

Lidia GAWLIK\*, Jan SOLIŃSKI\*\*

## Zrównoważony globalny rozwój energetyczny — przypadek węgla

**STRESZCZENIE.** W artykule przedstawiono wyniki studium wykonanego przez Światową Radę Energetyczną z inicjatywy i z aktywnym udziałem Polskiego Komitetu Światowej Rady Energetycznej. Studium to omawia aktualną rolę i znaczenie węgla w rozwoju krajów i świata. Wskazuje na możliwości i ograniczenia rozwoju energetycznego świata, konkludując, że węgiel może i powinien stanowić siłę napędową rozwoju. Węgiel jest i będzie dostępny technicznie i ekonomicznie, a właściwe zastosowanie i rozwój technologii zapewni akceptowalność tego surowca, jako paliwa czystego, które przyczyni się do zrównoważonego rozwoju świata.

**SŁOWA KLUCZOWE:** węgiel, popyt i podaż węgla, zrównoważony rozwój, technologie energetyczne

### I. Wprowadzenie

W lipcu 2004 roku Światowa Rada Energetyczna (ŚRE) opublikowała wyniki studium „Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal”, które były zaprezentowane po raz pierwszy na 19. Światowym Kongresie Energetycznym w dniach 5—9 września 2004 r. w Sydney w Australii.

---

\* Dr inż. — Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

\*\* Dr — Sekretarz Polskiego Komitetu Światowej Rady Energetycznej.

Recenzent: prof. dr ha. inż. Roman NEY

Realizacja tego studium została podjęta z inicjatywy Polskiego Komitetu ŚRE. W lutym 2002 r. powołano grupę studialną, złożoną z blisko 40 przedstawicieli reprezentujących 22 Komitety Narodowe ŚRE i cztery organizacje międzynarodowe zajmujące się problemami węgla.

Z ramienia Polskiego Komitetu ŚRE w pracach studium uczestniczyli:

- ✧ Zbigniew Bicki — przewodniczący Polskiego Komitetu ŚRE, którego powołano na przewodniczącego grupy studialnej,
- ✧ Zygmunt Borkowski — przedstawiciel Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego, który był dyrektorem wykonawczym studium,
- ✧ Lidia Gawlik — przedstawicielka Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
- ✧ Jan Soliński – sekretarz Polskiego Komitetu ŚRE.

Przedstawicielami ŚRE w grupie studialnej byli: Elena Nekhaev — Dyrektor Programu ŚRE oraz dr Klaus Brendow — koordynator ŚRE dla krajów Europy Środkowo-Wschodniej.

Rezultaty przeprowadzonego studium zostały przedstawione w trzech częściach, przy czym dwie pierwsze opublikowano w postaci książkowej, część trzecią zaś wydano w wersji elektronicznej (na CD-ROM).

- ✧ Część I zawiera 6 rozdziałów problemowych przedstawiających globalną analizę szerokiego wachlarza kluczowych tematów węglowych (Copley 2004a; Borkowski 2004; Wedig i in. 2004; Benesch, Günther, Schiffer 2004; Janssens, Cosack 2004; Brendow 2004a).
- ✧ Część II zawiera aneks dotyczący statystyki węglowej za lata 1971—2002 (Soliński 2004).
- ✧ Część III zawiera 24 prezentacje dotyczące wybranych globalnych zagadnień węglowych i przegląd problemów węglowych w różnych krajach.

Poniżej przedstawiono syntetyczne podsumowanie raportu wykonane przez uczestników prac studialnych<sup>1</sup>.

## II. Podsumowanie wyników studium

### Wstęp

W ciągu ostatniego stulecia ludzkość była świadkiem przyspieszonego rozwoju technologicznego, obejmującego praktycznie wszystkie aspekty życia ludzkiego. Rozwój ten zaowocował szybką poprawą warunków życia w ogromnej większości krajów. Tak korzystny

---

<sup>1</sup> W artykule wykorzystano robocze tłumaczenie wykonane przez mgr Ryszarda Gileckiego z Agencji Rynku Energii SA.

rozwój byłby niemożliwy bez energii, a wzrastający popyt na energię doprowadził do odkrycia jej nowych źródeł i do rozwoju nowych technologii energetycznych. Podczas gdy świat zmieniał swe zainteresowania przenosząc je kolejno na „erę naftową”, „wiek atomowy”, „wyścig po gaz” i „odnawialną przyszłość”, węgiel mocno trzymał się w tle, odgrywając szczególnie ważną rolę w zagwarantowaniu bezpieczeństwa dostaw i stabilności cen. Stabilność cen paliw jest fundamentem światowej pomyślności gospodarczej i stabilności politycznej.

Geopolityczne wydarzenia lat 2003 i 2004 uwydatniają słabości światowego systemu zaopatrzenia w energię i ponownie zwracają uwagę na niebezpieczeństwo przerwania ciągłości dostaw energii oraz na niestabilność cen. Węgiel może wnieść decydujący wkład w bezpieczeństwo energetyczne. Możliwości rozszerzania zastosowań węgla są ogromne i ten fakt może w sposób istotny zmniejszyć zagrożenie wynikające z przerwania ciągłości dostaw innych nośników energii. Globalny wymiar podaży energii jest często nie w pełni rozumiany i powinien być głębiej badany przy konstruowaniu każdej strategii energetycznej. Fakty są proste i mówią same za siebie: 65% światowych zasobów ropy naftowej znajduje się na Bliskim Wschodzie (20% w samej Arabii Saudyjskiej); 34% zasobów gazu ziemnego znajduje się w byłym Związku Radzieckim, a następne 36% na Bliskim Wschodzie.

W przeciwieństwie do zasobów ropy i gazu, zasoby węgla są równomiernie rozłożone w różnych częściach świata. Znaczące zasoby węgla znajdują się w ponad 75 krajach, z tym, że ponad 75% zasobów światowych koncentruje się w sześciu krajach: USA, Rosji, Chinach, Australii, Indiach i Niemczech. Węgiel jest najczęściej spalany w regionach swojego wydobycia i z tego powodu rynek światowego handlu węglem jest relatywnie nieduży w porównaniu do ogromnego ilościowo handlu ropą naftową. W roku 2000 węgiel dostarczał około 24% światowej energii pierwotnej oraz był źródłem 38% światowej energii elektrycznej.

W zasadzie wydaje się prawdopodobne, że najważniejsze paliwa kopalne, w tym węgiel, będą dominować również w przewidywalnej przyszłości, przy czym ważniejsze źródła energii odnawialnej (np. wiatr, energia słoneczna, biomasa itp.) wejdą na drogę szybkiego rozwoju przy równoczesnym spadku kosztów. Energia odnawialna bez wątplenia stanie się integralnym i ważnym składnikiem przyszłej struktury zużycia energii, chociaż jej szersza ekspansja wymaga jeszcze czasu. W przewidywalnej przyszłości nośniki odnawialne mogą być jedynie uzupełnieniem dla źródeł konwencjonalnych.

Zjawiska liberalizacji rynków energii, reform i konkurencji kładą nacisk na ekonomikę dostaw energii. Obecnie ani bezpieczeństwo energetyczne, ani też aspekty ekologiczne produkcji i użytkowania energii nie są przesłankami decyzji ekonomicznych. Podejmowanie decyzji dotyczących rynku jest często oparte na planowaniu krótkoterminowym, podczas gdy w celu zagwarantowania zrównoważonego rozwoju energetycznego w dłuższym horyzoncie czasowym niezbędne jest położenie większego nacisku na analizy pełnych cykli życia systemów. Decyzje polityczne kształtujące przyszłość sektora energii powinny być oparte na wiarygodnych i wszechstronnych wynikach badań i na faktach, a nie na myśleniu życzeniowym. Węgiel, który jest paliwem najtańszym, ma niewyobrażalny potencjał, aby stać się naj- pewniejszym i najłatwiej dostępnym źródłem energii.

# 1. Zrównoważony globalny rozwój energetyczny a węgiel — spojrzenie ogólne

## 1.1. Kryteria oceny

Światowa Rada Energetyczna stwierdziła (WEC 2000 — str. 55; WEC 2001 — str. 171), że zrównoważony rozwój energetyczny może być oceniony za pomocą trzech podstawowych kryteriów:

- ✧ ciągła dostępność techniczna energii w odpowiedniej ilości i o odpowiedniej jakości, dostosowanych do zmieniających się potrzeb odbiorców;
- ✧ wzrastająca dostępność ekonomiczna energii, oznaczająca pokrycie kosztów zaopatrzenia i kosztów dalszego rozwoju. ŚRE przypomina, że na początku XXI stulecia dwa miliardy ludzi nie mają dostępu do komercyjnych źródeł energii, a kolejne dwa miliardy mają dostęp jedynie do źródeł zawodnych i nierzadko zbyt kosztownych (WEC 2001 — str. 74);
- ✧ akceptowalność energii, tzn. jej zgodność z rozwojowymi, ekologicznymi i socjalnymi wymaganiami społeczeństw.

## 1.2. Spełnione wymagania

Niniejszy raport zawiera wnioski, że węgiel spełnia wymienione kryteria:

- ✧ jest dostępny technicznie, tak że umożliwia pokrycie szybko rosnącego zapotrzebowania na paliwo energetyczne, z jednoczesnym dostosowaniem podaży węgla koksowego do zmniejszonego zapotrzebowania. Pomimo dużego wykorzystania zasobów, możliwości dostaw pozostaną ogromne zarówno w wielkościach bezwzględnych, jak i w porównaniu z zasobami ropy i gazu (Copley 2004a; Borkowski 2004; Brendow 2004a);
- ✧ jest dostępny ekonomicznie dla coraz większej liczby ludzi, głównie w formie energii elektrycznej. Dzięki istotnej poprawie produktywności (Borkowski 2004), światowe ceny węgla pozostaną stabilne lub wzrosną znacznie mniej niż ceny jego konkurentów. Węgiel odegra znaczącą rolę w obniżeniu do połowy, w horyzoncie do roku 2030, liczby ludzi nie mających dostępu do energii lub mających dostęp niepewny (IEA 2002 — str. 372 i następne). Poza zużyciem węgla do wytwarzania energii elektrycznej, inne przyszłe długoterminowe opcje to wytwarzanie z węgla syntetycznych paliw gazowych, ciekłych i wodoru;
- ✧ jest akceptowalny, oszacowano bowiem, że do roku 2030 około 72% energii elektrycznej wytwarzanej z węgla będzie produkowane za pomocą rynkowo opłacalnych czystych technologii (WETO 2003 — str. 130); coraz powszechniej stosowane będzie również odmetanowanie zarówno nieczynnych, jak i czynnych kopalń, a także sekwestracja dwutlenku węgla (Wedig i in. 2004).

### 1.3. Słabości

Niniejszy raport dostrzega jednak również słabości węgla i proponuje dla nich rozwiązania.

#### 1.3.1. Wizerunek węgla

Światowy wizerunek węgla nie odzwierciedla rzeczywistego obrazu przemysłu węglowego. Niezbędne jest zaangażowanie światowej wspólnoty węglowej, aby poziom akceptacji społecznej węgla odzwierciedlał jego rzeczywiste zalety.

#### 1.3.2. Międzynarodowa polityka energetyczna

Wydaje się, że światowa polityka energetyczna nie docenia wkładu, jaki węgiel może wnieść w zrównoważony rozwój dzięki swej dostępności ekonomicznej i akceptowalności. Istnieje więc potrzeba wyrównania szans węgla w międzynarodowej polityce energetycznej.

Niniejsze studium zaleca, aby międzynarodowa polityka energetyczna:

- ✧ umiejscowiła emisje ze spalania węgla w bardziej zrównoważonej perspektywie. Jeśli zastosować analizę cykli życia i wziąć pod uwagę inne niż dwutlenek węgla gazy cieplarniane, to wytwarzanie energii elektrycznej z paliw innych niż węgiel wykaże podobne lub nawet wyższe obciążenia emisjami gazów cieplarnianych (WCI 2001; WEC 2004);
- ✧ przyjęła do wiadomości, że prognozowany wzrost rocznych wielkości emisji CO<sub>2</sub> ze spalania węgla, wynoszący między rokiem 2001 a 2025 1,1 mld ton w przeliczeniu na węgiel, będzie mniejszy niż wzrost emisji ze spalania gazu ziemnego (1,3 mld ton) lub ropy (1,5 mld ton) (USDOE 2003 — str. 79 i 13)<sup>2</sup>;
- ✧ doceniła wkład, jaki węgiel może wnieść w rozwój społeczno-gospodarczy oraz zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego;
- ✧ unikała stosowania instrumentów dyskryminujących węgiel, lecz zachęcała raczej do bardziej efektywnego i czystego użytkowania węgla w elektroenergetyce, także z wykorzystaniem instrumentów Wspólnej Implementacji, Czystego Rozwoju i handlu uprawnieniami do emisji (Janssens, Cosack 2004);
- ✧ wspierała transfer informacji na temat wychwytywania dwutlenku węgla poprzez finansowanie związanych z tym prac badawczych;
- ✧ ułatwiała krajom rozwijającym się pozyskiwanie czystych technologii węglowych (Chazan, Carvalho da Cunha, Zancan 2004); wskazany jest większy wkład, na warunkach preferencyjnych, Globalnego Funduszu Ekologicznego (GEF) oraz Prototypowego Funduszu Węglowego Banku Światowego;

---

<sup>2</sup> W powołanym scenariuszu wzrost zużycia węgla jest niższy niż innych paliw kopalnych.

- ❖ zachęcała do powszechnego zastosowania dla nowych elektrowni ostrzejszych norm emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłów; zmniejszyłoby to również zakres niepewności dotyczący projektowania czystych technologii węglowych;
- ❖ promowała utworzenie przejrzystego systemu informacyjnego na temat zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie węglowym, jako podstawy do powszechnego stosowania zasad dobrej praktyki (Copley 2004b; WEC 2001 — str. 42);
- ❖ zachęcała do ratyfikacji Konwencji nr 176 Międzynarodowej Organizacji Pracy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy w kopalniach;
- ❖ promowała włączenie usług związanych z przemysłem węglowym (doradztwo, projektowanie, zarządzanie) do bieżących działań WTO-GATS, mających na celu liberalizację dostępu do rynków (Janssens, Cosack 2004).

Przy rozpatrywaniu wymienionych zagadnień gremia międzyrządowe mogą liczyć na współpracę ze strony organizacji pozarządowych, takich jak ŚRE i jej Komitet ds. Czystszych Technologii Paliw Kopalnych, Światowy Instytut Węgla, Centrum Czystego Węgla Międzynarodowej Agencji Energii oraz Międzynarodowa Rada Górnictwa i Surowców Mineralnych (Copley 2004b; WEC 2001).

### 1.3.3. Czyste technologie węglowe

Prognozowany wzrost zapotrzebowania na energię, szczególnie w krajach rozwijających się, spowoduje istotny wzrost emisji CO<sub>2</sub>. Przemysł węglowy i producenci urządzeń energetycznych czynią duże wysiłki, aby stosować w perspektywie krótko- i średnioterminowej technologie o wyższej sprawności oraz aby doprowadzić technologię wychwytywania dwutlenku węgla do technicznej i ekonomicznej dojrzałości w ciągu najbliższych 15 do 20 lat.

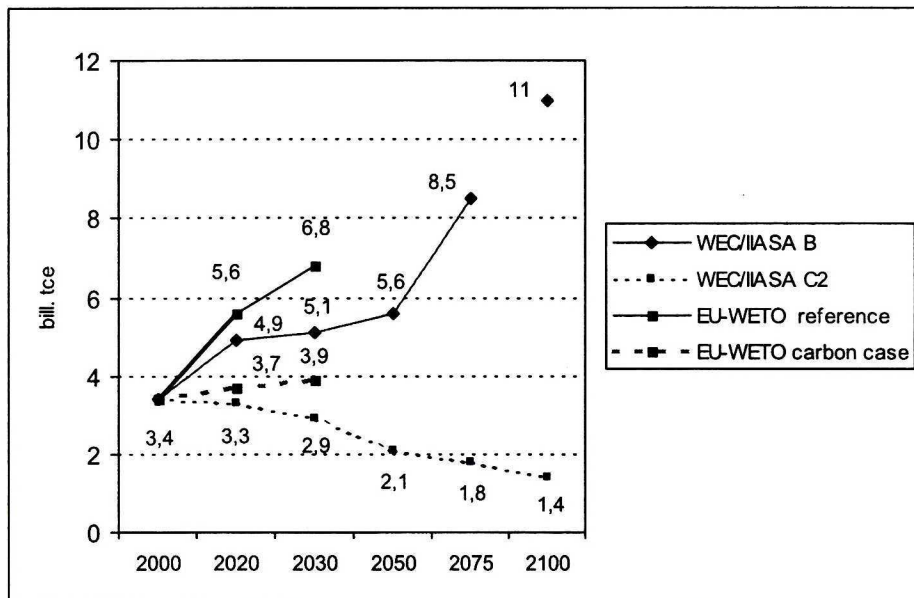
## 2. Dostępność techniczna energii — węgiel trwałą wartością

### 2.1. Wzrost światowego popytu na węgiel

Zapotrzebowanie na węgiel (kamienny i brunatny) w ciągu ostatnich 30 lat wzrosło o 62% (Soliński 2004 — tab. 1). Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) w swym scenariuszu odniesienia spodziewa się wzrostu zapotrzebowania o kolejne 53% do roku 2030, a opracowanie Komisji Europejskiej EU-WETO określa ten wzrost na 100%. Scenariusze rynkowe<sup>3</sup> ŚRE i Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemowej (WEC/IIASA 1998) prognozują kontynuację wzrostu przez całą resztę bieżącego stulecia. Jednocześnie polityka ograniczania emisji dwutlenku węgla spowodowałaby spadek popytu na węgiel już przed rokiem 2030 (patrz rys. 1 w Brendow 2004a); nasuwa to pytanie, jak

<sup>3</sup> Nazywane również „biznes-jak-zazwyczaj”, „kontynuacja trendów” lub „dynamika-jak-zazwyczaj”.

skuteczna może być taka polityka w rozwiązywaniu problemu „likwidacji ubóstwa energetycznego oraz zapewnienia powszechnego dostępu do energii jako pierwszoplanowego zagadnienia zrównoważonego rozwoju” (Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju).



Rys. 1. Projekcje światowego zapotrzebowania na węgiel

Fig. 1. World coal demand projections

W scenariuszach rynkowych udział węgla w strukturze zużycia energii będzie obniżał się powoli, z 26% w roku 2000 do 24% w 2020 i 22% w 2050.

## 2.2. Główna siła sprawcza — wytwarzanie energii elektrycznej

Użytkownikami węgla, którzy najbardziej zwiększą jego zużycie będą elektrownie. Mogą one zużyć w roku 2030 około 74% światowej podaży węgla, wobec 66% w roku 2000 (IEA 2002 — str. 121). Za 30 lat węgiel będzie źródłem 45% (WETO 2003 — str. 130) światowej energii elektrycznej, w porównaniu z 38% w roku 2000 (Soliński 2004 — tab. 23, WETO 2003 — str. 130).

## 2.3. Nowe regionalne wzorce w zakresie zapotrzebowania i produkcji węgla

W ciągu ostatnich 30 lat, pod naciskiem rosnącego zapotrzebowania, produkcja węgla wzrastała dynamicznie w Chinach (z chwilową korektą w ostatnich latach), Indiach, USA,

RPA, Australii, Kanadzie, Kolumbii i Indonezji. Spadała natomiast obciążona wysokimi kosztami produkcja ze złóż europejskich (Soliński 2004 — tab. 6; Borkowski 2004; Janssens, Cosack 2004). Prognozy wskazują, że taki trend będzie kontynuowany (Brendow 2004a, Borkowski 2004 — rys. 5 i 6).

#### 2.4. W stronę globalizacji — światowy handel węglem oraz związane z nim usługi

Górnictwo węgla kamiennego oraz elektroenergetyka przybierają charakter coraz bardziej globalny. Podczas gdy międzynarodowe obroty węglem kamiennym realizowane drogą morską stanowiły tylko 7,5% światowego wydobycia w roku 1970, to w roku 2000 wartość ta wzrosła do 16% (Soliński 2004 — tab. 5), osiągając 637 milionów ton. Prognozuje się, że wielkość obrotów osiągnie 1051 milionów ton w roku 2030 (IEA 2003 — str. 277), pozostając na poziomie około 15—16% prognozowanego światowego wydobycia węgla.

Zmieniają się zasady handlu węglem, w wyniku silnej konkurencji kontrakty krótkoterminowe i przetargi stały się powszechniejsze niż kontrakty długoterminowe. Częstsze są fuzje przedsiębiorstw, przejęcia oraz integracja pozioma i pionowa firm. Konsolidacja pozwala na wykorzystanie efektu skali i zmniejsza narzuty kosztów, ułatwiając oferowanie konkurencyjnych cen. W roku 2001 pięć największych prywatnych firm węglowych na świecie realizowało 40% światowego handlu węglem kamiennym (Schiffer 2004a), jednak nowi dostawcy wchodzący na rynek zapewniali funkcjonowanie zasad konkurencji (Copley 2004a; Borkowski 2004).

Koszt transportu morskiego węgla kształtuje się na poziomie około 30% całkowitego kosztu loco odbiorca. Ewentualna redukcja kosztów transportu przyczyniłaby się do rozwoju rynków węglowych.

#### 2.5. Zasoby węgla — ekonomia skali

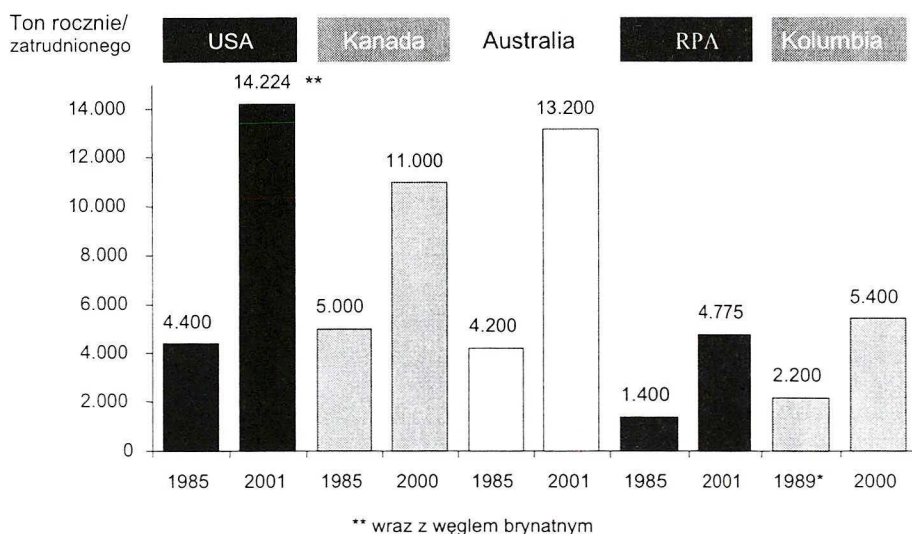
Zasoby węgla których wydobycie jest opłacalne są ogromne (Soliński 2004 — tab. 5). Pomimo zwiększenia produkcji w ciągu następnych 30 lat, tylko 25% obecnie znanych zasobów węgla zostanie szcerpanych, w porównaniu z 84% zasobów ropy i 64% zasobów gazu (WEC/IIASA 1998 — str. 53, 54 i 262). Co więcej, tempo wyczerpywania złóż zmniejszy się dzięki spodziewanemu wzrostowi sprawności elektrowni i związanej z tym oszczędności paliw, sięgającej aż 35% (Theis 2003 — str. 294). Tym niemniej przemysł węglowy powinien nadal aktywnie prowadzić prace związane z poszukiwaniem złóż, nawet jeśli celem ma być jedynie zwiększenie wkładu węgla w zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego.

### 3. Dostępność ekonomiczna energii — rosnąca siła węgla

#### 3.1. Wzrost dochodów a wzrost cen energii

Prognozy IEA (IEA 2002 — str. 408 i 409) i EU-WETO (WETO 2003 — str. 15) przewidują wzrost globalnego Produktu Krajowego Brutto na 1 mieszkańca o około 2% średniorocznie do roku 2030. Wzrost dochodów będzie szybszy w krajach rozwijających się (2,8%) i w krajach przechodzących transformację (3,4%) niż w krajach OECD (1,6%).

Dostęp do komercyjnych nośników energii będzie łatwiejszy, jeśli wzrost dochodów przewyższy wzrost cen energii. Przewiduje się, że światowe ceny paliw kopalnych będą rosły wolniej niż dochody społeczeństw, co otworzy dostęp do komercyjnych nośników energii rosnącej liczbie ludzi. IEA ocenia, że do roku 2030, dzięki działaniu tego i innych czynników, 2 miliardy ludzi uzyskają dostęp do energii elektrycznej i innych nowoczesnych paliw. Jednak miliard ludzi wciąż będzie pogrążonych w ubóstwie energetycznym (IEA 2002 — str.372).



Źródło: RWE Power AG

Rys. 2. Wzrost wydajności w przemyśle węgla kamiennego od 1985 do 2000 lub 2001 roku

Fig. 2. Development of productivity in hard coal mining industry from 1985 to 2000 or 2001

#### 3.2. Rosnąca konkurencyjność cenowa węgla

Prognozuje się, że światowe ceny węgla, po znaczącym spadku w latach dziewięćdziesiątych (Soliński 2004 — tab. 24 i 25), będą stabilne lub wzrosną tylko w niewielkim stopniu w porównaniu z cenami ropy i gazu (IEA 2002 — str.372 i rys. 1; WETO 2003 — str.

15; Gawlik 2004). W efekcie węgiel uzyska przewagę w zakresie konkurencyjności cenowej i dostępności.

### 3.3. Za kulisami konkurencyjności węgla — poprawa wydajności i sprawności

Swoją konkurencyjność cenową węgiel zawdzięcza przede wszystkim wzrostowi wydajności wydobycia oraz poprawie sprawności wytwarzania energii elektrycznej.

#### 3.3.1. Wzrost wydajności górnictwa

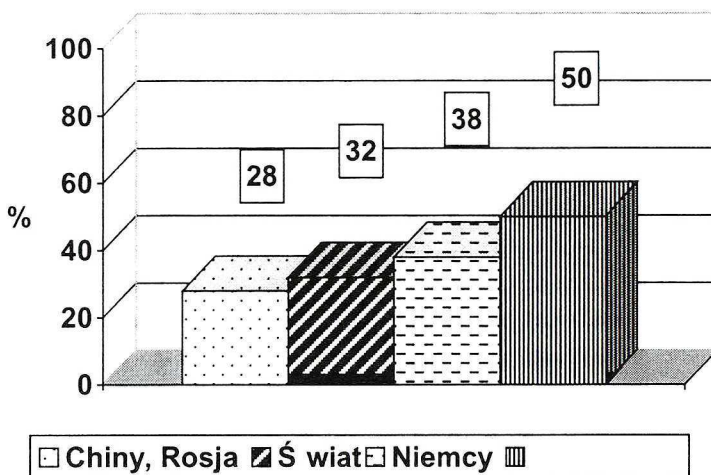
Według IEA, wydajność pracy w górnictwie mierzona wielkością wydobycia na 1 osobę i rok rosła o od 5 do 10% w latach osiemdziesiątych i o od 10 do 15% w latach dziewięćdziesiątych (IEA 2002 — str. 122; Schiffer 2004a — rys. 2). Wzrost ten wynikał nie tylko z bezpośredniego zwiększenia wydajności pracy, ale także z zamknięcia nieekonomicznych lub małych (i często nielegalnych) kopalń, z liberalizacji i restrukturyzacji przemysłów węglowych, transferu wiedzy i technologii do nowych przedsiębiorstw oraz szerszego rozwoju górnictwa odkrywkowego kosztem górnictwa głębinowego. Przewidywana jest kontynuacja trendu wzrostu wydajności górnictwa.

#### 3.3.2. Poprawa sprawności wytwarzania energii elektrycznej

Średnia światowa sprawność wytwarzania energii elektrycznej z węgla wynosi obecnie około 32%, ale najnowsze technologie pozwalają osiągnąć 42 do 45%. Projektowane zaawansowane czyste technologie obiecują sprawności rzędu 50 do 53% (Benesch, Günther, Schiffer 2004). Wraz z wchodzeniem nowoczesnych elektrowni na rynek średnie sprawności wzrosną. W opracowaniu EU-WETO oszacowano, że do 2030 roku 72% światowej bazy wytwórczej opartej na węglu będzie stosować zaawansowane technologie o sprawnościach wynoszących 49—50%. W pracy tej oceniono również, że takie elektrownie węglowe mogą być potencjalnie bardziej konkurencyjne od elektrowni gazowych w cyklu kombinowanym, pracujących w obciążeniu podstawowym co najmniej 4500 godzin rocznie, nawet w lokalizacjach, gdzie dostępny jest gaz po rozsądnych cenach (WETO 2003 — str. 130, 75 i 74).

### 3.4. Inwestycje w przemysł węglowy i elektroenergetykę

Górnictwo węglowe jest mniej kapitałochłonne niż wydobycie ropy i gazu, ale spalanie węgla jest związane z poważniejszymi skutkami ekologicznymi niż spalanie jego głównego konkurenta — gazu, o ile nie są zastosowane nowoczesne czyste technologie. Jednakże gaz jest obciążony ryzykiem większych wahań cen, co obniża jego konkurencyjność.



Rys. 3. Sprawność elektrowni na węglu kamiennym w 2000 roku  
 Źródło: (Steinkohl 2000, str.34)

Fig. 3. Efficiency of hard coal power stations, 2000

#### 3.4.1. Potrzeby kapitałowe

IEA (IEA 2003 — str. 46, 277—338 i 349) szacuje całkowite potrzeby kapitałowe górnictwa węglowego i transportu węgla (wraz z infrastrukturą portową) w latach 2001—2030 na 398 miliardów USD. Nakłady takie umożliwiłyby wzrost światowej produkcji węgla z 4595 mln t w roku 2000 do 6954 mln t (scenariusz odniesienia). Nakłady inwestycyjne na zdolność wydobywczą 1 toe węgla wynoszą mniej niż 5 USD, podczas gdy analogiczne wskaźniki to 22 USD dla ropy naftowej i prawie 25 USD dla gazu.

Całkowite prognozowane nakłady inwestycyjne na górnictwo węglowe będą wydatkowane w równych częściach przez kraje rozwinięte i rozwijające się, przy czym prognozuje się, że Chiny wydatkują 34% całkowitych nakładów, USA i Kanada 19%, Australia i Nowa Zelandia 9%, kraje transformujące swą gospodarkę 8%, europejskie kraje OECD 7% oraz Indie 6%.

Jeśli doda się inwestycje w elektrownie węglowe, to całkowite potrzeby inwestycyjne wyniosą 1900 miliardów USD. Stanowi to 12% wszystkich inwestycji wymaganych przez światowy sektor energetyczny, których wartość szacowana jest na 16 000 miliardów USD. IEA wysoko ceni przyszłą rolę czystych technologii węglowych i technologii wychwytywania dwutlenku węgla (pod warunkiem redukcji kosztów), ale ocenia, że przed rokiem 2030 ich efekty będą „ograniczone”. Takie założenie oczywiście ogranicza potencjał rozwoju elektroenergetyki węglowej. Jednocześnie EU-WETO prognozuje w swym scenariuszu odniesienia, że już w 2030 r. 72% mocy wytwórczych elektrowni węglowych (lub 45% mocy wszystkich elektrowni ciepłych) będzie oparte na zaawansowanych technologiach węglowych. Jak już wspomniano, technologie te mogą w sposób „zauważalny” zastąpić gazowy

cykl kombinowany „nawet na obszarach, gdzie gaz jest dostępny po rozsądnie niskich cenach” (WETO 2003 – str. 108 i 130)<sup>3</sup>.

### 3.4.2. Finansowanie

Według IEA, całkowite potrzeby inwestycyjne sektora energii wynoszą 1% światowego PKB lub 4,5% całości nakładów inwestycyjnych. Tak więc ani sektor energii jako całość, ani też górnictwo węglowe, transport węgla ni elektroenergetyka węglowa nie powinny mieć problemów z przyciągnięciem niezbędnego kapitału, jeśli tylko rentowność inwestycji zrównoważy ich ryzyko.

### 3.4.3. Polityka i strategie gospodarcze

Węgiel musi jednak stawić czoła większemu zakresowi niepewności niż ropa i gaz, a to z powodu wpływu potencjalnie bardziej restrykcyjnej polityki ekologicznej na podaż. Alternatywny scenariusz IEA wskazuje, że w porównaniu ze scenariuszem odniesienia, restrykcyjna polityka ekologiczna może spowodować zmniejszenie zużycia węgla w roku 2030 o 8% (do poziomu 6430 mln t), potrzeb inwestycyjnych o 6% (do poziomu 373 mld USD) i międzynarodowego handlu węglem o 10% (do poziomu 938 mln t). Także EU-WETO w swoim wariantcie ograniczenia emisji dwutlenku węgla prognozuje światowe zużycie węgla na poziomie niższym niż w wariantcie odniesienia. Jednak zarówno EU-WETO jak i IEA prognozują wzrost zużycia w porównaniu z rokiem 2000 (EU-WETO +23%, IEA +40%) (WETO 2003 — str. 103; IEA 2003 — str. 335, rys. 6.25)

Perspektywy wzrostu zużycia węgla we wszystkich wymienionych scenariuszach, w połączeniu z większym stopniem pewności w zakresie przyszłej polityki ochrony środowiska, powinny stanowić wystarczający motyw zachęcający do stosowania aktywnych strategii biznesowych i inwestycyjnych w światowym górnictwie węglowym, transporcie węgla i energetyce węglowej.

## 4. Akceptowalność energii — program działań w dziedzinie technologii węglowych

Spodziewany wzrost popytu na węgiel (rys. 1) będzie również w rosnącym stopniu związany ze zdolnością węgla do uspokojenia obaw społecznych dotyczących wzrostu gospodarczego, ochrony środowiska, oddalenia groźby zmian klimatu, poprawy standardów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz rozwoju społeczeństw. W przypadku braku odpowiednich działań wymienione obawy staną się czynnikiem ograniczającym wzrost zużycia węgla.

---

<sup>3</sup> Elektrownie o parametrach nadkrytycznych mogą stanowić 30% węglowych mocy wytwórczych w roku 2030, technologia IGCC 15%, bezpośrednie węglowe cykle kombinowane 15% (str. 73, 74).

## 4.1. Ułatwienie transferu technologii i wiedzy do krajów rozwijających się

### 4.1.1. Węgiel jako narzędzie wzrostu

Według prognoz IEA oraz WEC/IIASA, zapotrzebowanie na węgiel wzrośnie w ciągu najbliższych trzech dziesięcioleci we wszystkich regionach świata, z wyjątkiem Europy Zachodniej. Wzrost będzie najsilniejszy w krajach rozwijających się: Chinach, Indiach, Azji Południowo-Wschodniej, Afryce Subsaharyjskiej i Ameryce Łacińskiej. Zużycie węgla w krajach rozwijających się zostanie podwojone, z 1,5 mld t w roku 2000 do 3,1 mld t w 2030. Do 2030 roku 60% światowego popytu na węgiel będzie pochodzić z tych krajów, w porównaniu z 45% w roku 2000 (IEA 2002 — str. 410 i 458).

Z jednej zatem strony to kraje rozwijające się są źródłem wzrostu światowego popytu na węgiel, z drugiej zaś węgiel pozostaje ważnym, praktycznie niezastąpionym, narzędziem wzrostu dla tych krajów. Pomimo konkurencji ze strony gazu ziemnego, węgiel stanowić będzie 33% całkowitej podaży energii pierwotnej w roku 2030 (w porównaniu z 39% w roku 2000). Co ważniejsze, w krajach rozwijających się węgiel zapewni 53% energii elektrycznej w 2030 roku, w porównaniu z 56% w roku 2000. W ciągu 30 lat wytwarzanie energii elektrycznej z węgla wzrośnie więcej niż trzykrotnie (IEA 2002 — str. 458 i 459).

### 4.1.2. Działania umożliwiające sukces węgla

Aby przemysł węglowy mógł osiągnąć wyniki i dynamikę rozwoju przedstawioną powyżej, niezbędny jest ciągły wysiłek rządów, przemysłu i wspólnoty międzynarodowej w następujących aspektach:

- ✧ **Transfer technologii.** Finansowanie transferu technologii do krajów rozwijających się napotyka na poważne trudności, jeśli ramy makroekonomiczne i polityka gospodarcza nie zachęcają inwestorów. Całkowite potrzeby inwestycyjne krajów rozwijających się w latach 2001—2030 w dziedzinie wydobycia i transportu węgla wyniosą 261 miliardów USD (IEA 2003 — str. 279). IEA odnotowuje, że ryzyko niedostatku inwestycji zagranicznych jest największe w tych krajach rozwijających się, w których własność pozostaje państwowa (IEA 2003 — str. 278). Stwierdzono, że międzynarodowa pomoc finansowa dla projektów wdrożeniowych (w górnictwie, upłynnianiu węgla, wzbogacaniu węgla, pozyskaniu metanu, zagospodarowaniu odpadów, gazyfikacji węgla, transporcie węgla) ma sens, jeśli jest łączona z takimi warunkami prawnymi, które przyciągają zagranicznych inwestorów. Liczba takich projektów musi być pomnażana, aż do momentu, gdy koszty nowoczesnych technologii zostaną obniżone.
- ✧ **Restrukturyzacja.** Obecna polityka krajów rozwijających się ma na celu uzyskanie szerszego uczestnictwa sektora prywatnego w górnictwie i energetyce, w tym także prywatyzacji. Podstawy sukcesów to zmniejszenie roli rządów w działalności gospodarczej, stopniowe wycofanie kontroli cen, ceł importowych i subsydiów oraz wycofanie ograniczeń dotyczących spalania węgla w niektórych rodzajach elektrowni

(Kumar 2004). Głównym celem jest zapewnienie taniej energii warstwom ubogim, tzn. zamiana systemu dotacji z systemu dotowania producentów na system dotowania konsumentów.

- ❖ **Zarządzanie.** Transfer efektywnych metod zarządzania, poprzez przedsiębiorstwa wielonarodowe lub innymi metodami, umożliwi osiągnięcie znaczącego wzrostu produktywności przedsiębiorstw. Narzędziami transferu może być sponsorowana przez firmy edukacja, szkolenia oraz przekaz wiedzy do lokalnych społeczności.
- ❖ **Standardy.** W krajach rozwijających się ustalenie standardów w zakresie zdrowia, bezpieczeństwa, ochrony środowiska oraz jakości ma na celu rozwój w trzech dziedzinach: gospodarczej, społecznej i ekologicznej. Wymaga to raczej stopniowego, łagodnego przechodzenia od minimalnych wymagań do norm ostrzejszych, a nie szybkiego zastosowania najlepszych standardów światowych. Międzynarodowe instytucje finansowe powinny uznawać strategię etapowego wdrażania norm za właściwą przy ustalaniu warunków udzielania kredytów (Chazan, Carvalho da Cunha, Zancan 2004).

#### 4.2. Ograniczanie lokalnych i regionalnych zanieczyszczeń — problem powszechnego stosowania sprawdzonych technologii

Istnieją sprawdzone technologie redukcji emisji pyłów, SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> w energetyce węglowej (Benesch, Günther, Schiffer 2004) oraz sprawdzone technologie wychwytywania substancji toksycznych, produktów ubocznych i metanu z pokładów węgla (Wedig i in. 2004), jak również techniki łagodzenia osiadania gruntu na obszarach wydobywania podziemnego oraz techniki rekultywacji terenu po kopalniach odkrywkowych (Wedig i in. 2004). Modelem docelowym jest powszechne stosowanie najlepszych znanych technologii, choć jest to zadanie trudne i wymagające czasu. Droga może być przetarta poprzez zaostrzenie narodowych i transgranicznych norm emisji oraz dzięki zaangażowaniu globalnych firm.

#### 4.3. Łagodzenie zmian klimatu — czyste technologie wytwarzania energii elektrycznej i wychwytywanie dwutlenku węgla

##### 4.3.1. Poprawa sprawności

Jak już stwierdzono w rozdziale 3.3.2, poprawa sprawności spalania węgla w elektrowniach owocuje zmniejszeniem jego zużycia, i co za tym idzie — redukcją emisji CO<sub>2</sub>.

Istnieje szereg opcji technologicznych (z wariantami) dalszej poprawy sprawności wytwarzania energii elektrycznej.

Dla elektrowni na węgiel kamienny, technologia nadkrytyczna spalania pyłu węglowego osiąga obecnie sprawności rzędu 45% i daje możliwości wzrostu do 48%; technologia ta jest opcją preferowaną dla dużych bloków co najmniej do roku 2020. Dla węgla brunatnego

nadkrytyczne spalanie pyłu daje sprawność ponad 43% (tzw. blok BoA w niemieckiej elektrowni Niederaussem), z możliwością wzrostu do 50% i więcej, jeśli będą stosowane wstępne suszenie węgla i nowe materiały (w horyzoncie do 2020 r.). Spalanie fluidalne, właściwe dla mniejszych mocy i węgla o dużej zawartości popiołu, osiąga obecnie sprawność 40%, z możliwością wzrostu do 44%. Cykl kombinowany z gazyfikacją węgla (IGCC) — w fazie wdrożenia — osiąga 43%, a ma możliwość wzrostu sprawności do 51—53% (Benesch, Günther, Schiffer 2004).

Sprawność jest jednak tylko jednym z parametrów. Wybór konkretnej technologii zależy od wielu kryteriów związanych z konkretnym obiektem, takich jak wielkość bloku, charakter obciążenia, rodzaj paliwa, chęć sprzedaży lub odzysku produktów ubocznych oraz przepisy ekologiczne.

Powszechne zastosowanie wymienionych zaawansowanych technologii pozwoliłoby teoretycznie uniknąć 1,8 mld t emisji CO<sub>2</sub> rocznie, co odpowiada 7,5% obecnej emisji światowej (Theis 2003).

#### 4.3.2. Wychwytywanie dwutlenku węgla

W interesie producentów i użytkowników węgla leży wdrożenie w ciągu najbliższych 15—20 lat technicznie i komercyjnie dojrzałych technologii wychwytywania i składowania dwutlenku węgla. W skali międzynarodowej trwają na ten temat prace badawcze, takie jak „Zero Emission Coal to Hydrogen Alliance” (ZECA), „Vision 21” Departamentu Energii USA i program „FutureGen”. Także Ramowy Program Badań i Rozwoju Technicznego Unii Europejskiej na lata 2002—2006 zawiera temat dotyczący wychwytu i składowania CO<sub>2</sub>. Tzw. Karta CO<sub>2</sub> została podpisana w czerwcu 2003 roku przez 13 krajów oraz Unię Europejską, a w jej ramach stworzono Forum Wychwytywania Dwutlenku Węgla. Również Centrum Czystych Technologii Węglowych IEA od dawna prowadzi prace nad analizami i ograniczaniem emisji CO<sub>2</sub> (Topper 2004).

#### 4.3.3. Promocja czystszych technologii spalania paliw kopalnych oraz powszechnego dostępu do energii

Technologie czystszej węgla, a właściwie technologie czystszej spalania paliw kopalnych wydają się być najważniejszym możliwym do osiągnięcia i efektywnym w perspektywie długoterminowej sposobem rozwiązywania dwóch związanych ze sobą problemów: redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zapewnienia powszechnego dostępu do energii. Jednak koszty tych technologii muszą być obniżone, a najmniej kosztowne technologie ograniczania emisji dwutlenku węgla muszą być poddane ocenie w warunkach konkurencji rynkowej. Jednocześnie alternatywne metody zmniejszenia zależności świata od paliw kopalnych wymagałyby znacznie większych wzrostów cen paliw, które byłyby co najmniej takie, jak w powtarzającym się dwukrotnie kryzysie naftowym w latach siedemdziesiątych. Powodowałoby to porównywalne załamanie wzrostu gospodarczego, przedłużyło praktykę użytkowania wyłącznie tradycyjnych paliw przez ubogich w krajach rozwijających się

i zwiększyło ryzyko wzrostu całkowitego światowego poziomu emisji gazów cieplarnianych (WEC 2003).

#### 4.3.4. Poszerzenie gamy produktów — paliwa gazowe, ciekłe i syntetyczne z węgla

Przemysł węglowy powinien w większym stopniu troszczyć się o odbiorców innych niż elektroenergetyka. Poza gazyfikacją węgla, w procesach IGCC wspomnianych wcześniej w rozdziale 4.3.1, perspektywa względnie niskich cen węgla spowodowała powrót zainteresowania jego upłynnieniem. Budowę zakładu upłynniania węgla rozpoczęto w Chinach, w miejscowości Majiata, w prowincji Mongolia Wewnętrzna. W USA w Gilberton kończy się budowa obiektu wytwarzającego energię elektryczną i czyste paliwo ciekłe z węgla. Zakład ten spodziewa się uzyskać do maja 2004 korzystne orzeczenie emisyjne, ulgi podatkowe oraz preferencyjny kredyt państwowy na swą działalność. W Australii podpisany został list intencyjny o zamiarze budowy dużego zakładu takiego samego typu w stanie Victoria (CoalTrans 2003 — str. 24—25). Jeśli chodzi o podziemną gazyfikację węgla w pokładach, to w Wielkiej Brytanii rozpoczęto realizację projektu mającego na celu wykorzystanie taką metodą zasobów węgla znajdujących się pod dnem Morza Północnego, przy minimalnych konsekwencjach ekologicznych.

Wymienione projekty są oczywiście liderami, wykorzystującymi występujące obecnie wysokie ceny związane z korzystaniem ze środowiska i napięcia na Bliskim Wschodzie i inne sprzyjające warunki. Można jednak również stwierdzić, że choć zasoby ropy i gazu są wciąż jeszcze duże, to twórcy tych projektów dostrzegli już przyszłość, w której ropa i gaz będą bliskie wyczerpania.

Docelowo, zależnie od kosztów, paliwa syntetyczne i wodór mogą stać się kierunkami wykorzystania węgla. Długoterminowa perspektywa dla paliw syntetycznych jest jasno związana z procesem wyczerpywania tanich konwencjonalnych złóż ropy. Choć obecnie paliwa syntetyczne z węgla są zbyt kosztowne, to ich produkcja może osiągnąć poziom około 100 Mtoe (4% światowego zużycia paliw ciekłych) w 2020 roku i do 660 Mtoe (14% zużycia) w roku 2050 (WEC 1995).

#### 4.4. Droga węgla do akceptacji społecznej

Pomimo prowadzenia kampanii promocyjnych między innymi w USA i Niemczech, nadal istnieje duża rozbieżność między powszechnie postrzeganym wizerunkiem węgla a jego rzeczywistymi zaletami. Niestety, przemysł węglowy nie podjął dotychczas wysiłków w celu zmiany niekorzystnego wizerunku węgla na poziomie globalnym. To oczywiste, że węgiel ma wiele zalet, jednak podjęcie działań promujących węgiel w oczach opinii publicznej i decydentów staje się podstawowym obowiązkiem światowego przemysłu po to, by uzyskać powszechne przekonanie, że węgiel to ważny pomost do zrównoważonej przyszłości.

Omawiany raport proponuje ustanowienie światowego programu działania w oparciu o hasło „**Zrównoważony rozwój dzięki węglowi**”. Program byłby oparty na dobrowolnym współdziałaniu społeczności górnictwa węglowego, handlu węglem, konsumentów węgla, producentów urządzeń, instytutów badawczych, międzynarodowych instytucji finansowych oraz organizacji międzyrządowych. Nacisk powinien być położony na tworzenie lokalnych i regionalnych warunków dla zrównoważonego rozwoju dzięki węglowi (Griffiths 2004; Soraes 2004).

Rozpatrywane zagadnienia mogłyby objąć:

- ✧ przeniesienie dobrych standardów bezpieczeństwa i higieny do krajów, w których normy te są mniej rygorystyczne lub w ogóle nie istnieją. Wymaga to stworzenia na szczeblu ogólnosiwiatowym reprezentatywnego i przejrzystego systemu informacyjnego;
- ✧ ratyfikację przez większą liczbę państw Konwencji nr 176 Międzynarodowej Organizacji Pracy na temat bezpieczeństwa i higieny pracy w kopalniach (Janssens, Cosack 2004);
- ✧ niedyskryminowanie lokalnej siły roboczej (Shout 2004);
- ✧ zamknięcie nielegalnych kopalń lub ich legalizację;
- ✧ promowanie lokalnych projektów związanych z węglem (modernizacja kotłów — Brendow 2004b), projekty elektryfikacji, pozyskanie metanu z pokładów węgla, rekultywacja terenów, zagospodarowanie odpadów);
- ✧ promowanie czystych technologii węglowych;
- ✧ certyfikację standardów zarządzania jakością i zarządzania środowiskowego w kopalniach według norm ISO (Plazar, Lenart 2004);
- ✧ kampanie świadomości (węgiel a bezpieczeństwo energetyczne; węgiel a rozwój społeczny; „ekologizacja” węgla);
- ✧ wspomaganie rozwoju lokalnych społeczności (budownictwo mieszkaniowe, zaopatrzenie w wodę, pomoc medyczna, budowa dróg, ośrodki kulturalne, edukacja, przesiedlenia) (Zankan 2004; Kumar 2004);
- ✧ tworzenie warunków przyciągających inwestorów zagranicznych (Kumar 2004).

**Przesłanie:** Węgiel nie jest składnikiem problemu. Węgiel jest składnikiem rozwiązania oferującego zrównoważony rozwój i likwidację ubóstwa energetycznego. Węgiel może być, i w rosnącym stopniu będzie, czysty.

## Podsumowanie

Niniejsze podsumowanie przedstawia wyobrażenie, jak może wyglądać sytuacja i przyszłość światowego zapotrzebowania i podaży energii, a szczególnie węgla, w roku 2030. Nie jest to prognoza rozwoju wydarzeń, lecz raczej wizja co może nastąpić, jeśli wszyscy zainteresowani połączą swoje wysiłki w celu zapewnienia węglowi trwałej pozycji w kontekście globalnego wzrostu gospodarczego i w bilansie energii.

### **Lata 2000—2030 — retrospekcja (przeszłość widziana z perspektywy 2030 r.)**

Jeśli ŚRE zainicjuje w roku 2030 studium pt. „Energia dla świata w roku 2050”, to jej autorzy z pewnością wskażą na pozytywną rolę węgla w rozwoju społecznym i gospodarczym oraz na poczucie społecznej odpowiedzialności wykazywane przez przemysł węglowy. Autorzy zauważą też, że wcześniejsze obawy o przyszłość węgla mogą być raczej zastąpione obawami o konsekwencje wyczerpywania się niedrogich zasobów ropy i gazu.

Jeśli chodzi o zrównoważony rozwój, to współczynnik emisji dwutlenku węgla z procesów energetycznych, mierzony w tC/toe, spadł w skali światowej w latach 2000—2030 o około 25% (WETO 2003 — str. 36), dzięki zastosowaniu sprawnych i czystych technologii spalania paliw kopalnych, wychwytywaniu CO<sub>2</sub>, większemu udziałowi gazu i (w mniejszym stopniu) źródeł odnawialnych w strukturze zużycia energii. Faktycznie w 2030 roku 72% mocy wytwórczych energetyki węglowej stosuje zaawansowane technologie (WETO 2003 — str. 130). Jednak emisje CO<sub>2</sub> z procesów energetycznych niemal się podwoiły z powodu wzrostu liczby ludności i związanego z tym wzrostu zużycia energii w krajach rozwijających się. Dlatego też polityka zapobiegania zmianom klimatu jest w dalszym ciągu ważnym zagadnieniem w roku 2030. Ale zamiast szeroko zakrojonych działań w skali globalnej, polityka skupia się obecnie na większej precyzji działań regionalnych oraz na specjalnych akcjach dotyczących szczególnie emisji z transportu i na obszarach miejskich. Przyszłość widziana z perspektywy roku 2030 sugeruje, że działania zapobiegające zmianom klimatu przyniosą zadowalające efekty w niezbyt dalekiej przyszłości.

Palącym zagadnieniem jest w roku 2030 wyczerpywanie się niedrogich zasobów ropy i gazu. W okresie 2000—2030 konwencjonalne zasoby, których wydobywanie było opłacalne (Nakicenovic 2003 — str. 119) uległy praktycznie wyczerpaniu w przypadku ropy, gazu (Adelman, Lynch 2003 — str. 81, rys. 5), a w mniejszym stopniu także węgla, pomimo nowych odkryć geologicznych. Podaż ropy i gazu już dawno osiągnęła maksymalny możliwy poziom. Doprowadziło to do ogólnego wzrostu cen energii, z korzystnymi efektami dla energochłonności. Poprawiła się też struktura cen energii dzięki internalizacji kosztów ekologicznych i społecznych oraz eliminacji subsydiów. W roku 2030 zróżnicowanie cen pomiędzy konkurencyjnymi paliwami lepiej odzwierciedla koszty wynikające z pełnych cykli życia, obejmujące dostawy i zużycie energii. W efekcie planowanie przy najmniejszych kosztach nie odnosi się już do pojedynczych obiektów lub zadań, ale do całych systemów energetycznych. Dokonano też postępu w optymalizacji lokalnych systemów energetycznych — w roku 2030 połowa (interpolacja na podstawie: WEC 2001 — str. 179) światowej populacji to mieszkańcy miast, którzy potrzebują ogrzewania, ciepłej wody, energii elektrycznej, klimatyzacji i transportu, przy zapewnieniu właściwych warunków ekologicznych i po dostępnych cenach.

Wyższe ceny i wyższe sprawności zaowocowały spowolnieniem przyrostu światowego zużycia energii pierwotnej do 1,6% średniorocznie w dekadzie 2020—2030. Ponieważ jednak w tym samym okresie średnioroczny przyrost PKB osiągał 2,6% (WETO 2003 — str. 122), to nawet w roku 2030 nie zmaterializował się postulat całkowitego oderwania światowego wzrostu gospodarczego od wzrostu zużycia energii. Nie zmaterializowały się też

oczekiwania, że nowe źródła odnawialne pokryją znaczną część zapotrzebowania. W roku 2030 paliwa kopalne stanowią 88% światowego zużycia energii, w tym węgiel 22%, w porównaniu z 24% w roku 2000.

### **Lata 2030—2050 — perspektywa**

W roku 2030 problemem są ograniczone zasoby i kwestia ich użytkowania. Zmartwienie dotyczy nie tyle związanego z tym wzrostu cen energii (który, jak wspomniano wcześniej, miał korzystny wpływ na efektywność) lub wpływu wzrostu cen na konsumentów (średni światowy dochód na mieszkańca podwoił się między rokiem 2000 a 2030 (WETO 2003 — str. 130)), czy też fizycznego zagrożenia brakiem surowców (niekonwencjonalnych zasobów paliw kopalnych jest w roku 2030 pod dostatkiem). Zmartwieniem jest raczej nieefektywna i nierentowna metoda wykorzystania zasobów, tzn. spalanie wartościowych organicznych składników paliw kopalnych. Doświadczenie wykazało, począwszy od lat dwudziestych XXI wieku, że przeróbka chemiczna, głównie na czyste paliwa transportowe, pozwala na pełniejsze i bardziej rentowne użytkowanie surowców energetycznych.

Dyskusja koncentruje się w roku 2030 na problematyce czynników kształtujących długofalowe zmiany struktury dostaw energii. Trzy z tych czynników wydają się być decydujące:

- ✧ Możliwy renesans energii jądrowej jako zamiennika dla wytwarzanej z paliw kopalnych energii elektrycznej w obciążeniu podstawowym. Nowe elektrownie jądrowe mogą zastąpić cenny gaz ziemny i węgiel na tradycyjnym rynku energii elektrycznej.
- ✧ Opłacalność funkcjonowania zakładów chemicznych przetwarzających paliwa kopalne w celu wytwarzania energii elektrycznej, syntetycznych zamienników gazu i paliw ciekłych, wodoru, nawozów i produktów chemicznych. Dzięki efektom synergii zakłady takie osiągają wysokie sprawności przemian, niskie koszty oraz minimalne poziomy emisji (stosując także wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla).
- ✧ Przełom w nowych technologiach energetyki odnawialnej.

Chemiczna przeróbka węgla może okazać się zwycięzcą w wymiarze ilościowym. Względnie korzystna baza zasobów węgla, jego konkurencyjność cenowa oraz względna prostota wielu procesów technicznych spowodują rozwój chemicznej przeróbki węgla na paliwa syntetyczne i gaz, co przyczyni się do szybkiego wzrostu rynku węgla. W warunkach rynkowych paliwa syntetyczne z węgla mogą stanowić w roku 2050 około 14% światowego zużycia paliw transportowych. Ceną za to musiałyby być zmiany strukturalne przemysłu węglowego: dotychczasowe odrębne przedsiębiorstwa wydobywania, zgazowania, upłynniania i pozyskania metanu z pokładów węgla musiałyby ulec pionowej integracji w światowe koncerny paliwowe, zajmujące się równocześnie transportem i dystrybucją paliw; strategia biznesowa firm węglowych musiałaby zostać podporządkowana strategii konglomeratów przetwórczo-handlowych.

Węgiel, zarówno obsługujący tradycyjny rynek wytwarzania energii elektrycznej, jak i rynek czystych paliw transportowych, nie dociera już do użytkownika końcowego jako „węgiel”. Słowo „węgiel” zostało zastąpione przez nazwy handlowe, które podkreślają charakter świadczonej usługi (moc, mobilność) bez identyfikacji surowca (węgla). Jak na

ironię, zmartwienia wyrażane na początku stulecia, że brak społecznej akceptacji mógłby być przeszkodą dla wzrostu popytu na węgiel, okazały się bezpodstawne: nie ma już obecnie żadnego bezpośredniego styku pomiędzy „węglem” a jego końcowym użytkownikiem, z wyjątkiem bardzo rzadkich przypadków bezpośredniego spalania węgla lub ... tworzenia z niego dzieł sztuki<sup>4</sup>.

### Przesłanie

Podkreślając ważną rolę społeczną węgla w zaspokajaniu potrzeb narodów do zrównoważonego rozwoju, studium wykonane przez ŚRE w roku 2030 pod tytułem „Energia dla świata w roku 2050” nie będzie prawdopodobnie kończyć się wnioskiem o kontynuacji trendów, które przeważały w latach 2000—2030. Studium będzie natomiast wskazywać ważną, ale ograniczoną rolę węgla w tradycyjnej technologii wytwarzania energii elektrycznej oraz jego powrót w postaci produktów węglopochodnych na rynki, które stracił wraz z pojawieniem się taniej ropy i gazu — sto lat wcześniej.

## Literatura

- CoalTrans 2003, May/June.
- IEA 2002 — World Energy Outlook 2002, Paryż.
- IEA 2003 — World Energy Investment Outlook 2003, Paryż.
- Steinkohle 2000 — Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus, Essen.
- USDOE 2003 — International Energy Outlook 2003, Departament Energii USA, Waszyngton.
- WCI 2001 — Sustainable Entrepreneurship – The Way Forwards for the Coal Industry, World Coal Institute, Londyn.
- WEC 1995 — Global Energy Perspectives to 2050 and Beyond, Londyn.
- WEC 2000 — Energy for Tomorrow's World – Acting Now!, Londyn
- WEC 2001 — Living in One World, Londyn
- WEC 2003 — Drivers of the Energy Scene, Londyn.
- WEC 2004 — Study on Life Cycle Analysis. Londyn
- WEC/IIASA 1998 — Global Energy Perspective. Cambridge
- WETO 2003 — World Energy, Technology and Climate Change Outlook 2030, Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna Badań Naukowych, EUR20366, Bruksela
- ADELMAN M.A., LYNCH M.C., 2003 — Natural gas supply to 2100, in IGU, Seven decades with IGU, London/Hřrsholm (Dk).
- BENESCH W., GÜNTHER E.C., SCHIFFER H.-W., 2004 — Coal-based Power Plant Technology: A Competitive and Efficient Bridge to a Benign Future. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I: Global analysis. Chapter 4. WEC, Londyn.
- BORKOWSKI Z., 2004 — Coal Production and Profitability: The Promise of Restructuring, Integration and Consolidation. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I: Global analysis. Chapter 2. WEC, Londyn.

---

<sup>4</sup> Sprzedawanych jako wyroby ceramiczne.

- BRENDOW K., 2004a — Global and Regional Coal Demand Perspectives to 2030 and Beyond. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I: Global analysis. Chapter 6. WEC, Londyn.
- BRENDOW K., 2004b — Clean Coal Combustion in Small and medium-Sized Boilers in Central and Eastern Europe. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- CHAZAN D.T., CARVALHO da CUNHA J.C., ZANCAN F.L., 2004 — The Use of Low Grade Coals. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- COPLEY Ch., 2004a — Coal Demand and Trade: Growth and Structural Change in a Competitive World Market. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I: Global analysis. Chapter 1. WEC, Londyn.
- COPLEY Ch., 2004b — Globalisation and Consolidation in the Coal Industry. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- DACH G., 2004 — Project Advances in Mining Equipment. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- EDWARDS E.E., 2004 — World Coal Trade. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- GAWLIK L., 2004 — Actual and Projected Coal Prices: an Interfuel Comparison. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- GRIFFITHS Ch., 2004 — The Global Image of Coal. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- GÜNTHER E.C., 2004a — Markets for Lignite. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- GÜNTHER E.C., 2004b — Emissions trading. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- JANSSENS L., COSACK C., 2004 — Forging Internationally Consistent Energy and Coal Policies. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I: Global analysis. Chapter 5. WEC, Londyn.
- KALKUŠ J., 2004 — Coal Mining in the Czech Republic. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- KUMAR S., 2004 — Coal as a Driver of Economic Development — A case study Relating to India. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- LI T., 2004 — China's Domestic Coal Demand — the Direction of Chinese Exports and Imports: the Impact on Asian-Pacific Coal Markets. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- NAKICENOVIC N., 2003 — Global prospects and opportunities for methane technologies in the 21st century, in IGU, Seven decades with IGU, London/Hfrsholm (Dk).
- NEKHAEV E., 2004 — The Russian Coal Sector: Fit for the Future? Excerpts from Energy Strategy for Russia. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- OSMAN A.H., 2004 — Coal in Indonesia: Where Has It Come From and Where Is The Industry Going? Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.

- PLAZAR S., LENART F., 2004 — The Introduction of a Management System According to the requirements of Quality Standards in the Velenje Coal Mine. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- RAZA H., 2004 — Coal Resources of Pakistan. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- SCHIFFER H-W., 2004a — Trade in Coking Coal and Steam Coal. The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- SCHIFFER H-W., 2004b — Lignite-Based Power Plant Technologies. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- SHOUT A., 2004 — South Africa Case Study. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- SOLIŃSKI J., 2004 — Coal Statistics. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part II. WEC, Londyn.
- SORAES J.A., 2004 — Coal Marketing. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- THEIS K.A., 2003 — Realistische Chancen durch Technologieoffensive nutzen, Energiewirtschaftliche Tagesfragen.
- TOPPER J., 2004 — International Research on Clean Coal. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- TUREK M., 2004 — Restructuring and Preparation for Privatisation of the Polish Hard Coal Industry: Experiences and Prospects. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.
- WEDIG M. i in., 2004 — Coal Mining Technologies: The road to Efficiency and Acceptability. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part I. Global analysis. Chapter 3. WEC, Londyn.
- ZANKAN F.L., 2004 — Brazilian Coal — Its Economic Social and Environmental Impact. Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal. Part III: Case studies — available on CD. WEC, Londyn.

Lidia GAWLIK, Jan SOLIŃSKI

## Sustainable global energy development — the case of coal

### Abstract

The paper presents the results of the study by the World Energy Council done as an initiative and with active participation of the Polish Committee of the World Energy Council. The study discusses the role and significance of coal in development of nations and the world. It points out the possibilities and constraints of the energy development, with a conclusion that coal can and should be a driving force of the development. Coal is and will be available and accessible. The proper deployment and development

of technologies will ensure acceptability of coal as a clean fuel with a huge input to sustainable world development.

**KEY WORDS:** coal, demand and supply of coal, sustainable development, energy technologies