

*Lidia Gawlik\*, Zbigniew Grudziński\*, Urszula Lorenz\**

## WYBRANE PROBLEMY PRODUKCJI I WYKORZYSTANIA WĘGLA BRUNATNEGO\*\*

---

### 1. Znaczenie węgla brunatnego jako paliwa w świecie

Spośród wszystkich paliw kopalnych węgiel brunatny jest paliwem, którego użytkowanie jest ograniczone do tych krajów, które posiadają i eksploatują jego zasoby. Z powodu niskiej wartości opałowej w porównaniu z ropą, gazem i węglem kamiennym jego transport na większe odległości jest nieuzasadniony ekonomicznie. Jego użytkowanie odbywa się więc w pobliżu eksploatowanych złóż. W skali świata 85% wydobytego węgla brunatnego jest użytkowana w elektrowniach i elektrociepłowniach zlokalizowanych w pobliżu kopalń.

Pozostałe 15% to węgiel użytkowany w przemyśle i gospodarstwach domowych, zwykle po przetworzeniu na brykiety.

Ocenia się, że hipotetyczne zasoby węgla brunatnego w skali świata sięgają ponad 800 Gtoe [5]. Według World Energy Council zasoby opłacalne ekonomicznie szacuje się na około 158 mld Mg [1]. Światowa produkcja węgla brunatnego sięga około 951 mln Mg, z czego prawie 62% to produkcja krajów europejskich. Z pozostałych kontynentów udział produkcji krajów azjatyckich sięga 19%, Ameryki Północnej 11,8% a Australii i Nowej Zelandii 7,2%.

Przesłanką do produkcji i użytkowania węgla brunatnego jest jego konkurencyjna cena jako nośnika energii, dlatego produkcja ta rozwija się również w tych krajach, które mają znaczące zasoby węgla kamiennego i paliw płynnych (Rosja, USA, Australia).

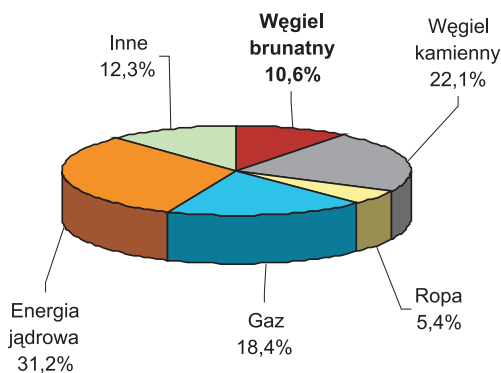
Największym producentem węgla brunatnego są Niemcy, gdzie w 2004 r. wyprodukowano prawie 182 mln Mg węgla brunatnego. Drugim co do wielkości europejskim producentem węgla brunatnego jest Grecja (72,1 mln Mg), kolejne miejsca zajmują Rosja (70,3 mln Mg), Polska (61,2 mln Mg) i Czechy (48,3 mln Mg).

W Unii Europejskiej węgiel brunatny ma ponad 10% udział w produkcji energii elektrycznej (rys. 1).

---

\* Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

\*\* Pracę realizowany w ramach grantu nr 4 T12A 035 029



**Rys. 1.** Struktura paliwowa produkcji energii elektrycznej w Unii Europejskiej w 2004 r. [3]

Warto zwrócić uwagę, że udział tego nośnika dla 25 krajów tworzących Unię w 2004 roku prawie się nie zmienia począwszy od połowy lat 40. ubiegłego wieku, przy gwałtownym wzroście udziału ropy naftowej i energii jądrowej [9].

W tabeli 1 przedstawiono strukturę paliwową produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach europejskich.

TABELA 1

**Struktura paliwowa produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach europejskich — wielkości szacunkowe za 2004 r. [3]**

Kraj	Nośnik energii, %						Produkcja energii elektrycznej, TWh
	węgiel brunatny	węgiel kamienny	ropa naftowa	gaz ziemny	energia jądrowa	inny	
Austria	3,0	10,5	3,0	19,0	–	64,0	59,9
Belgia	–	10,7	1,2	26,5	55,1	6,0	81,5
Bośnia	47,0	–	1,0	–	–	52,0	10,0
Bułgaria	35,8	9,6	1,9	4,2	37,5	10,9	41,6
Czechy	63,5	4,0	0,4	6,5	24,5	1,0	84,3
Francja	–	4,0	1,0	5,5	77,5	12,0	547,6
Grecja	59,2	0,1	15,9	14,6	–	10,2	54,9
Hiszpania	2,2	25,9	7,0	12,0	20,0	33,0	280,4
Holandia	–	24,0	4,0	58,0	5,0	9,0	100,0
Niemcy	26,1	22,7	1,6	10,2	27,5	11,8	606,5
Polska	33,6	60,6	1,6	1,6	–	2,7	156,1

TABELA 1 cd.

Kraj	Nośnik energii, %						Produkcja energii elektrycznej, TWh
	węgiel brunatny	węgiel kamienny	ropa naftowa	gaz ziemny	energia jądrowa	inny	
Rumunia	33,5	7,5	6,0	19,5	8,5	25,0	57,0
Szwecja	0,0	1,0	2,6	0,4	45,7	50,3	148,0
Serbia	68,7	–	0,7	1,6	–	29,0	35,1
Słowacja	6,7	15,1	2,3	7,7	50,0	18,2	31,2
Słowenia	25,6	–	0,5	3,0	37,0	33,9	16,0
Turcja	15,0	7,6	6,1	39,2	–	32,2	149,6
Węgry	24,7	0,6	3,8	33,8	36,0	1,0	33,2
Wielka Brytania	–	32,7	3,5	41,4	19,1	3,2	386,5
Włochy	–	17,0	26,5	40,0	–	16,5	276,4

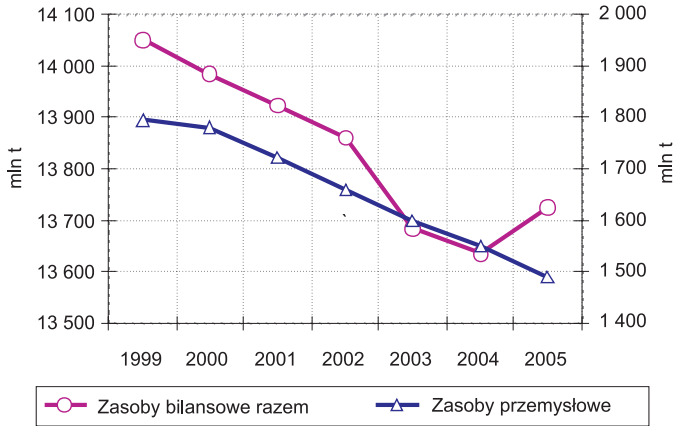
Pomimo powszechnego poglądu o negatywnym wpływie eksploatacji odkrywkowej węgla brunatnego oraz jego spalania na środowisko, z wydobycia tego paliwa nie rezygnują kraje uznające ochronę środowiska jako priorytetowe działanie, np. Grecja, Niemcy [15].

## 2. Węgiel brunatny w Polsce

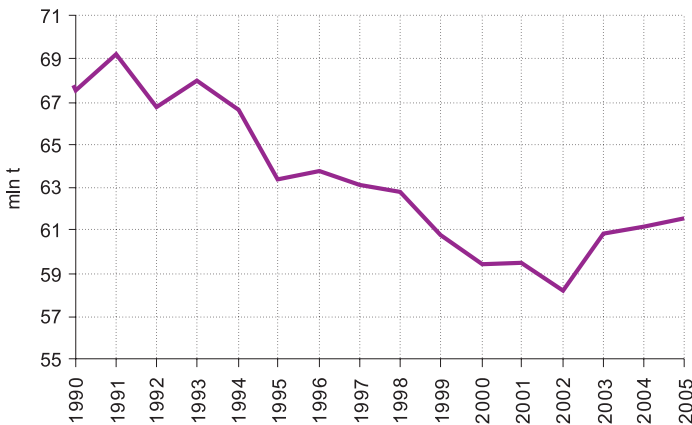
W Polsce geologiczne zasoby bilansowe razem węgla brunatnego na koniec 2005 r. wyniosły 13 724 mln Mg. Zmiany tych zasobów w porównaniu z wielkością zasobów przemysłowych w złożach zagospodarowanych w latach 1999–2005 przedstawiono na rysunku 2. W 2005 r. nastąpił wzrost zasobów bilansowych o 89 mln Mg w porównaniu z rokiem poprzednim i był spowodowany głównie przyrostem zasobów w złożu Bełchatów – Szczerców o 147 mln Mg. Ubytki zasobów spowodowane są głównie wydobyciem (ok. 61 mln Mg w 2005 r.) i stratami (3,3 mln Mg w 2005 r.) [2]. Zasoby przemysłowe w złożach zagospodarowanych stanowią tylko około 11% zasobów bilansowych razem.

Na rysunku 3 przedstawiono, jak kształtowało się wydobycie węgla brunatnego od 1990 r. Ostatnie trzy lata to stabilizacja wydobycia na poziomie około 61 mln Mg. W stosunku do roku 1990 wydobycie węgla brunatnego obniżyło się o 9%. Najmniejsze wydobycie wystąpiło w 2002 roku i wyniosło ok. 58,2 mln Mg. Maksimum wydobycia węgla w Polsce wystąpiło w 1988 roku, kiedy było wyższe o prawie 12 mln Mg w porównaniu z rokiem 2005.

Na rynku polskim działają głównie cztery kopalnie (KWB „Adamów” SA, BOT KWB „Bełchatów” SA, KWB „Konin” SA i BOT KWB „Turów” SA), które dostarczają węgiel do pięciu elektrowni. Niewielkie ilości węgla brunatnego są także wydobywane w Kopalni „Sieniawa” z przeznaczeniem dla odbiorców lokalnych.



**Rys. 2.** Porównanie zasobów bilansowych razem z zasobami przemysłowymi w złożach zagospodarowanych – stan na koniec danego roku [2]



**Rys. 3.** Wydobywanie węgla brunatnego w Polsce [8]

Produkcja i użytkowanie węgla brunatnego ma swoją specyfikę, która odróżnia kopalnie węgla brunatnego od kopalń węgla kamiennego, nie tylko ze względu na sposób eksploatacji, ale również szereg innych uwarunkowań. Należy tu wymienić następujące cechy specyficzne:

- Elektrownie budowane są w pobliżu kopalń ze względu na nieopłacalność transportu węgla na większe odległości.
- Kopalnia węgla brunatnego ma bardzo mały wpływ na poziom parametrów jakościowych (w formułach cenowych za cenotwórcze parametry przyjęto: wartość opałową, zawartość popiołu, zawartość siarki) — inaczej niż kopalnie węgla kamiennego, które

mogą w dużym zakresie (dzięki procesom wzbogacania) wpływać na jakość produktu końcowego. Kopalnia węgla brunatnego może w rzeczywistości dbać tylko o jak najlepszą stabilność parametrów (homogenizacja urobku). Stabilność parametrów węgla ma z kolei wpływ na poziom kosztów w elektrowni. Koszt wydobycia węgla brunatnego w małym stopniu jest uzależniony od poziomu parametrów jakościowych, natomiast jednostkowy koszt produkcji bardzo silnie zależy od poziomu wydobycia.

- Zmiana cen energii elektrycznej w wyniku konkurencji poszczególnych wytwórców wpływa wprost na wyniki ekonomiczne elektrowni, związane ze sprzedażą określonej ilości energii elektrycznej, a co za tym idzie — ilości spalanego węgla. Dla kopalni, w której jest duży udział kosztów stałych, ilość produkowanego węgla może decydować o efektywności ekonomicznej [6].

### 3. Wykorzystanie oraz uwarunkowania utrzymania aktualnej wielkości podaży węgla brunatnego

W warunkach polskich w produkcji energii elektrycznej dominują dwa rodzime paliwa: węgiel kamienny i węgiel brunatny. Z tych paliw produkuje się ponad 95% energii elektrycznej. Przyrost zapotrzebowania na energię elektryczną może być realizowany poprzez wykorzystanie innych paliw pierwotnych, ale ilości węgla kamiennego i brunatnego, jakie będą używane do produkcji energii elektrycznej, powinny pozostać minimum na aktualnym poziomie.

Za utrzymaniem zużycia ilości węgla brunatnego na aktualnym poziomie przemawia szereg elementów, wśród których najistotniejsze to duże zasoby tego surowca oraz konkurencyjna cena energii elektrycznej wytwarzanej z węgla brunatnego w porównaniu do cen uzyskanych z węgla kamiennego.

Moc zainstalowana elektrowni krajowych na koniec 2005 r. wynosiła 35 404 MW, w tym 9216 MW na węglu brunatnym i 20 733 MW na węglu kamiennym. Wielkości mocy zainstalowanych w polskiej energetyce przedstawiono w tabeli 2.

TABELI 2  
Moc zainstalowana elektrowni, MW [12]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ogółem	34 595	34 722	34 944	35 419	35 348	35 404
Węgiel kamienny	20 465	20 450	20 502	20 709	20 793	20 733
Węgiel brunatny	9178	9233	9253	9324	9195	9216
Elektrownie wodne (zaw.)	2116	2160	2125	2146	2148	2179
Elektrownie odnawialne*	53	79	126	139	157	227

\* źródła odnawialne niewliczone do elektrowni zawodowych

W porównaniu z rokiem 2004 nastąpił niewielki spadek mocy zainstalowanej (o 0,16%), przy czym należy odnotować, że zmniejszenie mocy zainstalowanej nastąpiło w elektrowniach zawodowych na węglu kamiennym. Największy wzrost nastąpił w energetyce odnawialnej — o ponad 44%. Trzeba tu także dodać, że obecnie dwie z trzech największych inwestycji energetycznych realizowanych w Polsce dotyczą węgla brunatnego (Bełchatów II, Pątnów II).

Jak wynika z tabeli 3, udział węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej w latach 2000–2005 kształtował się na poziomie od 33÷35%, mimo że udział mocy zainstalowanej w elektrowniach na węglu brunatnym w tym okresie kształtował się na poziomie tylko 26,3%. Powodem takiej dysproporcji było to, że czas wykorzystania mocy zainstalowanej na węglu brunatnym w 2005 roku był wyższy o 42% niż na węglu kamiennym (tab. 4). W poprzednich latach czas ten był na poziomie 31÷35% wyższym niż na węglu kamiennym. Elektrownie na węglu brunatnym pracowały średnio w 2005 r. prawie 6 tys. godzin i było to ponad 5% więcej niż w roku poprzednim.

TABELI 3

**Produkcja, eksport i import energii elektrycznej, TWh [12, 13]**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Razem	145,2	145,6	144,1	151,6	154,1	157,0
Na węglu kamiennym*	83,7	82,3	81,3	85,7	86,7	87,0
Na węglu brunatnym*	49,7	50,6	48,9	51,6	52,2	54,9
Eksport energii elektrycznej	9,7	11,0	11,5	15,1	14,6	16,2
Import energii elektrycznej	3,3	4,3	4,5	5,0	5,3	5,0
Starty i różnice bilansowe	14,2	14,2	14,4	14,3	14,4	14,6

\* elektrownie ciepłowne zawodowe

TABELI 4

**Czas wykorzystania mocy zainstalowanej, h [12]**

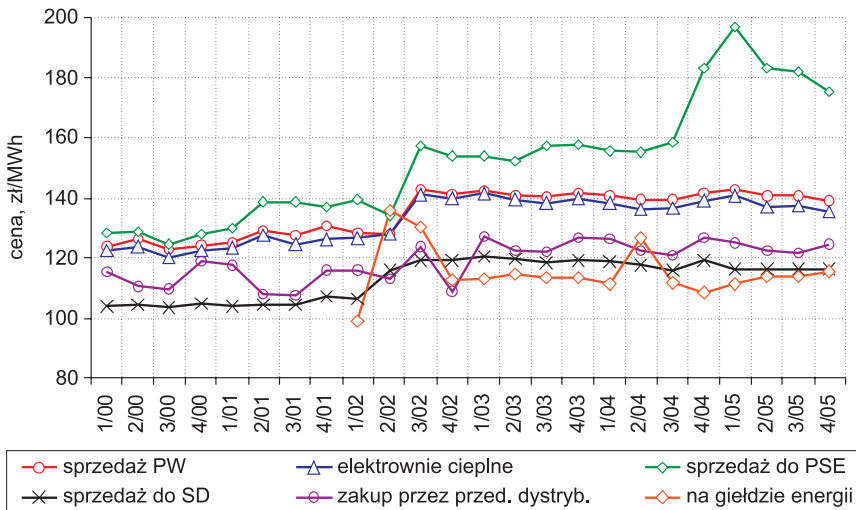
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ogółem	4482	4481	4389	4593	4663	4754
Elektrownie na węglu kamienny	4081	4035	3961	4138	4180	4195
Elektrownie na węglu brunatny	5382	5476	5283	5536	5673	5973

Produkcja energii elektrycznej w kraju w 2005 roku w porównaniu do roku poprzedniego zwiększyła się o 1,9% i kształtowała się na poziomie 157 TWh. Podobną dynamikę obserwowaliśmy w latach 2003–2004. W porównaniu do roku 2000 produkcja wzrosła o 8,1%,

ale znaczący wzrost obserwujemy dopiero od 2003 roku. Średniorocznie w latach 2000–2005 produkcja energii rosła w tempie 1,6%. Ostatni rok (2005) to wzrost produkcji przede wszystkim na węglu brunatnym o 5,3%.

W 2005 r. sytuacja cenowa była tylko trochę korzystniejsza dla producentów energii elektrycznej niż w roku 2004. Ceny wzrosły wprawdzie o 0,18%, ale i tak były niższe niż w roku 2003. Średnie ceny sprzedaży na różnych kierunkach przedstawiono na rysunku 4.

Największy wzrost cen w ostatnim roku obserwujemy na kierunku „sprzedaż do PSE”. Ceny te wzrosły o 14%. Sprzedaż na tym kierunku to niemal wyłącznie sprzedaż w ramach KDT. Mimo niekorzystnych — dla wytwórców — tendencji cenowych w dwóch ostatnich latach, od roku 2000 ceny uzyskiwane przez wszystkie przedsiębiorstwa wytwórcze rosły średniorocznie o 2,5%. Ceny w zakupie przez przedsiębiorstwa dystrybucyjne wzrosły o 1,6%. Ceny na giełdzie energii, notowane od 2002 roku, spadły w tym czasie o prawie 8%, ale udział tego rynku w obrocie energią jest wciąż znikomy.



Rys. 4. Zmiany kwartalnych ceny energii elektrycznej na wybranych kierunkach [7]

Przedstawione na rysunku 4 ceny dotyczyły całego rynku energii elektrycznej, natomiast sytuację na poszczególnych segmentach rynku w podziale na węgiel brunatny i kamienny przedstawiono w tabeli 5. W tym zestawieniu przedstawiono, za dwa ostatnie lata, ceny i strukturę sprzedaży energii elektrycznej, wytwarzanej na bazie dwóch najważniejszych i konkurujących między sobą w krajowym systemie wytwórczym paliw: węgla kamiennego i węgla brunatnego.

W 2005 r., w porównaniu do roku poprzedniego, średnie ceny energii elektrycznej sprzedanej przez elektrownie na węglu brunatnym zmniejszyły się o 0,3%. Na tę średnią zmianę wpłynął spadek cen sprzedaży do spółek dystrybucyjnych o 1,6% oraz do przedsiębiorstw

obrotu 4,3%. Najbardziej ceny wzrosły w kontraktach długoterminowych (KDT), bo aż prawie o 25%. Ceny te wyniosły 157,46 zł/MWh [6].

TABELA 5

Średnie ceny sprzedaży w elektrowniach na węglu kamiennym i brunatnym w latach 2004–2005, zł/MWh [13]

Wyszczególnienie		Elektrownie na węglu brunatnym			Elektrownie na węglu kamiennym			
		2004	2005	%	2004	2005	%	
Razem		121,55	121,19	99,7	150,95	150,61	99,77	
w tym:	KDT	126,19	157,46	124,78	208,99	195,69	93,64	
	spółki dystrybucyjne	116,57	114,73	98,42	119,91	119,15	99,37	
	odbiorcy końcowi	korzyst. z zas. TPA	114,98	118,57	103,12	118,45	120,30	101,56
		pozostali odbiorcy	145,93	152,95	104,81	173,98	175,66	100,97
	przedsiębiorstwa obrotu	112,95	108,11	95,71	113,95	115,90	101,71	
	rynek giełdowy	116,49	117,47	100,84	112,70	117,32	104,1	
	rynek bilansujący	104,97	110,53	105,3	136,03	138,38	101,73	

W 2005 roku kontraktami długoterminowymi (KDT) wciąż objęte było ponad 51% energii sprzedanej przez wytwórców (wraz z częścią energii elektrycznej sprzedanej w ramach KDT przez przedsiębiorstwa obrotu). W przypadku węgla brunatnego było to aż 66%, a na węglu kamiennym ponad 38%. Sprzedaż na giełdzie energii w 2005 roku stanowiła zaledwie 0,71% wolumenu zakupu energii elektrycznej w przypadku węgla brunatnego i 0,95% dla węgla kamiennego [7].

W latach 2004 i w 2005 średnie ceny energii elektrycznej z węgla brunatnego były niższe o około 24% od cen energii z węgla kamiennego. Takie relacje cen średnich wynikają z cen energii elektrycznej w ramach kontraktów KDT, albowiem na rynkach konkurencyjnych ceny energii wytwarzanej z tych dwóch paliw są zbliżone.

Duży wpływ na poziom cen energii elektrycznej mają ceny węgla. W tabeli 6 przedstawiono udział kosztu zakupu paliwa w koszcie wytworzenia energii elektrycznej. Dla elektrowni na węglu brunatnym udział ten w latach 2002–2005 kształtował się na mniej więcej stałym poziomie około 58%. W przypadku węgla kamiennego obserwujemy systematyczny wzrost tego udziału z 47% w 2002 do 54% w 2005 r.

Problem cen węgla i rozwoju kopalń zależy od wzajemnych relacji kopalni i współpracującej z nią elektrowni. Sytuacja poszczególnych producentów węgla brunatnego w Polsce jest zróżnicowana. Spośród czterech kopalń węgla brunatnego dwie (KWB „Bełchatów” SA oraz KWB „Turów” SA) znajdują się obecnie strukturze holdingu BOT, do którego należą



również powiązane z tymi kopalniami elektrownie (Elektrownia „Bełchatów” SA i Elektrownia „Turów” SA).

TABELA 6

**Udział paliwa w koszcie wytworzenia energii elektrycznej dla elektrowni na węglu brunatnym i kamiennym, % [13]**

Rodzaj paliwa	2002	2003	2004	2005
Węgiel brunatny	58,2	58,9	56,9	57,7
Węgiel kamienny	47,2	49,4	51,1	54,0

Pozostałe kopalnie, czyli KWB „Konin” SA i KWB „Adamów” SA, są kopalniami węgla brunatnego niepowiązanymi kapitałowo z elektrowniami. Kopalnie te dostarczają paliwo do Zespołu Elektrowni PAK SA (Pątnów – Adamów – Konin). Konsolidacja pionowa tych przedsiębiorstw, choć rozważana, jest jednak utrudniona ze względu na skomplikowane relacje właścicielskie. Tymczasem brak porozumień w sprawie długoterminowego rozwoju cen węgla brunatnego powoduje utrudnienia w zakresie planowania inwestycji i może w przyszłości spowodować zaburzenia w zaopatrzeniu w węgiel.

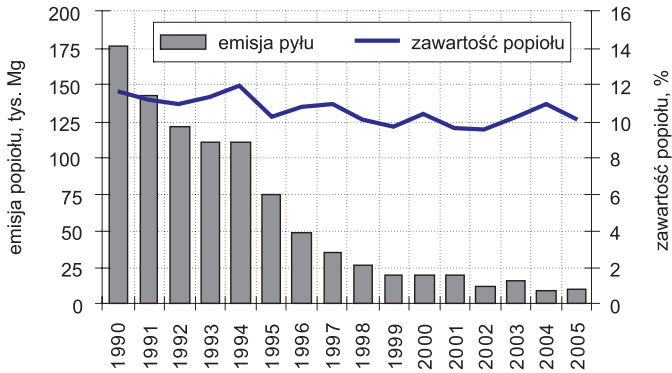
Patrząc na sektor wytwarzania energii elektrycznej trzeba także pamiętać, że na ceny energii elektrycznej oddziaływać będą również koszty związane z ochroną środowiska. Ten problem przede wszystkim jest związany z kosztami związanymi z redukcją emisji SO<sub>2</sub> oraz CO<sub>2</sub>. W tabeli 7 przedstawiono kształtowanie się emisji gazów i pyłów w elektrowniach opalanych węglem brunatnym.

TABELA 7

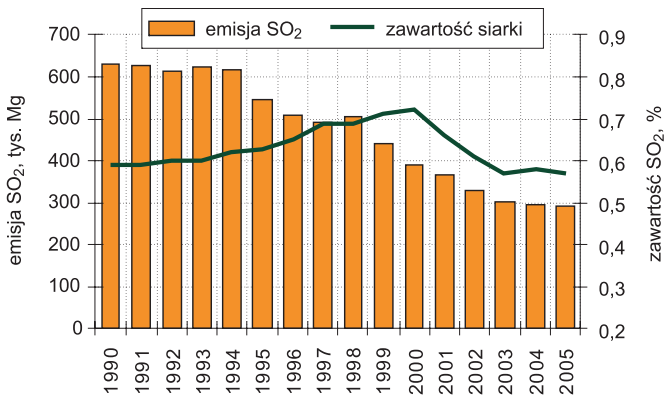
**Emisja z węgla brunatnego w energetyce zawodowej, tys. Mg [4]**

Rodzaj emisji	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Popiół	19,4	19,0	12,2	15,0	9,5	9,9
SO <sub>2</sub>	358	367	327	303	295	292
NO <sub>2</sub>	75	74	72	77	75	78
CO	16	16	18	15	17	12
CO <sub>2</sub> , mln t	55	63	64	58	57	58

Modernizacje prowadzone od wielu lat w elektrowniach opartych o węgiel brunatny doprowadziły do znaczącego obniżenia emisji, zwłaszcza popiołu i SO<sub>2</sub> (rys. 5 i 6). W okresie 1990–2005 dzięki zastosowaniu wysokowydajnych urządzeń odpylających redukcja emisji popiołu wyniosła prawie 95%, w przypadku SO<sub>2</sub> redukcja emisji w 2005 roku w stosunku do roku 1990 wyniosła 54%.



Rys. 5. Emisja popiołu z węgla brunatnego w energetyce zawodowej [4]



Rys. 6. Emisja SO<sub>2</sub> z węgla brunatnego w energetyce zawodowej [4]

Pomimo znacznych osiągnięć w zakresie redukcji emisji SO<sub>2</sub> Polska będzie miała w przyszłości trudności z utrzymaniem się w limicie dopuszczalnych emisji tego gazu. Jest to element ograniczający rozwój energetyki opartej na węglu brunatnym. Udostępnianie nowych zasobów złóż tego surowca powinno się zatem wiązać z budową elektrowni opartej na nowoczesnych technologiach. Dobrym przykładem są rozwiązania stosowane i rozwijane w Niemczech, u lidera rozwoju czystych technologii spalania węgla brunatnego [11].

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Zasoby węgla brunatnego w świecie są znaczące. Jest to paliwo stosunkowo tanie, przez co chętnie stosowane do produkcji energii elektrycznej w krajach, gdzie zasoby tego surowca są udostępnione.

Polska jest czwartym w Europie, a szóstym co do wielkości światowym producentem tego surowca. Produkcja węgla brunatnego od kilku lat utrzymuje się na stałym poziomie około 61 mln Mg rocznie.

Utrzymanie tej wielkości wydobycia w perspektywie roku 2020 wymagać będzie udostępnienia złóż satelickich w czterech funkcjonujących aktualnie kopalniach tego surowca.

Możliwa jest stabilizacja wielkości produkcji węgla brunatnego na szereg dziesięcioleci poprzez budowę nowych kopalń na złożach niezagospodarowanych. Najbardziej predestynowanym do udostępnienia jest złożo Legnica. Budowa kopalni i elektrowni na tym złożu może zapewnić źródło niedrogiej energii na kilkadziesiąt lat, a ponadto może się przyczynić do rozwiązania problemów społecznych regionu.

Aby rozwój górnictwa węgla brunatnego mógł przebiegać w sposób harmonijny, niezbędne jest:

- 1) zauważenie przez Rząd Polski faktu, że użytkowanie węgla brunatnego do produkcji energii elektrycznej przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa energetycznego Polski;
- 2) doprowadzenie do takich powiązań kopalń węgla brunatnego z elektrowniami opartymi o ten surowiec, by interesy obu stron były zabezpieczone, zwłaszcza w zakresie efektywności ekonomicznej produkcji;
- 3) stworzenie sprzyjających warunków do inwestowania i dokonywania modernizacji w kopalniach istniejących;
- 4) stworzenie warunków do inwestowania w nowe kopalnie i elektrownie;
- 5) sprzyjanie proekologicznym modernizacjom elektrowni oraz stawianie na BAT (*Best Available Technologies*) w zakresie eksploatacji węgla i produkcji energii elektrycznej.

#### LITERATURA

- [1] Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2000–2004. Ministerstwo Środowiska i IGSMiE PAN, Kraków 2006
- [2] Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2005. Ministerstwo Środowiska i PIG, Warszawa 2006
- [3] Coal industry across Europe 2005. Euracoal. Bruksela 2005
- [4] Emisja zanieczyszczeń środowiska w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych. Emitor. ARE (wcześniej CIE), różne roczniki
- [5] Günther E.: Markets for lignite. [in]: Sustainable Global Energy Development: the Case of Coal. World Energy Council., London 2004
- [6] Grudziński Z.: Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego. *Polityka Energetyczna*, t. 8, z. specjalny, 2006. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, s. 521-534
- [7] Grudziński Z.: Tendencje zmian cen energii elektrycznej w latach 2002–2005. *Polityka Energetyczna*, t. 9, z. 1, 2006. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, 45–60
- [8] Kasztelewicz Z.: Parametry pracy branży węgla brunatnego w Polsce. Część I. *Przegląd Górniczy* nr 1, 2007, 2–13
- [9] Piertyszczew W.: Przegląd sytuacji w górnictwie węgla brunatnego krajów — członków Unii Europejskiej. *Węgiel Brunatny*, nr 2 (55), 2005, 8–10
- [10] *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4 stycznia 2005 roku.* Ministerstwo Gospodarki i Pracy. Zespół do spraw polityki energetycznej, 2006
- [11] Schiffer H.W.: Lignite-based power plant technologies. [in]: Sustainable Global Energy Development: the Case of Coal. World Energy Council., London 2004

- [12] Statystyka elektroenergetyki Polskiej. Wyd. ARE numery z lat 2003–2005
- [13] Sytuacja techniczno-ekonomiczna sektora elektroenergetycznego (kwartalnik). Wyd. ARE, numery z lat 2003–2006
- [14] Sytuacja w elektroenergetyce. Biuletyn kwartalny. Wyd. ARE, numery z lat 2000–2005.
- [15] *Uberman R.*: Racjonalne wykorzystanie węgla brunatnego czynnikiem determinującym bezpieczeństwo energetyczne kraju. *Polityka Energetyczna*, t. 7. z. specjalny, 2004, 49–58