

Zbigniew KASZTELEWICZ*

Zasoby węgla brunatnego w Polsce i pespektywy ich wykorzystania

STRESZCZENIE. Węgiel brunatny jest obok węgla kamiennego podstawowym surowcem energetycznym do produkcji energii elektrycznej w Polsce. Pochodzi z niego około 35% najtańszej energii elektrycznej. Obecnie energia z węgla brunatnego jest o około 25% tańsza niż energia elektryczna z węgla kamiennego i o ponad połowę od energii elektrycznej z gazu czy energetyki wiatrowej. Dlatego węgiel brunatny powinien mieć w przyszłości podstawowe znaczenie w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju. Bezpieczeństwo energetyczne Polski wymaga dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia w energię. Rozwój polskiej energetyki winien opierać się w pierwszym rzędzie na krajowych surowcach energetycznych, tj. na węglu brunatnym i węglu kamiennym. Byłoby dużym błędem gospodarczym nie w pełni wykorzystać „polskie złoto” – węgiel, a opierać rozwój energetyki na surowcach importowanych. Wykorzystanie rodzimych surowców energetycznych w okresie kilkudziesięciu lat daje także, co nie jest bez znaczenia, zatrudnienie dla wielu dziesiątków tysięcy ludzi w sektorze górniczym, energetycznym i w sektorach współpracujących.

SŁOWA KLUCZOWE: złoża węgla brunatnego, energetyka, kopalnie odkrywkowe, produkcja energii elektrycznej

Dr hab. inż., prof. AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Wprowadzenie

Na świecie rocznie wydobywa się ponad 900 mln Mg węgla brunatnego. W przyszłości wydobywanie to będzie wzrastało i przekroczy 1 mld Mg na rok. Polska z wydobywaniem około 60 mln Mg plasuje się na 7 miejscu na świecie.

Liderem są Niemcy z wydobywaniem ponad 180 mln Mg na rok i produkcji ponad 26% energii elektrycznej z tego paliwa. Plany niemieckie zakładają kontynuację tego poziomu wydobywania na dalsze 40–50 lat [2, 4, 5].

Można zauważyć, że w niektórych krajach udział w krajowej produkcji energii elektrycznej przekracza ponad 50%, a w Polsce około 35%. Więcej niż Polska wydobywają tzw. kraje turystyczne Grecja czy Turcja. Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego nie przeszkadza w tych krajach w rozwoju turystyki na poziomie światowym. Wszystkie kraje na świecie posiadające zasoby węgla brunatnego eksploatują to paliwo i produkują z niego najtańszą energię elektryczną. Rozwój wydobywania węgla brunatnego w Polsce do 2007 roku przedstawia rysunek 1. Maksymalne wydobywanie uzyskano w 1988 roku. Największy procentowy udział produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego wynosił wówczas 40%. Od tego okresu nastąpił spadek wydobywania i produkcji energii elektrycznej z tego paliwa.

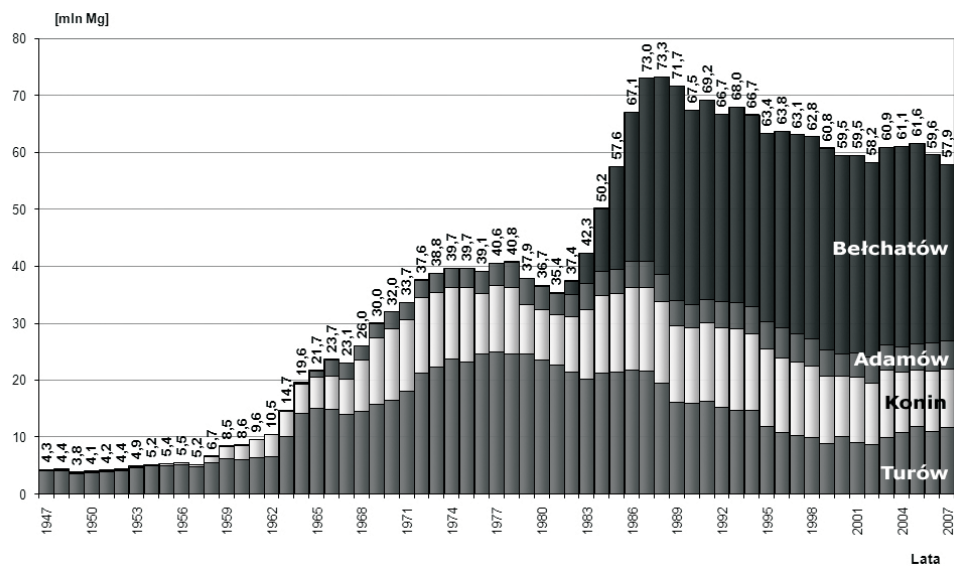
Węgiel brunatny w polskiej energetyce pełni od lat rolę paliwa strategicznego, o czym świadczy około 9000 MW mocy zainstalowanych w elektrowniach opalanych węglem brunatnym i roczna produkcja energii elektrycznej tych elektrowni, która przekracza 50 TW·h. Stanowi to około 25% mocy zainstalowanej w polskich elektrowniach.

Obecny poziom wydobywania będzie utrzymywał się przez około 15 lat a następnie, jeśli nie zostanie uruchomione wydobywanie węgla brunatnego na nowych perspektywicznych złożach Legnica-Ścinawa czy Gubin-Mosty, zacznie spadać. Nowe zagłębie górniczo-energetyczne aby powstało wymaga czasu minimum 15–20 lat.

Spadek wydobywania spowoduje spadek produkcji energii elektrycznej z tego paliwa, co jest w sprzeczności do potrzeb energetycznych Polski w tym czasie. Możliwości wydobywcze węgla brunatnego i produkcji energii z tego paliwa z dotychczasowych czynnych rejonów (czynnych kopalń) przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

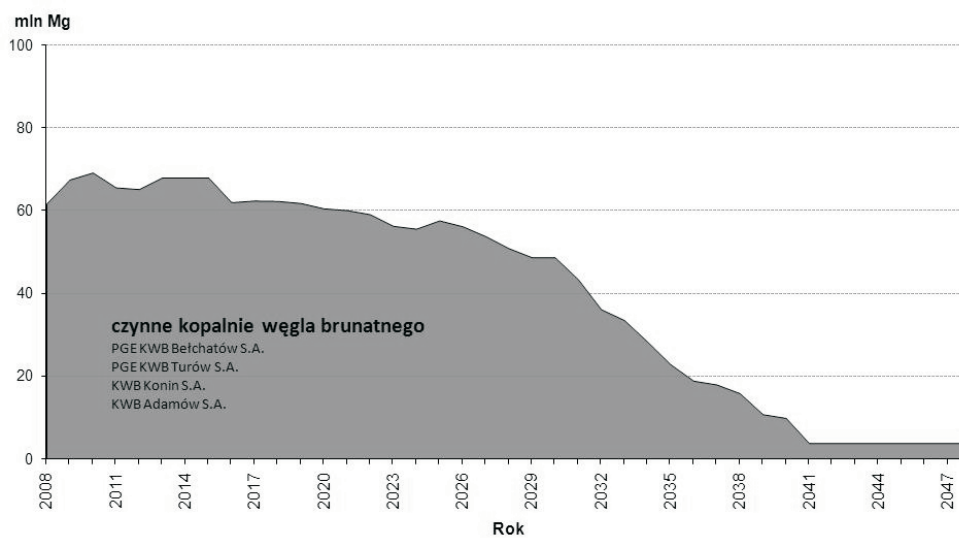
Natomiast dotychczasowe analizy potrzeb energetycznych przedstawione w Polityce energetycznej Polski do 2025 roku z 2005 r. i w Programie dla elektroenergetyki z 2006 r. zakładają podwojenia do 2030 roku produkcji energii elektrycznej. Dla tych potrzeb w okresie do 2030 roku należy w naszym kraju zainstalować około 45 tys. MW nowych mocy i mocy zmodernizowanych w istniejących (starych) elektrowniach dla poprawy sprawności z poziomu 30–35% do poziomu 45–50% dla dostosowania siłowni do nowych wyzwań ekologicznych. Bardzo istotnym zagadnieniem jest ciągłe podwyższanie sprawności elektrowni opalanych węglem brunatnym w celu zmniejszenia emisji CO₂ do atmosfery. Do tego okresu zostanie wyłączonych ponad 15 tys. MW mocy w „starych” blokach energetycznych (tab. 1).

Budowane i uruchamiane oraz planowane w najbliższym czasie do budowy elektrownie: Pątnów II 464 MW, Łagisza 460 MW, Bełchatów II 830 MW czy blok 500 MW w Turowie



Rys. 1. Wydobywanie węgla brunatnego w Polsce do 2007 roku [8]

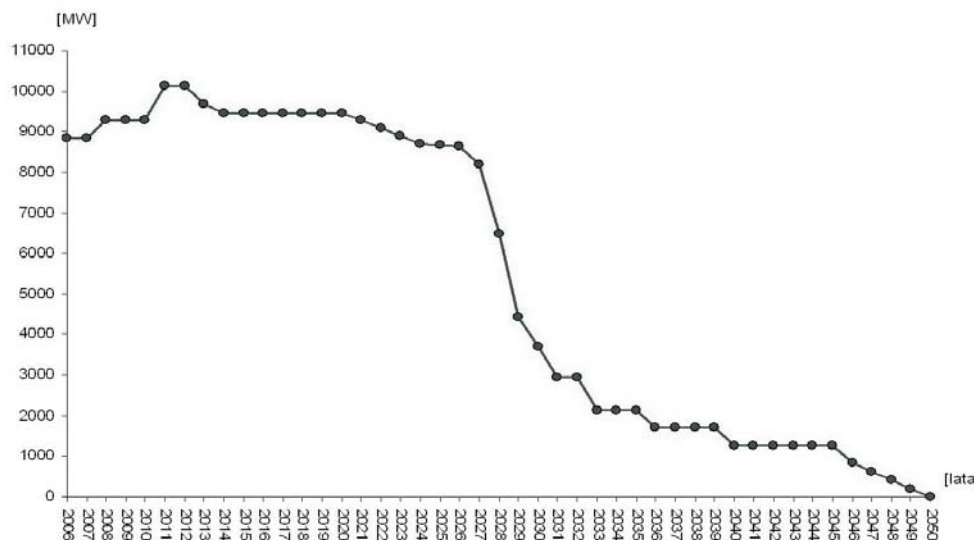
Fig. 1. Total output of lignite in Poland until 2007



Rys. 2. Planowane wydobywanie w czynnych kopalniach bez uruchomienia wydobywania w nowych regionach górniczych węgla brunatnego [8]

Fig. 2. Planning output of lignite in currently operating mines without new mining regions

to nie nowe moce – to „moce zamieniające stare bloki energetyczne”, które zastaną w tych elektrowniach wyłączone.



Rys. 3. Spadek zainstalowanej mocy w elektrowniach na węgiel brunatny bez uruchomienia wydobycia w nowych regionach górniczych węgla brunatnego [8]

Fig. 3. The fall of installed power in lignite based power plants without new mining regions

TABELA 1. Przewidywania potrzeb energetycznych w Polsce do 2030 roku [8]

TABLE 1. Prognosis of electricity demand in Poland until 2030

Opis	Wartość
Roczny przyrost zapotrzebowania na energię elektryczną	4%
W 2007 roku moc zainstalowana	34 673 MW
Do 2030 roku wypadną stare bloki	15 000 MW
Do 2030 roku należy zainstalować	45 000 MW
W 2030 roku moc zainstalowana powinna wynieść	65 000 MW

1. Zasoby węgla brunatnego w Polsce

W naszym kraju rozpoznano ponad 150 złóż i obszarów węglonośnych. Udokumentowano ponad 24,5 mld Mg zasobów, a w tym 14 mld Mg w złóżach pewnych, ponad 60 mld Mg w zasobach oszacowanych. Natomiast możliwość występowania w obszarach potencjalnie węglonośnych ocenia się na ponad 140 mld Mg (tab. 2 i 3). Nasz kraj ma wielkie bogactwo. Tym dzisiaj w pełni niedocenianym bogactwem jest węgiel brunatny. Ze względu na ilość, jakość i dostępność zasobów autorzy zakładają, że węgiel brunatny będzie pełnił rolę strategicznego paliwa w polskiej energetyce przez co najmniej 50, a nawet 100 lat [3, 4, 5].

TABELA 2. Rejony złożowe węgla brunatnego w Polsce [3]

TABLE 2. Lignite deposits in Poland

Nazwa rejonu złożowego	Ważniejsze złoża występujące w regionie
Zachodni	Turów, Mosty, Babina, Gubin, Cybinka, Sieniawa, Słubice-Rzepin
Północno-zachodni	Trzcianka, Więcbork, Nakło
Legnicki	Legnica, Ścinawa, Ruja
Wielkopolski	Mosina, Krzewino-Czempin, Szamotuły, Gostyń, Góra
Koniński	Pątnów, Adamów, Lubstów, Drzewce, Tomisławice, Mąkoszyn-Grochowiska, Morzyczyn, Dęby Szlacheckie, Piaski, Izbica Kujawska
Łódzki	Rogoźno
Bełchatowski	Bełchatów- Szczerców-Kamieński, Złoczew, Gorzkowice-Ręczno, Wieruszów
Radomski	Głowaczów, Wola Owadowska, Owadów

TABELA 3. Całkowite geologiczne zasoby węgla brunatnego w Polsce w mln Mg [5]

TABLE 3. Lignite reserves in Poland in mln Mg

Wyszczególnienie	Razem	Bilansowe	Pozabilansowe	Prognostyczne	Poza kryteriami	Teoretyczne
Złoża udokumentowane	24 575	13 984	4 879	4 208	1 504	
Złoża perspektywiczne	58 231			51 583	6 648	
Obszary węglonośne	141 690					141 690
Razem	224 496	13 984	4 879	55 791	8 152	141 690

W ostatnim okresie przedstawiono wyniki różnych waloryzacji i rankingów złóż węgla brunatnego w Polsce. Najnowszą charakterystykę i ocenę polskich złóż węgla brunatnego dokonali autorzy: Jacek R. Kasiński, Sławomir Mazurek i Marcin Piwocki w monografii pt. „Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce” w 2006 roku. W opracowaniu autorzy dokonali analiz ponad 150 złóż węgla brunatnego i przedstawili charakterystykę złóż w ujęciu: złóż głównych, satelickich do złóż głównych i lokalnych oraz podział ze względu na zasoby geologiczne, tj. małe do 150 mln Mg, średnie od 150–300 mln Mg i największe powyżej 300 mln Mg. Dokonali również waloryzacji ekonomicznej złóż metodą sumy rang i metodą punktu utopijnego oraz ustalili ranking złóż węgla brunatnego w Polsce. Dla sporządzenia wszelkiego rodzaju ocen i list rankingowych podstawowe znaczenie ma waloryzacja ekonomiczna. Jest rzeczą oczywistą, że w warunkach gospodarki rynkowej złóż, których eksploatacja nie będzie przynosić zysku, nie będą eksploatowane z powodu braku zainteresowania potencjalnych inwestorów. W tabeli 4 dokonano porównania miejsca na liście rankingowej złóż węgla brunatnego waloryzowanych metodą punktu utopijnego oraz metodą sumowania rang [3].

TABELA 4. Porównanie miejsca na liście rankingowej złóż węgla brunatnego waloryzowanych metodą punktu utopijnego oraz metodą sumowania rang [3]

TABLE 4. The comparison of lignite deposits using two methods: utopia point and total ranks

Lp.	Nazwa złoża	Zasoby bilansowe [mln Mg]	Analiza metodą punktu utopijnego [pkt]	Analiza metodą sumowania rang [pkt]
1	Gubin	1 050,8	31 701	18
2	Rogóżno	772,8	16 997	15
3	Mosina	1580,9	14 146	19
4	Radomierzyce	503,7	12 603	17
5	Gubin-Brody	1934,3	12 431	12
6	Legnica-Zachód	863,6	8 627	21
7	Złoczew	485,6	7 357	19
8	Czempin	1 011,1	6 610	17
9	Gostyń	1 988,8	5 047	18
10	Rzepin	249,5	3 925	15
11	Nakło	254,1	2 481	14
12	Trzcianka	610,2	2 411	14
13	Naramowice	212,4	2 369	17
14	Legnica-Wschód	839,3	2 320	18
15	Piaski	103,6	2 078	15
16	Szamotoły	829,4	1 715	20
17	Czempin Miasto	361,1	1 516	16
18	Głowaczów	76,3	1 298	13

Z analizy waloryzacji ekonomicznej i wykonanego rankingu złóż wynika, że na czele klasyfikacji – „najlepszych” polskich złóż węgla brunatnego są dwa strategiczne złoża: Gubin i Legnica-Zachód.

Wykonana waloryzacja ekonomiczna jest „ważna” na okres jej wykonania. Dlatego należy ją ciągle badać i uaktualniać.

1.1. Złoże węgla brunatnego Legnica

W okolicach Legnicy, na obszarze pomiędzy Głogowem, a Wądrożem Wielkim, występują bardzo bogate złoża węgla brunatnego, których zasoby geologiczne przekraczają 15 mld Mg (rys. 1 i 2). Centralnym elementem kompleksu jest złoże Legnica, w skład

którego wchodzi trzy pola: Legnica-Północ, Legnica-Wschód i Legnica-Zachód, o łącznych bilansowych zasobach geologicznych ponad 3 mld Mg. Obok złoża Legnica w skład kompleksu wchodzi: złoża Ruja, Ścinawa i obszar perspektywiczny Ścinawa-Głogów, w skład którego wchodzi 11 pól złożowych. Węgiel ze złoża Legnica jest w całości węglem energetycznym dobrej jakości, a jego znaczna część spełnia kryteria dla węgla brykietowego i wylewnego (tab. 5).

Kompleks złożowy Legnica-Ścinawa jest rejonem o ogromnych zasobach węgla brunatnego, niewątpliwie najbogatszym Polsce i jednym najbogatszym w Europie. Zasoby bilansowe wynoszą łącznie 14 522 mld Mg (tab. 5). W pięciu udokumentowanych złożach łączne zasoby określono na 5,551 mld Mg, a w trzech największych polach złoża Ścinawa-Głogów, bezpośrednio sąsiadującym ze złożem Ścinawa – na 8,971 mld Mg.

Perspektywy dalszego powiększenia zasobów rysują się w trzech rejonach:

- ✧ w rejonie północnym, na obszarze pomiędzy złożami: Legnica-Północ i Ścinawa,
- ✧ w rejonie zachodnim, na zachód od złóż Legnica-Zachód (na terenach opuszczonych przez armię rosyjską),
- ✧ w rejonie południowym, na południe od złóż Ruja [6, 7].



Rys. 4. Miejsce występowania złóż legnickich i gubińskich oraz złoża Radomierzyce w rejonie złóż turoszowskich [7]

Fig. 4. The view of lignite deposits in Legnica, Gubin and Radomierzyce in Turoszów lignite basin

TABELA 5. Zasoby węgla brunatnego w kompleksie złóż Legnica-Ścinawa [3]

TABLE 5. Lignite reserves in complex deposits of Legnica-Scinawa

Lp.	Złoże	Geologiczne zasoby bilansowe [mln Mg]					
		udokumentowane			prognostyczne		razem
		B	C1	C2	D1	D2	
1	Legnica Północ	-	-	1 025,4	440,1	-	1 465,5
2	Legnica Wschód	483,1	339,5	18,7	-	-	839,3
3	Legnica Zachód	168,4	618,6	76,7	-	-	863,7
4	Ruja	-	-	-	349,5	121,9	471,4
5	Ścinawa	-	-	1 568,6	342,8	-	1 911,4
6	Ścinawa-Głogów – pole 4	-	-	-	-	2 196,0	2 196,0
7	Ścinawa-Głogów – pole 5	-	-	-	-	779,0	779,0
8	Ścinawa-Głogów – pole 6	-	-	-	-	5 995,7	5 995,7
OGÓLEM:		651,5	958,1	2 687,4	1 132,4	9 092,6	14 522,0
Węgiel brykietowy							
1	Legnica-Północ	-	-	467,5	-	-	467,5
2	Legnica-Wschód	-	375,8	-	-	-	375,8
3	Legnica-Zachód	-	621,5	-	-	-	621,5
OGÓLEM:		-	997,3	467,5	-	-	1 464,8

1.2. Złóża węgla brunatnego rejonu Gubin-Mosty-Brody

Na podstawie wieloletnich badań można stwierdzić, że na obszarze złożowym Gubin-Mosty-Brody występują znaczne zasoby węgla brunatnego rysunek 4 i 6. Łączne zasoby udokumentowane (kat. C₂-B) i prognostyczne (kat. D₂-D₁) o cechach bilansowych wynoszą 4,215 mld Mg. Największe zasoby znajdują się w rozległym złożu pokładowym utworzonym przez złoża: Gubin, Gubin-Zasieki-Brody i Lubsko o sumarycznych zasobach bilansowych udokumentowanych oraz prognostycznych w ilości 3230 mld Mg (tab. 6). Bardzo ważnym pozytywnym elementem w przyszłych rozważaniach nad ewentualnym zagospodarowaniem tych złóż jest fakt, że teren przyszłej budowy kopalni czy elektrowni jest mało zabudowany a wodę do chłodzenia elektrowni można pobierać z rzeki Odry.

Na podstawie wieloletnich badań można stwierdzić, że na obszarze złożowym Gubin-Mosty występują znaczne zasoby węgla brunatnego. Łączne zasoby udokumentowane (kat. C₂-B) i prognostyczne (kat. D₂-D₁) o cechach bilansowych wynoszą 4,215 mld Mg. Największe zasoby znajdują się w rozległym złożu pokładowym utworzonym przez złoża: Gubin, Gubin-Zasieki-Brody i Lubsko o sumarycznych zasobach bilansowych udokumentowanych oraz prognostycznych w ilości 3,230 mld Mg. Bardzo ważnym pozytywnym



Rys. 5. Mapa zasobów węgla brunatnego w kompleksie złożowym Legnica-Ścinawa [3]

Fig. 5. The view of lignite deposits in complex deposits of Legnica-Ścinawa

elementem w przyszłych rozważaniach nad ewentualnym zagospodarowaniem tych złóż jest fakt, że teren przyszłej budowy kopalni czy elektrowni jest mało zabudowany.

1.3. Złoże węgla brunatnego Złoczew i Rogóźno

Rozmieszczenie złóż: Złoczew i Rogóźno na tle KWB „Adamów” i „Bełchatów” przedstawiona na rysunku 7 a zasoby geologiczne w tabeli 7.



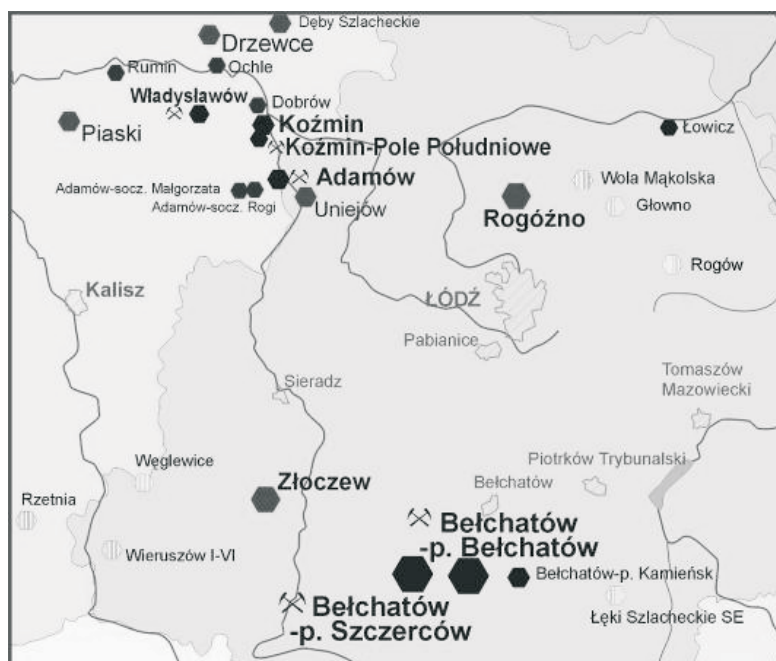
Rys. 6. Złoże Gubin–Mosty [3, 7]

Fig. 6. Gubin-Mosty lignite deposits

TABELA 6. Węgle brunatne obszaru Gubin-Mosty-Brody; dane charakterystyczne złóż [3]

TABLE 6. Lignite of Gubin-Mosty-Brody deposits; profile dates of deposits

Nazwa złoża lub obszaru	Zasoby bilansowe [mln Mg]		Grubość węgla śr. [m]	N:W śr.	Popielność śr. A^d [%]	Wartość opałowa śr. Q_i^r [kJ/kg]	Siarka całkowita śr. S_i^r [%]	Powierzchnia [km ²]
	kat. C ₂ -B	kat. D ₂ -D ₁						
Gubin	288,7	854,6	18,9	6,7 : 1	15,62	9 257	0,82	73,3
Mosty	175,4	161,1	18,1	7,6 : 1	17,17	9 482	0,90	20,5
Babina-Pustków	20,9	19,2	9,0	-	14,10	9 420	0,70	4,3
Babina-Żarki	142,2	-	9,0	-	18,28	9 332	0,55	12,0
Złoża perspektywiczne o zasobach prognostycznych								
Gubin-Zasieki-Brody	-	1 934,3	18,8	7,2 : 1	16,62	9 536	1,33	145,4
Chlebowo	-	83,5	20,1	8,4: 1	19,58	9 344	1,08	17,4
Lubsko	-	152,8	12,3	9,6 : 1	19,27	9 204	1,09	44,6
Na płn.wsch. od Mostów	-	332,6	16,4	11,7 : 1	18,37	9 262	1,26	130,1
Trzebiel-Tuplice	-	50,0	10,0	-	16,90	9 550	0,76	4,0



Rys. 7. Żłozę Złoczew i Rogoźno [3,7]

Fig. 7. Złoczew and Rogoźno lignite deposits

TABELA 7. Główne parametry geologiczno-górniczne wybranych perspektywicznych złóż węgla brunatnego [5]

TABLE 7. The main parameters of selected perspective lignite deposits

Nazwa złoża/ kompleksu złożowego	Kategoria rozpoznania	Zasoby bilansowe [mln Mg]	Wartość opałowa śr. Q_i^r [kJ/kg]	Siarka całkowita śr. S_i^r [%]	Popielność śr. A^d [%]	Liniowe N:W
Legnica-Ścinawa	od B do D ₂	14 522	8 500–9 996	0,54–2,58	11,20–18,58	6,6 do 9,1
Gubin-Mosty-Brody	od B do D ₂	4 215	9 204–9 550	0,55–1,26	14,10–19,58	6,7 do 11,7
Złoczew	C ₂	486	8 462	1,18	21,67	4,5
Dęby Szlacheckie-Izbica Kujawska	C ₁	113	8 377	1,46	25,19	9,0
Rogoźno	od C ₁ do D ₁	623	9 265	2,32	21,73	4,3
Radomierzyce	D ₁	180	7 880	0,65	31,61	4,3
Tomisławice	B+C ₁	55	8 967	0,49	10,8	6,9
Piaski	B+C ₁ +C ₂	114	8 194	0,69	12,1	7,7
Ościstowo	C ₁	50	8 626	1,15	13,57	8,7
Mąkoszyn-Grochowiska	C ₁ +C ₂	50	8 009	0,38	12,1	7,8

1.4. Konińskie złoża węgla brunatnego

Na rysunku 8 pokazano rozmieszczenie złóż eksploatowanych i perspektywicznych KWB „Adamów” i „Konin”, w tym położenie złóż; Tomisławice, Piaski, Ościszowo, Dęby Szlacheckie, Mąkoszyn-Grochowska i Rogoźno oraz udostępniane pole centralne złoża Koźmin w Kopalni Adamów. Główne parametry górnictwo-geologiczne wymienionych złóż przedstawiono w tabeli 7.



Rys. 8. Złóża eksploatowane i perspektywiczne KWB „Adamów” i „Konin” [3, 7]

Fig. 8. Extract and perspective deposits in Adamów Mine and Konin Mine

2. Strategia rozwoju branży w oparciu o perspektywiczne złoża węgla brunatnego

Z analizy waloryzacji ekonomicznej i wykonanego rankingu złóż wynika, że na czele klasyfikacji – „najlepszych” polskich złóż węgla brunatnego do zagospodarowania w pierwszej kolejności są dwa strategiczne złoża:

- ✧ złożo Legnica-Ścinawa-Głogów (o zasobach bilansowych ok. 14,5 mld Mg),
- ✧ złożo Gubin-Mosty-Brody (o zasobach bilansowych ok. 4,25 mld Mg).

Bardzo interesującymi z punktu widzenia wydłużenia czasu funkcjonowania Kopalń i pracy Elektrowni w czynnych zagłębiach górniczo-energetycznych jest zagospodarowanie:

- ✧ w Bełchatowie – złoża ZŁOCZEW z zasobami ok. 486 mln Mg,
- ✧ w Turowie – złoża Radomierzyce z zasobami ok. 180 mln Mg,
- ✧ w zagłębiu konińsko-turkowskim – złoża; Tomisławice, Piaski, Ościszów, Dęby Szlacheckie, Mąkoszyn-Grochowiska i Rogoźno oraz udostępniane pole centralne złoża Koźmin. Strategię rozwoju wydobycia w odkrywkach czynnych i na złożach perspektywicznych przedstawiono na rysunku 9 [6, 7, 8].

2.1. Strategia górniczo-energetyczna złóż legnickich

W pierwszym etapie zagospodarowania złoża Legnica przewiduje się eksploatację złoża jednym frontem eksploatacyjnym o zdolności wydobywczej około 25–30 mln Mg/rok. Podstawowym odbiorcą węgla brunatnego z kopalni „Legnica”, będzie elektrownia o mocy 4×1150 MW, tj. 4600 MW przewidywana do budowy nad rzeką Odrą, w bezpośrednim sąsiedztwie kopalni.

Po 7 latach od rozpoczęcia budowy przewiduje się, w zależności od koniunktury, możliwość uruchomienia drugiego frontu eksploatacyjnego i podwojenie wydobycia węgla. Po uruchomieniu drugiego frontu wydobywczego łączne wydobycie może sięgnąć około 50–60 mln Mg/rok, co pozwoli na pokrycie zapotrzebowania na paliwo elektrowni o łącznej mocy około 9000 MW przy sprawności netto ponad 48%, w pełni zastępując po roku 2030 obecne elektrownie pracujące w Polsce w oparciu o węgiel brunatny. Z czterech Scenariuszy Zagospodarowania złoża Legnica najlepszym w świetle wskaźników ekonomicznych i ekologicznych jest Scenariusz I z udostępnieniem węgla w Polu Zachodnim.

Wskazują na to:

- ✧ zanieczyszczona powierzchnia Pola Zachodniego metalami ciężkimi przez Hutę Legnica,
- ✧ najmniejsza kubatura wkopu udostępniającego w stosunku do wkopów zlokalizowanych na Polu Wschodnim i Północnym,
- ✧ najmniejsza zabudowa powierzchni pod którą zalega węgiel,
- ✧ najwyższa wartość opałowa węgla.

Opracowana koncepcja zagospodarowania złoża przewiduje [1]:

- ✧ wydobycie docelowe 24 mln ton/rok – razem cykl przygotowania i budowy – 12 lat,
- ✧ budowę elektrowni o mocy $4 \times 1150 = 4600$ MW i zakład produkcji wodoru w ilości około 500 ton/rok.

W elektrowni przewidziano zabudowę alternatywnie następujących zespołów:

- ✧ pyłowych konwencjonalnych PC o mocy 1150 MW ze spalaniem powietrznym i sprawnością netto 48,5%,
- ✧ pyłowych ze spalaniem tlenem *Qxy-fuel* ze sprawnością netto 39% i składowaniem CO₂ w zbiornikach po wyeksploatowanym gazie ziemnym na Niżu Polskim w odległości od elektrowni 80 do 120 km.

Opracowane analizy ekonomiczne przewidują następujące wskaźniki zagospodarowania złoża Legnica.

Cena energii elektrycznej przy cenie węgla 70 zł/tona:

- ✧ ze spalaniem w powietrzu 160 zł/MW·h
- ✧ ze spalaniem w tlenie i lokowaniem CO₂ pod ziemią 234 zł/MW·h

2.2. Strategia górniczo-energetyczna złóż gubińskich

W rejonie Gubina na złożu Gubin-Mosty-Brody można zbudować podobną kopalnię i elektrownię jak na złożu Legnica, tj. w pierwszym etapie, wydobycie powinno się kształtować na poziomie około 25 mln Mg na rok a docelowo około 50 mln Mg rok. Docelowo paliwo zabezpieczy pracę elektrowni o mocy około 4600 MW (9000 MW) i o sprawności ponad 48% netto. Termin uruchomienia wydobycia i produkcji energii elektrycznej z tego węgla brunatnego uzależniony jest od terminu uruchomienia zagospodarowania złóż legnickich. W harmonogramie przedstawionym na rysunku 9 założono, że wydobycie rozpoczyna się około 2030 roku. W realizacji kolejność zagospodarowania tych złóż może być odwrotna. Bardzo ważnym pozytywnym elementem w przyszłych rozważaniach nad ewentualnym zagospodarowaniem tych złóż jest fakt, że teren przyszłej budowy kopalni czy elektrowni jest mało zabudowany a wodę do chłodzenia elektrowni można pobierać z rzeki Odry. W zagospodarowaniu złóż gubińskich sprzyja fakt, że po drugiej stronie granicy Niemcy wydobywają z tej samej platformy złożowej węgla brunatnego w kopalni Jänschwalde 15 mln Mg węgla i spalają go w elektrowni o tej samej nazwie o mocy 3000 MW.

2.3. Założenia do eksploatacji złoża Złoczew w BOT KWB „Bełchatów”

Złoże węgla brunatnego Złoczew jest jednym ze złóż satelitarnych złoża Bełchatów, zlokalizowanym w odległości ca 40 km od elektrowni Bełchatów. Zagospodarowanie węgla poprzez dostawy do funkcjonującej Elektrowni pozwoliłoby na wydłużenie pracy nowobudowanego bloku o mocy 833 MW o około 100 000 godzin poza rok 2038, tj. około 14 lat. Oddanie do eksploatacji bloku 833 MW o wysokiej sprawności brutto około 45,4% (o sprawności netto 41,7%) planuje się w 2010 roku. W tym miejscu należy zaznaczyć, że żywotność bloków nr 1 i 2 w Elektrowni Bełchatów o mocy 360 MW jest ograniczona ich czasem pracy tylko do 220 tys. godzin. Pozostałe bloki, 10 sztuk, poddawane są Kompleksowemu Programowi Rekonstrukcji Technicznej i Modernizacji z terminem zakończenia 2012 rok. Powyższa modernizacja wydłuży żywotność tych bloków do 320 tys. godzin pracy. W docelowym bilansie mocy Elektrowni Bełchatów po uruchomieniu nowego bloku 850 MW i wycofaniu dwóch bloków o mocy 2 razy 360 MW nastąpi przyrost mocy tylko o około 138 MW.

2.4. Założenia do eksploatacji złoża Radomierzyce w BOT KWB „Turów”

W Elektrowni „Turów” zakończono odnowę techniczno-ekologiczną bloków o nr 1–6. Blok nr 7 został całkowicie wyłączony z pracy a bloki 8, 9, i 10 poddawane są gruntownym remontom z terminem zakończenia na koniec 2012 roku. Obecna moc elektrowni wynosi 2088 MW na pierwotne 2200 MW. W związku z likwidacją bloku nr 7 istnieje możliwość zainstalowaniu na jego miejscu nowoczesnej jednostki wytwórczej o mocy 500 MW. Wstępne plany zakładają uruchomienie tego bloku około 2015 roku. Udokumentowane zasoby węgla brunatnego w złożu Turów i w perspektywnym złożu Radomierzyce w pełni uzasadniają budowę nowego bloku o mocy 500 MW. W przypadku nie uruchomienia tego nowego bloku deficyt mocy w Elektrowni Turów będzie na poziomie 112 MW, a w przypadku uruchomienia bloku 500 MW będzie nadwyżka w stosunku do mocy pierwotnej – przed modernizacją – na poziomie 388 MW.

2.5. Założenia do eksploatacji złóż perspektywnych w zagłębiu konińsko-turkowskim dla Elektrowni ZE PAK

Kopalniami które dostarczają węgiel brunatny do Zespołu Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin (ZE PAK S.A.) jest KWB Adamów S.A. i KWB Konin S.A.

W KWB Adamów S.A. uruchamiane jest obecnie wydobywanie z pola centralnego złoża Koźmin. Po wyczerpaniu zasobów ze złóż Adamów, Władysławów i Koźmin w 2023 roku według obecnej strategii zakończy pracę Kopalnia i Elektrownia „Adamów” o mocy 600 MW.

Obecnie trwają rozważania nad przedłużeniem pracy Elektrowni „Adamów”. Plany te mogą być zrealizowane według dwóch scenariuszy:

1. Kopalnia „Adamów” zagospodaruje złożo Piaski udokumentowane przez KWB „Konin”, a Kopalnia „Konin” w zamian zagospodaruje złożo Dęby Szlacheckie-Izbica Kujawska i Mąkoszyn-Grochowiska – wówczas należałoby wybudować na miejscu bloków 120 MW w Elektrowni „Adamów” – jeden blok 464 MW o sprawności jak w Elektrowni „Pątnów II”.
2. Kopalnia „Adamów” zagospodaruje złożo Rogóźno – wówczas możliwe jest wybudowanie jednego lub dwóch bloków 850 MW o sprawności ponad 46% w miejscu obecnie pracujących bloków Elektrowni „Adamów”.

W KWB „Konin” dla realizacji wydobywania przynajmniej do 2046 roku uruchamiane będzie złożo Tomisławie, Piaski i Ościslowo w rezerwie do ewentualnego zagospodarowania pozostają złożo Dęby Szlacheckie-Izbica Kujawska i Mąkoszyn-Grochowiska.

Natomiast w Elektrowni „Pątnów” rozpoczął pracę na początku 2008 roku blok 464 MW o sprawności brutto 44% (o sprawności netto 41%) w Elektrowni Pątnów II i planowana jest modernizacja 4 bloków 200 MW z 6-ciu w Elektrowni „Pątnów I”. Zmodernizowane bloki winny mieć zdecydowanie większą sprawność niż tzw. „stare”, co w sposób zdecydowany poprawiłoby zmniejszenie emisji CO₂ w elektrowni „Pątnów”. Elektrownia „Konin” z mocą około 193 MW pracować będzie głównie jako elektrociepłownia dla miasta Konina.

W tym regionie mogą wystąpić dwa scenariusze w rozwoju mocy ZE PAK S.A. w 2030 roku:

1. Scenariusz minimalny:

Elektrownia „Adamów” – 0 mocy,

Elektrownia „Konin” – 193 MW,

Elektrownia „Pątnów”: 464 MW – Elektrownia „Pątnów II” i 900 MW – Elektrownia „Pątnów I”.

Razem 1557 MW na około 2800 MW mocy pierwotnej.

2. Scenariusz maksymalny:

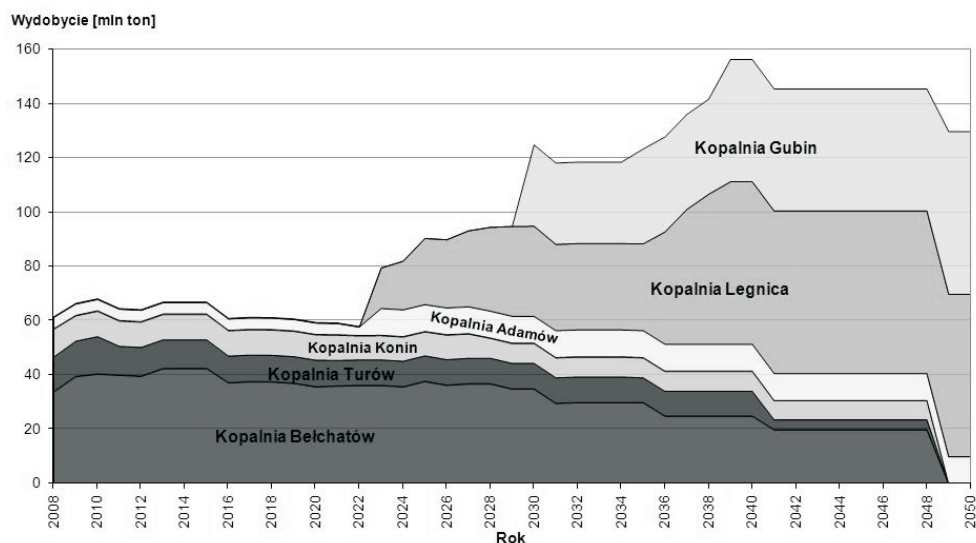
Elektrownia „Adamów” – 850 lub 1700 MW,

Elektrownia „Konin” – 193 MW,

Elektrownia „Pątnów”: 464 MW – Elektrownia „Pątnów II” i 900 MW – Elektrownia „Pątnów I”.

Razem 3257 lub 2407 MW na około 2800 MW mocy pierwotnej zainstalowanej po wybudowaniu ZE PAK.

Łączne maksymalne możliwe wydobycie węgla brunatnego, przy wydobyciu węgla w kopalniach czynnych i perspektywicznych, przedstawiono na rysunku 9. Wydobycie po roku 2030 może osiągnąć poziom 120–140 mln Mg rocznie.

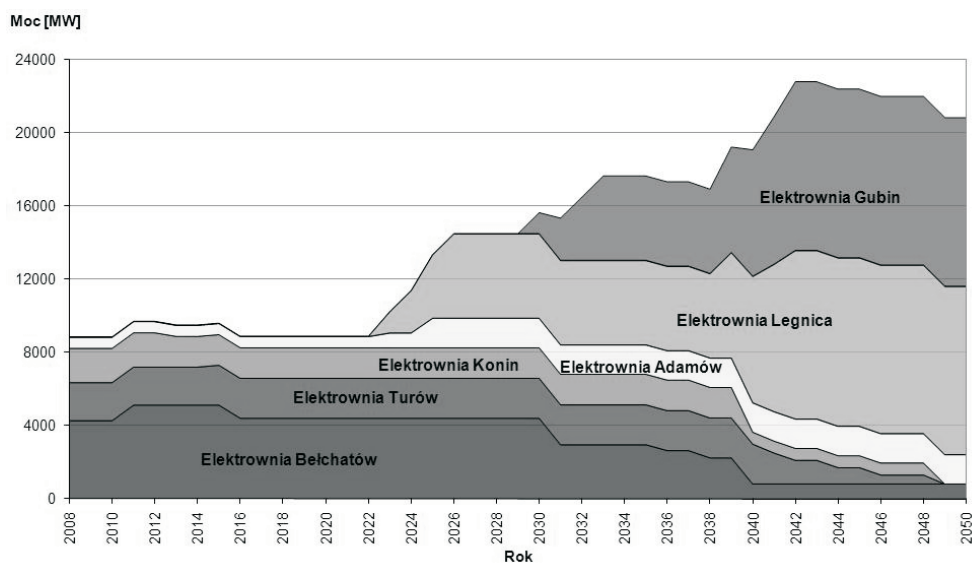


Rys. 9. Łączne maksymalne wydobycie węgla brunatnego w kopalniach czynnych i w perspektywicznych [7, 8]

Fig. 9. Total output of lignite in currently operate mines and in prospective mines

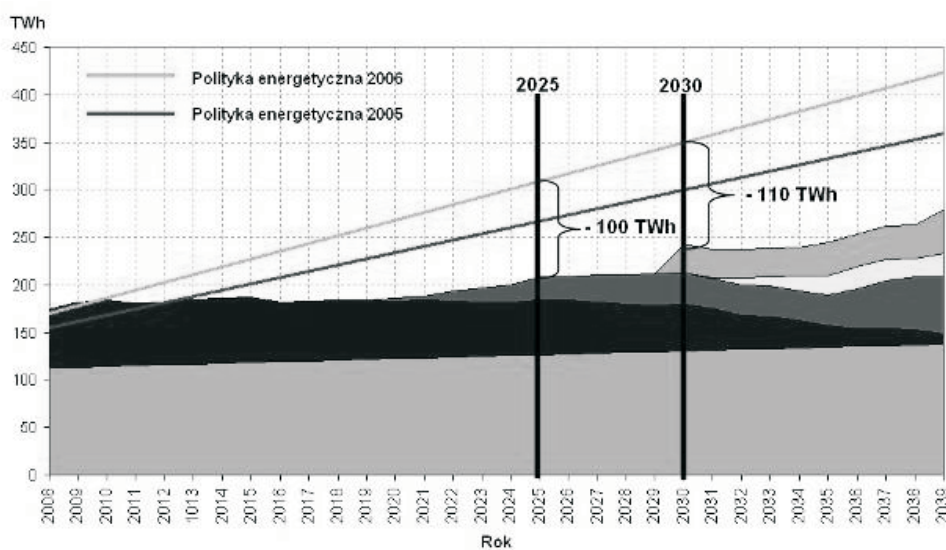
Na rysunku 11 przedstawiono prognozę zapotrzebowania i produkcję energii elektrycznej w Polsce do 2030 roku. Dla porównania przyjęto maksymalne zapotrzebowanie na energię elektryczną wg prognoz 2006 roku (linia koloru zielonego).

Rysunek 11 przedstawia sytuację energetyczną w Polsce po zagospodarowaniu pierwszego złoża perspektywicznego Legnica (wpływ uruchomienia wydobycia i produkcji ener-



Rys. 10. Maksymalna moc elektrowni opalanych węglem brunatnym przy zagospodarowaniu złóż w kopalniach czynnych i perspektywicznych

Fig. 10. Maximal power of lignite-based power plants with lignite from currently operate mines and in prospective mines



Rys. 11. Prognoza zapotrzebowania i produkcji na energię elektryczną przy wykorzystaniu obecnie czynnych kopalń węgla brunatnego i złóż perspektywicznych [7, 8]

(Założenie: Produkcja energii elektrycznej z innych źródeł wzrasta z 113 TW·h w 2008 r. do 130 TW·h w 2030 r.)

Fig. 11. The forecast of demand and production of electricity in currently operate lignite mines and in prospective lignite mines

(Assumption: Production of electricity from other sources will increase from 113 TW·h in 2008 to 130 TW·h in 2030)

gii elektrycznej ze złóż Złoczew i Gubin-Mosty odnotowany będzie po 2030 roku). Produkcja energii elektrycznej z Elektrowni Legnica powoduje zmniejszenie deficytu produkcji energii elektrycznej w 2030 roku do poziomu 110 TW·h. Ten brak pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną stawia dla Polski bardzo duże wyzwania. W tym miejscu można postawić pytanie, na jaki rozwój energetyki nasz kraj powinien się zdecydować – czy na energetykę atomową czy na dalszy rozwój energetyki oparty na własnych rodzimych surowcach energetycznych, tj. węgla kamiennym i brunatnym a powstałe braki uzupełniać energetyką atomową.

Nakreślone maksymalne plany zagospodarowania perspektywicznych złóż węgla brunatnego w Polsce umożliwiają do 2075 roku wydobyć ponad 7,0 mld Mg węgla z przeznaczeniem głównie do spalania w nowoczesnych elektrowniach o sprawności netto ponad 48% i z maksymalnym ograniczeniem emisji zanieczyszczeń a w tym CO₂. W bilansie wydobywania węgla nie uwzględniono dodatkowego wydobywania węgla ze złoża Rogoźno dla ewentualnych nowych bloków w Elektrowni „Adamów” – temat ten jest tylko zasygnalizowany. Pracujące elektrownie na węgiel brunatny powinny produkować głównie energię elektryczną bezemisyjną. Przewiduje się również zgazowanie węgla wydobytego dla produkcji paliw płynnych i gazowych. Planuje się również prowadzenie prób ze zgazowaniem węgla w złożu. Na przykład koncepcja kopalni i elektrowni „Legnica” przewiduje zbudowanie zakładu zgazowania dla ponad 7 mln Mg węgla brunatnego na rok z możliwością produkcji około 500 tys. Mg wodoru, 30 tys. Mg siarki i ponad 140 tys. Mg argonu. Produkcja energii elektrycznej oraz paliw płynnych i gazowych byłaby zasadniczym wkładem branży węgla brunatnego w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju na XXI wiek-wiek bardzo niepełnych dostaw importowanych paliw płynnych i gazowych jak również „szalejących” cen tych paliw.

Przedstawione plany działalności branży należy uznać za realny wariant przedłużenia eksploatacji węgla brunatnego, to jednak z pewnością nie wyczerpują one wszystkich możliwości z efektywnym wydobywaniem tego paliwa (rys. 9). Plany takie powinny opierać się na nowej strategii energetycznej dla Polski określającej potrzeby energetyczne kraju w na następne 30–50 lat. Zawierać powinny analizę techniczno-ekonomiczną, sporządzaną dla różnych źródeł pochodzenia energii elektrycznej. Dokładna analiza wykazałaby niewątpliwie, że węgiel brunatny powinien być bazą do produkcji energii elektrycznej na skalę znacznie większą niż ma to miejsce obecnie. Jeżeli z bilansu energetycznego wynikałoby większe zapotrzebowanie na energię z węgla brunatnego, to należałoby zaplanować także wcześniejsze zagospodarowanie szeregu innych złóż węgla brunatnego; na przykład Czempin, Krzywiny i Gostyń w Rowie Poznańskim (bez największego Mosina) o zasobach rzędu 3,5 mld ton umożliwiając ekonomiczne wydobywanie 35 mln ton węgla w roku przez 100 lat. Wykorzystanie węgla brunatnego nawet z zastosowaniem technologii zerowej emisji CO₂, zwiększy cenę energii o około 50%, ale na pewno nie spowoduje utraty jego konkurencyjności. Istotną cechą krajowych złóż węgla brunatnego w Polsce jest ich rozłożenie na znacznej przestrzeni kraju w oddaleniu od złóż węgla kamiennego, co umożliwia budowę i rozkład obiektów wytwarzania energii, i skraca drogę jej transportu oraz zwiększa bezpieczeństwo dostaw [1].

Podsumowanie

Bardzo pilnym i strategicznym zadaniem jest przygotowanie do eksploatacji nowych zagłębi górnictwo-energetycznych, które w przyszłości zastąpiłyby produkcję energii elektrycznej z dotychczas eksploatowanych rejonów wydobywania węgla brunatnego. Jest to zadanie nie tylko dla górnictwa i energetyki, ale dla całej gospodarki kraju. W opracowywanej Polityce Energetycznej Polski do 2030 pozycja górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym winna być doceniona jako producenta 35% najtańszej energii elektrycznej w naszym kraju. Zadania związane z budową nowych kopalń i elektrowni na węgiel brunatny powinny znaleźć się w rządowym programie funkcjonowania i rozwoju polskiej energetyki jako inwestycja celu publicznego o znaczeniu krajowym, a węgiel brunatny należy uznać za surowiec strategiczny wraz z określeniem głównych obszarów jego wydobycia.

Ważnym zagadnieniem jest dokończenie rozpoznania i udokumentowania najbardziej perspektywicznych złóż węgla brunatnego w Polsce. Szereg złóż posiada tylko kategorię rozpoznania D2-D1. Po dokończeniu rozpoznania należałoby określić przydatność poszczególnych złóż do eksploatacji oraz zabezpieczyć wybrane złoża w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.

Zagospodarowanie perspektywicznych złóż węgla brunatnego: Legnica, Gubin-Mosty, Złoczew, Rogoźno, Piaski, Koźmin, Ościsłowo, Tomisławice, Dęby Szlacheckie – Izbica Kujawska czy Mąkoszyn-Grochowiska pozwoliłoby za około 30–40 lat na podniesienie poziomu wydobywania węgla brunatnego w Polsce do poziomu około 120–140 mln Mg rocznie i utrzymanie go na tym poziomie, przez co najmniej 50–100 lat. Ten poziom wydobywania węgla brunatnego gwarantowałby podwojenie obecnej produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego do poziomu 15–20 tys. MW. Ta produkcja energii elektrycznej będzie stanowiła w tym okresie mniej niż 30% ogólnej produkcji energii elektrycznej, tj. mniej niż obecnie. Dlatego branża górnictwa węgla brunatnego nie dąży do pełnego „opanowania” rynku energii elektrycznej w XXI wieku. Pozostawia ponad 70% na energetykę z węgla kamiennego, gazu, energii odnawialnej czy energetyki atomowej. Bardzo ważnym tematem na okres maksymalnych cen ropy i gazu na świecie jest możliwość produkcji paliw płynnych i gazowych z węgla brunatnego. Produkcja taniej energii elektrycznej oraz paliw płynnych i gazowych jest dużym wkładem branży dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w naszym kraju. Dlatego nie zagospodarowanie największych złóż węgla brunatnego w Europie: Legnica i Gubin-Mosty i złóż perspektywicznych w czynnych obecnie rejonach wydobywania węgla brunatnego byłoby największym „grzechem zaniechania”.

Przedstawiona propozycja utrzymania poziomu produkcji energii elektrycznej oraz paliw płynnych i gazowych z najtańszego paliwa jakim jest węgiel brunatny jest to optymalną ofertą energetyczną dla Polski na XXI wiek.

Literatura

- [1] BEDNARCZYK J., 2008 – Rozwój innowacyjnych technologii wydobycia i przetwarzania węgla brunatnego. Praca niepublikowana. Projekt Foresight. Poltegor-Institut we Wrocławiu, Wrocław.
- [2] GRUZIŃSKI Z., 2005 – Wystarczalność zasobów węgla kamiennego w Polsce w świetle planu dostępu do zasobów oraz prognoz zaopatrzenia na węgiel. *Polityka Energetyczna* t. 8, z. 2, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- [3] KASIŃSKI J., MAZUREK S., PIWOCKI M., 2006 – Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- [4] KASZTELEWICZ Z., 2004 – Polskie górnictwo węgla brunatnego. Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego. Redakcja „Górnictwo Odkrywkowe”, Bełchatów-Wrocław.
- [5] KASZTELEWICZ Z., 2007 – Węgiel brunatny – optymalna oferta energetyczna dla Polski. Związek Pracodawców Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego. Redakcja „Górnictwo Odkrywkowe”, Bogatynia-Wrocław.
- [6] KASZTELEWICZ Z., KOZIOL W., ZAJĄCZKOWSKI M., 2007 – Rola węgla brunatnego jako bezpiecznego i taniego źródła zaopatrzenia w energię pierwotną w Polsce i Unii Europejskiej. *Górnictwo Odkrywkowe* 5–6/2007, Wrocław.
- [7] KASZTELEWICZ Z., KOZIOL W., KOZIOL K., KLICH J., 2007 – Energetyka na węglu brunatnym – perspektywy rozwoju. *Polski Kongres Górniczy – Polityka Energetyczna* t. 10, z. spec. 1, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- [8] KASZTELEWICZ Z., ZAJĄCZKOWSKI M., 2008 – Energetyka na węglu brunatnym – szanse i zagrożenia, *Problemy Bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskim górnictwie*, WUG – SITG, Mysłowice.

Zbigniew KASZTELEWICZ

Lignite deposits in Poland and perspectives of their utilization

Abstract

Lignite with hard coal is the basic energetic resources to production of electricity in Poland. The share in whole electricity production in Poland is about 35% and this is the cheapest electricity. Currently the electricity from lignite is 25% cheaper than electricity from hard coal and the price of electricity is half cheaper than electricity from natural gas or wind power. These arguments should be the most importance in the future to provide energy safety. The polish energy policy needs diversification of energy sources. The development of polish power industry should base mainly on indigenous energy resources: lignite and hard coal. It will be a big mistake not utilize a “polish gold” – coal, and base on imported sources. The utilization of indigenous energy resources in the future gives also a works for many thousands of people in mining sector, power industry and cooperative sectors.

KEY WORDS: lignite deposits, power industry, open-pit mines, electricity production