

Konferencja Naukowa "Górnictwo 2002".
Kraków 8 listopada 2002, Wyd. Instytutu GSMiE PAN. Kraków 2002, s. 51-76.

Eugeniusz MOKRZYCKI*

PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI NA WĘGLU KAMIENNYM I WĘGLU BRUNATNYM

Streszczenie

Problemy energetyczne muszą być rozpatrywane globalnie ze względu na źródła energii, funkcjonujące rynki oraz ochronę środowiska przyrodniczego. Kopalne surowce energetyczne, w porównaniu do pozostałych nośników energii pierwotnej, mają decydujące znaczenie dla rozwoju gospodarki energetycznej świata. Krajowe zasoby surowców energetycznych w 2000 r. wynosiły ponad 39,3 Gtoe. W tej wielkości prawie 99,5% (99,49%) stanowią zasoby węgla kamiennego i węgla brunatnego. Pozostałe 0,51% ogółu zasobów surowców energetycznych stanowią: ropa naftowa i gaz ziemny. Produkcja energii elektrycznej w 2000 r. w kraju wynosiła 145,2 TW·h, w tym zawodowe elektrownie ciepłone — 133,8 TW·h, z tego na węglu kamiennym — 84,2 TW·h, a na węglu brunatnym — 49,7 TW·h. Rola węgla kamiennego i węgla brunatnego w bilansie paliwowo-energetycznym kraju będzie w najbliższej perspektywie dominująca, a w dalszym horyzoncie czasowym — nadal znacząca.

Słowa kluczowe: energetyka, węgiel kamienny, węgiel brunatny

Wprowadzenie

Problemy energetyczne rozpatrywane muszą być globalnie zarówno ze względu na źródła energii i funkcjonujące rynki, jak również na ochronę środowiska przyrodniczego. W najbliższych dwóch dekadach nie przewiduje się radykalnych zmian w strukturze podaży i popytu pierwotnych nośników energii. Węgiel kamienny będzie w dalszym ciągu, ze względu na zasoby, które przewyższają zasoby innych nośników węglowodorowych, jednym z podstawowych nośników energii. Zasoby węgla występujące na poszczególnych kontynentach mają zróżnicowaną wielkość, jak również różny stopień rozpoznania.

W krajowej bazie zasobowej surowców energetycznych zdecydowanie dominują zasoby węgla kamiennego i brunatnego. Obecnie Polska realizuje program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, który zakłada znaczący spadek produkcji i redukcji zatrudnienia. Najważniejszym rynkiem dla węgla kamiennego obecnie, jak i w przyszłości pozostanie energetyka.

Udział węgla brunatnego w krajowej elektroenergetyce określa rolę górnictwa w długiej perspektywie czasowej, a równocześnie wyznacza zadania krótkookresowe, zależne od zapotrzebowania na paliwa i energię elektryczną. Produkcja energii elektrycznej z węgla brunatnego od szeregu lat utrzymuje się na względnie stałym poziomie. W latach 1995—2000 zawierała się w przedziale 36,5—34,3%.

Więcej niż połowa pozyskanego węgla w świecie przeznaczona jest do produkcji ponad 38% energii elektrycznej. W wielu krajach produkcja energii elektrycznej jest ściśle uzależniona od produkcji węgla. Korzystny wzrost zapotrzebowania na węgiel związany będzie z likwidacją wielu elektrowni atomowych po 2010 roku.

* Doc. dr hab. inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków
Recenzował prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke

Węgiel w gospodarce światowej

Zasoby węgla kamiennego

Kopalne surowce energetyczne w porównaniu do pozostałych nośników energii pierwotnej mają decydujące znaczenie dla rozwoju gospodarki energetycznej świata. W tabeli 1 zamieszczono światowe zasoby surowców energetycznych (rok 1999). Udokumentowane zasoby paliw kopalnych na świecie (bez paliwa jądrowego) wynoszą ponad 1134 Gtoe, a wraz z zasobami prognostycznymi ponad 4680 Gtoe. Zasoby udokumentowane i prognostyczne paliwa jądrowego, przy zastosowaniu reaktorów powielających, wynoszą około 8350 Gtoe. Tak więc łączne zasoby kopalnych surowców energetycznych i paliwa jądrowego wynoszą ponad 13 000 Gtoe.

Tabela 1
Światowe zasoby surowców energetycznych, stan na 1999 r.

Rodzaj surowca	Zasoby, Gtoe		
	udokumentowane	prognostyczne	razem
Ropa naftowa	143	145	288
Piaski i łupki bitumiczne	210	332	542
Gaz ziemny	146	279	425
Węgiel	635	2 794	3 429
Uran – przy zastosowaniu reaktorów powielających	1 850	6 500	8 350
Razem	1 171-2 984	3 680-10 050	4 851-13 034

Źródło: Ney R., 2000

Na tworzenie się złóż węgla miało wpływ wiele czynników (ewolucja roślin, warunki geotektoniczne, paleogeograficzne i paleoklimatyczne), które spowodowały stratygraficzne i geograficzne rozmieszczenie zagłębi i złóż węgla kamiennego na poszczególnych kontynentach. Zasoby węgla na poszczególnych kontynentach mają zróżnicowaną wielkość, różny jest także ich stopień rozpoznania. Rozkład zasobów udokumentowanych węgla kamiennego w regionach geograficznych świata przedstawiono w tabeli 2 (BP Statistical...2002).

Tabela 2
Rozkład zasobów udokumentowanych węgla kamiennego w regionach geograficznych, stan na koniec 2001 r.

Lp.	Region geograficzny	Zasoby	
		mld ton	%
1.	Środkowy Wschód	17	0,33
2.	Ameryka Południowa i Środkowa	77	1,48
3.	Australia	426	8,21
4.	Europa	475	9,15
5.	Afryka	552	10,63
6.	Kraje byłego Związku Radzieckiego	974	18,76
7.	Ameryka Północna	1 202	23,16
8.	Kraje Azji i Pacyfiku	1 468	28,28
9.	Świat	5 191	100,00

Źródło: B P Statistical review of world energy. June 2002

Światowe zasoby węgla kamiennego w 2001 roku szacowano na około 5 191 mld ton, z tego niemal połowa 2 459 mld ton przypadła na Azję i Europę Wschodnią z Federacją Rosyjską. Ogromne zasoby węgla kamiennego występują również w Ameryce Północnej — 1 202 mld ton, co stanowi 23% światowych zasobów węgla.

Kontynentem stosunkowo ubogim w zasoby węgla kamiennego jest Ameryka Południowa i Środkowa, gdyż wynoszą one 77 mld ton, co stanowi 1,48% światowych zasobów. Zasoby węgla kamiennego w Europie wynoszą 475 mld ton, co stanowi 9,15% zasobów światowych.

Produkcja i zużycie węgla

W 2000 roku produkcja węgla kamiennego wynosiła 3 639 mln ton i była wyższa o 829 mln ton od poziomu produkcji w 1980 r. (tab. 3). Wzrost ten wyniósł 29,5%. W przypadku węgla energetycznego wzrost ten wyniósł 874 mln ton, co stanowi 38,5%. Natomiast w przypadku węgla koksowego wystąpił w tym okresie spadek o 45 mln ton, co stanowi 8,3%. Podyktowane jest to wprowadzeniem węgla energetycznego o odpowiednich parametrach jakościowych jako dodatku do wielkiego pieca w procesie PCI (Pulverised Coal Injection).

Zdecydowany wzrost produkcji węgla kamiennego w 2000 r. w porównaniu do 1980 r. nastąpił w Australii — 167 mln ton (225,7%), Afryce — o 111 mln ton (92,5%), Azji — o 831 mln ton (101,6%), i Ameryce Północnej — o 202 mln ton (27,5%) i Ameryce Południowej — o 41 mln ton (372,7%).

Największymi producentami węgla w 2000 r. byli: Chiny — 1 171 mln ton, USA — 899 mln ton, Indie — 310 mln ton, Australia — 238 mln ton, RPA — 225 mln ton, Rosja — 169 mln ton, Polska — 102 mln ton, Ukraina — 81 mln ton, Indonezja — 79 mln ton i Kazachstan — 71 mln ton.

Tabela 3

Produkcja i zużycie węgla kamiennego ogółem (O) energetycznego (E) i koksowego (K) w poszczególnych regionach geograficznych w latach 1980 i 2000, mln ton

Rok	Rodzaj węgla	Europa	Kraje byłego Związku Radzieckiego	Ameryka Północna	Ameryka Południowa	Azja	Australia i Nowa Zelandia	Afryka	Świat
PRODUKCJA									
1980	E	402	409	599	9	710	31	108	2 268
	K	98	144	135	2	108	43	12	542
	O	500	553	734	11	818	74	120	2 810
2000	E	163	221	849	50	1495	136	228	3 142
	K	45	101	87	2	154	105	3	497
	O	208	322	936	52	1 649	241	231	3 639
ZUŻYCIE									
1980	E	432	398	561	8	724	29	84	2 236
	K	140	131	73	8	177	7	9	545
	O	572	529	634	16	901	36	93	2 781
2000	E	284	193	880	16	1 622	60	159	3 220
	K	95	96	36	17	262	5	7	518
	O	379	295	916	33	1 884	65	166	3 738

Źródło: Coal Information 2001

W Europie w okresie dwudziestu lat ubiegłego wieku nastąpił spadek produkcji węgla kamiennego o 292 mln ton. Spadek ten dotyczył zarówno produkcji węgla energetycznego o 239 mln ton, jak i węgla koksowego o 53 mln ton. Produkcja węgla w 2000 r. w Europie wynosiła 208 mln ton i była niższa o 8,3% w porównaniu do roku 1999 (227 mln ton). Przy czym zmniejszenia produkcji węgla należy upatrywać we wzrastających kosztach jego pozyskania, jak również redukcji dotacji państwowych do tego przemysłu.

W tabeli 3 zamieszczono również zużycie węgla (energetycznego i koksowego) przez poszczególne regiony geograficzne w 1980 oraz 2000 roku. Zużycie węgla na świecie w 2000 r. wynosiło 3738 mln ton, w tym węgla energetycznego — 3220 mln ton, a węgla koksowego — 518 mln ton. W okresie tym nastąpił wzrost zużycia węgla kamiennego o 957 mln ton, co stanowi 44,0%, w tym węgla energetycznego o 984 mln ton, co stanowi 44,0%; natomiast wystąpił spadek zużycia węgla koksowego o 27 mln ton (4,9%).

Zdecydowany wzrost zużycia węgla kamiennego w 2000 r. w porównaniu do 1980 r. wystąpił w Azji o 983 mln ton (109,1%), w tym węgla energetycznego — 898 mln ton (124%) i koksowego — o 85 mln ton (48%), w Afryce o 73 mln ton (78,5%), w Australii — o 29 mln ton (80,6%), Ameryce

Północnej — o 282 mln ton (44,5%), w tym węgla energetycznego — o 319 mln ton (56,9%) i Ameryce Południowej – o 17 mln ton (106,2%).

Europa zmniejszyła zużycie węgla o 193 mln ton (33,7%), w tym węgla energetycznego — o 148 mln ton (34,2%) i węgla koksowego o 45 mln ton (32,1%).

W przypadku Unii Europejskiej, to w obliczu dynamicznie rozwijającego się rynku międzynarodowego, przemysł węglowy został zmuszony na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku do podjęcia restrukturyzacji. Czynniki takie, jak: pogarszające się ciągle warunki geologiczne, stopniowe wyczerpywanie się bardziej dostępnych złóż oraz relatywnie niski poziom cen węgla na rynkach międzynarodowych spowodowały, że przemysł węglowy UE stał się niekonkurencyjny na rynkach międzynarodowych.

Spadek zużycia węgla wystąpił również w krajach byłego Związku Radzieckiego aż o 234 mln ton (44,2%). Jest to wynikiem obniżonej aktywności gospodarczej, związanej z przekształceniem ustrojowym tych państw (przechodzenie z gospodarki centralnie sterowanej na gospodarkę rynkową).

Górnictwo węgla kamiennego i węgla brunatnego w Polsce

Zasoby węgla kamiennego i jego produkcja

W tabeli 4 przedstawiono krajowe zasoby surowców energetycznych (stan na 2000 r.). W kraju ogółem zasoby surowców energetycznych na 2000 r. wynosiły ponad 39,3 Gtoe. W tej wielkości prawie 99,5% stanowią zasoby węgla. Pozostałe pierwotne nośniki energii, a więc ropa naftowa i gaz ziemny stanowią zaledwie 0,51% ogółu krajowych zasobów surowców energetycznych.

Tabela 4
Krajowe zasoby surowców energetycznych, stan na 2000 r.

Rodzaj surowca	Zasoby, Gtoe		
	udokumentowane	prognostyczne	razem
Ropa naftowa	0,01093	0,0031	0,01403
Gaz ziemny	0,06330	0,1222	0,18550
Węgiel	5,76800	33,3570	39,12500
Razem	5,84233	33,4823	39,32453

Źródło: Karbownik A., Turek M., 2001

Węgiel kamienny występuje w trzech Zagłębiach: Górnośląskim, Dolnośląskim i Lubelskim. Zagłębie Górnośląskie wytworzyło się w zapadlisku przedgórskim, Dolnośląskie jest zagłębiem śródgórskim, a Lubelskie znajduje się na brzegu platformy wschodnioeuropejskiej. Złóża węgla kamiennego wykształciły się w okresie górnego karbonu. Obecnie Zagłębie Dolnośląskie jest już ze względu na wyczerpanie zasobów nieczynne.

Literatura na temat krajowych zasobów węgla kamiennego jest bardzo bogata (Jawień i in. 1985; Kicki, Waclawski 1992a, b; Kicki i in. 1996; Ney 1998a, b; Blaschke, Gawlik 1999; Gabzdyl 1999a, b; Kicki, Sobczyk 1999; Sobczyk 2000; Darski i in. 2001).

W tabeli 5 przedstawiono udokumentowane zasoby węgla kamiennego w Polsce, stan na 31.12.1989 r. i 31.12.1999 r. Trzeba podkreślić, że okres przejścia z gospodarki centralnie sterowanej do gospodarki rynkowej oraz dostosowanie się górnictwa węglowego do nowych uwarunkowań gospodarczych spowodowały istotne zmiany w bazie zasobowej. W okresie od 1990 do 1999 w kopalniach GZW stan zasobów zmniejszył się o 11,5 mld ton, z czego zasobów przemysłowych ubyło 8,5 mld ton (Darski, Kicki, Sobczyk 2001).

W Polsce w 2001 r. wydobyto 102 912 769 ton węgla, w tym 85 723 834 węgla energetycznego i 17 188 935 ton węgla koksowego. W tabeli 6 przedstawiono strukturę produkcji węgla ogółem i węgla energetycznego w poszczególnych spółkach węglowych w 2001 roku. Najwięcej węgla wydobyła Katowicka Grupa Kapitałowa SA — 19 045 015 ton, i to w całości węgla energetycznego. Drugą spółką o największym wydobyciu jest Nadwiślańska Spółka Węglowa SA — 15 814 400 ton, w tym

15 680 400 ton węgla energetycznego. Wydobyty węgiel w Bytomskiej Spółce Kapitałowej SA — 8 107 000 ton, stanowi również w całości węgiel energetyczny.

Tabela 5
Udokumentowane zasoby węgla kamiennego w Polsce, mln ton

Zagłębia węglowe	Stan na 31.12.1989		Stan na 31.12.1999	
	Zasoby bilansowe	Zasoby przemysłowe	Zasoby bilansowe	Zasoby przemysłowe
Górnośląskie				
ogółem	57 679	16 850	38 458	8 002
w tym złoża zagospodarowane	29 468	16 450	17 513	8 002
Dolnośląskie				
ogółem	461	251	93	3
w tym złoża zagospodarowane	389	251	22	3
Lubelskie				
ogółem	7 710	455	8 295	348
w tym złoża zagospodarowane	763	455	617	348
Razem Zagłębia Węglowe				
ogółem	65 838	17 555	46 846	8 354
w tym złoża zagospodarowane	30 620	17 156	18 152	8 354

Źródło: Darski J. Kicki J., Sobczyk E.J., 2001

Tabela 6
Charakterystyka ilościowa produkowanego węgla kamiennego w spółkach węglowych w 2001 roku

Lp.	Spółka	Produkcja węgla ogółem [Mg]	Produkcja węgla energetycznego [Mg]	Wysyłka węgla do energetyki zawodowej [Mg]
1.	Bytomska Grupa Kapitałowa SA	8 107 000	8 107 000	2 418 390
2.	Rudzka Grupa Kapitałowa SA	10 394 450	9 460 698	3 881 721
3.	Gliwicka Spółka Węglowa SA	13 062 781	11 082 641	5 469 135
4.	Katowicka Grupa Kapitałowa SA	19 045 015	19 045 015	9 331 624
5.	Nadwiślańska Spółka Węglowa SA	15 814 400	15 680 400	6 257 917
6.	Rybnicka Spółka Węglowa SA	13 586 715	11 073 082	2 086 461
7.	Jastrzębska Spółka Węglowa SA	13 315 800	1 931 697	1 254 711
8.	Razem Grupy Kapitałowe	93 326 161	76 380 553	30 699 659
9.	Kopalnie Spółki Samodzielne	9 586 608	9 343 301	2 090 217 ^{*)}
10.	Ogółem	102 912 769	85 723 834	32 790 175

*) wysyłka dotyczy węgla z kopalni Budryk

Źródło: Opracowano na podstawie: Biuletyn informacyjny ...2002

Zasoby węgla brunatnego i jego produkcja

W Polsce ważne gospodarczo złoża węgla brunatnego występują w osadach trzeciorzędowych. Szczególnie istotne znaczenie mają węgle brunatne miocenu dolnego zajmującego powierzchnię około 61 132 km² oraz węgle miocenu środkowego o powierzchni około 70 203 km² (Piwocki 2002).

Złoża węgla brunatnego w kraju zostały zgrupowane w 8 rejonach złożowych, a mianowicie: zachodnim, północno-zachodnim, legnickim, wielkopolskim, konińskim, łódzkim, bełchatowskim i radomskim. Zasoby geologiczne węgla brunatnego przedstawiono w tabeli 7; zasoby te skupione w 78 złożach wynoszą ogółem 13 984,14 mln ton, w tym zasoby rozpoznane szczegółowo (kategoria B–C1) wynoszą 4454,90 mln ton (32%) i zasoby zbadane wstępnie (kategoria C2) — 9529,24 mln ton (68%), w tym prawie 3,7 mld ton są to zasoby geologiczne znajdujące się w tzw. rowie poznańskim.

Zasoby przemysłowe złóż zagospodarowanych wynoszą 1778,50 mln ton, a więc współczynnik wykorzystania geologicznych zasobów bilansowych wynosi $k = 0,83$.

Z łącznej liczby 78 złóż udokumentowanych eksploatowanych jest 10 złóż, a 2 są przygotowywane do eksploatacji.

Rezerwową bazę zasobową dla rozwoju przemysłu górniczego-energetycznego stanowią udokumentowane bilansowe zasoby węgla brunatnego (tab. 7) skupione w 61 złożach nie zagospodarowanych. Zasoby te wynoszą ponad 11,8 mld ton, w tym około 2,5 mld ton jest udokumentowane szczegółowo (kategoria B–C1).

Tabela 7
Rozpoznane zasoby węgla brunatnego w Polsce, stan na 31.12.2000, mln ton

Wyszczególnienie	Liczba złóż	Zasoby geologiczne			Zasoby przemysłowe	
		bilansowe		pozabilansowe		
		A+B+C1	C2			Razem
Zasoby ogółem	78	4 454,90	9 529,24	13 984,14	4 879,02	1 779,50
w tym – zasoby złóż zagospodarowanych						
Złóża zakładów czynnych	10	1 178,50	170,63	1 349,13	148,61	1 112,08
Złóża zakładów w budowie	2	764,69	22,53	787,22	62,61	667,42
Razem	12	1 943,18	193,15	2 136,33	211,22	1 779,50
w tym – zasoby złóż nie zagospodarowanych						
Złóża rozpoznane szczegółowo	30	2 459,34	316,31	2 775,65	705,52	-
Złóża rozpoznane wstępnie ^{*)}	31	43,75	9 019,14	9 062,89	3 958,01	-
Razem	61	2 503,08	9 335,45	11 838,53	4 663,53	-
w tym – złoża, których eksploatacji zaniechano						
Razem	5	8,64	0,64	9,28	4,27	-

^{*)} w tym zasoby złóż w obszarze tzw. rowu poznańskiego w ilości 3 690 mln ton

Źródło: Przeniosło S. i inni 2001

Krajowe górnictwo węgla brunatnego zajmuje 5 miejsce w świecie (po: Niemczech, Stanach Zjednoczonych, Australii i Grecji). Obecnie węgiel eksploatowany jest w 4 kopalniach odkrywkowych: Adamów, Bełchatów, Konin i Turów. Kopalnie te w 2001 r. wydobyły 59,451 mln ton węgla, z tego 59,131 mln ton stanowiły dostawy do elektrowni. Wydobywanie takiej ilości węgla związane było z usunięciem 251,5 mln m³ nadkładu i wypompowaniem ponad 410 mln m³ wody. Tak więc na 1 tonę wydobytego węgla przypadło usunięcie 4,2 m³ nadkładu i wypompowanie 6,9 m³ wody (Pietryszczew 2002).

Kopalnia Adamów

Kopalnia Adamów powstała w latach 1959–1964 na złożu Adamów. Obecnie eksploatowany jest węgiel z trzech odkrywek: Adamów, Koźmin i Władysławów. Zdolność produkcyjna kopalni wynosi 4,5–5,2 mln ton rocznie. Kopalnia dostarcza paliwo do elektrowni Adamów o mocy 600 MW. Wydobywanie takiej ilości węgla związane jest z usunięciem nadkładu w ilości 32,0–34,0 mln ton oraz wypompowaniem wody w ilości 90–100 mln m³ rocznie. Żywotność kopalni przewidziana jest do 2022 roku. Wydobywanie węgla w 2001 r. wyniosło 4,319 mln ton, z tego 4,31 mln ton zostało dostarczone do elektrowni.

Kopalnia Bełchatów

Kopalnia Bełchatów należy do największych na świecie. Posiada zdolność produkcyjną 38,5 mln ton rocznie. Paliwo dostarcza do elektrowni Bełchatów o mocy 4 340 MW. Dla utrzymania i rozwoju zdolności produkcyjnej elektrowni Bełchatów udostępniane jest pole Szczerców o podobnych warunkach geologiczno-górnicznych jak pole Bełchatów. Żywotność kopalni przewidziana jest do 2030 roku, a przy wykorzystaniu złóż satelitarnych do 2035 roku. Wydobywanie węgla w 2001 roku wyniosło 34,664 mln ton, z tego 34,578 mln ton to dostawa do elektrowni.

Kopalnia Konin

Kopalnia Konin jest przedsiębiorstwem wielozakładowym, wydobywającym aktualnie węgiel z trzech odkrywek: Kazimierz, Józwin i Lubstów. Kopalnia posiada zdolność wydobywczą 15,0 mln ton rocznie. Paliwo dostarczane jest do elektrowni Konin o mocy 538 MW i elektrowni. Pątnów o mocy

1200 MW. Żywotność kopalni planowana jest do 2040 roku. Wydobycie węgla w 2001 r. wynosiło 11,381 mln ton, z tego 11,191 mln ton to dostawa do elektrowni.

Kopalnia Turów

Kopalnia Turów jest najstarszą dużą kopalnią odkrywkową węgla brunatnego o zdolności produkcyjnej 15,0 mln ton rocznie. Paliwo dostarcza do elektrowni Turów o mocy 2 000 MW. Żywotność kopalni planowana jest do 2035 roku z możliwością przedłużenia do 2045 r. Wydobycie węgla w 2001 r. wynosiło 9,177 mln ton, z tego 9,052 mln ton do dostawa do elektrowni. Wielkość wydobycia węgla w tych kopalniach jest poniżej ich możliwości i związana jest z możliwościami odbioru paliwa przez poszczególne elektrownie.

Krajowy System Elektroenergetyczny

Polski system elektroenergetyczny jest największym i najbardziej znaczącym systemem w Europie Środkowej. Składa się z podsystemów: wytwarzania, przesyłania i dystrybucji. Główny udział w produkcji energii mają elektrownie zawodowe ciepłone na węgiel kamienny i na węgiel brunatny. Produkcja krajowa energii brutto w 2000 r. wyniosła 145 169 GW·h, w tym:

- elektrownie zawodowe ciepłone na węgiel kamienny — 84 153 GW·h,
- elektrownie zawodowe ciepłone na węgiel brunatny — 49 677 GW·h,
- elektrownie przemysłowe — 7192 GW·h,
- elektrownie zawodowe wodne — 3960 GW·h,
- małe elektrownie wodne — 187 GW·h.

Dodatkowo do sieci wprowadzona została energia elektryczna z importu — 3290 GW·h.

Część energii zużywana jest na potrzeby energetyczne, pompowanie wody w elektrowniach szczytowo-pompowych oraz na potrzeby własne stacji. Straty i różnice bilansowe w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym w 2000 r. wynosiły 14 315 GW·h (Soliński 2002; www.pse.pl).

Sektor wytwórczy

Głównymi elektrowniami systemowymi w kraju są: El. Bełchatów, El. Chorzów SA, El. Halemba SA, El. Kozienice SA, El. Łagisza SA, El. Łaziska SA, El. Opole SA, El. Połaniec SA, El. Pomorzany SA, El. Rybnik SA, El. Stalowa-Wola SA, El. Turów SA, Zespół Elektrowni Dolna Odra SA oraz Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin SA.

Oprócz elektrowni systemowych energia elektryczna jest wytwarzana przez szereg elektrowni i elektrociepłowni przemysłowych zlokalizowanych przy zakładach pracy.

Moc zainstalowana w polskiej energetyce wynosiła w 2000 roku 34 552 MW. Struktura udziału zainstalowanej mocy kształtuje się następująco: elektrownie na węgiel kamienny — 20 386 MW (59%), na węgiel brunatny — 9329 MW (27%), elektrownie przemysłowe — 2764 MW (8%), elektrownie wodne — 2073 MW (6%).

Wyraźnie widać przewagę elektrowni wykorzystujących paliwo stałe: węgiel kamienny i węgiel brunatny. Wynika to z dostępności tych surowców energetycznych w kraju.

Sektor przesyłowy

Przesyłaniem energii elektrycznej w kraju zajmują się:

- Operator Systemu Przesyłowego (OSP), którym są Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA,
- Operatorzy Systemów Rozdzielczych, a więc poszczególne Spółki Dystrybucyjne.

Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA (PSE SA) posiadają koncesję na przesyłanie i dystrybucję oraz na obrót energią elektryczną. Misją firmy jest efektywne wykorzystanie systemu przesyłowego w celu zapewnienia warunków rozwoju i funkcjonowania otwartego rynku energii elektrycznej w kraju, z uwzględnieniem wymiany międzynarodowej. Natomiast celem działania PSE SA jest zapewnienie bezpiecznej i ekonomicznej pracy krajowego systemu elektroenergetycznego w warunkach gospodarki rynkowej i swobodnego rozwoju konkurencji.

Długość linii sieci przesyłowych należących do Operatora Systemu Przesyłowego w 2001 r. kształtowała się następująco (www.ptpiree.com.pl):

- linie 750 kV — 114 km,
- linie 400 kV — 4660 km,
- linie 220 kV — 8116 km,
- 110 kV — 32 332 km.

Natomiast długość linii sieci średniego i niskiego napięcia, przynależnych do Operatorów Sieci Rozdzielczych, w 2001 r. wynosiła:

- linie średniego napięcia — 278 319 km, (w tym 54 321 km linii kablowych),
- linie niskiego napięcia — 425 037 km (w tym 103 370 km linii kablowych),
- długość przyłączy niskiego napięcia — 145 270 km.

Sektor dystrybucji

Jak już wspomniano Spółki Dystrybucyjne jako Operatorzy Systemów Rozdzielczych są właścicielami lokalnych sieci rozdzielczych. Do ich obowiązków należy utrzymanie posiadanych przez nich sieci rozdzielczych w stanie zapewniającym niezawodną dostawę energii elektrycznej do odbiorców oraz sprzedaż energii odbiorcom, którzy są przyłączeni do sieci rozdzielczych.

Obecnie w kraju funkcjonują 33 Zakłady Energetyczne SA zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej. W 2001 r. Zakłady Energetyczne dostarczyły 101 239 GW·h energii elektrycznej dla 15 291 243 odbiorców w kraju. Największa liczba odbiorców przypada na linie niskiego napięcia — 15 265 226, którym sprzedano 44 469 GW·h energii elektrycznej, następną grupę stanowią odbiorcy na średnim napięciu — 25 764, którym sprzedano 29 565 GW·h energii elektrycznej. Najmniej liczną grupę stanowią odbiorcy na wysokim napięciu, których jest 253; sprzedaż energii elektrycznej dla tej grupy wynosiła 27 205 GW·h (www.ptpiree.com.pl).

Zużycie węgla w energetyce

W tabeli 8 przedstawiono produkcję energii elektrycznej w Polsce w latach 1991–2000. Produkcja energii elektrycznej ogółem w 2000 r. wynosiła 145,2 TW·h, w tym zawodowe elektrownie ciepłe — 133,8 TW·h, z tego na węglu kamiennym — 84,2 TW·h, a na węglu brunatnym 49,7 TW·h. Energia elektryczna pozyskana z węgla brunatnego stanowiła 34,3% produkcji energii elektrycznej w kraju. W tabeli 9 zamieszczono charakterystykę jakościową węgla dostarczanego w poszczególnych kwartałach do energetyki zawodowej w latach 2000—2001. W tabeli tej podano również ilość węgla i średnie ceny zbytu węgla dla energetyki.

Tabela 8
Produkcja energii elektrycznej w Polsce w latach 1991 – 2000

Wyszczególnienie	Jednostka	Lata						
		1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Produkcja energii elektrycznej ogółem	TW·h	134,7	139,0	142,7	142,8	142,8	142,1	145,2
– zawodowe elektrownie ciepłe	TW·h	122,7	126,5	130,5	131,0	130,9	130,6	133,8
– na węglu kamiennym	TW·h	67,3	75,8	79,7	80,2	79,2	79,8	84,2
– na węglu brunatnym	TW·h	55,4	50,7	50,8	50,8	51,8	50,7	49,7
Energia elektryczna pozyskana z węgla brunatnego								
– do produkcji ogółem	%	41,1	36,5	35,6	35,6	36,2	35,7	34,3
– do produkcji elektrowni ciepłych zawodowych	%	45,1	40,1	38,9	38,8	39,6	38,8	37,1

Źródło: Czaplą Z. i inni, 2002

Prognozę wydobycia i sprzedaży węgla kamiennego na podstawie biznes planów i PTE spółek węglowych zamieszczono w tabeli 10. Z wielkości podanych w tej tabeli, wydobycie węgla kamiennego

do 2005 roku będzie oscylować wokół 102 mln ton. Sprzedaż węgla w kraju wynosić będzie około 77 mln ton, z tego około 64 mln ton stanowi węgiel energetyczny, a około 13 mln ton węgiel koksowy. Eksport węgla wynosić będzie około 23 mln ton.

W tabeli 11 przedstawiono wybrane wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni ciepłych zawodowych na węgiel kamienny w latach 1999–2000. Spalany węgiel kamienny do produkcji energii elektrycznej w 2000 r. charakteryzował się średnią wartością opałową na poziomie 21 109 kJ/kg. Wskaźnik zużycia węgla na produkcję energii elektrycznej (netto) w 2000 r. wynosił 9566 kJ/kW·h. Czas wykorzystania mocy osiągalnej wynosił 4143 godz.

Tabela 9
Charakterystyka jakościowa węgla dostarczonego do energetyki zawodowej w latach 2000–2001

Wyszczególnienie	Jednostka	Kwartał			
		I	II	III	IV
Rok 2000					
Wartość opałowa Q	MJ/kg	21 352	21 200	21 350	21 259
Zawartość popiołu A	%	20,7	21,4	21,0	22,1
Zawartość siarki S	%	0,88	0,93	0,91	0,87
Ilość	Mg	8 997 957	7 641 463	8 625 952	11 623 971
Cena zbytu	zł/Mg	126,05	118,87	119,07	124,69
Rok 2001					
Wartość opałowa Q	MJ/kg	21 425	21 097	20 956	21 459
Zawartość popiołu A	%	21,0	21,3	21,5	21,7
Zawartość siarki S	%	0,88	0,90	0,89	0,87
Ilość	Mg	10 002 681	6 928 128	8 818 162	11 194 923
Cena zbytu	zł/Mg	131,64	126,59	127,08	133,98

Źródło: Opracowano na podstawie: *Biuletyn informacyjny ... 2000 i 2001*

Tabela 10
Prognoza wydobywania i sprzedaży węgla kamiennego na podstawie biznes planów i PTE spółek węglowych i kopalń, mln ton

Wyszczególnienie	Rok					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Wydobycie	102,2	102,8	103,4	102,9	102,8	101,5
Sprzedaż w kraju w tym:	78,2	76,9	77,2	77,4	77,6	77,0
węgiel energetyczny	66,3	63,4	64,0	64,5	64,7	64,2
węgiel koksowy	11,8	13,6	13,3	12,9	12,8	12,8
Eksport, w tym:	23,0	25,4	24,6	23,6	23,7	23,1
Sprzedaż ogółem	101,2	102,3	101,9	101,0	101,3	100,1

Źródło: *Ocena realizacji...2002*

Węgiel brunatny jako pierwotny nośnik energii jest powszechnie wykorzystywany przez szereg państw posiadających jego zasoby, do wytwarzania energii elektrycznej. W tabeli 12 zamieszczono zużycie węgla brunatnego do produkcji energii elektrycznej i ciepła w wybranych krajach w latach 1998–1999. Niemcy są potentatem w wykorzystywaniu węgla brunatnego, gdyż jego zużycie w 1999 r. wyniosło 149,7 mln ton; na drugim miejscu z wielkością zużycia 75,7 mln ton znajdują się Stany Zjednoczone. Polska na tej liście zajmuje piąte miejsce (Coal Information 2001).

Analizując zestawienie krajów wydobywających węgiel brunatny zauważyć można, że ten nośnik energii jest wydobywany zarówno w krajach wysoko rozwiniętych, jak i krajach rozwijających się. Wydobywany jest w krajach, w których jest w zasadzie jedynym źródłem energii, jak i też w krajach bogatych w inne źródła energii. Największy udział węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej posiada Grecja — 68%; znaczny udział w wytwarzaniu energii elektrycznej ma węgiel brunatny w Czechach — 63%, Bułgarii — 36%, Niemczech — 26% oraz Australia — 25% (Uberman, Koziol 1998).

Trzeba podkreślić, że produkcja energii elektrycznej z węgla brunatnego w Polsce od wielu lat utrzymuje się mniej więcej na stałym poziomie i jej udział w ogólnej produkcji zawiera się w przedziale 35—40%. Elektrownie na węglu brunatnym znajdują się w pobliżu złóż tego paliwa, co zapewnia ciągłość dostaw węgla z kopalni do elektrowni niezależnie od warunków pogodowych, jak również ma istotny wpływ na obniżenie kosztów transportu tego paliwa (Kasztelewicz 2002; Koziół, Tajduś 2002).

Tabela 11
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni ciepłych zawodowych na węglu kamiennym w latach 1999–2000

Wyszczególnienie	Jednostka	Rok	
		1999	2000
Produkcja energii elektrycznej brutto	GW·h	79 874	84 153
Produkcja ciepła	TJ	176 719	165 410
Zużycie węgla kamiennego	tys. ton	41 232	42 576
w tym: na energię elektryczną	tys. ton	32 383	34 217
Średnia wartość opałowa	kJ/kg	21 534	21 346
w tym: na energię elektryczną	kJ/kg	21 272	21 109
Energia zużyta ze wszystkich paliw	GJ	912 183	936 922
w tym:			
na produkcję energii elektrycznej	GJ	705 115	744 234
na ciepło	GJ	207 068	192 688
Wskaźnik zużycia na produkcję energii elektrycznej			
- brutto	kJ/kW·h	8 828	8 844
- netto	kJ/kW·h	9 562	9 566
Wskaźnik zużycia na ciepło	MJ/GJ	1 172	1 165
Wskaźnik zużycia własnego	%	7,68	7,55
Czas wykorzystania mocy osiągalnej	godz.	4 020	4 143
Zapasy węgla kamiennego	tys. ton	7 813	7 389
Zapasy węgla	dni	69	64

Źródło: *Sytuacja w elektroenergetyce, 2001*

Tabela 12
Zużycie węgla brunatnego do produkcji energii elektrycznej i ciepła w wybranych krajach, mln ton

Kraj	Rok	
	1998	1999
Niemcy	153,6	149,7
Stany Zjednoczone	72,8	75,7
Australia	65,0	66,3
Grecja	60,0	60,5
Polska	62,1	60,4
Turcja	52,1	53,8
Kanada	39,1	37,8
Republika Czeska	40,9	35,8
Węgry	14,3	14,5
Hiszpania	12,6	12,2
Meksyk	9,3	9,5
Republika Słowacji	3,8	3,5
Austria	0,8	1,4
Francja	1,1	0,9

Źródło: *Coal Information 2001*

Natomiast udział węgla kamiennego i brunatnego w produkcji energii elektrycznej w 1999 r. kształtował się następująco: Polska — 96%, RPA — 90%, Australia — 86%, Chiny — 80%, Republi-

ka Czeska — 71%, Grecja — 69%, Indie — 66%, USA — 56%, Dania — 52%, Niemcy — 51%, Unia Europejska — 27%, świat — 38% (Borkowski, Białas 2002).

Tabela 13
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni ciepłych zawodowych na węglu brunatnym w latach 1999–2000

Wyszczególnienie	Jednostka	Rok	
		1999	2000
Produkcja energii elektrycznej brutto	GW·h	50 741	49 677
Produkcja ciepła	TJ	5 817	5 548
Zużycie węgla brunatnego	tys. ton	60 306	58 173
w tym: na energię elektryczną	tys. ton	59 522	57 422
Średnia wartość opałowa	kJ/kg	8 632	8 525
Energia zużyta ze wszystkich paliw	TJ	522 344	497 600
w tym:			
– na produkcję energii elektrycznej	TJ	515 412	491 015
– na ciepło	TJ	6 932	6 585
Wskaźnik zużycia paliwa na energię elektryczną			
– brutto	kJ/kW·h	10 158	9 884
– netto	kJ/kW·h	10 970	10 723
Wskaźnik zużycia na ciepło	MJ/GJ	1 192	1 187
Wskaźnik zużycia własnego	%	7,40	7,83
Czas wykorzystania mocy osiągalnej	godz.	5 690	5 899

Źródło: *Sytuacja w elektroenergetyce, 2001*

Tabela 14
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni ciepłych zawodowych w latach 1999–2000

Wyszczególnienie	Jednostka	Rok	
		1999	2000
Produkcja energii elektrycznej brutto	GW·h	130 615	133 830
w tym: w skojarzeniu	GW·h	15 825	16 724
Produkcja ciepła	TJ	182 536	170 958
w tym: w skojarzeniu	TJ	159 780	153 042
Wskaźnik zużycia paliwa na energię elektryczną brutto	kJ/kW·h	9 344	9 230
w tym: w skojarzeniu	kJ/kW·h	4 521	4 580
Wskaźnik zużycia paliwa na energię elektryczną netto	kJ/kW·h	10 110	9 995
Wskaźnik zużycia na produkcję ciepła	MJ/GJ	1 172	1 166
Sprawność wytworzenia energii elektrycznej	%	38,53	39,00
Sprawność wytworzenia ciepła	%	85,30	85,79
Wskaźnik zużycia własnego	%	7,57	7,65
Czas wykonania mocy	godz.	4 538	4 658

Źródło: *Sytuacja w elektroenergetyce, 2001*

Spalany węgiel brunatny w 2000 r. charakteryzował się wartością opałową na poziomie 8525 kJ/kg. Wskaźnik zużycia węgla na energię elektryczną (netto) wynosił 10 723 kJ/kW·h. Czas wykorzystania mocy osiągalnej — 5899 godzin (tab. 13). Jednostkowy koszt wyprodukowania energii elektrycznej wynosił 96,48 zł/MW·h, w tym koszt zmienny wynosił 56,54 zł/ MW·h (Pietryszczew 2001).

W tabeli 14 przedstawiono wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni ciepłych zawodowych w latach 1999–2000. Wskaźnik zużycia paliwa na energię elektryczną netto w 2000 r. wynosił — 9995 kJ/kW·h, a wskaźnik zużycia na produkcję ciepła 1 166 MJ/GJ.

W tabeli 15 zamieszczono prognozę wydobycia węgla brunatnego w kopalniach obecnie funkcjonujących i kopalni perspektywicznej Legnica. Złóża węgla brunatnego w rejonie Legnicy charakteryzują się bardzo dużą zasobnością (dwukrotnie przekraczającą zasobność obecnie eksploatowanych

złóż). Ponadto eksploatacja tych złóż stanowić będzie alternatywne rozwiązanie problemów gospodarczych Dolnego Śląska w miarę zanikania eksploatacji złóż rud miedzi. W złożu Legnica występuje pięć pól eksploatacyjnych; są to: Legnica Zachód, Legnica Wschód, Legnica Północ, Ścinawa i Ruja (Kozłowski 2000, 2001a, b, 2002; Bednarczyk, Szatan 2001; Weil 2001).

Tabela 15
Prognoza wydobycia węgla brunatnego w kopalniach czynnych i kopalni perspektywicznej Legnica (układ 2 frontowy), mln ton

Rok	Kopalnie węgla brunatnego					Razem
	Adamów	Bełchatów	Konin	Turów	Legnica	
2005	4,8	36,0	11,4	13,5		65,7
2010	5,4	39,2	10,7	12,2		67,5
2015	4,6	43,4	10,9	11,4		70,3
2020	4,6	36,4	10,8	10,7	8,1	70,6
2025		36,5	10,3	11,5	21,7	80,0
2030		22,6	4,5	10,9	57,7	80,0
2035		6,7	4,5	10,0	60,5	75,0
2040			0,5	10,0	59,5	70,0
2045				9,6	60,4	70,0
2050					60,0	60,0
2060					60,0	60,0
2070					60,0	60,0
2073					2,1	2,1

Źródło: Czapla Z. i inni, 2002

Realna możliwość uruchomienia wydobycia węgla z kopalni Legnica może nastąpić dopiero w 2016 roku. Zagospodarowanie złoża może nastąpić jednym frontem eksploatacyjnym o zdolności wydobywczej 30 mln ton lub dwoma frontami eksploatacyjnymi o zdolności wydobywczej 60 mln ton. Eksploatacja jednym frontem zabezpieczy paliwo dla przyszłej elektrowni o mocy 4000—4500 MW, a dwoma frontami — 8000—9000 MW (Czapla i in. 2002).

Prognozy zapotrzebowania na węgiel w świecie i w Polsce

Prognozy energetyczne ostatnich lat wskazują na problem wyczerpywania się kopalnych zasobów surowców energetycznych. Na pytanie ile ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla pozostało w skorupie ziemskiej — nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Przy obecnej wielkości zużycia wystarczyłoby tych surowców na — odpowiednio — 42, 63 i 223 lata.

Kompleksowe prognozy, jak również scenariusze dotyczące zużycia energii, z uwzględnieniem regionów, przygotowują w odstępach mniej lub bardziej regularnych między innymi następujące instytucje: Międzynarodowa Agencja Energii (IEA — International Energy Agency), Światowa Rada Energii (WEC — World Energy Council), Departament Energii USA (DOE US — Department of Energy US), Australijskie Biuro Rolnictwa i Ekonomiki Zasobów (ABARE — Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics) Komisja Europejska i inne.

Rozważania dotyczące energetycznych perspektyw świata do roku 2050 i dalej, przy uwzględnieniu takich czynników jak: globalne zmiany klimatyczne, skażenie atmosfery, dostępność terenów i zasobów wodnych, doprowadziły do opracowania sześciu możliwych scenariuszy rozwoju energetyki. Scenariusze te zakładają dalszą efektywność procesów wytwarzania, przetwarzania i użytkowania energii i charakteryzują się następującymi cechami (Nakiećenović i in. 1998) — tabela 16:

- scenariusz A1 — oparty jest na wykorzystaniu przede wszystkim paliw węglowodorowych i ograniczeniu wykorzystania węgla i innych pierwotnych nośników energii,
- scenariusz A2 — oparty jest przede wszystkim na węglu i częściowo na gazie ziemnym, przy ograniczeniu wykorzystania zasobów ropy naftowej, energii jądrowej i odnawialnych źródeł energii,

- scenariusz A3 — zakłada wykorzystanie nowych technologii energetycznych z zakresu energii jądrowej i odnawialnych źródeł energii przy równoczesnym ograniczeniu wykorzystania zasobów węgla i ropy naftowej oraz zachowaniu większego udziału gazu ziemnego w okresie przejściowym,
- scenariusz B — zakłada kontynuację dotychczasowych tendencji w zakresie struktury paliw,
- scenariusz C1 — zakłada wykorzystanie źródeł energii odnawialnej przy ograniczeniu energetyki jądrowej,
- scenariusz C2 — oparty jest na zwiększonym udziale energii jądrowej, poprzez wykorzystanie nowych i bezpiecznych reaktorów o małej i średniej mocy (100—300 MW).

W tabeli 16 przedstawiono prognozy produkcji pierwotnych nośników energii oraz zużycia finalnego energii w świecie w latach 2020 i 2050. Tak więc wszystkie scenariusze przewidują w 2020 roku znaczne wykorzystanie paliw ciekłych i paliw gazowych kosztem paliw stałych. Jak już wcześniej wspomniano, scenariusz A2 zakłada wykorzystanie węgla, którego produkcja w 2020 roku wyniesie 180,4 EJ (1 EJ = 1018 J), to jest 197,6% w porównaniu do 1990 roku (91,3 EJ). Natomiast w przypadku prognozy na 2050 rok, produkcja węgla (scenariusz A2) jest znaczna, gdyż szacowana jest na około 327,8 EJ, a więc wzrost ten wynosi prawie 360% w porównaniu z rokiem 1990. W przypadku zużycia energii finalnej, to największy udział mają ciekłe nośniki energii, następnie nośniki stałe.

Tabela 16

Prognoza produkcji energii pierwotnej i zużycia finalnego w świecie w latach 2002-2050, EJ*

Lp.	Wyszczególnienie	Rok 1990	Scenariusz - rok 2020					
			A1	A2	A3	B	C1	C2
1.	Produkcja energii pierwotnej	375,5	643,5	643,5	642,7	566,9	478,6	478,5
	• węgiel	91,3	155,3	180,4	121,8	141,9	95,9	95,5
	• ropa naftowa	128,1	195,1	188,4	178,4	158,3	126,4	126,4
	• gaz ziemny	70,3	151,6	142,8	160,8	133,1	128,1	123,9
	• paliwo jądrowe	18,8	38,1	24,3	43,1	37,7	28,1	35,6
	• nośniki energii odnawialnej	67,0	103,4	107,6	138,6	95,9	100,1	97,1
2.	Zużycie energii finalnej	270,0	477,7	477,6	474,8	422,0	358,0	357,1
	• nośniki stałe	80,8	111,0	116,8	113,9	109,3	99,2	98,4
	• nośniki ciekłe	105,9	184,6	180,4	171,7	147,8	116,4	117,2
	• energia elektryczna	34,7	68,2	70,7	72,0	60,7	51,1	50,7
	• pozostałe (ciepło, gaz, wodór)	48,6	113,9	109,7	117,2	104,2	91,3	90,8
Lp.	Wyszczególnienie	Rok 1990	Scenariusz – rok 2050					
			A1	A2	A3	B	C1	C2
1.	Produkcja energii pierwotnej	375,5	1 039,6	1 039,9	1 032,1	830,6	596,2	596,5
	• węgiel	91,3	158,7	327,8	93,8	173,3	62,8	61,5
	• ropa naftowa	128,1	330,8	200,1	181,3	169,1	111,8	109,7
	• gaz ziemny	70,3	196,8	228,6	331,2	188,4	164,1	139,8
	• paliwo jądrowe	18,8	121,4	45,6	118,1	114,7	21,8	74,1
	• nośniki energii odnawialnej	67,0	231,9	237,8	307,7	185,1	235,7	211,4
2.	Zużycie energii finalnej	270,0	714,2	731,4	718,5	593,7	420,8	414,1
	• nośniki stałe	80,8	113,4	139,8	131,5	134,0	82,1	82,1
	• nośniki ciekłe	105,9	302,3	262,5	235,3	197,2	143,2	141,1
	• energia elektryczna	34,7	120,6	131,5	126,9	98,0	74,9	72,0
	• pozostałe (ciepło, gaz, wodór)	48,6	177,9	197,6	224,8	164,5	120,6	118,9

* EJ – Eksadżul ($10^{18}J$),

Źródło: Opracowano na podstawie: Nakiećenović N. i inni 1998

Unia Europejska przedstawiła swą energetyczną przyszłość w opracowaniu „European Union Energy Outlook to 2020” opublikowanym pod koniec 1999 roku (tab. 17).

W scenariuszu tym założono, że:

- liczba mieszkańców w krajach „piętnastki” wzrośnie nieznacznie, z 371 milionów w 1995 roku do 384 milionów w roku 2020,
- wzrost gospodarczy oscylować będzie wokół 2% rok,
- nie wystąpią trudności zaopatrzeniowe na rynkach nośników energii pierwotnej,
- nie nastąpią znaczące zmiany w sektorze energetyki jądrowej; żywotność elektrowni atomowych szacuje się na czterdzieści lat,
- kontynuowane będą procesy w zakresie doskonalenia przemian energetycznych,
- postępować będzie liberalizacja rynków energii elektrycznej i gazu.

Tabela 17
Prognoza zużycia nośników energii pierwotnej w krajach Unii Europejskiej
według scenariusza bazowego

Rok	Jednostka	Węgiel	Nośnik energii pierwotnej, mln tpu				
			ropa naftowa	gaz ziemny	paliwo jądrowe	pozostałe	razem
1999	mln tpu	294,0	903,0	467,0	319,0	41,0	2024,0
	%	14,5	44,6	23,1	15,8	2,0	100,0
2010	mln tpu	260,0	935,7	572,9	324,3	125,7	2218,6
	%	11,7	42,2	25,8	14,6	5,7	100,0
2020	mln tpu	311,4	947,1	615,7	284,3	142,9	2301,4
	%	13,5	41,2	26,7	12,4	6,2	100,0

Źródło: *European Union Energy Outlook to 2020, 1999*

W strukturze zużycia pierwotnych nośników energii przewiduje się wystąpienie następujących zjawisk:

- węgiel po okresie malejących udziałów w produkcji energii elektrycznej, po roku 2010 nabierać będzie znaczenia w wyniku unieruchamiania elektrowni atomowych i wzrostu cen gazu ziemnego. Węgiel pozostanie głównym surowcem wsadowym w procesach produkcji energii elektrycznej do roku 2030, czyli do przedziału czasowego prognozy Komisji Europejskiej (tab. 18);
- gaz ziemny obecnie jest surowcem uniwersalnym. W wielu technologiach produkcji energii elektrycznej jest wykorzystywany. Ropa naftowa zachowa swą pozycję w transporcie. Maleć natomiast będą jej udziały w wytwarzaniu energii elektrycznej;
- nośniki energii odnawialnej wykazują niewielki przyrost w produkcji energii elektrycznej (tab. 18). Na uwagę zasługuje fakt, iż zasoby energii wodnej zostały w krajach UE w znacznym stopniu wyczerpane.

Unia Europejska jest największym na świecie importerem netto ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kamiennego.

Tabela 18
Prognoza zużycia pierwotnych nośników energii i odnawialnych źródeł energii do produkcji
energii elektrycznej w Unii Europejskiej, mln tpu

Wyszczególnienie	Lata			
	1995	2010	2020	2030
Węgiel	246	196	261	397
Ropa naftowa	94	71	59	48
Gaz ziemny	150	277	317	341
Odnawialne źródła energii	30	46	51	57
Razem	520	590	688	843

Źródło: *European Union Energy Outlook to 2000, 1999*

Rola górnictwa węglowego w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym

Podstawowym dokumentem w zakresie ustalania potrzeb na surowce energetyczne kraju są „Założenia polityki energetycznej Polski do 2020 roku” (2000). Ze względu na znaczną niepewność przyszłych stanów gospodarki, opracowano trzy scenariusze rozwoju społeczno-gospodarczego: przetrwania, odniesienia i postępu-plus.

W oparciu o prognozowane zużycie energii finalnej opracowano prognozę zapotrzebowania na nośniki energii pierwotnej. W tabeli 19 przedstawiono prognozę zapotrzebowania na węgiel kamienny i węgiel brunatny do 2020 roku. Każdy z tych wariantów przewiduje ograniczenie zapotrzebowania na węgiel kamienny. Ograniczenie to w 2020 r. osiągnie poziom około 80 mln ton węgla kamiennego. W przypadku węgla brunatnego, to zapotrzebowanie w tym okresie będzie utrzymywać się na stałym poziomie wynoszącym około 66 mln ton.

Tabela 19
Prognoza zapotrzebowania na węgiel kamienny i węgiel brunatny

Scenariusz	Wyszczególnienie	Jednostka	Lata				
			1997	2005	2010	2015	2020
Przetrwania	węgiel kamienny	mln Mg		92,9	87,9	86,0	83,5
	węgiel brunatny	mln Mg		66,8	67,2	66,1	65,6
	zapotrzebowanie krajowe	Mtoe		106,2	108,6	110,7	112,2
Odniesienia	węgiel kamienny	mln Mg	104,5	91,3	84,3	83,9	81,9
	węgiel brunatny	mln Mg	65,4	66,8	67,4	66,2	65,6
	zapotrzebowanie krajowe	Mtoe	107,3	106,4	109,1	112,4	116,2
Postępu - plus	węgiel kamienny	mln Mg		85,5	84,6	84,5	82,4
	węgiel brunatny	mln Mg		66,4	67,2	66,2	65,6
	zapotrzebowanie krajowe	Mtoe		103,7	109,7	114,7	121,3

Źródło: Założenia ... 2000

W „Ocenie realizacji i korekta Założeń polityki energetycznej Polski do 2020 r.” (2002), przedstawiono prognozę zapotrzebowania na paliwa i energię w kraju do roku 2005. Wykonano tam obliczenia dwóch wariantów bazowego i efektywności. Różnica pomiędzy tymi wariantami polega na założeniu dodatkowego zmniejszenia zapotrzebowania na energię finalną o 1% na rok.

W tabeli 20 przedstawiono prognozowany bilans węgla kamiennego do roku 2005. Roczne zapotrzebowanie na węgiel kamienny energetyczny do roku 2005 zmaleje o około 5 mln ton w wariantcie bazowym i prawie 9 mln ton w wariantcie efektywności w porównaniu do zużycia w 1999 r. Widoczny spadek oczekiwany jest w ciepłownictwie, energetyce przemysłowej i gospodarstwach domowych.

Tabela 20
Prognozowany bilans węgla kamiennego do roku 2005

Wyszczególnienie	1999	2000	Wariant BAZOWY		Wariant EFEKTYWNOŚCI	
			2003	2005	2003	2005
Pozyskanie krajowe	110,2	102,8	103,9	102,5	103,9	102,5
Import	2,4	1,5	2,2	2,2	2,2	2,2
Eksport	24,1	23,2	20,3	20,1	23,0	24,5
Zapotrzebowanie krajowe, w tym:	88,5*)	83,4*)	85,8	84,6	83,1	80,2
- elektrownie i EC zawodowe	43,4	44,5	41,1	42,4	40,4	41,5
- ciepłownie zawodowe	7,7	6,7	7,0	6,2	6,4	5,4
- energetyka przemysłowa **)	11,3	10,7	9,5	9,1	10,2	9,6
- koksownie	11,4	12,3	11,1	10,9	10,7	10,3
- gospodarstwa domowe ***)	12,2	9,0	12,1	11,4	11,3	10,3

Źródło: Ocena realizacji... 2002

*) - wraz ze stratami i różnicami bilansowymi

***) - energetyka przemysłowa obejmuje: elektrownie i ciepłownie przemysłowe

****) - wraz z rolnictwem

Produkcja węgla brunatnego w prognozie (tab. 15) jest powiązana z możliwościami elektrowni. Wydobyte to w całym okresie utrzymywać się będzie na poziomie około 61 mln, z możliwością wzrostu zużycia do poziomu 65 mln ton, kosztem zużycia węgla brunatnego. O tym zadecyduje wprowadzony rynek energii elektrycznej.

Podsumowanie

1. Światowa produkcja węgla w dalszym ciągu charakteryzuje się nadmierną podażą, prowadząc do dalszych redukcji jego cen oraz wydobycia. Mimo, iż węgiel zmniejszył swój udział w rynku międzynarodowym na rzecz takich źródeł energii, jak: ropa naftowa, gaz ziemny i energia jądrowa, to jednak nadal pozostaje głównym źródłem energii w szczególności do produkcji energii elektrycznej.
2. Węgiel kamienny będzie w dalszym ciągu ważnym źródłem energii pierwotnej obok ropy naftowej, gazu ziemnego i innych odnawialnych źródeł energii. Przy obecnym poziomie zużycia węgla, jego zasoby wystarczą na około 228 lat, podczas gdy ropy naftowej — według prognoz — wystarczy jedynie na 42 lata, a zasobów gazu ziemnego tylko na 65 lat.
3. Znacząca rola węgla w energetyce światowej i przemyśle jest uzasadniona między innymi tym, że:
 - 23% popytu na energię pierwotną świata zaspokajanych jest przez węgiel,
 - około 38% światowej energii elektrycznej jest produkowane z węgla,
 - 70% światowej produkcji stali zależy od wsadu węglowego,
 - światowa produkcja węgla w 2000 r. wzrosła do wielkości 3639 Mt,
 - szereg krajów spośród czołowych eksporterów węgla, to kraje rozwijające się, które czerpią znaczne korzyści z działalności produkcyjnej i dystrybucyjnej węgla.
4. Prognozy energetyczne przewidują dla świata w latach 2010 i 2020 ponad 37% udział węgla w produkcji energii elektrycznej. Natomiast udział węgla w zużyciu globalnym w 2020 roku szacowany jest na poziomie 24,9% (w 1998 r. — 23,2%). Udział węgla w produkcji energii elektrycznej w UE w 1998 r. wynosił 30,0%, prognoza na lata 2010 i 2020 jest następująca: 16,5% i 23,1%.
5. W Unii Europejskiej, ze względu na wysokie koszty pozyskania i obniżenia produkcji węgla kamiennego, ważniejszymi pierwotnymi nośnikami energii będą gaz ziemny i ropa naftowa. Węgiel pozostanie jednak podstawowym nośnikiem do produkcji energii elektrycznej. Znaczna część potrzeb na węgiel kamienny będzie pokryta przez import.
6. Procesy restrukturyzacyjne w polskim górnictwie węglowym są znacznie zaawansowane. Polska planuje zmniejszenie wydobycia węgla ze 116 mln ton w 1998 roku do 88 mln ton w 2010 roku i 77 mln ton w 2020 r. Tak więc w bilansie paliwowo-energetycznym Polski, rola węgla kamiennego będzie w najbliższej perspektywie dominująca, a w dalszym horyzoncie czasowym — nadal znacząca.
7. Za utrzymaniem strategicznej roli węgla brunatnego w krajowej produkcji energii elektrycznej przemawia szereg czynników, a mianowicie:
 - konieczność zachowania bezpieczeństwa energetycznego kraju,
 - znaczące zasoby,
 - znacząca konkurencyjność ekonomiczna węgla brunatnego w stosunku do pozostałych pierwotnych nośników energii przy produkcji energii elektrycznej,
 - nowoczesne i bezpieczne techniki eksploatacji,
 - wyspecjalizowane zaplecze naukowo-projektowe oraz produkcyjne w zakresie maszyn i urządzeń do eksploatacji odkrywkowej.
8. Strategiczne znaczenie dla krajowej energetyki ma przygotowanie do eksploatacji nowego Zagłębia górniczo-energetycznego, które zastąpi w przyszłości produkcję energii elektrycznej w obecnych rejonach; najlepiej do zagospodarowania na dużą skalę nadają się złoża w rejonie Legnicy.

9. Wejście Polski do Unii Europejskiej wiąże się z przyjęciem norm i zasad obowiązujących w UE. Jednym z najtrudniejszych problemów będzie ograniczenie ujemnego wpływu użytkowania węgla na środowisko przyrodnicze. Wymagać to będzie daleko idących redukcji zanieczyszczeń występujących w procesie spalania węgla (NO_x, SO₂, CO₂ i pyły) oraz sprawności jego przetwarzania w elektrowniach.
10. Występująca od kilku lat nadwyżka podaży nad popytem energii elektrycznej ogranicza wykorzystanie zainstalowanych mocy wytwórczych. Jednak wprowadzenie rynku giełdowego — zgodnie z wymogami UE — doprowadzi do znaczącego obniżenia cen, co utrudni pozyskanie środków finansowych na modernizację zarówno kopalń jak i elektrowni.

* * *

- [1] BEDNARCZYK J., SZATAN M. — Perspektywy i uwarunkowania wydobycia węgla brunatnego w Polsce. Węgiel Brunatny nr 1, s. 13—15, 2001.
- [2] Biuletyn informacyjny z zakresu przeróbki mechanicznej i jakości węgla kamiennego, opracowany na podstawie statystyki G-09.2, grudzień 2001 r. Państwowa Agencja Restrukturyzacji Węgla Kamiennego S.A. Katowice, styczeń 2002 r.
- [3] BLASCHKE W., GAWLIK L. — Hard coal and brown coal in Poland's energy policy. Gospodarka Surowcami Mineralnymi t. 15, z.4, s. 37—45, 1999.
- [4] BORKOWSKI Z., BIAŁAS M. — Rola węgla w stałym i stabilnym rozwoju energetyki. Biuletyn PARG WK S.A. nr 1, s. 6—21, 2002.
- [5] BP Statistical review of world energy. June 2002.
- [6] Coal Information 2001 with data 2000. International Energy Agency Statistics. OECD/IEA, Paris 2001.
- [7] CZAPLA Z., KOZŁOWSKI Z., WŁODARCZYK B., WOJCIECHOWSKI C., ŻUK S. — Węgiel brunatny w polskiej energetyce — stan obecny i perspektywy. Węgiel Brunatny nr 1, s. 3—17, 2002.
- [8] DARSKI J., KICKI J., SOBCZYK E.J. — Raport o stanie gospodarki zasobami złóż węgla kamiennego. Studia Rozprawy Monografie nr 85, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2001, 85 s.
- [9] European Union Energy Outlook to 2020. International Energy Agency. Paris 1999.
- [10] GABZDYŁ W. — Baza zasobowa surowców energetycznych na świecie i jej wystarczalność. Przegląd Górniczy nr 6, s. 1—5, 1999a.
- [11] GABZDYŁ W. — Baza zasobowa surowców energetycznych na świecie i jej wystarczalność. Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej '99, Szczyrk, 22—26 lutego 1999, Wyd. IGSMiE PAN, Sympozja i Konferencje nr 36, s. 23—31, 1999b
- [12] JAWIEŃ M., JAŚKOWSKI A., MOSKWA A. — Górnictwo węgla kamiennego — jego baza i perspektywiczne możliwości produkcyjne. Gospodarka Surowcami Mineralnymi t. 1, z. 1, s. 37—78, 1985.
- [13] KARBOWNIK A., TUREK M. — Perspektywy rozwoju polskiego górnictwa węgla kamiennego na tle górnictwa światowego. Polityka Energetyczna t. 4, z. 2, s. 5—35, 2001.
- [14] KICKI J., SOBCZYK E.J. — Zasoby węgla kamiennego w Polsce — wczoraj, dziś i jutro. Przegląd Górniczy nr 7—8, s. 9—14, 1999.
- [15] KICKI J., WACŁAWSKI J. — Gospodarka zasobami złóż węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w latach 1981—1990. Cz. I Studia i Rozprawy nr 24, Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 96 s., 1992a.
- [16] KICKI J., WACŁAWSKI J. — Gospodarka zasobami złóż węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w latach 1981—1990. Cz. II Studia i Rozprawy nr 30, Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 92 s., 1992b
- [17] KICKI J., WACŁAWSKI J., SOBCZYK E.J. — Zasoby przemysłowe węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w latach 1981—1993. Przegląd Górniczy nr 1, s. 24—31, 1996.
- [18] KASZTELEWICZ Z. — Branża węgla brunatnego w Polsce dziś i jutro. Przegląd Górniczy nr 7—8, s. 1—11, 2002.
- [19] KOZIÓŁ W., TAJDUŚ A. — Górnictwo węgla brunatnego i kamiennego gwarantem niskich cen energii i bezpieczeństwa energetycznego kraju w pierwszej połowie XX wieku. Przegląd Górniczy nr 7—8, s. 23—29, 2002.
- [20] KOZŁOWSKI Z. — Perspektywy górnictwa węgla brunatnego w Polsce u progu XXI wieku. Węgiel Brunatny nr 4, s. 11—16, 2000.
- [21] KOZŁOWSKI Z. — Krajowe paliwa stałe uzasadnioną alternatywą pokrycia wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce. Mat. Konf. Naukowej nt. „Paliwa i energia dziś i jutro – 2001”. Kraków, 12—13 czerwca 2001, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 77—82, 2001a.
- [22] KOZŁOWSKI Z. — Aktualna rola węgla brunatnego w polskiej energetyce oraz możliwości wykorzystania tego paliwa w planowanym rozwoju energetyki do roku 2030. Mat. XV Konf. z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej nt. „Stan obecny kompleksu paliwowo-energetycznego Polski i pożądane kierunki jego rozwoju w latach 2002—2030”. Zakopane, 14—17 października 2001 r. Sympozja i Konferencje nr 52, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 201—208, 2001b.
- [23] KOZŁOWSKI Z. — Rola węgla brunatnego w energetyce w perspektywie XXI wieku. Mat. XVI Konf. z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej nt. „Przyszłość energetyczna Polski” Zakopane, 6—9 października 2002 r. Sympozja i Konferencje nr 57, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 85—96.

- [22] NAKIĆENOVIĆ N., GRÜBLER A., McDONALD A. — Global Energy Perspectives. International Institute for Applied Systems Analysis, World Energy Council. Cambridge University Press, 1998.
- [24] NEY R. — Problem zasobów węgla kamiennego w aspekcie gospodarki rynkowej. Mat. XII Konf. z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej. Zakopane, 18—21 października 1998 r. Wyd. Instytut GSMiE PAN, Sympozja i Konferencje nr 34, Kraków, s. 223—231, 1998a.
- [25] NEY R. — Bezpieczeństwo energetyczne Polski a gospodarka zasobami węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. t. 14, z. 4, s. 5—17, 1998b.
- [26] NEY R. — Perspektywy energetyczne Polski w świetle tendencji światowych. Polityka Energetyczna t. 3, z. 1, s. 5—26, 2000.
- [27] NEY R. — Dylematy polskiej polityki energetycznej na początku XXI wieku. Mat. Konf. Naukowej nt. „Paliwa i energia dziś i jutro — 2001”, Kraków 12—13 czerwca 2001, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 99—76, 2001.
- [28] Ocena realizacji i korekta Założeń polityki energetycznej Polski do 2020 roku. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 02.04. 2002. Ministerstwo Gospodarki 2002.
- [29] Ocena realizacji i korekta Założeń polityki energetycznej Polski do 2020 roku. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 2.04.2002 r. Ministerstwo Gospodarki.
- [30] PIETRYSZCZEW W. — Polskie górnictwo węgla brunatnego w 2000 roku. Kronika. Węgiel Brunatny nr 2, s. 36—38, 2001.
- [31] PIETRYSZCZEW W. — Polskie górnictwo węgla brunatnego w Polsce. Kronika. Węgiel Brunatny, nr 1, s. 32—34, 2002.
- [32] PIWOCKI M. — Baza zasobowa węgla brunatnego jako podstawa przyszłości przemysłu górnictwo-energetycznego. Węgiel Brunatny nr 1, s. 18—22, 2002.
- [33] PRZENIOSŁO S. (red.) — Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31.12.2000. Ministerstwo Środowiska, PiG, Warszawa 2001.
- [34] SOBCZYK E.J. — Wpływ zmian modelu gospodarczego na gospodarkę zasobami złóż węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Studia Rozprawy Monografie nr 78, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 134 s., 2000.
- [35] SOLIŃSKI J. — Sektor energii w Polsce. World Energy Council. Wyd. Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska, Warszawa 2002.
- [36] Sytuacja w Elektroenergetyce. Biuletyn Kwartalny IV kwartał 2000, nr 4(33). Agencja Rynku Energii S.A. Warszawa 2001.
- [37] UBERMAN R., KOZIOŁ W. — Znaczenie węgla brunatnego dla rozwoju energetyki w Polsce. Mat. XVI Konf. z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej. Zakopane, 18—21 października 1998, Sympozja i Konferencje nr 34, Wyd. Instytut GSMiE PAN, Kraków, s. 21—34, 1998.
- [38] WEIL W. — Przegląd sektora energii i krajowych bilansów paliwowo-energetycznych w latach 1995—2000. Węgiel Brunatny nr 4, s. 7—14, 2001.
- [39] www.pse.pl
- [40] www.ptpiree.com.pl
- [41] Założenia polityki energetycznej Polski do roku 2020. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa, luty 2000.

THE PROSPECT OF DEVELOPMENTS OF THE HARD COAL AND BROWN COAL FIRED POWER INDUSTRY

Key words: Hard coal, brown coal, fossil fuels, reserves, electricity generation

Abstract

The energy problems must be considered globally, both with respect to the sources of energy and functioning markets and with respect to the environmental protection. The energy carrying fossil raw materials, as compared with the remaining prime energy carriers, are decisive for the development of the world economy. The domestic reserves as at 2000 exceeded 39.3 Gtoe, of which more than 99.5% are the coal reserves. The remaining, primary energy carriers, i.e. crude oil and natural gas both constitute as little as 0.51% of the national reserves of energy raw materials. The production of electricity in 2000 amounted to 145.2 TW·h, including 133.8 TW·h generated by the public utility power stations, out of which 84.2 TW·h was produced by the hard coal fired plants and 49.7 TW·h by the brown coal fired stations. The role of hard and brown coal in the fuel and energy balance will continue to be dominating in the short-term prospective, and will retain its significance in the long-term horizon.