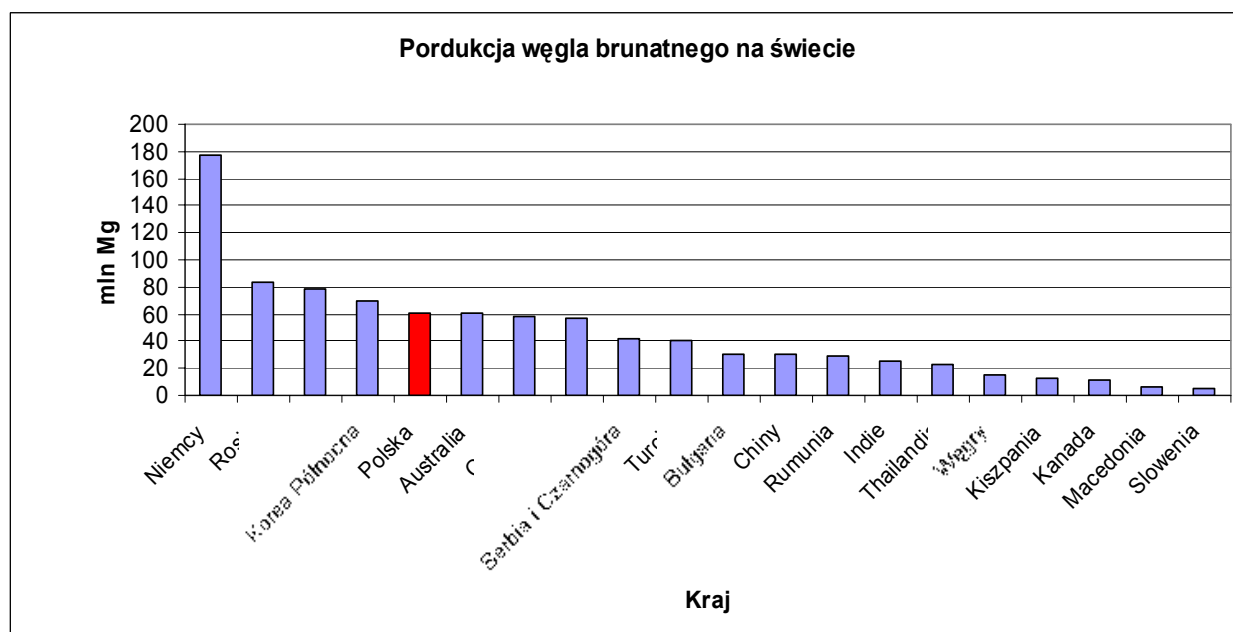


Zasoby węgla brunatnego w Polsce - stan rozpoznania i podstawowe problemy

Problem bezpieczeństwa energetycznego Polski czy wręcz po prostu zapewnienie w najbliższych latach wystarczającej ilości energii, umożliwiającej podtrzymanie wzrostu gospodarczego kraju, staje się ostatnio problemem dostrzeganym coraz powszechniej. Nie mamy w Polsce zbyt rozległego instrumentarium, pozwalającego na przeciwdziałanie tej sytuacji: obok kurczących się i położonych coraz głębiej zasobów węgla kamiennego i potencjalnej produkcji energii w elektrowniach nuklearnych na placu boju pozostają właściwie bardzo znaczne i łatwo dostępne zasoby węgla brunatnego.

1. Węgiel brunatny w Polsce i na świecie

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 rozpoznanych wstępnie (zasoby szacunkowe w kategorii D) - 15 963,5 mln Mg.



2. Baza zasobowa węgla brunatnego

Węgły brunatne miękkie występują pszechnie na obszarze Nizy Polskiego i w basenach satelickich w utworach paleogenu i neogenu, a węgły brunatne twarde – lokalnie w utworach kredy w niecce północnosudeckiej) i jury w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich) (CIUK & PIWOCKI 1990). Praktyczne znaczenie mają jedynie miocenijskie złoża węgla brunatnego miękkiego, których bogate złoża występują powszechnie w zachodniej części Polski (ryc. 1, tabela 1). Te właśnie złoża stanowią najważniejsze obecnie źródło surowców energetycznych w Polsce.



Ryc. 1. Złóża węgla brunatnego w Polsce i wyniki ich waloryzacji (według: KASIŃSKI et al. 2006).

Znaczenie gospodarcze ma tylko jeden pokład węgla, występujący wśród utworów paleogenu na przestrzeni około 7 700 km² – oligoceński (1) **V pokład czempiański**. 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 mioceni – (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**, rozprzestniony na obszarze około 30 000 km² i osiągający miąższości do 35 m (złoża: Mosty, Ścinawa), (4) **II pokład lużycki**, 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 (złoże Belchatów) oraz (5) I pokład środkowopolski o powierzchni około 70 000 km² i miąższości sięgającej 20 m (złoża regionu konińskiego).

Tabela 1

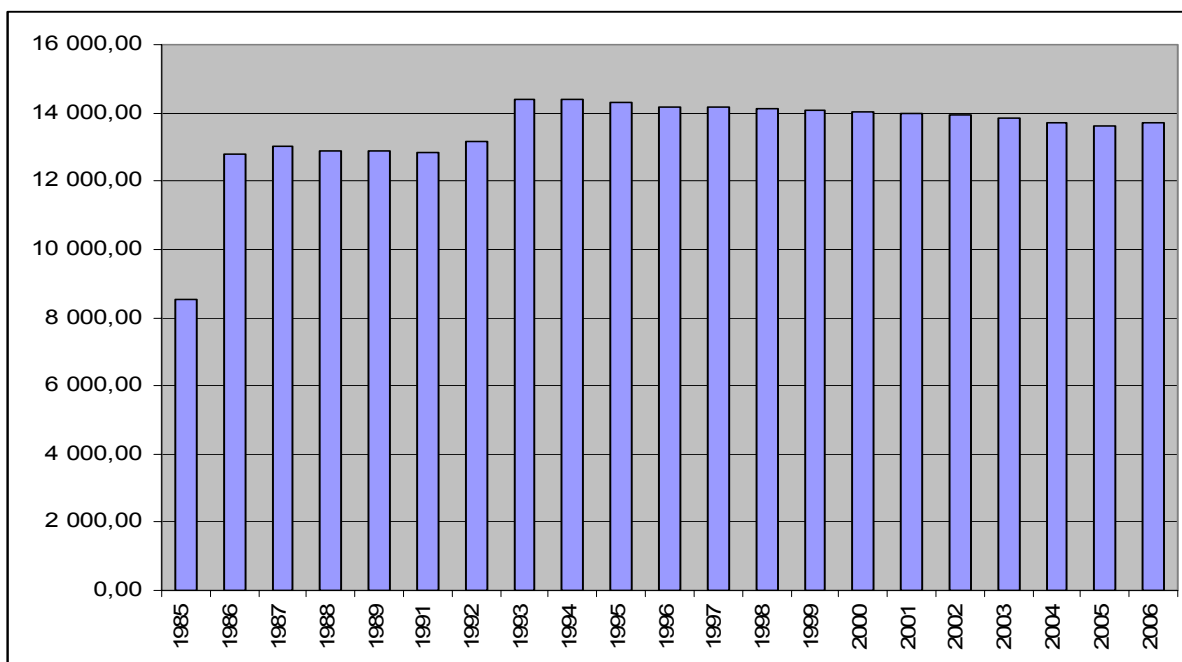
Rejonizacja złóż węgla brunatnego w Polsce

(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 |
| Złóża poza regionami | 12 | 40.7 |
| Ogółem | 190 | 40 148.6 |

3. Problem odnawiania bazy zasobowej

W związku z przemianami gospodarczymi, jakie zaszły w Polsce po 1989 roku, praktycznie zaprzestano poszukiwania i rozpoznawania nowych złóż kopalin ze środków publicznych. Wychodzą z założenia, że skoro przemysł wydobywczy należy sprywatyzować, jemu należy pozostawić proces rozpoznawania nowych złóż. O ile w odniesieniu do złóż kopalin pospolitych mechanizm ten zdał egzamin, to od 1993 roku zaznacza się stały ubytek zasobów węgla brunatnego, który jest wynikiem postępującej eksploatacji przy dramatycznym niedostatku nowych prac dokumentacyjnych. Coroczny ubytek zasobów z tytułu eksploatacji wynosi ponad 60 mln t. Ponieważ prace poszukiwawcze złóż węgla brunatnego są długotrwałe, kosztowne i obciążone, mimo postępu metod badawczych znacznym ryzykiem, podmioty gospodarcze ograniczają w zasadzie prace dokumentacyjne do znanych już złóż, dokumentując je na własne potrzeby w wyższych kategoriach. Stałym postulatem środowiska jest przeniesienie, w odniesieniu do surowców o znaczeniu strategicznym, ryzyka prac poszukiwawczych na państwo. W przypadku sukcesu, potencjalny inwestor, w świetle obowiązujących przepisów, i tak będzie musiał zwrócić koszt ich wykonania.



Ryc. 2. Zmiany zasobów węgla brunatnego w okresie ostatniego ćwierćwiecza (w mln Mg)

4. Waloryzacja i ochrona złóż węgla brunatnego

Złóża węgla brunatnego, poza nielicznymi wyjątkami, eksploatowane są metodą odkrywkową. Zatem ochrona złóż powinna polegać na chronieniu powierzchni nad nimi przed zabudową, która mogłaby utrudnić bądź uniemożliwić ich późniejsze wykorzystanie. Przeprowadzenie przez złoża autostrady, budowa nad nim osiedla mieszkaniowego czy zakładu przemysłowego tak zwiększy koszty jego eksploatacji, że stanie się ona nieopłacalna. Właściwy cykl inwestycyjny powinien zatem obejmować następujące etapy:

- rozpoznanie złoża;
- ujęcie go w krajowym bilansie zasobów;
- wpisanie złoża do regionalnego i miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

Taki cykl pozwoli, zgodnie z zapisami ustawy Prawo geologiczne i górnicze oraz ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym, na ochronę terenu złoża przed niewłaściwym wykorzystaniem i udostępnienie go do eksploatacji teraz bądź w następnych pokoleniach.

Oczywiście nie wszystkie złoża kopalin mają jednakową wartość. Bezwzględnie chronione powinny być tylko złoża najbardziej wartościowe, o znaczeniu strategicznym dla gospodarki kraju. W przypadku złóż mniej wartościowych bardziej racjonalne ze społecznego punktu widzenia może być inne wykorzystanie przestrzeni nad złożem. Stąd bardzo ważnym zagadnieniem jest waloryzacja złóż kopalin.

W celu przygotowania danych niezbędnych do podjęcia przemyślanych decyzji lokalizacyjnych, a także intensyfikację koniecznej ochrony złóż węgla brunatnego 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, geośrodowiskowym i społecznej akceptacji potencjalnej inwestycji (KASIŃSKI *et al.*, 2006). W wyniku przeprowadzonych prac wytypowano złoża najkorzystniejsze pod kątem warunków potencjalnego zagospodarowania (tabela 2)

Złoże węgla brunatnego najkorzystniejsze do zagospodarowania
(według: KASIŃSKI *et al.* 2006)

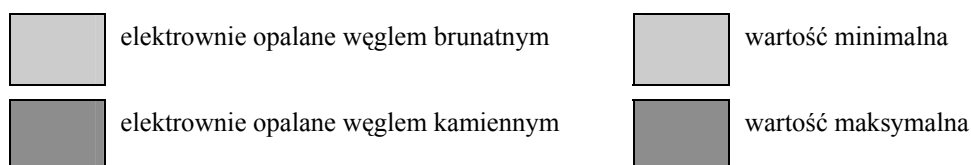
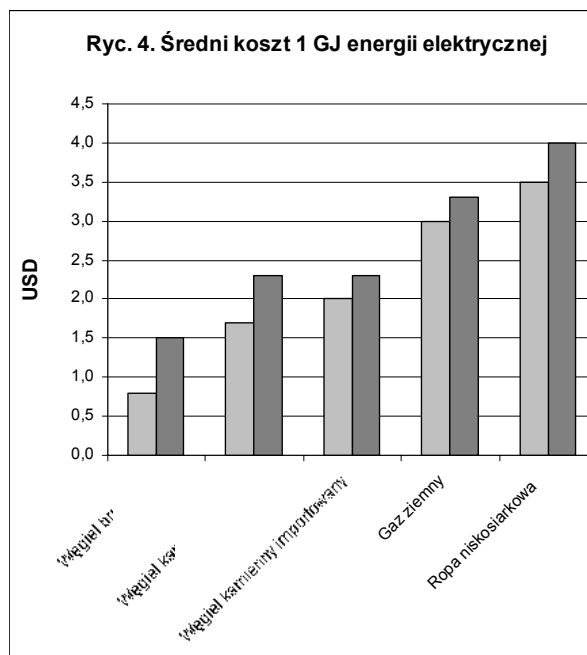
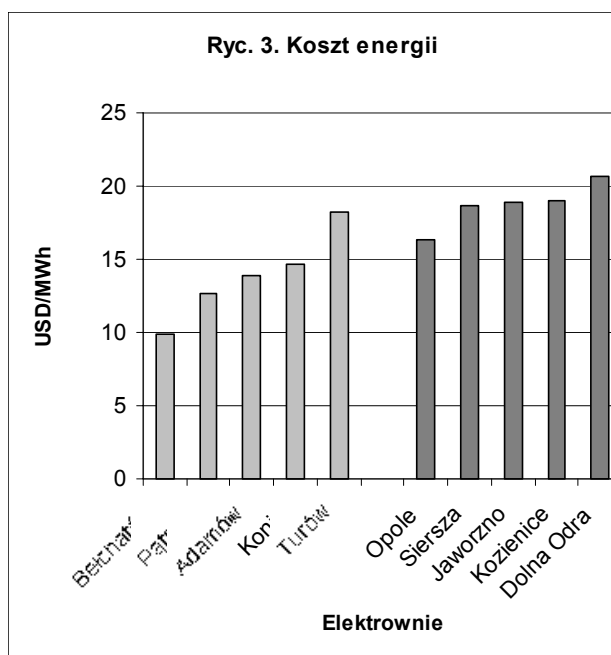
| Lp. | Nazwa złoża | Rejon | Powierz- | Zasoby | Średnia | Nadkład: |
|-----|----------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|
| | | | chnia | bilansowe | miąższość | |
| | | | km ² | mln Mg | m | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Gubin | Zachodni | 73,00 | 1 050,8 | 20,0 | 5,3 |
| 2 | Rogóźno | 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 | Szamotuły | Wielkopolski | 32,00 | 829,4 | 21,6 | 7,2 |
| 14 | Głowaczów | Radomski | 12,87 | 76,3 | 4,8 | 6,5 |

Złoże pokazane w tabeli powinny podlegać bezwzględnej ochronie, celem ułatwienia ich późniejszego zagospodarowania.

5. 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 obecnie 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).



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 górnictwem (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 i wreszcie (11) emisja do atmosfery znacznych ilości dwutlenku węgla.

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 kopani „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 przesączania zanieczyszczeń ze składowisk popiołów (10) jest eliminowany na drodze budowy ekranów uszczelniających z materiałów o własnościach jonowymiennych (Iły beidellitowo-smektytowe) oraz coraz powszechniejszą petryfikację masy odpadów paleniskowych. W chwili obecnej najtrudniejszym do rozwiązania problemem jawi się (11) emisja znacznych ilości CO₂. Działania podejmowane w kierunku jego rozwiązania to stosowanie nowoczesnych niskoemisyjnych technologii spalania węgla (np. spalanie w czystym tlenie) a przede wszystkim – sekwestracja CO₂ w głębokich strukturach geologicznych. Nie ulega jednak wątpliwości, że w świetle obecnej polityki Unii Europejskiej wymóg bezemisyjnego spalania znacznie podniesie koszty produkcji energii z węgla brunatnego, podobnie zresztą jak tej produkowanej z innych paliw kopalnych.

Należy mieć nadzieję, że w przyszłości klasyczne wydobycie i spalanie węgla zostanie po części wyeliminowane na rzecz niekonwencjonalnych technologii przetwarzania węgla bezpośrednio w złożu, takich jak podziemne zgazowanie (produkcja gazu syntezowego) czy też uwodornienie mikrobiologiczne (produkcja metanu). Metody te znajdują się jednak obecnie dopiero w fazie eksperymentalnej i wiele wskazuje, że wbrew przyjętym założeniom ich stosowanie nie jest wcale obojętne dla środowiska naturalnego. Tym niemniej budowa instalacji pilotowych na starannie wybranych złożach wydaje się już dziś jak najbardziej uzasadniona.

Dowodem pośrednim 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.

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 wydobycia) 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 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 brunatny 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 teraz.

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.

KASIŃSKI, J.R., S. MAZUREK, M. PIWOCKI, 2006. 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. DYLAŁ, M. GIENKA, I. WALENTEK, 2004. Aktualizacja bazy zasobów złóż węgla brunatnego w Polsce. *Państw. Inst. Geol.*, 98 p. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.