



KONFERENCJA

BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE KRAJU – CZY PORADZIMY SOBIE SAMI?

WĘGIEL BRUNATNY – CZY W PRZYSZŁOŚCI PODSTAWA
BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO PAŃSTWA?

dr Jacek ROBERT KASIŃSKI

Państwowy Instytut Geologiczny, ul Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: jacek.kasinski@pgi.gov.pl

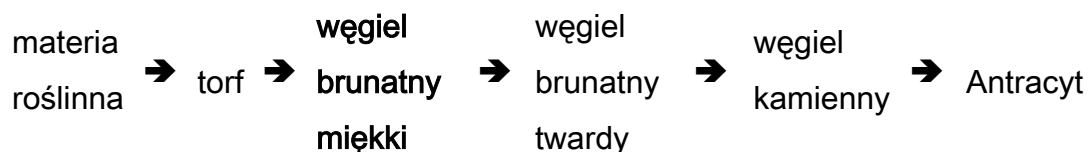
Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, 7 czerwca 2006 r.

Co to jest węgiel brunatny?

Materiał roślinny, będący prekursorem węgla brunatnego, w sprzyjających warunkach paleogeograficznych, klimatycznych i geotektonicznych mógł gromadzić się w znacznych ilościach i podlegać stopniowo procesom uwęglania. Szczególnie grube pokłady węgla utworzyły się w obszarach gdzie powierzchnia depozycyjna obniżała się systematycznie w dłuższych okresach czasu (zapadliskach tektonicznych, niecki w stropie wysadów solnych). Po przykryciu przez nadkład materiał ten podlegał przemianom prowadzącym do jego uwęglania, którego stopień był uzależniony od trzech czynników:

- ciśnienia,
- temperatury,
- czasu oddziaływania.

Węgiel brunatny jest produktem procesu uwęglania przebiegającego w okresie 15 – 190 mln lat (w przypadku miękkich węgli brunatnych w Polsce 12 – 32 mln lat) w warunkach niezbyt dużego ciśnienia (średnio pod przykryciem 30 – 300 m nadkładu) i nieznacznie tylko podwyższonej temperatury. W łańcuchu przemian prowadzących od niezmiętej materii roślinnej do antracytu węgiel brunatny w dwóch odmianach (miękkiej i twardej) reprezentuje ogniwa środkowe:



Z pozycji węgla brunatnego w szeregu procesu uwęglania wynikają jego parametry chemiczno-technologiczne, mieszczące się w przedziale pomiędzy wartościami charakterystycznymi dla torfu a tymi dla węgla kamiennego. Dla polskich węgli brunatnych miękkich, stanowiących praktycznie całość zasobów naszego kraju, wartości te mieszczą się w następujących granicach

- wartość opałowa	$Q_{r,i}$	8,0 – 9,3	MJ/Mg
- popielność	A^d	18 - 27	%
- całkowita zawartość siarki		S^d_t	średnio 1,6 %
- zawartość bituminów	B^d	średnio 4,4	%

- wydajność prąsnoły T_{sk}^d średnio 11,5 %
- zawartość alkaliów $(Na_2O+K_2O)^d$ średnio 0,17 %
- wilgotność naturalna W^r średnio 53 %

Powyższe dane wskazują, że węgiel brunatny miękki w Polsce jest węglem dobrej jakości przydatnym głównie dla celów energetycznych.

Występowanie i pozycja stratygraficzna węgla brunatnego

Węgłe brunatne miękkie występują powszechnie na obszarze Niziny Polskiej i w basenach satelickich w utworach paleogenu i neogenu, a węgle brunatne twarde – lokalnie w utworach kredy w niecce północnosudeckiej) i jury w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich) (CIUK & PIWOCKI 1990). Praktyczne znaczenie mają jedynie mioceńskie złoża węgla brunatnego miękkiego, których bogate złoża występują powszechnie w zachodniej części Polski (tabela 1, ryc. 1). Te właśnie złoża stanowią jedno z najważniejszych źródeł surowców energetycznych w Polsce.

Tabela 1

Rejonizacja złóż węgla brunatnego w Polsce

(według: KASIŃSKI & PIWOCKI 2004)

Region	Liczba złóż	Zasoby ogółem
		mln Mg
Bełchatowski	8	2 440.4
Koniński	58	1 050.4
Legnicki	13	14 428.9
Łódzki	6	773.9
Północno-Zachodni	5	941.3
Radomski	5	95.4
Zachodni	62	6 122.3
Wielkopolski	21	14 225.3
Złoża poza regionami	12	40.7
Ogółem	190	40 148.6



Ryc. 1. Rejony występowania złóż węgla brunatnego (według: KASIŃSKI et al. 1991)

Znaczenie gospodarcze ma tylko jeden pokład węgla, występujący wśród utworów paleogenu na przestrzeni około 7 700 km² – oligoceński (1) V pokład czempiński. Pokład ten osiąga znaczne miąższości (do 45 m) jedynie w kilku złożach (Rogóżno, Łąnięta, Bąkowo), z których żadne nie jest w chwili obecnej eksploatowane. Niewielkie znaczenie ma także najstarszy pokład mioceneński – (2) IV pokład dąbrowski, występujący na obszarze 7 000 km². Istotniejsze pod względem ekonomicznym są młodsze pokłady występujące wśród utworów miocenu: (3) III pokład ścinawski, rozprzestrzeniony na obszarze około 30 000 km² i osiągający miąższości do 35 m (złoża: Mosty, Ścinawa), (4) II pokład łżycki, zajmujący powierzchnię około 61 000 km² o grubości do 40 m ((złoża: Czempin, Gostyń, Krzywiń, Lubstów, Mosina, Naramowice, Radomierzyce, Szamotuły,)), a w zapadliskach tektonicznych nawet do 250 m (złoża: Bełchatów) oraz (5) I pokład środkowopolski o powierzchni około 70 000 km² i miąższości sięgającej 20 m (złoża regionu konińskiego).

Zasoby węgla brunatnego w świecie koncentrują się w kilku krajach. Oprócz Polski do tej grupy należą: Australia, Chiny, Czechy, Grecja, Niemcy, Rosja, Stany Zjednoczone i Turcja. Światowe możliwe do wydobycia zasoby węgla brunatnego są szacowane na 512 mld Mg. W Polsce zasoby tego surowca są bardzo znaczne i według zaktualizowanych danych (PIWOCKI et al. 2004) wynoszą 29 814,7 mln Mg, w tym w złożach udokumentowanych (zasoby udokumentowane w kategoriach A + B + C1 + C2) - 13 851,2 mln Mg, a w złożach prognostycznych (zasoby szacunkowe w kategorii D) – 15 963,5 mln Mg.

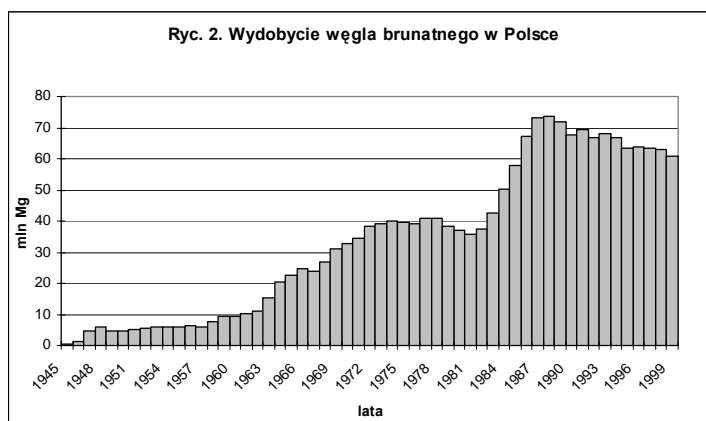
Geneza i budowa geologiczna złóż

Pokłady paleogeńskich i neogeńskich węgli brunatnych w Polsce powstały w peryferycznej strefie rozległego trzeciorzędowego basenu Europy Północno-Zachodniej i stanowią kontynuację pokładów węgla eksploatowanych na Łużycach (Niemcy). Szczególnie grube pokłady węgla utworzyły się w zapadliskach tektonicznych (złoża: Bełchatów, Czempin, Gostyń, Krzywiń, Lubstów, Mosina, Naramowice, Radomierzyce, Szamotuły, Turów) lub w zapadliskach ponad wysadami solnymi (złoża: Rogóżno). Powstanie wielu mniejszych złóż jest związane z wyniesieniem osadów miocenu ku powierzchni w wyniku deformacji glacitektonicznych.

Górnictwo węgla brunatnego w Polsce

Najstarszym rejonem wydobywania węgla brunatnego w granicach dzisiejszej Polski jest struktura geologiczna zwana niecką żytawską, położona w górnym biegu Nysy Łużyckiej na pograniczu Polski, Niemiec i Czech. Uwagę miejscowej ludności już w XVII stuleciu zwróciły pożary węgla brunatnego na wychodniach, a w 1740 roku podjęto tam eksploatację, która trwa do dnia dzisiejszego. Do końca XIX wieku pracowało tam ponad 100 niewielkich kopalń podziemnych. Pierwsza duża kopalnia odkrywkowa na obszarze Polski pod nazwą „Herkules” (dziś „Turów”) powstała również w tym rejonie w 1905 roku. W 1941 roku otwarto pierwszą kopalnię odkrywkową w regionie konińskim. Małe złoża jurajskich twardych węgli brunatnych były eksploatowane w przeszłości w niewielkich kopalniach podziemnych w rejonie Częstochowy, lecz ich eksploatacja została zaniechana już przed kilkudziesięciu laty.

Po drugiej wojnie światowej wydobywanie węgla brunatnego w Polsce rosło systematycznie (ryc. 2) 1955 tylko 25 % wydobywania było zagospodarowywane na potrzeby krajowe, a pozostała część była eksportowana. Wykorzystanie węgla brunatnego na potrzeby krajowe wzrastało dość powoli (w roku 1960 35 %) aż do połowy lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia, kiedy budowa wielkich elektrowni „Adamów”, „Pątnów” i „Turów” spowodowała znaczne zwiększenie zapotrzebowania w regionach: konińskim (kopalnie: „Adamów” i „Konin” i zachodnim (kopalnia „Turów”). W 1977 roku rozpoczęto budowę nowej kopalni odkrywkowej pod nazwą „Bełchatów” w niezagospodarowanym dotychczas regionie bełchatowskim; odkrywka tej kopalni była podówczas największa na świecie. Od roku 1981 kopalnia ta zaopatruje w węgiel brunatny nowowyzbudowaną elektrownię o tej samej nazwie. Oprócz czterech wspomnianych powyżej kopalń węgla brunatnego w chwili obecnej pracuje tylko jedna niewielka kopalnia „Sieniawa” na Ziemi Lubuskiej (region zachodni).



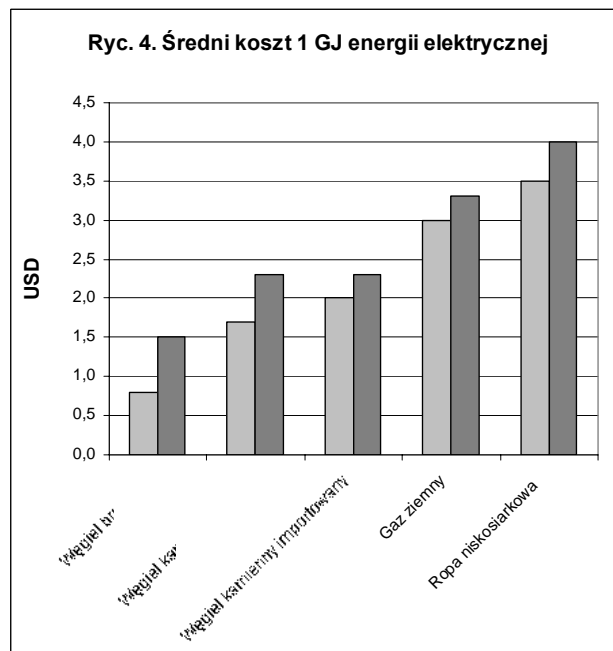
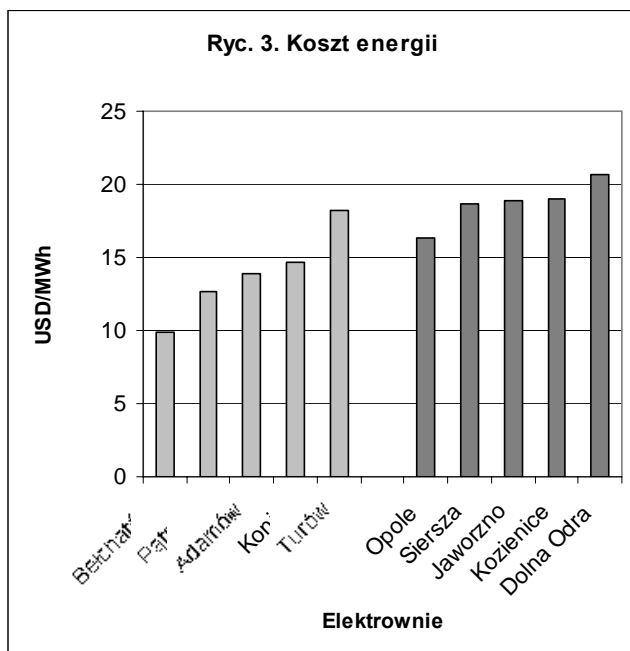
Od zakończenia II wojny światowej wydobywanie węgla brunatnego wzrosło kilkakrotnie i w 1999 roku wynosiło 60,9 mln Mg i od tego czasu utrzymuje mniej więcej taki sam poziom. Produkcja węgla brunatnego stawia Polskę na czwartym miejscu w świecie po Niemczech, Rosji i Stanach Zjednoczonych. 92 % wydobycia jest pokrywane przez trzy kopalnie: „Bełchatów” (35,5 mln Mg czyli 58 %), „Konin” (11,8 mln Mg czyli 19 %) i „Turów” (9,0 mln Mg czyli 15 %).

Eksploracja węgla brunatnego w Polsce jest obecnie prowadzona wyłącznie metodą odkrywkową. Pięć dużych elektrowni jest zaopatrywanych przez 11 odkrywek, a trzy dalsze odkrywki są w budowie. Zintegrowane systemy koparka-taśmociąg-zwałowarka przemieszczają węgiel i nadkład na składowiska elektrowni i zwałowiska nadkładu. Węgiel i nadkład są urabiane przez ruchome koparki kołowe i łańcuchowe o wydajności dobowej 30 – 200 tys. m³.

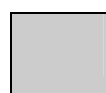
Dlaczego węgiel brunatny?

Na temat wykorzystania węgla brunatnego jako surowca w energetyce zawodowej pojawiały się różnorodne opinie. Nie brakowało też, że jest on mało konkurencyjny pod względem ekonomicznym, najcięższe zarzuty wytaczano jednak w dziedzinie ochrony środowiska. Jak zatem przedstawiają się te zagadnienia w rzeczywistości?

Pomimo planowanego zwiększenia wykorzystania w energetyce gazu ziemnego i spodziewanego wzrostu produkcji energii ze źródeł odnawialnych przewiduje się, że jeszcze w 3030 roku 60 % energii elektrycznej będzie produkowane w elektrowniach opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Węgiel brunatny jest jednak najtańszym źródłem energii (około 19 USD/MWh), co stanowi około 65 % kosztów energii uzyskiwanej z węgla kamiennego). Cztery z pięciu wielkich elektrowni opalanych węglem brunatnym produkują energię tańszą niż najtańsza elektrownia pracująca na węglu kamiennym - „Opole” (ryc. 3). Sprzyjające warunki geologiczne i zaawansowana technologia wydobycia (nie bez znaczenia jest niski koszt transportu wielkogabarytowych ładunków taśmociągami) powodują że w przeliczeniu na wartość opałową (kaloryczność) węgiel brunatny jest najtańszym źródłem energii w Polsce (ryc. 4) i pozostanie takim w dającej się przewidzieć perspektywie czasowej (BIELIKOWSKI et al. 1999).



elektrownie opalane węglem brunatnym



wartość minimalna



elektrownie opalane węglem kamiennym



wartość maksymalna

Zagrożenia środowiska naturalnego ze strony energetyki opartej na spalaniu węgla brunatnego (wydobycie węgla i produkcję energii elektrycznej należy tu traktować łącznie) są rzeczywiście poważne. Coraz powszechniejsze stosowanie nowoczesnych technologii przy istniejących surowych normach emisji zanieczyszczeń powoduje jednak, że uciążliwość tego przemysłu dla środowiska znacznie zmalała. Na potencjalne obciążenie środowiska wywołane działalnością górniczą (PIWOCKI & KASIŃSKI 1994) składają się: (1) całkowite przekształcenie powierzchni terenu w obrębie konturu budowanej odkrywki, (2) przekształcenia hydrogeologiczne i hydrogeologiczne związane z odwadnianiem odkrywki (obniżenie poziomu wód gruntowych, przesuszenie gleb, wpływ na wody powierzchniowe), (3) deformacje geomechaniczne na przedpolu i zboczach odkrywki i zwałowiska zewnętrznego (osiadanie i powstawanie osuwisk), (4) wstrząsy związane z odprężeniem górotworu, (5) zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w wyniku emisji pyłu podczas eksploatacji i zwałowania nadkładu oraz gazów powstających podczas pożarów węgla w odkrywce w następstwie jego samozapłonu, (6) zanieczyszczenie wód powierzchniowych (głównie w postaci zawiesiny) i (7) emisja hałasu przez pracujące urządzenia.

Do wymienionych zagrożeń należy dodać zagrożenia ze strony zakładu energetycznego (8) zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w wyniku emisji pyłu i gazów generowanych przy spalaniu węgla, (9) zanieczyszczenie termiczne wód powierzchniowych (rzek i jezior), (10) zanieczyszczenie chemiczne wód podziemnych w wyniku ługowania składowisk popiołów.

Stosowane coraz powszechniej nowoczesne technologie powodują istotne zmniejszenie zagrożeń na niemal wszystkich wymienionych polach. Nie jest możliwe uniknięcie (1) całkowitego przekształcenia powierzchni terenu w granicach odkrywki, jednak prawidłowo prowadzona rekultywacja pozwala na uzyskanie pełnowartościowych terenów rolniczych, leśnych lub zbiorników wodnych, które po okresie 20–30 lat są zwracane gospodarce narodowej. Często zdarza się, że kopalnia oddaje gminie tereny rolnicze o znacznie wyższej klasie bonitacyjnej niż tereny, które kiedyś zajmowała; taka sytuacja ma na przykład miejsce w kopalni „Konin”. Tereny pogórnice stają się także atrakcyjnym miejscem wypoczynku świątecznego, szczególnie w obszarach pozbawionych elementów naturalnych, jak to ma miejsce w rejonie Kolonii w Niemczech. Nie można także uniknąć (2) przekształceń hydrogeologicznych i hydrogeologicznych, jednak ich uciążliwe skutki można zmniejszać przez stosowanie odpowiednich upraw oraz budowę wodociągów wiejskich, a prawidłowa rekultywacja powoduje z czasem przywrócenie prawidłowych stosunków w górotworze. Deformacje geomechaniczne (4) i wstrząsy (5) mają znacznie mniejszą intensywność niż w górnictwie podziemnym, a prawidłowo zaprojektowane zbocza wyrobisk i zwałowisk (powszechne stosowanie zwałowania wewnętrznego) powinny zminimalizować ich natężenie. Emisję pyłu w kopalni (6), która z natury nie jest niezbyt wielka, ogranicza się stosując w czasie suszy zraszanie, a emisję hałasu (ściśle ograniczoną normami) przez budowę ekranów akustycznych. Największe zmiany na korzyść środowiska zaszły jednak w technologii spalania węgla. Nowoczesne bloki spalające węgiel na złożu fluidalnym w praktyce nie powodują (8) zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego (węgiel i produkty jego spalania cyrkulują w obiegu zamkniętym aż do całkowitego rozpadu); a do atmosfery emitowany jest jedynie CO₂ i para wodna. Zanieczyszczenie termiczne wód powierzchniowych (9) zachodziło jedynie w przypadku stosowania otwartego obiegu chłodniczego, jak to ma miejsce jeszcze dziś w elektrowniach „Konin” i „Pątnów”; w nowobudowanych elektrowniach zagrożenie to jest eliminowane przez stosowanie wyłącznie obiegu zamkniętego (chłodnie kominowe).

Problem przesączenia zanieczyszczeń ze składowisk popiołów (10) jest eliminowany na drodze budowy ekranów uszczelniających z materiałów o własnościach jonowymiennych (ity beidellitowo-smektytowe) oraz coraz powszechniejszą petryfikację masy odpadów paleniskowych.

Dowodem na istnienie możliwości uczynienia węgla brunatnego bardziej „przyjaznym” dla środowiska jest fakt, że pozostaje on istotnym surowcem energetycznym w Niemczech, Stanach Zjednoczonych czy Australii, choć przepisy dotyczące ochrony środowiska są we wszystkich tych państwach bardzo restryktywne.

Przyszłość węgla brunatnego w Polsce

Zasoby w zagospodarowanych złożach zmniejszają się systematycznie i okres egzystencji istniejących zespołów górniczo-energetycznych jest ograniczony. Nawet przy uwzględnieniu zasobów złóż satelickich, czynne kopalnie będą mogły pracować (przy spadającym poziomie wydobywania) przez następujący okres:

- „Adamów”- do 2029 roku,
- „Bełchatów”- do 2050 roku
- „Konin”- do 2037 roku,
- „Turów”- do 2035 roku.

Istnieje zatem ewidentna potrzeba budowy nowego (jednego lub kilku) zespołu górniczo-energetycznego. Czasu nie ma zbyt wiele, ponieważ od powzięcia decyzji do uruchomienia wydobycia w dużej kopalni odkrywkowej węgla brunatnego potrzeba nie mniej niż 15 lat. W celu przygotowania danych niezbędnych do podjęcia przemyślanych decyzji lokalizacyjnych w Państwowym Instytucie Geologicznym przeprowadzono kompleksowe prace mające na celu aktualizację zasobów złóż węgla brunatnego (Piwocki et al. 2004) i ich waloryzację pod kątem ekonomicznym, geosrodowiskowym i społecznej akceptacji potencjalnej inwestycji (Kasiński et al., w druku). W wyniku przeprowadzonych prac wytypowano złoża najkorzystniejsze pod kątem warunków potencjalnego zagospodarowania (tabela 2).

Lp.	Nazwa złoża	Rejon	Powierz-	Zasoby	Średnia	Nadkład: węgiel
			chnia	bilansowe	miąższość węgla	
			km ²	mln Mg	m	
1	2	3	4	5	6	7
1	Gubin	Zachodni	73,00	1 050,8	20,0	5,3
2	Rogóżno	Łódzki	18,79	772,8	35,6	6,5
3	Radomierzyce	Zachodni	22,32	503,7	18,0	4,3
4	Gubin-Brody	Zachodni	109,74	1 934,3	18,8	7,2
5	Legnica Zachód	Legnicki	37,33	863,6	21,0	6,6
6	Złoczew	Bełchatowski	8,75	485,6	46,2	4,5
7	Rzepin	Zachodni	20,36	249,5	12,2	7,9
8	Nakło	Północno- zachodni	11,70	254,1	19,5	6,6
10	Trzcianka	Północno- zachodni	91,61	610,2	4,6	9,0
11	Legnica Wschód	Legnicki	38,14	839,3	18,1	7,6
12	Piaski	Koniński	22,57	103,6	6,1	7,3
13	Szamotoły	Wielkopolski	32,00	829,4	21,6	7,2
14	Głowaczów	Radomski	12,87	76,3	4,8	6,5

W obliczu faktu, że koszty energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych są znacznie wyższe niż związane ze spalaniem paliw kopalnych można sądzić, że przy zastosowaniu czystych technologii spalania węgla brunatnego jeszcze długo pozostanie jednym z podstawowych surowców energetycznych na świecie i w Polsce. Nie grozi tu, jak w przypadku węglowodorów, szybkie wyczerpanie zasobów, ponieważ a światowe zasoby tego surowca zapewniają utrzymanie obecnego poziomu wydobycia przez 500 lat. Także w Polsce zasoby węgla brunatnego wystarczą na mniej więcej tyle samo, zatem zwiększenie jego wydobycia węgla brunatnego (czy choćby utrzymanie go na dotychczasowym poziomie) przyczyniłoby się w sposób istotny do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Założenia Polityki Energetycznej Państwa do 2025 roku przewidują uruchomienie nowych kopalń węgla brunatnego, wymaga to jednak podjęcia niezbędnych decyzji już w najbliższych latach.

Literatura cytowana

BIELIKOWSKI, K., Z. CZAPLA, J. LIBICKI, W. PETRYSZCZEW, A. SZWARNOWSKI, B. WŁODARCZYK, C. WOJCIECHOWSKI [eds.], 1999. Polish lignite. 64 p, Conf. of Polish Lignite Industry, Turek.

CIUK, E., M. PIWOCKI, 1990. Map of Brown Coal Deposits and Prospect Areas in Poland, scale 1:500 000. 21 p., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

KASIŃSKI, J.R., S. MAZUREK, M. PIWOCKI, w druku. Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce. Prace Państw. Inst. Geol., Warszawa

KASIŃSKI, J.R., M. PIWOCKI, J. PORZYCKI, A. ZDANOWSKI, 1991. Węgiel kamienny i węgiel brunatny In: S. Kozłowski [ed.]: Atlas zasobów surowców i odpadów mineralnych oraz zagrożeń środowiska w układzie gminnym, 2; 1-22, Państw. Inst. Geol., Warszawa.

PIWOCKI, M., J.R. KASIŃSKI, 1994. Mapa waloryzacji ekonomiczno-środowiskowej złóż węgla brunatnego w Polsce, skala 1:750 000, 27 p., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

PIWOCKI, M., J.R. KASIŃSKI, A. SATERNUS, J.K. DYLAŁG, M. GIENTKA, I. WALENTEK, 2004. Aktualizacja bazy zasobów złóż węgla brunatnego w Polsce. Państw. Inst. Geol., 98 p. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.