różnego rodzaju urządzeniami i instalacjami, które są źródłem ciepła odpadowego. Szczególnie dotyczy to pieców przemysłowych, gdzie do otoczenia oddawane są spaliny o wysokiej temperaturze; mogą to być również np. ścieki wody technologicznej. Tę energię odpadową można niekiedy odzyskać niewielkim kosztem; utrudnieniem może być jej nierównomierne powstawanie (wynikające z procesu technologicznego) oraz rozmijanie się charakterystyk zapotrzebowania (na ciepło grzejne lub c.w.u.) i wytwarzania nośnika energii odpadowej. Paliwo pierwotne jest wtedy oszczędzane w źródłach ciepła grzejnego, co także zmniejsza obciążenie środowiska. Ten sposób tzw. terytorialnych układów odzyskiwania energii odpadowej [14], mimo różnych trudności (zwłaszcza w podziale korzyści ekonomicznych), zasługuje na uważne potraktowanie, szczególnie w województwie katowickim.

Zastosowanie turbin gazowych. Dostępność gazu ziemnego jako paliwa oraz turbin gazowych o odpowiednio długim czasie pracy powoduje, że skojarzona gospodarka cieplna rozwija się nie tylko w oparciu o turbinę przeciwprężną lub pompę ciepła, lecz również o te maszyny. Sprawność obiegów z turbiną gazową sięga 50% (przy wytwarzaniu tylko energii elektrycznej); zastosowanie obiegów parowo-gazowych lub wykorzystanie spalin wylotowych do produkcji ciepła grzejnego daje znaczne korzyści energetyczne w porównaniu z typowymi układami parowymi [3]. Obiegi turbin gazowych mają ponadto znacznie niższe wskaźniki emisji produktów szkodliwych do otoczenia. Projekty zainstalowania turbin gazowych w układach ciepłowniczych są zaawansowane; niestety nie dotyczy to naszego regionu.

3.2. Zmniejszenie emisji produktów szkodliwych

Zagadnienie to jest m.in. przedmiotem ekspertyzy PAN [12], gdzie wymienia się cztery główne sposoby obniżania emisji. Stosuje się wszystkie możliwe metody, a więc zamianę paliw (np. gaz lub koks – zamiast węgla), paliwa niskosiarkowe, palniki niskoemisyjne, kotły fluidalne, odsiarczanie spalin.

Normy ochrony środowiska, które będą obowiązywać od 1997 roku, wymuszają różne przedsięwzięcia. Najtrudniej zapewne będzie dotrzymać warunków emisji tlenków azotu. Bardzo zaawansowane są prace związane z wdrożeniem kotłów fluidalnych ze złożem cyrkulacyjnym, które zapewniają dobre spalanie złych rodzajów węgla przy dotrzymaniu wymagań ochrony środowiska; instalowane są również układy odsiarczania spalin.

4. TERMORENOWACJA BUDYNKÓW

Ogrzewane budynki (mieszkalne, użyteczności publicznej lub obiekty przemysłowe) znajdują się na drugim końcu w stosunku do źródeł, ale to one oraz przebywający w nich ludzie determinują zapotrzebowanie. Przez wiele lat budowano rozrzutnie, wymagany współczynnik przenikania ciepła i inne kryteria uległy ostatnio wyraźnemu zaostrzeniu [19]. Są więc budynki słabo zaizolowane, nadmiernie przeszklone, z wadami budowlanymi, bardzo często z instalacjami c.o. w złym stanie technicznym. Poprawienie ich standardu cieplnego, zwane termorenowacją, przynosi ok. 15% obniżenie zużycia ciepła grzejącego [20]. Ocenia się jednak, że przy kompleksowym podejściu (m.in. zastosowaniu właściwego opomiarowania, automatyki i systemu rozliczeń) efekt może być większy; jeżeli obejmie też wymianę okien, stacje wymienników i sieć ciepłowniczą (rury preizolowane, niższe parametry) może sięgać ok. 25 ÷ 30% dotychczasowego zużycia. O kolejności działań powinien decydować rachunek ekonomiczny [5], w tym narzędzia i wskaźniki przyjmowane ze wzorów zachodnich (metoda kosztów unikniętych, wartość bieżąca netto itp. – [15 ÷ 18]). Ważną przesłanką tych działań jest fakt, że termorenowacja obniża zapotrzebowanie na nośniki energii w długiej perspektywie czasowej.

4.1. Struktura organizacyjna ciepłownictwa

W kraju ma miejsce ogólna reorganizacja struktur organizacyjnych ciepłownictwa. Polega ona na likwidacji dawnych WPEC-ów (przedsiębiorstw państwowych) i tworzeniu zakładów podporządkowanych gminom. Przeważnie powstają spółki z o.o., często też zakłady budżetowe. Są to w ocenie autora jednostki zbyt słabe (zwłaszcza finansowo), aby były w stanie rozwiązywać kompleksowo, a przy tym optymalnie wymienione problemy. Niewydolność struktur gminnych jest szczególnie widoczna w województwie katowickim, gdzie n.b. zmiany przeprowadzono dotychczas tylko częściowo. Istnieje potrzeba dyskusji, jak przekształcić obecne struktury, aby z jednej strony usatysfakcjonować gminy (oraz by były one pod kontrolą samorządów), z drugiej zaś aby mogły one efektywnie rozwiązywać problemy ciepłownictwa, w tym energetyczne, których ograniczony przegląd przedstawiono w niniejszym referacie.

LITERATURA

- [1] Kierunki rozwoju energetyki kompleksowej w Polsce do 2010 r. Ekspertyza PAN. Komitet Problemów Energetyki, Warszawa 1994.
- [2] Mańkowski S.: Kierunki modernizacji Miejskich Systemów Ciepłowniczych. Mater. Konferencji: Ciepło i Środowisko, PZITS, Warszawa 1995.
- [3] Szargut J.: Efektywność energetyczna skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w zespole turbiny gazowej. *Gospod. Paliwami i Energią* (1994), nr 11.
- [4] Król A.: Zapotrzebowanie i pokrycie potrzeb cieplnych regionu katowickiego. Referat na Seminarium: Problemy ciepłownictwa regionu katowickiego; Komisja Energetyki Oddz. PAN i inni, Elektr. Rybnik 1988.
- [5] Szargut J. (red.) i inni: Racjonalizacja użytkowania energii w zakładach przemysłowych. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa 1994.
- [6] Parczewski Z., Bojarski W.: Wpływ zmian kosztów wydobywania węgla kamiennego i cen międzynarodowych paliw i energii na przewidywane bilanse energetyczne Polski. *Gospod. Paliwami i Energią* (1994), nr 11.
- [7] Turbina gazowa 50 MW, typ GT8. Informacja techniczna ABB Zamech Ltd.
- [8] Mierzejewski J., Zygmanski W.: Wybrane zagadnienia ciepłownictwa w regionie katowickim. Mater. Seminarium – jak poz. 4.
- [9] Portacha J., Smyk A.: Oszczędność paliwa przy wytwarzaniu ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową w gospodarce skojarzonej. Konferencja Problemy Badawcze Energetyki Ciepłej, Warszawa 1993.
- [10] Kurpisz K.: Perspektywy wykorzystania pomp grzewczych w ciepłownictwie. Mater. Seminarium – jak poz. 4.
- [11] Juśko M., Kwiatkowski J.: Pompa ciepła 125 MW – Lublin. Mater. Konf. – jak poz. 2.
- [12] Spalanie Paliw ze szczególnym uwzględnieniem problemów ekologicznych. Ekspertyza PAN. Komitet Termodynamiki i Spalania, Warszawa 1992.
- [13] Metan pokładów węgla. Biuletyn FEWE, nr 4, czerwiec 1993.
- [14] Ziębik A., Majza E.: Terytorialny układ odzyskiwania energii odpadowej. *Archiwum Energetyki*, nr 3 – 4, 1993.
- [15] Balcerowski W.: Ekonomiczny i gospodarczy sens racjonalizacji użytkowania paliw i energii. Mater. Konf. – jak poz. 2.
- [16] Górzyński J.: Opłacalność termorenowacji budynków przemysłowych. *Gospod. Paliwami i Energią* (1992), nr 5.
- [17] Górzyński J.: Materiały szkoleniowe do audytu energetycznego w przemyśle. Fundacja Poszanowania Energii, Warszawa 1994.

- [18] Doskonalenie energetyki cieplnej dla obniżenia energochłonności gospodarki i ochrony środowiska. Ekspertyza PAN. Komitet Termodynamiki i Spalania, Warszawa 1991.
- [19] Rabjasz R.: Termorenowacja i jej wpływ na wymiarowanie i eksploatację centralnego ogrzewania. Mater. Konf. – jak poz. 2.
- [20] Hopkowicz M., Okarmus W., Pietrzyk Z.: Możliwość oszczędzania energii w ogrzewaniu budynków wielorodzinnych. Mater. Konf. – jak poz. 9.
- [21] Folwarczny J.: Wartość podstawowego składnika ceny ciepła grzewczego. Gospod. Pal. i Energią (1993), nr 12.

Recenzent: Dr hab. inż. Marian HOPKOWICZ

Wpłynęło do Redakcji 11. 04. 1995 r.

Abstract

Heating of houses and industrial buildings is a great consumer of the primary energy, i.e. various fuels. The heat demand is in Poland total 1200 PJ/a, i.e. about 40% of all used energy. Unfortunately the heat production is carried out in heat sources with a low efficiency. Improving this processes may give a significant reduction of fuel consumption. From the other hand similar results may be obtain by replacement of natural gas (in the place of fine power coal or pea coal), however the comparison of fuel prices show, that today the fine coal is the most economic fuel. Other way to the reduction of fuel consumption is the combined production of electricity and heat in power stations. Similar or better results give the combined electricity – heat production with using the gas turbine (for natural gas). In the Katowice region is important a good connection between heat production and energy management of the coal mines as well the local waste heat utilization. And last - the thermorenovation (i.e. the improvement of the technical standard of existing buildings) give the reduction of fuel consumption too.