

Anna MARZEC\*

## Światowe prognozy produkcji energii, bezpieczeństwo energetyczne UE a polskie górnictwo węglowe

**STRESZCZENIE.** Przedstawiono do 2025 roku prognozy światowego zapotrzebowania na energię oraz zużycia surowców energetycznych do produkcji wzrastającej ilości energii. Nieuchronny wydaje się wysoki udział paliw kopalnych (~87%) w światowej produkcji energii, w tym przewidywany udział węgla około 20—22%. Nieuchronna staje się także konieczność wydzielania dwutlenku węgla ze spalin oraz jego deponowania pod ziemią. Ewentualny rozwój produkcji energii z wodoru, a przede wszystkim — technologii jego użytkowania na masową skalę, wymaga kilku dziesiątków lat i nie może zapobiec wzrostowi produkcji energii z paliw kopalnych w prognozowanym okresie. Unia Europejska (stan UE przed rozszerzeniem w maju 2004) importuje niemal trzykrotnie więcej węgla kamiennego (220 mln Mg/rok) niż sama wydobywa (85 mln Mg/rok). Zdecydowana większość tego importu pochodzi z odległych obszarów i dokonuje się drogą morską. Zarówno wątpliwa w przyszłości stabilność międzynarodowych rynków — naftowego i węglowego, jak i wypadki terroryzmu morskiego przemawiają za tym, iż bezpieczeństwo energetyczne Unii jest iluzją. Bezpieczeństwo to mogłoby ulec poprawie, gdyby w UE zastąpiono zamorski węgiel importowany, węglem z Polski.

**SŁOWA KLUCZOWE:** prognoza 2025, światowa produkcja energii, paliwa kopalne, udział węgla, import węgla w UE, terroryzm morski, bezpieczeństwo energetyczne UE

---

\* Prof. dr hab. inż. — Zakład Karbochemii PAN, Gliwice.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman NEY

# Światowe prognozy do 2025: wzrost zużycia węgla do produkcji energii

Prognozy sięgające 2025 roku [1] przewidują stale rosnące światowe zapotrzebowanie na energię. W okresie od 2001 do 2025 roku ma ono wzrosnąć o 58% (z  $426 \cdot 10^{24}$  kJ w 2001 r. do  $675 \cdot 10^{24}$  kJ w 2025 r.).

W całym tym okresie zdecydowana większość zapotrzebowania na energię będzie pokrywana przez ropę, gaz i węgiel [1]. Udział ropy w produkcji energii będzie wynosił 38—39%, a przyrost produkowanej energii z tego surowca będzie głównie pochłaniany przez rozwijający się sektor transportu. Prognoza nie uwzględnia zmieniającej się sytuacji politycznej, która może doprowadzić do drastycznego ograniczenia dostaw ropy naftowej. Udział gazu ziemnego w produkcji energii będzie wzrastał najszybciej i osiągnie pod koniec prognozowanego okresu 27%. Największy wzrost zużycia gazu nastąpi w sektorze produkcji elektryczności.

Prognozy przewidują, iż zużycie węgla w świecie wzrośnie w okresie 2001—2025 o około  $2 \cdot 10^9$  ton, a jego udział w globalnej produkcji energii wyniesie około 22% [1]. Większość tego wzrostu zużycia węgla będzie zlokalizowana w Chinach i Indiach a sumaryczne zapotrzebowanie na węgiel w 2025 r. w rozwijających się krajach azjatyckich będzie stanowiło 53% światowego zapotrzebowania.

Reasumując, prognoza przewiduje, że paliwa kopalne (ropa, gaz, węgiel) będą pokrywały 87—88% światowego zapotrzebowania na energię co najmniej przez następne 20—30 lat.

W tabeli 1 zamieszczono dla porównania dane wcześniejszej prognozy (opublikowanej w 2001 także przez Energy Information Administration), opracowanej dla okresu 2000—2020. Owa wcześniejsza prognoza została obszerniej omówiona w przeglądzie [2]. Porównanie obu prognoz (tab. 1) ukazuje tylko niewielkie różnice w przewidywanych udziałach poszczególnych surowców w światowej produkcji energii.

Uwagę zwraca niski udział surowców odnawialnych w globalnej produkcji energii. Generalnie wynika on z tego, iż wprowadzenie nowych technologii na dużą skalę przemysłową wymaga kilkudziesięciu lat. Natomiast powody niskiego wzrostu produkcji energii jądrowej związane są z wysokimi kosztami przechowywania odpadów jądrowych (to zagadnienie bardziej szczegółowo omówiono w artykułach przeglądowych [3, 4]).

Przykładem niemożności (zarówno technologicznych jak i ekonomicznych) zrealizowania szybkiego wzrostu udziału energii odnawialnej czy jądrowej w okresie najbliższych 20—30 lat jest USA. Oceniono tam, iż wzrost produkcji energii odnawialnej będzie następował powoli i w 2025 r. jej udział wyniesie około 6% (tab. 1). Nie przewiduje się również znaczącego rozwoju produkcji energii nuklearnej. Co prawda, zdolność produkcyjna elektrowni nuklearnych w USA nieco wzrośnie (z 98 GW w 2001 r. do 99,6 GW w 2025 r.). Jednakże, wzrost będzie wynikiem poprawy działania istniejących instalacji — a nie budowy nowych.

TABELA 1. Udział surowców energetycznych w światowej produkcji energii [%]

TABLE 1. Fuel mix in global energy production [%]

Prognoza do roku:	ŚWIAT		USA
	2020	2025	2025
Ropa naftowa	40—41	38—39	41
Gaz ziemny	28	27	26
Węgiel	19—20	22	20,5
Surowce kopalne, razem:	87—89	87—88	87,5
Odnawialne + hydroelektrownie	8	8	6
Energia jądrowa	3—4	4	6,5

Źródło: [1]

## Deponowanie dwutlenku węgla — nieuchronna konieczność

Jedną z konsekwencji produkcji energii z paliw kopalnych jest emisja dwutlenku węgla, gazu znanego z tego, iż powoduje efekt cieplarniany. W tabeli 2 przedstawiono dane dotyczące emisji dwutlenku węgla do atmosfery w wyniku spalania paliw kopalnych [1]. Podobne dane liczbowe brano były również pod uwagę przy prognozowaniu ocieplenia klimatu [5].

TABELA 2. Emisja dwutlenku węgla

TABLE 2. Carbon dioxide emission

Wyszczególnienie	Tona CO <sub>2</sub> /rok	Tona C/rok
Przed rewolucją przemysłową (przed 1863 r.)	0,4 · 10 <sup>9</sup>	0,11 · 10 <sup>9</sup>
2001	23,5 · 10 <sup>9</sup>	6,4 · 10 <sup>9</sup>
2020	33 · 10 <sup>9</sup>	9 · 10 <sup>9</sup>
2025	38 · 10 <sup>9</sup>	10,5 · 10 <sup>9</sup>

Źródło: [5]

Dane tabeli 2 wskazują na wzrost emisji dwutlenku o około 14 miliardów ton w 2025 roku w porównaniu z emisją w 2001 roku. Tak duży wzrost emisji dwutlenku węgla do atmosfery grozi znacznym ociepleniem klimatu, powodującym niebezpieczne konsekwencje [5].

Wydaje się, że jedynym rozwiązaniem dylematu wynikającego z nieuchronnego wzrostu światowej produkcji energii z paliw kopalnych — z jednej strony a równie nieuchronnym i niebezpiecznym wzrostem emisji dwutlenku węgla do atmosfery — z drugiej, jest wy-

dzielenie dwutlenku z gazów spalinowych oraz jego trwale deponowanie pod ziemią (zagadnienie to zostało bliżej omówione gdzie indziej [2, 6, 7, 8] na podstawie źródłowych prac).

## Relacje pomiędzy węglem a wodorem jako paliwem

W Raportach [1, 5] omawiających prognozy dotyczące przyszłości sektora produkcji energii nie uwzględniono ewentualnego wpływu zastosowania wodoru jako „paliwa przyszłości”. To zagadnienie zostało obszernie opracowane w ostatnio opublikowanym raporcie [9]. Jedną z zasadniczych konkluzji tam zawartych jest stwierdzenie, iż wprowadzenie nowych technologii użytkowania, a także magazynowania i dystrybucji wodoru jako paliwa wymaga kilku dziesiątków lat. W tym przejściowym okresie muszą działać i współdziałać i stary i nowy system produkcji energii. A zatem, ewentualny rozwój produkcji energii z wodoru, nie eliminuje konieczności użytkowania węgla, co najmniej do 2025 roku.

Ponadto, istnieje ścisły związek pomiędzy węglem a wodorem. Wynika on z faktu, iż w początkowym stadium masowej produkcji wodoru, będzie on produkowany nie tylko z gazu ziemnego, ale także z węgla [9]. Nie ma tu żadnej konieczności kosztownego opracowywania nowych technologii. Dobrze znane elementy produkcji wodoru z węgla to po pierwsze, zgazowanie węgla — technologia użytkowana m.in., w nowoczesnym procesie produkcji energii elektrycznej (IGCC — *Integrated Gasification Combined Cycle*). W wyniku zgazowania powstaje tzw. gaz syntezowy (mieszanina tlenku węgla, wodoru oraz mniejszych ilości pary wodnej i dwutlenku węgla). Gaz syntezowy może być następnie poddany reakcji z parą wodną (reforming) w celu zwiększenia zawartości wodoru w wyniku reakcji pomiędzy tlenkiem węgla a wodą. Ten etap jest także dobrze znany, ponieważ reforming gazu syntezowego jest stosowany do otrzymywania wodoru dla przemysłu rafineryjnego oraz produkcji nawozów amonowych. W związku z ewentualną, znacznie większą skalą produkcji wodoru jako paliwa, pojawi się jednak konieczność wydzielania dwutlenku węgla z produktu reformingu oraz jego sprężania, transportu i trwałego deponowania pod ziemią (podobnie jak wspomniana już konieczność wydzielania dwutlenku z gazów spalinowych).

## Produkcja i import węgla w Unii Europejskiej [1]

Ilości węgla występujące na międzynarodowym rynku węglowym są niewielkie w porównaniu ze światową konsumpcją. W 2001 r. sytuacja była następująca: światowy import węgla (650 milionów ton) wyniósł zaledwie 12% światowej produkcji węgla. Przewiduje się, że w 2025 r. import węgla co prawda wzrośnie (826 mln ton), ale jego udział zmieni się

niewiele i wyniesie 11% światowego zapotrzebowania. W przyszłości dotychczasowa równowaga pomiędzy popytem a podażą na rynku węglowym może ulec zaburzeniu. Źródłem niepewności są Chiny. Obecnie trudno przewidzieć czy Chiny staną się głównym importerem, czy też eksporterem węgla [1].

W roku 2001 cztery kraje zachodnioeuropejskie produkowały w sumie 85 milionów ton węgla:

- ◇ Wielka Brytania — 35 mln ton,
- ◇ Niemcy — 32 mln ton,
- ◇ Hiszpania — 16 mln ton,
- ◇ Francja — 2 mln ton.

W tym samym roku, do zachodniej Europy sprowadzono 220 mln ton, czyli niemal trzykrotnie ( $220 : 85 = 2,59$ ) więcej węgla niż tu wyprodukowano. Niemal cały import odbywał się drogą morską i pochodził z następujących krajów:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| ◇ Płd. Afryka — 63 mln Mg,   | Polska — 22 mln Mg,                    |
| ◇ Australia — 41 mln Mg,     | Fed. Rosyjska — 19 mln Mg,             |
| ◇ Płd. Ameryka — 29,5 mln Mg | Kanada + Chiny + Indonezja — 25 mln Mg |
| ◇ USA — 22 mln Mg            |  |

Prognozy zarówno do 2010 r. jak i do 2025 r. nie przewidują żadnych istotnych zmian w wielkości i strukturze importu węgla do Europy, poza dwoma wyjątkami — znacznym spadkiem importu węgla z Polski oraz z USA. Spadek importu z USA nastąpi na skutek przewidywanego wzrostu zużycia węgla wewnątrz USA.

Z pewnego punktu widzenia, zarówno wielkość jak i struktura importu węgla do Europy jest zadziwiająca. Nie mają one nic wspólnego z bezpieczeństwem energetycznym Unii Europejskiej tak w obecnym jak i poszerzonym składzie. Zagrożenie importu węgla do Europy drogą morską jest realne. Jak podaje Biuletyn Międzynarodowego Biura Morskiego, w pierwszej połowie 2003 roku doszło do 165 napadów na okręty na pełnym morzu i do 9 porwań statków. W porównaniu z analogicznym okresem roku 2002, liczba ataków na morzu wzrosła aż o 37%. Oczywiście można by zorganizować w przyszłości bezpieczny, konwojowany transport, ale nie ulega wątpliwości, iż spowodowałoby to znaczny wzrost kosztów transportu węgla, a więc i wzrost ceny importowanego węgla. W tej sytuacji wzrost produkcji węgla w Polsce i jego sprzedaż na terenie Unii wydaje się znacznie lepszym rozwiązaniem.

## Wnioski

1. Prognozy światowe przewidują wzrost zużycia ropy, gazu i węgla do produkcji energii, co najmniej przez najbliższe 20—30 lat. Wiąże się to z opinią, iż realizacja na dużą skalę nowych technologii produkcji i użytkowania energii z odnawialnych surowców oraz użytkowania wodoru jako paliwa, wymaga wielu lat.

2. Sytuacja polityczna może doprowadzić do zaburzeń w światowym handlu ropą naftową i w konsekwencji — do większego zużycia węgla od przewidywanego w prognozach.

3. W związku z drastycznym wzrostem emisji dwutlenku węgla, powodowanej produkcją energii z paliw kopalnych, nieuchronna staje się konieczność wydzielenia CO<sub>2</sub> ze spalin oraz jego deponowania pod ziemią, niezależnie od tego, czy energia będzie produkowana z ropy, gazu czy węgla.

4. Produkcja energii w Unii Europejskiej jest i będzie w znaczącym stopniu uzależniona od paliw kopalnych, w tym od węgla. Obecny stan polegający na imporcie większości węgla do UE drogą morską, nie zapewnia bezpieczeństwa energetycznego Unii.

5. Racjonalne rozwiązanie winno polegać na wzroście wydobycia węgla w Polsce i częściowym zastąpieniu przezeń zamorskiego importu węgla przez Unię Europejską.

## Literatura

- [1] International Energy Outlook 2003. Energy Information Administration — Department of Energy, USA .
- [2] MARZEC A., 2003 — Emisja dwutlenku węgla z paliw kopalnych — klimatyczne i społeczne konsekwencje. Nafta-Gaz nr 4, s. 173—180.
- [3] MARZEC A., 2000 — Ekologia a energetyka jądrowa. Karbo nr 7, s. 233—234.
- [4] MARZEC A., 2000 — Energetyka jądrowa w USA. Energia, październik, s. 52.
- [5] Intergovernmental Panel on Climate Change. 3<sup>rd</sup> Assessment Report: “Climate Change 2001 — The Scientific Basis”, Summary, 2001. IPCC Secretariat. Geneva. 97 pages.
- [6] MARZEC A., 2002 — Carbon dioxide emission from fossil fuels: Major component of greenhouse gases. Polish J. Applied Chemistry No 3—4, s. 143—149.
- [7] TARKOWSKI R., 2003 — Podziemne magazynowanie dwutlenku węgla z energetyki w Polsce. Polityka Energetyczna t. 6, s. 321—331.
- [8] ULIASZ-MISIAK B., 2003 — Instrumenty ekonomiczne stosowane w celu ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w Europie i Polsce. Polityka Energetyczna t. 6, s. 377—387.
- [9] National Research Council. “The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs”. The National Academies Press, Washington D.C. 2004.

# Future world energy production — Energy safety of the European Union — Coal mining in Poland

## Abstract

The International Energy Outlook (by Energy Information Administration, Washington D.C., 2003) shows continuing significant growth of worldwide energy demand, at least by 2025. High contribution of the fossil fuels (~ 87%) in energy production seems to be inevitable. Coal will represent 22—23% share in the energy production. The separation of carbon dioxide from flue gases and its underground sequestration is essential for the present and near future energy system. According to the Hydrogen Economy Report (by the National Research Council, Washington D.C., 2004), new hydrogen-based technologies will require a transition period of several decades during which the old and new energy system must operate simultaneously. Therefore, a wide usage of coal cannot be excluded, at least by 2025.

The import of coal ( $220 \cdot 10^6$  t/y) in the European Union is almost 3-fold higher compared with the Union own coal mining production (data of 2001). Majority of the import is derived from distant world regions via marine transport. The energy safety of EU seems to be questionable because of a future instability of the international coal (as well as petroleum) market and of marine terrorism activities. The circumstances in question indicate, an increase of coal production in Poland and its usage within the European Union (in place of the imported coal) would significantly contribute to the energy safety of the EU.

**KEY WORDS:** 2025 energy prognosis, future energy demand, fossil fuels share, coal share, EU coal import, marine terrorism, EU energy safety