

Maksymilian KLANK\*

## Przyszłość węgla – nowe spojrzenie na jego wykorzystanie

STRESZCZENIE. W artykule scharakteryzowano rosnące tendencje w zapotrzebowaniu na węgiel energetyczny w perspektywie najbliższych 20–30 lat, głównie ze względu na produkcję energii elektrycznej. Wskazano również na możliwości zastosowania węgla w procesach chemicznych, takich jak zgazowanie i upłynnianie i w tym kontekście na rolę Polski jako kraju o znaczących zasobach węgla, w którym istnieją szanse rozwoju zakładów zgazowania w celu produkcji energii, paliw, metanolu i wodoru.

SŁOWA KLUCZOWE: węgiel kamienny, pierwotne nośniki energii, zgazowanie i upłynnianie węgla

### Wprowadzenie

Węgiel jest najobficiej występującym na świecie paliwem kopalnym. Jego udział w wytwarzaniu energii elektrycznej wynosi prawie 40%, jednakże spalanie węgla w energetyce powoduje powstawanie emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz wytwarzanie dużej ilości stałych produktów ubocznych. Technologie spalania są wciąż doskonałe. Ten fakt wraz z poprawą jakości węgla przed spalaniem oraz coraz powszechniej stosowanymi metodami oczyszczania spalin powodują, iż negatywne skutki spalania węgla są coraz mniej uciążliwe dla środowiska przyrodniczego.

---

\* Dr. — Europejskie Stowarzyszenie Węgla Kamiennego i Brunatnego Euracoal

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman MAGDA

Kraje Unii Europejskiej zużywają coraz więcej energii. Przy braku wystarczających własnych surowców energetycznych, coraz większą ich część Unia Europejska importuje, stając się jednym z największych ich importerów na rynku światowym, uzależniając się bardzo poważnie od zewnętrznych dostawców. W chwili obecnej import surowców pokrywa około 50% unijnych potrzeb energetycznych; wielkość ta po 20–30 latach ma wzrosnąć do ponad 70%.

Rosnące dość dynamicznie uzależnienie energetyczne państw Wspólnoty Europejskiej, w tym również Polski, nie może pozostać bez reakcji.

O przyszłej pozycji węgla w energetyce Unii Europejskiej zadecydują: bezpieczeństwo dostaw surowców energetycznych, efektywność ekonomiczna węgla oraz wpływ wykorzystania węgla na środowisko. Na międzynarodowym rynku energetycznym węgiel jest najbardziej dostępnym paliwem kopalnym. Jego zasoby dostępne będą dłużej niż zasoby ropy naftowej czy gazu ziemnego. Jednocześnie większość ryzyka geopolitycznego, zagrażającego bezpieczeństwu dostaw energetycznych, związane jest z rynkami ropy i gazu. Unia Europejska powinna więc chronić swoje strategiczne zasoby węgla do wykorzystania ich w przypadku politycznych zaburzeń zagrażających importowi.

Zapisy w „Zielonej Księdze” wskazują, iż tak naprawdę Unia Europejska ma niezwykle ograniczony wpływ na dostawy energii. W dokumencie tym stwierdza się, że:

- ✧ Unia Europejska jest i będzie coraz bardziej uzależniona od zewnętrznych dostaw i przewiduje się, że zależność ta osiągnie 70% w 2030 r.;
- ✧ Unia Europejska ma niezwykle ograniczony wpływ na zaopatrzenie w energię i w zasadzie działania mogą dotyczyć jedynie wymuszenia oszczędności zużycia energii;
- ✧ wszystko wskazuje na to, że Unia Europejska nie jest w stanie reagować skutecznie na uwarunkowania zmian klimatu, jak również wykonać swoich zobowiązań, w szczególności wynikających z protokołu z Kioto.

Wejście Polski ze swoimi zasobami węgla w struktury Unii Europejskiej w opinii wielu ekspertów zmieniło w znaczący sposób perspektywę postrzegania dostępności do pierwotnych źródeł energii. Gospodarki wszystkich państw członkowskich oczekują taniej, wysokiej jakości energii, a kompleks paliwowo-energetyczny, aby temu podołać, wymaga działań dostosowawczych. Zmiany w odniesieniu do górnictwa węgla kamiennego muszą prowadzić do:

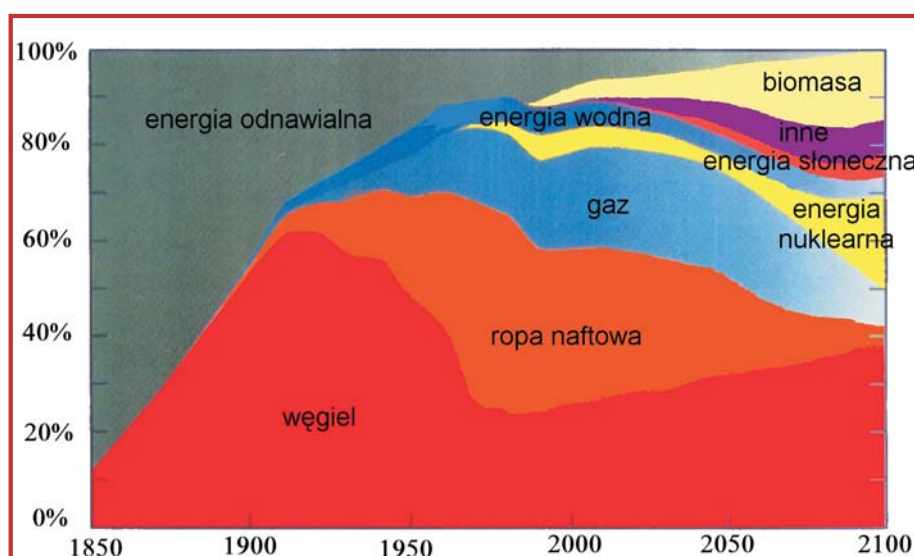
- ✧ podnoszenia konkurencyjności w wymiarze światowym, a więc wysokiej efektywności oraz ciągłego dążenia do obniżania kosztów produkcji,
- ✧ uzyskania wysokich standardów w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.

## 1. Węgiel jako podstawowe źródło energii pierwotnej

Węgiel kamienny od początku cywilizacji przemysłowej stanowi podstawowe źródło energii pierwotnej w gospodarce energetycznej świata. Rzeczą oczywistą jest, że to właśnie węgiel kamienny był podstawą rozwoju gospodarczego wielu krajów.

Analizując szanse węgla kamiennego jako paliwa energetycznego w wymiarze globalnym musimy wyróżnić uwarunkowania regionalne i i wynikające z nich szczególne sytuacje w różnych strefach geograficznych świata. Uwarunkowania te widać szczególnie wyraźnie w odniesieniu do Europy. Występuje tu zjawisko systematycznego odchodzenia od dominującego udziału węgla kamiennego w gospodarce paliwowo-energetycznej głównie na rzecz gazu ziemnego. Jest rzeczą oczywistą, że polityka ta pogłębia uzależnienie tych krajów od importowanych nośników energii, co niewątpliwie stanowi zagrożenie dla ich przyszłego bezpieczeństwa energetycznego. W nowej strukturze Unii Europejskiej Polska stała się największym producentem węgla kamiennego, wydobywając go więcej niż wszystkie pozostałe kraje UE.

Odwrotne zjawisko występuje w innych regionach świata, szczególnie w krajach Azji południowo-wschodniej takich jak: Chiny, Indie, Indonezja czy Wietnam. W tym regionie obserwujemy dynamiczny rozwój górnictwa węgla kamiennego i systematyczny wzrost roli węgla w zaspokajaniu rosnących potrzeb energetycznych, a ponadto obserwuje się jego rosnący eksport. Podobnie jest w krajach wysokorozwiniętych, takich jak Stany Zjednoczone, Republika Południowej Afryki, Australia, a więc w krajach będących czołowymi producentami, jak również eksporterami węgla kamiennego na świecie. Obserwujemy także wysoki poziom udziału węgla w bilansie energetycznym krajów Ameryki Południowej, jak: Kolumbia i Wenezuela, które wykazują systematyczny rozwój górnictwa węgla kamiennego i narastający w skali globalnej jego eksport. Poniżej przedstawiono dane historyczne i prognostyczne dotyczące zapotrzebowania na paliwa pierwotne w szerokim horyzoncie czasowym.

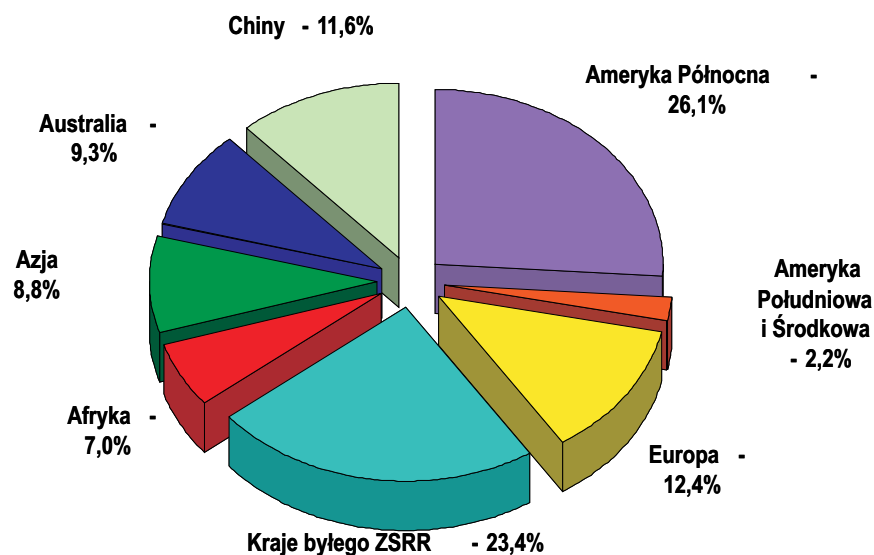


Rys. 1. Udział procentowy nośników energii pierwotnej w latach 1850–2100

Fig. 1. Share of primary energy sources in the years 1850–2100

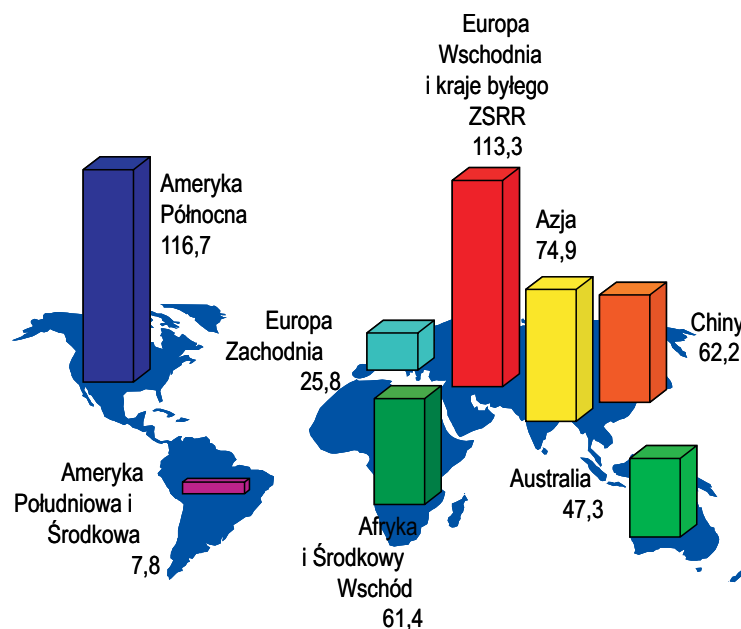
Węgiel kamienny należy do kopalnych i nieodnawialnych źródeł energii. Problem jego bazy zasobowej oraz jej szczypania i wystarczalności jest kluczowym w kategoriach oceny węgla kamiennego jako paliwa przyszłości.

Niewątpliwie pozytywną cechą paliwa węglowego jest to, że jego zasoby są praktycznie dostępne na wszystkich kontynentach i w bardzo wielu krajach (ocenia się, że jest on wydobywany w blisko 70 krajach świata), co charakteryzują rysunki 2 i 3.



Rys. 2. Geograficzna struktura światowych zasobów węgla

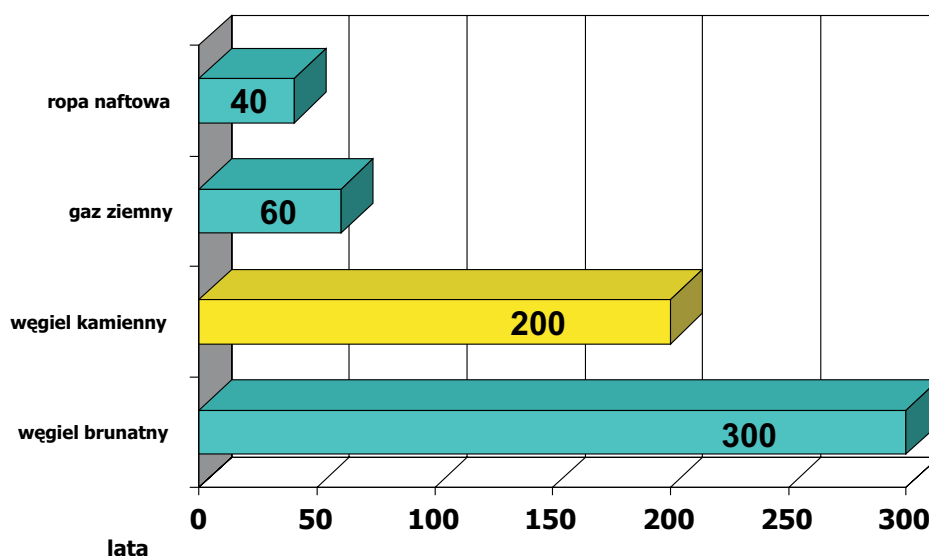
Fig. 2. Geographic structure of world coal reserves



Rys. 3. Rozkład udokumentowanych zasobów węgla na świecie [mld ton]

Fig. 3. Distribution of proved world coal reserves [billion tones]

Powyższe światowe zasoby węgla zapewniają niezwykle korzystną pozycję tego nośnika energii w stosunku do innych głównych energetycznych paliw kopalnych, to jest ropy naftowej i gazu ziemnego. Ich prognozowana wystarczalność jest w chwili obecnej wyraźnie mniejsza niż paliwa węglowe, co wyraźnie pokazują dane światowe (rys. 4).



Rys. 4. Prognozowana wystarczalność światowych zasobów podstawowych nośników energii pierwotnej

Fig. 4. Prognostic sufficiency of world reserves of basic primary energy sources

## 2. Prognozy zapotrzebowania na węgiel

Według prognoz światowego przeglądu energetycznego wykonanego przez IEA (Międzynarodowa Agencja Energetyczna) wynika, że większość przewidywanego wzrostu zapotrzebowania na węgiel kamienny będzie stanowiło zapotrzebowanie na węgiel energetyczny – szacuje się, że do 2030 roku niemal 90% wzrostu będzie związane z potrzebami energetycznymi. Ocenia się, że w tym właśnie roku popyt na węgiel energetyczny będzie stanowił około 74% całkowitego popytu na węgiel kamienny i może wynosić około 3600 Mt.

Kraje Unii Europejskiej zużywają coraz więcej energii. Od roku 1986 odnotowano w dotychczasowych 15 krajach unijnych wzrost zużycia energii o 1–2% rocznie. Potrzeby tych krajów pokrywane były w 41% przez ropę naftową, w 22% przez gaz ziemny, w 16% przez węgiel (kamienny, brunatny i torf), w 15% przez energię atomową oraz w 6% przez tzw. energie odnawialne. Należy oczekiwać, że w najbliższych 10–20 latach zapotrzebowanie na energię będzie w Unii Europejskiej nadal wzrastać.

Przed rozszerzeniem Unia Europejska zużywała 14–15% światowej produkcji energii (przy 6% światowej populacji), w tym: 19% światowego zużycia ropy naftowej, 16% gazu ziemnego, 10% węgla oraz 35% uranu. Największym użytkownikiem energii były gospodarstwa domowe.

63% ich potrzeb zaspokajała ropa naftowa i gaz ziemny; były one głównym konsumentem gazu (33% ogólnego zużycia gazu w UE) i 16% ogólnych dostaw ropy naftowej. Transport był w 98% uzależniony od ropy naftowej, przy zużyciu 67% całości unijnych dostaw ropy.

Przy braku wystarczających własnych źródeł energii, coraz większą część surowców energetycznych Unia Europejska importuje, stając się jednym z największych ich importerów na rynku światowym, a jednocześnie uzależniając się bardzo poważnie od zewnętrznych dostawców. Import unijny obejmuje 16% ogólnoświatowego eksportu gazu ziemnego (450 mld m<sup>3</sup> w 1999 r.), ponad 25% węgla (150–200 mln Mg z około 500 mln Mg) oraz 25% ropy naftowej (10 mln baryłek dziennie z około 40 mln baryłek). W chwili obecnej import pokrywa około 50% unijnych potrzeb energetycznych. Bez podjęcia poważnych działań, wielkość ta po 20–30 latach wzrośnie do ponad 70%.

### 3. Obecne i nowe formy użytkowania węgla

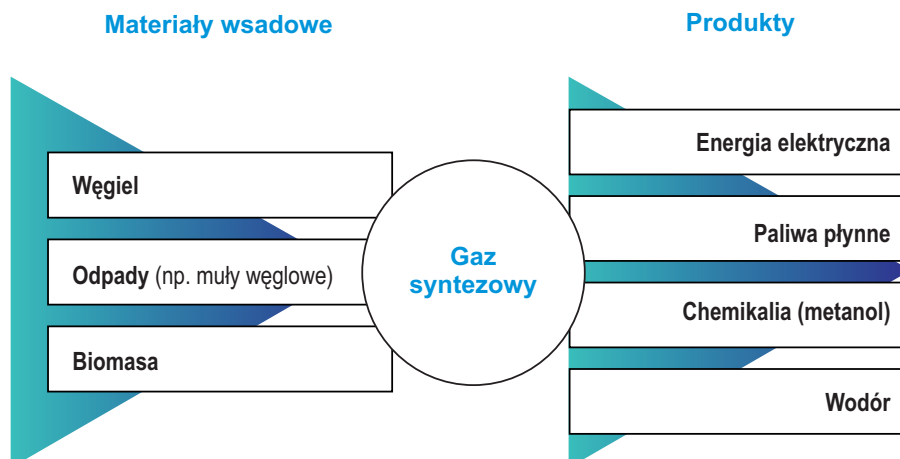
Dzisiaj węgiel jest ważnym elementem w wytwarzaniu elektryczności w wielu krajach europejskich. Otwarty europejski rynek energetyczny musi dostarczać konsumentom elektryczność po rozsądnych cenach. Na tym polu węgiel ma swój poważny udział. Węgiel jest niedrogi, dostępny w dużych ilościach, łatwy do składowania, bez ryzyka przy transporcie. Przetworzony na elektryczność jest powszechnie dostępny; nowoczesne elektrownie są konkurencyjne i bardziej przyjazne środowisku.

Podstawową formą użytkowania węgla jest na dzień dzisiejszy jego **spalanie** w celu uzyskania energii elektrycznej i/lub ciepłej (elektroenergetyka zawodowa i ciepłownictwo zawodowe) oraz energii ciepłej w ciepłownictwie przemysłowym, komunalnym oraz gospodarstwach indywidualnych. W nowoczesnych procesach technologicznych szczególnie istotne jest zwiększanie sprawności przemiany energetycznej, obniżenie emisji pyłów, tlenków siarki (SO<sub>x</sub>) i tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) oraz dwutlenku węgla CO<sub>2</sub>, łącznie z jego wyłapywaniem, kumulacją i sekwestracją.

Poza bezpośrednim energetycznym użytkowaniem węgla w procesach spalania możliwe jest jego wykorzystanie w innych procesach chemicznych. Dla przyszłości energetycznej na szczególną uwagę zasługuje zgazowanie i uwodornienie węgla.

**Zgazowanie** węgla, czyli półspalanie z dodatkiem pary wodnej, przy nadmuchu powietrza prowadzi do otrzymania gazu generatorowego, a przy zastosowaniu nadmuchu tlenowego – gazu syntezowego (CO + H<sub>2</sub>). Gaz syntezowy może być wykorzystywany do syntezy amoniaku, metanolu oraz węglowodorowych paliw płynnych (poprzez syntezę Fischera-Tropsch'a), syntetycznego gazu ziemnego. Gaz syntezowy może być także wykorzystany w elektroenergetyce w turbinach gazowych i wtórnie parowych, podnosząc sprawność przemiany węgla w energię elektryczną (IGCC – *Integrated Gasification Combined Cycle*) (rys. 5).

**Uwodornienie** węgla (upłynnianie) to destruktywne oddziaływanie na węgiel pod wpływem wysokiego ciśnienia i w obecności wodoru. Proces ten był szeroko stosowany w czasie



Rys. 5. Zastosowanie technologii zgazowania

Fig. 5. Use of gasification technology

II wojny światowej przez Niemców w celu pozyskania tzw. ropy węglowej i paliw płynnych. Uwodornianie powiązane z ekstrakcją stanowi podstawę kilku technologii otrzymywania tzw. czystego węgla dla celów energetycznych.

Wymienione powyżej procesy chemicznej przeróbki węgla były intensywnie rozwijane w XIX wieku (koksownictwo, produkcja „gazu miejskiego”) i w pierwszej połowie XX wieku (produkcja smoły węglowej jako półproduktu dla przemysłu chemicznego oraz paliw płynnych). Rozwój petrochemii i upowszechnienie gazu ziemnego po II wojnie światowej spowodowało odejście od tych technologii. Niemniej kryzys energetyczny lat siedemdziesiątych XX wieku spowodował ponowne nimi zainteresowanie. Ze względów ekologicznych prowadzone są, głównie w USA, prace nad uzyskaniem tzw. czystego węgla do celów energetycznych (*Clean Coal Technology*).

Z powodu znacznie większych od zasobów ropy i gazu zasobów węgla, w świetle wzrostu cen tych pierwszych, jako perspektywiczne należy traktować skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej oraz syntezę metanolu i produkcję wysokiej jakości paliw płynnych w oparciu o zgazowanie węgla.

Proces syntezy Fischera-Tropsch’a zyskały ponownie zainteresowanie ze strony krajów o bogatych rezerwach węgla w ramach zapewnienia sobie bezpieczeństwa energetycznego i pewnej samowystarczalności energetycznej – w niektórych przypadkach spowodowane wyczerpywaniem się miejscowych zasobów ropy przy równoczesnym wzroście poziomu konsumpcji wewnętrznej. Powoduje to wzrost uzależnienia tych krajów od importu nośników energii i pytania co do przyszłości w zakresie bezpieczeństwa energetycznego, ponownie zwracając międzynarodowe zainteresowanie ku opłacalności procesu otrzymywania paliw płynnych z węgla.

Proces produkcji paliw płynnych z węgla (*Coal to Liquids*) może pomóc w zapewnieniu poprawy bezpieczeństwa energetycznego i samowystarczalności energetycznej krajów po-

siadających wystarczające rezerwy węgla, jak również środki na jego zagospodarowanie w powyższy sposób. Opłacalność tego procesu pozostaje w ścisłej zależności z cenami na rynku ropy oraz stabilnością polityczną w krajach będących jej głównymi producentami. Proces ten jednakże wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych w porównaniu do procesu rafinacji ropy i z tego powodu wymaga wsparcia na poziomie rządów zainteresowanych krajów.

## Podsumowanie

1. Polska jako jeden z krajów liczących się w światowej produkcji i wykorzystaniu węgla winna racjonalnie rozwijać bazę zasobową i preferować model węglowo-gazowy gospodarki paliwowo-energetycznej.

2. Ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych w energetyce i ciepłownictwie można uzyskać dzięki implementacji technik czystego spalania, wprowadzenie niskoemisyjnych kotłów węglowych i „czystych paliw stałych” – paliw bezdymnych.

3. Polska może wykorzystać szanse jako największy europejski producent węgla dzięki:

- ✧ racjonalnemu gospodarowaniu posiadanymi zasobami węgla z uwzględnieniem:
  - ✧ udostępnienia lepszych jakościowo węgla, w tym koksowych,
  - ✧ eksploatacji filarów ochronnych po likwidowanych szybach,
  - ✧ modernizacji zakładów przerobczych,
- ✧ posiadanemu potencjałowi intelektualnemu, który zapewnia dostosowanie firm do zmian otoczenia zewnętrznego,
- ✧ unowocześnieniu potencjału produkcyjnego,
- ✧ orientacji rynkowej firm i stosownej strategii handlowej,
- ✧ strategii rozwoju firm ukierunkowanej na:
  - ✧ konsolidację potencjału materialnego – gwarantującą wystąpienie zjawiska synergii,
  - ✧ wzrost efektywności produkcji poprzez wydłużenie czasu pracy w przodkach i koncentrację wydobycia skutkującą obniżeniem kosztów stałych.

4. Należy poszukiwać nowych możliwości zagospodarowania produkowanego w Polsce węgla. Polska będąc krajem o znaczących zasobach węgla, leżącym w sercu Europy, powinna być idealnym rynkiem dla zakładów zgazowania w celu produkcji energii, paliw, metanolu, wodoru.

## Bibliografia

- DUBIŃSKI J., 2005 — Węgiel kamienny – paliwo z przyszłością w światowej gospodarce energetycznej. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2005 – materiały konferencyjne.
- KARBOWNIK A., TUREK M., 2003 — Efekty realizacji reformy górnictwa węgla kamiennego w latach 1998–2002. Wiadomości Górnicze nr 10.



- LORENZ U., 2005 — Skutki spalania węgla kamiennego wg dyrektyw Unii Europejskiej. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2005 – materiały konferencyjne.
- PODEMSKI M., 2005 — Węgiel kamienny – dylematy Unii Europejskiej. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2005 – materiały konferencyjne.
- SZLAZAK J., ZAGÓROWSKI J., 2001 — Analiza realizowanych dotychczas programów reformowania polskiego górnictwa węgla kamiennego. Wiadomości Górnicze nr 10.
- Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2003–2006 z wykorzystaniem ustaw antykryzysowych i zainicjowaniem prywatyzacji niektórych kopalń. Przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 20 listopada 2002 r. (z korektami wynikającymi z Porozumienia strony rządowej ze stroną związkową z dnia 11 grudnia 2002 r. oraz korektami wynikającymi ze stanu prawnego sektora na dzień 10 stycznia 2003 roku). Korekta przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 28 stycznia 2003 r. Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej. Warszawa, styczeń 2003.
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o restrukturyzacji niektórych należności publicznoprawnych od przedsiębiorców. Dz.U. nr 155, poz. 1287.
- Ustawa z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006. Dz.U. nr 210, poz. 2037.
- Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz strategia na lata 2007–2010. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 27 kwietnia 2004 r. Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej. Warszawa, kwiecień 2004.
- Ustawa z dnia 26 listopada 1998 r. o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych z późniejszymi zmianami. Dz.U. 1998 r., nr 162 poz. 1112; 2001 r. nr 5, poz. 41, nr 154, poz. 1802; 2002 r. nr 216, poz. 1826, nr 238, poz. 2020; 2003 r. nr 900, poz. 844.
- Materiały własne Kompanii Węglowej S.A.

Maksymilian KLANK

## Future for coal – a new look at its use

### Abstract

In the paper there are characterized the increasing tendencies of demand for steam coal within the next 20–30 years, mainly for electricity production. The possibilities for use of coal in chemical processes, such as gasification and liquidation are discussed. In this context Poland arrived as an European country with significant coal reserves, with chances for development of plants for coal gasification which can be used for production of energy, fuels, methanol and hydrogen.

KEY WORDS: hard coal, primary energy sources, gasification and liquidation of coal