

POLITYKA ENERGETYCZNA
Tom 6 ♦ Zeszyt specjalny ♦ 2003
Wyd. Instytut GSMiE PAN ♦ Kraków ♦ s. 199 – 211
PL ISSN 1429–6675

Adam SZURLEJ*, Eugeniusz MOKRZYCKI**

Ekologiczne i energetyczne oraz ekonomiczne aspekty stosowania układów wykorzystujących gaz ziemny

Streszczenie

Gaz ziemny w krajowej strukturze energii pierwotnej stanowi około 11%, w porównaniu do Unii Europejskiej jest to około dwukrotnie niższy udział. Ze względu na wielkość zasobów gazu ziemnego Polska należy do państw mało zasobnych w gaz ziemny. W ostatnich latach zużycie gazu ziemnego kształtowało się na poziomie około 11 mld m³. Krajowe wydobycie stanowi około 4 mld m³, a reszta gazu jest importowana, przede wszystkim z Rosji, a także w mniejszych ilościach z Niemiec, Uzbekistanu i Norwegii. W kraju w 2002 roku główną grupę odbiorców gazu ziemnego stanowią odbiorcy przemysłowi — ponad 54% zużycia krajowego, następnie odbiorcy indywidualni — ponad 31% oraz handel i usługi — ponad 14%. Obiekty energetyczne wykorzystujące gaz ziemny charakteryzują się niższym wskaźnikiem emisji CO₂ w porównaniu do obiektów bazujących na węglu kamiennym i węglu brunatnym. Ponadto niepodważalnym atutem układów gazowych jest ich wysoka sprawność (w nowoczesnych rozwiązaniach sprawność elektryczna turbiny gazowej w układzie kombinowanym osiąga 60%, a sprawność elektrowni opalanej węglem kamiennym to 34 — 38%). Układy gazowe charakteryzują się również wysoką elastycznością pracy. Pod względem nakładów inwestycyjnych zdecydowanie korzystniej wypadają elektrownie i elektrociepłownie wykorzystujące gaz ziemny. Natomiast w przypadku wytwarzania energii elektrycznej, to zdecydowanie bardziej opłacalne jest wykorzystywanie paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego (ale bez uwzględnienia kosztów zewnętrznych). Polska ma podstawy, aby został rozwinięty węglowo — gazowy model gospodarki energetycznej.

SŁOWA KLUCZOWE: gaz ziemny, zasoby, struktura zużycia, emisja CO₂, układy gazowe, efekty ekologiczne

Wprowadzenie

Udział gazu ziemnego w strukturze energii pierwotnej kraju to około 11 %. W porównaniu do państw Unii Europejskiej jest to około dwukrotnie niższy udział. Układy wykorzystujące gaz ziemny (np. kotły gazowe, silniki spalinowe, turbiny gazowe) charakteryzują się bardzo dobrymi wskaźnikami energetycznymi (wysoka sprawność) oraz zaletami ekologicznymi (niskie wskaźniki zanieczyszczeń gazowych do atmosfery). Uwarunkowania ekonomiczne (struktura cen paliw) aktualnie nie są zbyt korzystne dla gazu ziemnego. Jednak można spodziewać się w przyszłości, że ulegnie poprawie efektywność ekonomiczna obiektów wykorzystujących układy bazujące na gazie ziemnym.

* Mgr inż., doktorant na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH, Kraków

** Dr hab. inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN; Wydział Paliw i Energii AGH, Kraków

Recenzował prof. dr hab. inż. Roman NEY

Zasoby gazu ziemnego w Polsce i krajach Unii Europejskiej

W strukturze zasobów surowców energetycznych kraju zdecydowanie dominują zasoby węgla kamiennego i brunatnego. Zasoby węglowodorów są niewielkie, przy czym zasoby gazu ziemnego przewyższają zasoby ropy naftowej.

Stan wydobywalnych zasobów gazu ziemnego w kraju w 2001 r. to 138 654 mln m³. Z 244 złóż gazu ziemnego eksploatowanych jest 180 złóż. Występują one przede wszystkim na Niżu Polskim (64,2 % zasobów udokumentowanych) i na Przedgórzu Karpat (34,7%), a tylko niewielkie zasoby są zlokalizowane w małych złóżach na obszarze Karpat (1,11%) — rys. 1. Gaz ziemny występujący na Niżu Polskim jest przeważnie zaazotowany. Polska posiada także zasoby gazu na Morzu Bałtyckim — w polskiej strefie ekonomicznej (od 2002 r. jest on wykorzystywany dla potrzeb Elektrociepłowni we Władysławowie) oraz metan w pokładach węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (eksploatuje się go w małej skali ze względu na trudności technologiczne) [6, 8].

Ze względu na wielkość zasobów gazu ziemnego, Polskę można zaliczyć do państw średnio lub raczej mało zasobnych w gaz ziemny. Stan zasobów prognostycznych jest oceniany na poziomie od 400 do 600 mld m³ [9]. W tabeli 1 zestawiono wielkość zasobów gazu ziemnego w państwach UE i Polski.

TABELA 1. Krajowe zasoby gazu ziemnego na tle państw UE

TABLE 1. The Polish resources of the natural gas compared to the EU countries

Lp.	Państwo	Wielkość zasobów [bln m ³]	Udział zasobów światowych [%]	Współczynnik R/P [lata]
1.	Holandia	1,76	1,1	25,5
2.	Wielka Brytania	0,70	0,4	6,8
3.	Niemcy	0,32	0,2	18,4
4.	Włochy	0,23	0,1	15,0
5.	Dania	0,08	0,1	10,0
6.	Polska	0,17	0,1	41,7

Źródło: [1]



Źródło: [15]

Rys. 1. Rozmieszczenie zasobów gazu ziemnego w Polsce
Fig.1. The location of the natural gas resources in Poland

Najzasobniejsze w gaz ziemny państwa UE (Holandia i Wielka Brytania) w porównaniu z Polską mają kilkanaście razy większe zasoby gazu ziemnego. Jednak w skali świata ich zasoby nie są znaczące — łącznie 1,5% zasobów światowych. Poza tymi krajami do najbogatszych w gaz ziemny państw europejskich zalicza się: Federacja Rosyjska — państwo o największych zasobach gazu na świecie — 47,57 bln m³, Ukraina — 1,12 bln m³ i Norwegia (nie należąca do Unii Europejskiej) — 2,19 bln m³. Zasoby gazu ziemnego państw UE są zlokalizowane przede wszystkim w basenie Morze Północnego. Należy także zwrócić uwagę na stosunkowo niską wartość współczynnika R/P (współczynnik ten określa stosunek zasobów do wydobycia w danym roku — ukazuje okres wystarczalności zasobów w latach) dla państw UE (tabela 1). W skali świata szacuje się aktualnie, że zasoby gazu ziemnego będą zabezpieczone na 60 lat [1].

Struktura zużycia gazu ziemnego w Polsce i w krajach UE

W ostatnich latach zużycie gazu ziemnego w kraju kształtowało się na poziomie około 11 mld m³ (tabela 2). Wydobycie krajowe (w przeliczeniu na gaz ziemny wysokometanowy) to 4 mld m³, a większość gazu jest importowana — przede wszystkim z Rosji, a także w mniejszych ilościach z Niemiec, Uzbekistanu i Norwegii.

TABELA 2. Struktura zużycia gazu ziemnego w Polsce w latach 2000 – 2002, mld m³

TABLE 2. The structure of the natural gas consumption in Poland in 2001 – 2002, mld m³

Lp.	Grupa odbiorców	Lata		
		2000	2001	2002
1.	Przemysł	6,047	5,998	5,945
2.	Klienci indywidualni	3,563	3,705	3,497
3.	Handel i usługi	1,256	1,579	1,546
4.	Zużycie całkowite	10,867	11,284	11,117

Źródło: [15]

Jak można zauważyć z tabeli 2 nadal główną grupą odbiorców stanowią odbiorcy przemysłowi — 54 % zużycia krajowego w 2002 r. Największe ilości gazu ziemnego w przemyśle są zużywane przez zakłady chemiczne (przede wszystkim zakłady produkcji nawozów azotowych), hutnictwo żelaza oraz przemysł szklarski, ceramiczny i materiałów budowlanych. Przewiduje się, że zużycie gazu ziemnego przez przemysł ciężki będzie utrzymywać się na niezmiennym poziomie, natomiast liczy się na nieznaczny wzrost wykorzystania gazu przez przemysł lekki.

W 2002 r. odbiorcy indywidualni zużyli 3,497 mld m³ gazu ziemnego — nastąpił spadek w porównaniu do 2001 r. Jest to najliczniejsza grupa odbiorców — 6,1 mln. Stopień gazyfikacji kraju wynosił 58% (2001 r.) i obserwuje się znaczne zróżnicowanie w poszczególnych regionach kraju (np. województwo małopolskie — 87%, a województwo podlaskie — 29%). Zróżnicowanie to wynika przede wszystkim z tradycji użytkowania paliw gazowych i sytuacji ekonomicznej odbiorców. Tylko około jedna piąta odbiorców domowych wykorzystuje gaz do celów grzewczych, a zdecydowana większość — około 80% wykorzystuje gaz tylko i wyłącznie do przygotowania posiłków.

Grupa odbiorców zaliczanych do handlu i usług charakteryzowała się do 2001 r. bardzo dynamicznym wzrostem zużycia gazu ziemnego (1996 r. — zużycie gazu — 0,421 mld m³, 1999 r. — 1,180 mld m³, 2001 — 1,579 mld m³). Jednak w tej grupie odbiorców zużycie gazu ziemnego w 2002 r. nieznacznie się obniżyło w porównaniu do 2001 r. Na pewno wpływ na zmniejszenie się zużycia gazu przez tą grupę odbiorców miał stan gospodarki Polski w 2002 r.

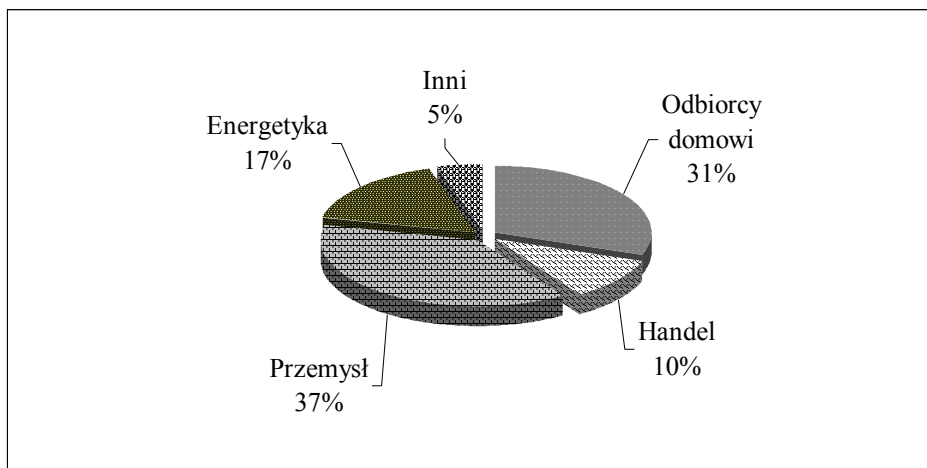
Strukturę wykorzystania gazu ziemnego w krajach UE przedstawia rys. 2. Jak widać w krajach UE, także przemysł jest głównym odbiorcą gazu ziemnego ale udział jaki trafia do odbiorców przemysłowych jest znacznie mniejszy niż w kraju.

Do głównych różnic pomiędzy strukturą wykorzystania gazu ziemnego w kraju, a UE należy zaliczyć:

- ♦ w kraju ponad 50% zużycia gazu ziemnego przypada na sektor przemysłowy, w UE ten odsetek jest niższy – 37%,

- ♦ w kraju ilość gazu jaka jest zużywana w elektrowniach (elektrociepłowniach) to około 5% całkowitego zużycia, w UE udział ten jest ponad 3 — krotnie większy.

Ogólnie w Polsce w porównaniu do państw UE jest niskie zużycie gazu ziemnego w przeliczeniu na osobę w ciągu roku. Główną przyczyną tego stanu rzeczy jest niekorzystna (dla gazu) relacja cenowa pomiędzy gazem ziemnym, a innymi nośnikami energii (głównie węglem kamiennym).



Źródło: [14]

Rys.2. Struktura wykorzystania gazu ziemnego w krajach Unii Europejskiej w 2001 r.
Fig. 2. The structure of the natural gas usage in the EU countries in 2001

Oddziaływanie obiektów na gaz ziemny na środowisko przyrodnicze

Jednym z głównych problemów współczesnego świata jest tzw. efekt cieplarniany i związane z nim zmiany klimatyczne. Głównym gazem powodującym efekt cieplarniany jest dwutlenek węgla. Aktualnie brak jest technologii pozwalającej efektywnie i ekonomicznie przyczynić się do zmniejszania koncentracji tego głównego gazu cieplarnianego w atmosferze. Jednym z głównych źródeł emisji dwutlenku węgla do atmosfery jest spalanie paliw kopalnych. Jak widać (tabela 3) wielkość emisji dwutlenku węgla przy spalaniu poszczególnych paliw kopalnych jest zróżnicowana.

TABELA 3. Jednostkowa emisja dwutlenku węgla przy spalaniu różnych paliw kopalnych

TABLE 3. The unit emission of CO₂ during combustion of different fossil fuels

Lp.	Paliwo	Jednostkowa emisja [kg CO ₂ /GJ]	Lp.	Paliwo	Jednostkowa emisja [kg CO ₂ /GJ]
1.	Węgiel kamienny	94,60	5.	Nafta	71,50
2.	Węgiel brunatny	101,20	6.	Olej opałowy	77,37
3.	Ropa naftowa	74,07	7.	Olej napędowy	74,07
4.	Benzyna	66,00	8.	Gaz ziemny	56,10

Źródło: [7]

Największa emisji CO₂ towarzyszy spalaniu węgla brunatnego, a o połowę mniejsza jest podczas spalania gazu ziemnego.

Obiekty energetyczne wykorzystujące gaz ziemny (turbina gazowa, silnik gazowy) charakteryzują się niższym wskaźnikiem emisji CO₂ niż obiekty bazujące na węglu kamiennym. Przy założeniu sprawności silnika lub turbiny na poziomie 35% otrzyma się wskaźnik emisji 576 kg CO₂ na 1 MW·h (dla porównania dla elektrowni węglowej wskaźnik ten wynosi około 990 kg CO₂ na 1 MW·h) [11].

Oprócz niższej emisji CO₂ układy wykorzystujące gaz ziemny mają jeszcze inne zalety (ekologiczne) w odniesieniu do obiektów opartych na węglu kamiennym:

- ♦ praktycznie zerowa emisja SO₂,
- ♦ niższa emisja NO_x,

- ◆ brak stałych odpadów po procesie spalania (nie występuje problem składowania i utylizacji odpadów) i zapylenia,
- ◆ brak jest ścieków związanych z pracą kotłów parowych (odmuliny, odsoliny).

Niski poziom emisji zanieczyszczeń układów gazowych pozwala na obniżenie opłat za korzystanie ze środowiska i w ten sposób przyczynia się do obniżenia kosztów eksploatacji układu energetycznego. Aktualnie w naszym kraju wysokość tych opłat środowiskowych jest o wiele niższa w porównaniu z krajami UE lecz należy się spodziewać ich wzrostu w związku z dostosowaniem się krajowych przepisów do unijnych.

Jako przykład tych zalet jakie daje wykorzystanie paliwa gazowego w obiekcie energetycznym mogą posłużyć: Elektrociepłownia Gorzów — tam gaz ziemny (zaazotowany) jest wykorzystywany w bloku gazowo — parowym od 1999 r., i Elektrociepłownia Lublin — Wrotków (blok gazowo parowy został uruchomiony w 2002 r.) (tabela 4, tabela 5)

TABELA 4. Efekty ekologiczne wprowadzenia do eksploatacji bloku gazowo — parowego w EC Gorzów Wielkopolski (EC Gorzów S.A.)

TABLE 4. The ecological effects of the introduction to the exploitation the combined cycle in EC Gorzów Wielkopolski

Rodzaj emisji	Wielkość emisji przed rozbudową 1998 r. , [Mg]	Wielkość emisji po rozbudowie 2000 r., [Mg]
Emisja pyłu	4 505	372
Emisja SO ₂	4 061	1 638
Emisja NO _x	2 669	1 170

Źródło: [12]

TABELA 5. Efekty ekologiczne wprowadzenia do eksploatacji bloku gazowo – parowego w EC Lublin — Wrotków

TABLE 5. The ecological effects of the introduction to the exploitation the combined cycle in EC Lublin – Wrotków

Rodzaj emisji	Wielkość emisji przed rozbudową [Mg]	Wielkość emisji po rozbudowie [Mg]
Emisja pyłu	1 787	302
Emisja SO ₂	5 354	1 361
Emisja NO ₂	1 341	686
Emisja CO	139	192
Emisja CO ₂	612 824	931 000

Źródło: [5]

Jak można zauważyć z tabel 4 i 5, wybudowanie bloków gazowo — parowych w znacznym stopniu przyczyniło się do obniżenia emisji zanieczyszczeń atmosfery. Co prawda w przypadku Elektrociepłowni Lublin—Wrotków (tabela 5) po uruchomieniu bloku gazowo — parowego zwiększyła się emisja CO i CO₂ ale wynika to z tego, że po rozbudowie produkuje się także energię elektryczną (przed rozbudową tylko wytwarzane było ciepło). Tak więc wielkości charakteryzujące poziom emisji w przypadku Elektrociepłowni Lublin — Wrotków należy tak zinterpretować, że po modernizacji wystąpił efekt lokalny ujemny (zwiększona emisja CO i CO₂) ale równocześnie gdyby rozpatrzeć tą rozbudowę EC w skali kraju, to efekt globalny jest pozytywny (oznacza to niższą emisję zanieczyszczeń powstałych w procesie wytwarzania energii elektrycznej; tyle energii ile zostanie wyprodukowane w elektrowniach gazowych nie zostanie zarazem wytworzone w elektrowniach węglowych — zatem emisja zanieczyszczeń będzie niższa).

Wykorzystanie na szerszą skalę gazu ziemnego w kraju byłoby korzystne w wypełnieniu przez Polskę umów międzynarodowych w zakresie ochrony środowiska (protokół z Kioto, II protokół siarkowy). Obecnie zużycie gazu ziemnego w kraju w przeliczeniu na osobę jest stosunkowo niskie (w porównaniu z innymi państwami). Ze względu na uwarunkowania sektora energetycznego (między innymi znaczące zasoby węgla kamiennego i brunatnego) nie należy się spodziewać ekspansji gazu ziemnego w sektorze wytwarzania energii elektrycznej. Niemniej jednak ze względów ekologicznych pożądanym byłoby zwiększenie wykorzystania gazu, w szczególności:

- ◆ przez odbiorców indywidualnych wykorzystujących dla celów grzewczych węgiel kamienny, posiadających przestarzałe urządzenia grzewcze o bardzo niskiej sprawności (nawet poniżej 20%),
- ◆ w węglowych kotłowniach osiedlowych (często obiekty te nie posiadają żadnych instalacji oczyszczających),
- ◆ na terenach objętych szczególną troską o stan środowiska przyrodniczego (uzdrowiska, rezerваты),
- ◆ w kogeneracji z odnawialnymi źródłami energii odnawialnej,
- ◆ w energetyce rozproszonej.

W kraju nie doszło do ukończenia budowy elektrownie atomowej w Żarnowcu, nie jest planowany w najbliższych latach rozwój energetyki atomowej. Należy podkreślić, że w porównaniu z energetyką jądrową, gaz ziemny ma przewagę — jest powszechnie akceptowalnym nośnikiem energii — nie wzbudza kontrowersji społecznych tak jak energetyka jądrowa oraz nie występuje problem składowania uciążliwych odpadów.

Energetyczne aspekty stosowania układów gazowych

Niepodważalnym atutem układów gazowych jest ich wysoka sprawność. Spotykane są kotły gazowe kondensacyjne, które poprzez to, że dodatkowo wykorzystują ciepła skraplania się wody ze spalin osiągają sprawność nawet 109% (sprawność jest powyżej 100% z uwagi na odniesienie efektu cieplnego w stosunku do wartości opałowej gazu ziemnego).

W przypadku gazowych układów kogeneracyjnych (wytwarzane są w nich w skojarzeniu energia elektryczna i ciepło) najczęściej charakteryzuje się je następującymi wskaźnikami [11]:

- ◆ sprawność wytwarzania energii elektrycznej — η_e (stosunek ilości energii elektrycznej wyprodukowanej w danym okresie do iloczynu ilości zużytego w tym czasie paliwa i jego wartości opałowej);
- ◆ sprawność całkowita — η_c (jest to suma ilości energii elektrycznej i ciepła wyprodukowanego w danym okresie odniesiona do ilości energii chemicznej paliwa).

W tabeli 6 została przedstawiona charakterystyka pod względem technicznym kogeneracyjnych gazowych, zaś w tabeli 7 przybliżono wybrane rozwiązania układów gazowych pod względem ich sprawności.

TABELA 6. Charakterystyka techniczna gazowych układów kogeneracyjnych
TABLE 6. The technical profile of co-generation systems based on natural gas

Typ urządzenia	Paliwo	Zakres mocy [kW]	Sprawność elektryczna η_e [%]	Sprawność całkowita η_c [%]
Turbina gazowa	olej, gaz ziemny, inne gazowe	>350	15 – 40	65 – 85
Turbina gazowa w układzie kombinowanym	olej, gaz ziemny, inne gazowe	>7 300	35 -55	73 - 85
Silnik tłokowy dwupaliwowy	gaz ziemny + olej napędowy	2 000 – 17 000	35 – 42	65 – 84
Silnik tłokowy gazowy	gaz ziemny i inne surowce	5 – 6 500	25 – 40	70 – 90
Mikroturbina	gaz ziemny	25 – 450	25 – 30	75 – 85

Źródło: [11]

TABELA 7. Sprawności gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy
TABLE 7. The efficiency of low power cogeneration systems based on natural gas

Silnik/Turbina	Producent	Model/typ układu	Moc elektryczna [kW]	Sprawność elektryczna η_e [%]	Sprawność całkowita η_c [%]
Silnik tłokowy	Deutz A.G.	TBK 632V16	3 173	40,3	88
Silnik tłokowy	Wärtsilä	W50DF	15 714	45,6	92
Turbina gazowa	Solar	Centaur 50	4 344	29,2	85,2
Turbina gazowa	Alstom	Cyclone	12 900	33,9	89,1
Silnik tłokowy	Perkins Engines	2006 TSI	160	36,4	89

Źródło: [11]

Jak widać z powyższych tabel, sprawność układów gazowych jest bardzo wysoka (w nowoczesnych rozwiązaniach sprawność elektryczna η_e turbiny gazowej w układzie kombinowanym osiąga 60%). Dla porównania, wartości sprawności bloku osiągnęte w elektrowniach krajowych mieszczą się w przedziale 34 – 38 % (sprawność Elektrowni Opole — uważanej za jedną z najnowocześniejszych w kraju to 37,5 %). Na świecie najwyższe sprawności wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach węglowych sięgają 45% [4].

Widać zatem jednoznacznie, biorąc za kryterium sprawność przewagę układów wykorzystujących gaz ziemny. Dodatkowo układy gazowe wyróżnia wysoka elastyczność pracy (dzięki temu mogą one być wykorzystywane w okresach szczytowych). Ponadto należy spodziewać się dodatkowego wzrostu sprawności energetycznej układów gazowych (w szczególności turbin gazowych) ze względu na stosowanie coraz nowszych rozwiązań technologicznych i konstrukcyjnych.

Uwarunkowania ekonomiczne stosowania układów gazowych

W tabeli 8 zestawiono jednostkowe nakłady inwestycyjne (z włączeniem kosztów oczyszczania spalin dla elektrowni węglowych) na układy energetyczne z uwzględnieniem rodzaju paliwa.

TABELA 8. Jednostkowe nakłady inwestycyjne na elektrownie i elektrociepłownie
TABLE 8. The unit investment cost of power plants and heat and power plants

Rodzaj układu	Nakład jednostkowy na układ [USD/kW _e]	Nakład jednostkowy na transformację i sieć [USD/kW _e]
Elektrownia na węgiel kamienny	1 800	500 – 1 000
Elektrownia na węgiel brunatny	1 950	500 – 1 000
Elektrownia gazowo – parowa	500 – 1 050	500 – 1 000
Elektrociepłownia gazowo – parowa	1 100	500 – 1 000
Elektrociepłownia gazowa małej mocy (z silnikiem spalinowym lub turbiną gazową)	300 – 800	< 50

Źródło: [2]

Z tabeli 8 można zauważyć, że pod względem kosztów inwestycyjnych zdecydowanie korzystniej wypadają elektrownie i elektrociepłownie wykorzystujące paliwo gazowe. Jednak analizując uwarunkowania ekonomiczne układów gazowych należy wziąć także pod uwagę oprócz kosztów jednostkowych, także koszty poszczególnych paliw. W kraju cena gazu ziemnego jest stosunkowo wysoka w porównaniu do paliw stałych w związku z czym koszt wytworzenia energii elektrycznej w oparciu o gaz ziemny jest wyższy niż w przypadku węgla. Całkowity koszt wytwarzania energii elektrycznej w nowoczesnych jednostkach prądowców w zależności od rodzaju paliwa kształtuje się następująco [10]:

- ◆ w elektrowni węglowej — od 135 do 150 zł/MW·h,
- ◆ w elektrowni gazowo—parowej — od 145 do 160 zł/MW·h.

Zależność tą także wydają się potwierdzać koszty pozyskania energii z różnych paliw, które w 2000 r. były następujące (zł/GJ) [3]:

- ♦ węgiel brunatny — 4,16,
- ♦ miał węglowy z węgla kamiennego — 7,41,
- ♦ węgiel kamienny gruby — 13,44,
- ♦ gaz ziemny — 24,55,
- ♦ olej opałowy – 33,50.

Jak widać z przytoczonego oszacowania, ze względu na koszty zdecydowanie bardziej opłacalne wydaje się być wykorzystywanie paliw stałych — takie są relacje ekonomiczne. Nie mniej jednak wydaje się, że w przyszłości relacje te będą się zmieniać na korzyść paliw gazowych (między innymi ze względu na wzrost opłat za korzystanie ze środowiska w przypadku węgla).

Ponadto gdyby w rachunku kosztów uwzględnić także koszty zewnętrzne (a więc wszystkie koszty i straty jakie są ponoszone przez całe społeczeństwo, a wynikające przede wszystkim z szeroko rozumianej degradacji środowiska), to obiekty na gaz ziemny byłyby bardziej konkurencyjne.

W 2001 r. średnia cena gazu ziemnego dla odbiorców domowych wynosiła 1,08 zł/m³, zaś dla odbiorców przemysłowych 0,77 zł/ m³ (ceny łącznie z VAT — 22%) [15]. Wysoka cena gazu dla przemysłu jest głównym powodem problemów finansowych zakładów przemysłowych wykorzystujących gaz na dużą skalę (np. zakłady azotowe). W tabeli 9 zestawiono ceny gazu ziemnego dla sektora gospodarstwa domowe w wybranych państwach świata w 2001 r. (ceny wyrażono w euro/1000 m³ — zgodnie ze średnim kursem walut obcych NBP z dnia 15.07.2003 r. - tabela nr 136/A/NBP/2003).

TABELA 9. Ceny gazu ziemnego w wybranych państwach świata dla sektora gospodarstwa domowe – 2001 r.
TABLE 9. The prices of the natural gas in chosen countries of the world in the households sector in 2001, USD/1000 m³

Lp.	Państwo	Cena [euro/1000m ³]	Lp.	Państwo	Cena [euro/1000m ³]
1.	Austria	246,0	6.	Wielka Brytania	214,9
2.	Francja	312,7	7.	Japonia	958,8
3.	Holandia	349,0	8.	Czechy	186,7
4.	USA	218,6	9.	Słowacja	86,7
5.	Kanada	243,9	10.	Polska	244,5

Źródło: [13]

Jak można zauważyć z tabeli 9, ceny gazu ziemnego w kraju są na takim poziomie jak poziomie jak w USA i Kanadzie, niższe niż w krajach unijnych (za wyjątkiem Wielkiej Brytanii) i wyższe niż państwach sąsiadujących (u wschodnich sąsiadów ceny gazu są o kilkakrotnie niższe). Jednak ze względu na fakt, że wielkość zarobków w Polsce jest zdecydowanie niższa niż w USA, Kanadzie, krajach UE, to powoduje że relatywna cena gazu w kraju jest wysoka i przez to paliwo gazowe jest stosunkowo w małym stopniu wykorzystywane, zwłaszcza w sektorze gospodarstw domowych.

Podsumowanie

Polska ma podstawy, aby został rozwinięty węglowo — gazowy model gospodarki energetycznej. W podstawie krajowego systemu elektroenergetycznej ze względu na relacje ekonomiczne nadal głównym nośnikiem pozostanie węgiel kamienny i brunatny. Natomiast wzrost zużycia gazu ziemnego należy wiązać przede wszystkim z sektorem komunalnym, sektorem handlu i usług i także z energetycznym (szczególnie energetyka rozproszona). Główną barierą skutecznie uniemożliwiającą wzrost zużycia gazu ziemnego są relacje cenowe pomiędzy gazem ziemnym, a innymi paliwami (węglem kamiennym). Te niekorzystne dla paliwa gazowe relacje mogą być w przyszłości zmienione poprzez:

- ♦ zwiększeniem opłat za korzystanie za środowisko w przypadku paliw stałych,

- ◆ postępujący proces liberalizacji rynku gazu ziemnego, który ma spowodować zmniejszenie kosztów funkcjonowania przedsiębiorstw gazowniczych, a dla odbiorcy powinno to oznaczać niższą cenę za gaz ziemny.

Ponadto zwiększenie wykorzystania gazu ziemnego będzie pomocne w wywiązaniu się naszego kraju z umów międzynarodowych związanych z ochroną środowiska przyrodniczego.

Literatura

- [1] BP Statistical review of world energy – 2003.
- [2] ARRISON J., KOLIN S., HASTEVIK S.; 2000 — Micro CHP implications for energy companies. COSPP, issue 2, March – April 2000.
- [3] OZIOŁ W., TAJDUŚ A. 2002 — Górnictwo węgla brunatnego i kamiennego gwarantem niskich cen energii i bezpieczeństwa energetycznego kraju w pierwszej połowie XXI wieku. *Węgiel Brunatny* 2002, nr 2, s. 11 – 18.
- [4] AUDYN D., PAWLIK M., STRZELCZYK F. 1997 — *Elektrownie*. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa.
- [5] ARKOWSKI E., 2001 — Energetyczne i ekologiczne aspekty eksploatacji EC Lublin — Wrotków po rozbudowie o blok gazowo—parowy. XV Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej” Zakopane, 14–17 października 2001. *Sympozja i Konferencje* nr 52, s. 343—352. Wyd. Instytut GSMiE PAN, Kraków.
- [6] Ministerstwo Środowiska: *Bilans Zasobów Kopalin i Wód Podziemnych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2002.
- [7] NEY R., 1999 — Gaz ziemny w polskiej elektroenergetyce (perspektywy i warunki). *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 1999, nr 12, s. 440—448.
- [8] NEY R.; 2002 — Ocena zasobów surowców energetycznych Polski. *Gospodarka Paliwami i Energią* 2002, nr 3, s. 3 – 6.
- [9] NEY R., RYCHLICKI S., SIEMEK J.; 2002 — Aktualny stan wystarczalności zasobów oraz perspektywy poszukiwań złóż węglowodorów w Polsce. *Konferencja Naukowo – Techniczna Geopetrol 2002*, Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, Kraków.
- [10] NODZYŃSKI R.; 2001 — Kierunki i problemy polityki energetycznej Polski w pierwszej połowie XXI wieku, XV Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej” Zakopane, 14–17 października 2001. *Sympozja i Konferencje* nr 52, s. 61–110. Wyd. Instytut GSMiE PAN, Kraków.
- [11] SKOREK J.; 2002 — Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy. *Monografia nr 35*, Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice.
- [12] www.ecg.com.pl ; Elektrociepłownia Gorzów S.A.
- [13] www.eia.doe.gov; Energy Information Administration, Stany Zjednoczone.
- [14] www.eurogas.org.pl; EUROGAS
- [15] www.pgning.pl; Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo Spółka Akcyjna

Eugeniusz MOKRZYCKI, Adam SZURLEJ

Ekological, energetic and economical aspects of using systems based on the natural gas

KEY WORDS: natural gas, resources, the structure of consumption, emission of CO₂, gas systems, ecological effects

Abstract

In national structure of primary energy natural gas comprises about 11%. It's share is about two times lower than in the European Union. As concerns abundance of natural gas resources, Poland belongs to the countries of low resources of that fuel. Consumption of the natural gas stabilised at about 11 mld m³ in last few years. Domestic production is about 4 mld m³ and the rest is imported, mainly from Russia and also in smaller amounts from Germany, Uzbekistan and Norway. In Poland in 2002, the main groups of natural gas users are industry – more than 54% of the national consumption, households – more than 31%, trade and services – over 14%. The energetic objects using the natural gas are characterised by the lower index of CO₂ emission than objects based on hard coal and lignite. What is more, the important advantage of the gas systems is their high efficiency (in modern solutions the energetic efficiency of gas turbine in combine cycle is 60% while the efficiency of the plant using coal is 34 – 38%). The gas systems are also characterised by high flexibility of working conditions. Also taking into account the capital investments, power plants and heat and power plant based on natural gas are much more beneficial. On the other hand, cost of electrical energy production using solid fuel, and mainly lignite, appears to be more profitable (without including outdoor costs).

Summarising, Poland has suitable conditions for the development of the coal – gas model of energetic economy.