

Materiały XXIII Konferencji z cyklu  
*Zagadnienia surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej*  
Zakopane, 11–14.10.2009 r.  
ISBN 978-83-60195-57-4

Anna MARZEC\*

## O kontrowersjach wokół emisji gazów cieplarnianych i co z tego wynika dla energii odnawialnej

**STRESZCZENIE.** Perspektywa wprowadzenia energii odnawialnej w miejsce dotychczasowej produkcji energii z paliw kopalnych, spowodowała uformowanie się trzech obozów. Zajmują one różne stanowiska wobec problemu ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery, a w związku z tym – także różny punkt widzenia na konieczność zasadniczej zmiany w sposobie produkcji energii. Partia racjonalistów, biorąc pod uwagę wyniki klimatologicznych badań, mobilizuje opinię publiczną wokół działań zmierzających do fundamentalnych zmian w sektorze produkcji energii.

Partia opozycjonistów broni *status quo* w tym sektorze ze znanych im powodów, choć sprzecznych z wynikami badań naukowych.

Natomiast prawdziwym wyzwaniem jest trzeci obóz, w którego skład wchodzi rządzący tzw. krajów rozwijających się, zamieszkałych przez około 80% światowej populacji. Dla wielu z nich priorytetem jest rozwój ekonomiczny w celu likwidacji panującego tam głodu i biedy. Natomiast zmiany klimatu i energia odnawialna to dla nich problemy drugorzędne.

Losy energii odnawialnej w tych krajach zdecydują o przyszłości globalnego klimatu. Dlatego niezwykle ważna jest integracja światowej polityki rozwoju energetyki odnawialnej z priorytetami krajów rozwijających się.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ocieplenie klimatu; emisja CO<sub>2</sub>; energia odnawialna; energia wiatrowa; energia solarna; IGCC; IPCC; kraje rozwijające się; koszty energii elektrycznej

---

\* Prof. dr hab. inż., em. — Zakład Karbochemii PAN; e-mail: marzec@neostrada.pl

Problem ochrony klimatu przed nadmiernym ociepleniem doprowadził do powstania trzech „obozów – bloków” zajmujących różne stanowiska wobec potrzeby redukcji emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery i produkcji czystej energii.

## 1. Obóz racjonalistów

Do tego obozu należą przede wszystkim środowiska naukowców. Jednym z pierwszych przejawów uznania przez nich doniosłego znaczenia ochrony klimatu przed nadmiernym ociepleniem, była zarówno organizacja Światowej Konferencji Klimatycznej w 1979 r. jak i jej przebieg. Następnie, w latach 1985–1990 zorganizowano dziewięć międzynarodowych konferencji środowisk naukowych, zajmujących się badaniami klimatu. Dalszy ważny krok, to utworzenie w 1988 r. Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (IPCC). Panel powstał z inicjatywy ONZ oraz Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO). IPCC to instytucja z którą współpracuje około 2500 naukowców (w tym ośmiu laureatów Nagrody Nobla), wywodzących się z ponad stu państw-członków ONZ [1, 2].

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, iż działalność IPCC jest finansowana przez ONZ i nie ma związku z jakimkolwiek lobby przemysłowym czy finansowym. Panel opublikował cztery kolejne Raporty (w latach 1990, 1995, 2001 i 2007), w których przedstawił postępy w naukowych badaniach nad zmianami klimatu i ich przyczyną. Kilkuetapowa procedura [3] opracowywania Raportów przez kolejne różne zespoły specjalistów, zapewnia im naukową obiektywność. Najbardziej istotne wnioski wynikające z Raportów: /i/ stwierdzono bardzo wysokie prawdopodobieństwo, iż przyczyną zachodzących zmian klimatu jest działalność ludzi (głównie spalanie paliw kopalnych) oraz /ii/ bezwzględnie konieczne jest jak najszybsze ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w skali światowej. Warto tu przytoczyć choćby takie dane z Czwartego Raportu; w okresie 1970–2004 emisja GHG z sektora produkcji energii wzrosła o 145%, z sektora transportu o 120%, z przemysłu o 65%, a z pozostałych działów o 40%. Świadomość wielce niebezpiecznych konsekwencji braku przeciwdziałania wciąż wzrastającej emisji gazów cieplarnianych spowodowała, iż w czerwcu 2007 r. przedstawiciele rządów państw – które w sumie emitowały w 1990 r. około 55% światowej emisji – zobowiązali się do jej ograniczenia, w ramach tzw. Protokołu z Kyoto. To jednak nie wystarczy – konieczne są dalsze zobowiązania dotyczące także pozostałych państw – w tym w pierwszym rzędzie USA i Chin, które łącznie emitują [4] około 41% światowej emisji (dane dla 2006 r.).

Kolejną, bardzo aktywną organizacją naukową jest Narodowa Rada Badań w USA (*National Research Council – NRC*), organ amerykańskich Akademii Nauk. NRC prowadzi zarówno badania w zakresie zmian klimatycznych, jak i działalność popularyzującą wiedzę na ten temat wraz z zaleceniami opisującymi, jakich zmian należy dokonywać w różnych sektorach światowej gospodarki oraz w jaki sposób przygotowywać poszczególne stany USA na zachodzące zmiany klimatu. Opublikowane w czerwcu 2009 r. oświadczenie [5a] oraz obszerny Raport [5b], wskazują na potrzebę bardzo pilnych działań zapobiegających emisji GHG. Opis zjawisk zmieniającego się klimatu i wnioski są zbieżne z wnioskami IPCC.

Do wezwań o jak najszybszą redukcję emisji CO<sub>2</sub> dołączył ostatnio międzynarodowy Panel [6], zrzeszający blisko 100 Akademii Nauk (*Interacademy Panel – IAP*). W raporcie pt., „IAP

Statement on Ocean Acidification” opublikowanym w czerwcu 2009 r., opisano niepokojące zmiany w biosferze mórz jakie już nastąpiły oraz ich negatywne skutki, nieodwracalne w skali tysięcy lat. Podkreślono, że stężenie CO<sub>2</sub> w atmosferze szybko wzrasta (obecne wynosi 387 ppm). Jeśli dotychczasowa tendencja wzrostowa nie zostanie zahamowana, to około 2050 roku nastąpi zakwaszenie wód morskich w stopniu wyższym od poziomu, jaki kiedykolwiek miał miejsce w okresie minionych kilkudziesięciu milionów lat.

Oprócz dotąd wymienionych, do obozu racjonalistów należy również wiele innych organizacji naukowych, a także środowiska polityczne i organizacje pozarządowe (NGO), zaangażowane w ochronę klimatu przed nadmiernym ociepleniem. Między innymi, w tym obszarze działa Partia Zielonych w Parlamencie Europejskim, a w Polsce – organizacja „Zieloni 2004”.

## 2. Obóz oponentów

Ten obóz, pozostający w opozycji do pierwszego, ma bardziej zróżnicowany skład. W pierwszym rzędzie należą tu „lobbyści” sektora paliw kopalnych oraz ci ekonomiści, którzy sądzą, że koszty zapobiegania emisji GHG będą wyższe od kosztów, jakie trzeba będzie ponieść na ochronę zagrożonych regionów w przypadku nie podejmowania żadnej aktywności na rzecz zapobiegania ociepleniu. Często trudno o rzeczową dyskusję pomiędzy zwolennikami jednego i drugiego obozu, wobec np., takich imperatywów: „najważniejszą dla mnie sprawą jest moja nietykalna pozycja wyjątkowo zamożnego człowieka, reprezentanta sektora zagrożonego przez działania ograniczające emisję dwutlenku węgla” lub „nie ma niczego ważniejszego od niczym niezakłóconego trwania obecnego systemu gospodarczego”.

Następną grupę (w obozie oponentów) stanowią ci, którzy uważają, że ocieplenie klimatu jest spowodowane naturalnymi przyczynami a nie – działalnością ludzką. Tu często odwołują się do faktu, iż w latach 950–1300, w Europie panował klimat cieplejszy od obecnego, poczym ponownie nastąpiło oziębienie i stabilizacja do około 1800 r. Według ich opinii także obecne ocieplenie nie ma związku z wysoką emisją CO<sub>2</sub> powodowaną przez człowieka. Ich krytyczne stanowisko prawdopodobnie przyczyniło się do przeprowadzenia wnikliwych badań zmian średniej globalnej temperatury i zawartości CO<sub>2</sub> w atmosferze, na przestrzeni kilkuset tysięcy lat. Wyniki przedstawiono w Czwartym Raplocie IPCC w rozdziale „Paleoclimate” [7], jak i w ostatnim Raplocie NAS [5b]. Odpowiedź (w wielkim skrócie): poprzednie zmiany temperatury przebiegały wolno, w czasie tysiącleci. Obecne ocieplenie oraz ostry wzrost stężenia CO<sub>2</sub> nastąpiły w okresie nieco krótszym od 100 lat i wyraźnie widoczny jest ich związek z burzliwym wzrostem zużycia paliw kopalnych do produkcji energii. Jednak niektórzy z oponentów dalej są głosicielami własnej opinii. Można sądzić, że nie zadali sobie trudu przeczytania opublikowanych naukowych argumentów. Podobnie przedstawia się sprawa rzekomego związku obecnego ocieplenia ze zmienną aktywnością słońca [5b, 7]. Albo z twierdzeniem, iż wyższa koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze przyniesie korzyści, bowiem przyczyni się do intensywnego wzrostu roślin. Nie jest to pewne wobec faktu, iż w fotosyntezie uczestniczy nie tylko CO<sub>2</sub>, ale także woda i składniki mineralne gleby. Na obszarach, na których występuje brak wody lub wyjałowienie gleby – bujniejszy wzrost masy roślinnej jest niemożliwy. Przykładem jest obszar środkowej Afryki, położony na południe od Sahary [8]. Długotrwałe susze oraz

prymitywny poziom rolnictwa, powodujący wyjałowienie gleby, doprowadziły tam do zaniku pastwisk i terenów rolnych, mimo większej niż kiedykolwiek zawartości CO<sub>2</sub> w atmosferze.

„Wishful thinking” zakorzeniony jest jednak mocno w niektórych środowiskach, a niejednokrotnie jest także stymulowany obawą, iż koszty zapobiegania nadmiernemu ociepleniu będą bardzo wysokie.

### 3. Kraje rozwijające się

Trzeci obóz obejmuje ponad sto krajów o niskim lub średnim stopniu rozwoju społeczno-gospodarczego (kategoryzacja na podstawie indeksu HDI, wprowadzonego przez Program Rozwoju ONZ). Zamieszkałe są przez 5,3 miliarda ludzi [8], co stanowi 80% światowej populacji wynoszącej 6,7 miliarda (dane dla 2007 r.). Współcześnie, udział krajów rozwijających się, w globalnej emisji CO<sub>2</sub> generowanej w procesach produkcji energii, wynosi około 43% [4].

Dla wielu z nich podstawowym, najpilniejszym problemem jest walka z ubóstwem. W kilkudziesięciu krajach, 50–90% populacji ma do dyspozycji mniej niż 2 USD/dzień [9] w tym – ponad 25% populacji żyje z dochodu, wynoszącego mniej niż 1 USD/dzień. Nic więc dziwnego, że zapobieganie nadmiernemu ociepleniu klimatu jest dla rządów wielu tych krajów zagadnieniem co najwyżej drugorzędym. Zwłaszcza, że dysponują następującym argumentem. W krajach rozwiniętych średnia ilość emitowanego CO<sub>2</sub> w ciągu roku, przypadająca na jednego mieszkańca wynosiła 10 ton, a w ich krajach średnie, roczne wartości to zaledwie 0,3 tony i 2,5 tony *per capita* (odpowiednio dla słabo i średnio rozwiniętych). Zatem ich odpowiedzialność za ocieplenie klimatu jest minimalna, w porównaniu z krajami rozwiniętymi. Kraje te niewątpliwie będą dążyć do zwiększenia produkcji energii w ilości potrzebnej do likwidacji braku żywności i do poprawy warunków bytowania.

Stopień globalnego ocieplenia zależy zatem od tego, w jaki sposób w tych krajach w bliskiej przyszłości będzie produkowana energia [10]. Szczególnie ważne jest i będzie stanowisko Chin i Indii, które zaludnione są w sumie przez blisko 38% wszystkich mieszkańców ziemi [9].

### 4. Poszukiwanie rozwiązań

Właściwym rozwiązaniem dla świata byłaby produkcja energii solarnej i wiatrowej. Natomiast produkcja energii z biopaliw winna być w wysokim stopniu ograniczona [11], tak aby nie była konkurencyjna w stosunku do produkcji żywności i nie powodowała zniszczeń w środowisku.

Jest jednak oczywiste, że nie uda się tych celów zrealizować bez współpracy pomiędzy krajami o niskim stopniu rozwoju społeczno-gospodarczego a krajami rozwiniętymi. Te ostanie muszą dokonać tam implementacji nowych technologii produkcji energii i to niemal równocześnie z ich intensywnym rozwojem na własnym terenie. Dla krajów rozwiniętych sytuacja jest tym bardziej trudna, ponieważ na własnym terenie muszą także walczyć z kryzysem.

Autorzy artykułu [1] konkludują, iż rozwiązaniem winne być projekty, które równocześnie przyczyniają się do ochrony klimatu oraz do zwiększenia zatrudnienia w obu regionach świata

i poprawy warunków życia w krajach rozwijających się. Dla krajów rozwijających się, nie do przyjęcia byłoby bowiem priorytetowe traktowanie wyłącznie ochrony klimatu czy środowiska.

Jak wskazuje przykład Brazylii, nie do przyjęcia jest również priorytetowe traktowanie rozwoju gospodarczego nawet wówczas, kiedy jest oparty o wzrost produkcji biopaliw i ich eksport. Co prawda, brazylijski program doprowadził do znacznych ekonomicznych korzyści [1] w postaci 900 tysięcy nowych, nieźle płatnych miejsc pracy, a także do redukcji importu ropy naftowej (w okresie 1975–2002 zaoszczędzono na imporcie 52 miliardy USD) oraz do redukcji zanieczyszczenia powietrza w miastach brazylijskich (poprawiono w nich w ten sposób warunki zdrowotne). Ale równocześnie w latach 1990–2005 w Brazylii znikły lasy [12, 13] na powierzchni 423 tysięcy km<sup>2</sup> (obszar większy niż całkowita powierzchnia Polski!). Stało się tak głównie z powodu wzrostu powierzchni upraw roślin biopaliwowych – kosztem lasów. W rezultacie, Brazylia znalazła się na pierwszym miejscu w świecie pod względem wielkości zlikwidowanych obszarów leśnych [12, 13].

Nie ulega wątpliwości, iż w poszukiwaniach właściwej drogi, niezbędna jest aktywność rządów w zakresie nowych regulacji prawnych, pomocy finansowej oraz rzetelnej informacji.

Jako przykład skutecznego interwencjonizmu państwa, warto przypomnieć działanie rządu USA w okresie kryzysu lat trzydziestych ubiegłego wieku. Utworzono wówczas rządową Administrację Postępu Prac, która przez 8 lat była największym pracodawcą i zostawiła po sobie nie tylko drogi, parki, lotniska i stadiony, ale także doprowadziła elektryczność do niemal każdego amerykańskiego domu. W Holandii już w 1991 r. wprowadzono system gwarantowanej pracy przy robotach publicznych i w organizacjach *non-profit*. Jego celem było ułatwienie startu młodym ludziom, rozpoczynającym aktywność zawodową. Inny przykład to działania rządu w Argentynie w związku z kryzysem, który tam wystąpił już w 2001 roku. Tu także wprowadzono system gwarantowanej pracy m.in. przy robotach publicznych.

Takie rozwiązania należałoby zastosować obecnie i włączyć elementy budowy energetyki odnawialnej do zakresu prac publicznych.

Jest także nadzieja, że sektor prywatny włączy się do przebudowy obecnego systemu produkcji energii elektrycznej, z uwagi na spadkową tendencję kosztów wytwarzania tej energii z niektórych surowców odnawialnych.

Ostatnio opublikowano dane z terenu USA na temat kosztów produkcji energii elektrycznej, obejmujących koszty inwestycyjne, surowcowe i operacyjne [14]. Poniżej podano je (USD centy/kW·h) dla następujących form energii pierwotnej:

- ❖ wiatrowa (*offshore*) – 2,6,
- ❖ hydroelektrownie – 2,8,
- ❖ wiatrowa (*onshore*) – 5,6,
- ❖ geotermalna – 6,4,
- ❖ IGCC + CCS – 8,8,
- ❖ solarna (*via* ciepło) – 10,5–18,8,
- ❖ nuklearna – 24,0,
- ❖ solarna (fotowoltaika) – 39,0.

W tej sytuacji sektor paliwowo-energetyczny może stać się żywo zainteresowany inwestycjami i zyskami z energetyki solarnej i wiatrowej. Może on także zmienić dotychczasowe stanowisko niektórych swoich rzeczników, głoszących opinie o niecelowości ograniczenia

emisji CO<sub>2</sub>. W pewnych przypadkach, w obozie oponentów doprowadzi to do „wysychania” źródeł finansowania ich aktywności.

Warto również zwrócić uwagę, że produkcja energii elektrycznej za pomocą technologii IGCC (technologia bloku gazowo-parowego zintegrowana ze zgazowaniem węgla) połączonej z sekwestracją CO<sub>2</sub> jest bliska kosztom produkcji z energii geotermalnej oraz znacznie tańsza od nuklearnej [14].

## Literatura

- [1] SUDHAKARA B. Reddy, GAUDENZ B. Assenza, 2009 – The great climate debate. *Energy Policy*, vol. 37, 2997–3008.
- [2] MARZEC A., 2007 – Nagroda Nobla dla IPCC. *Energia i Przemysł*, nr 12.
- [3] IPCC Reports. [www.ipcc.ch/ipccreports/index.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/index.htm)
- [4] US Energy Information Administration. [www.eia.doe.gov/iea/overview.html](http://www.eia.doe.gov/iea/overview.html) i dalej: Table H.1co2
- [5] a) NRC Science Academies Urge Faster Response to Climate Change.  
[www.nationalacademies.org/morenews/20090611.html](http://www.nationalacademies.org/morenews/20090611.html)  
b) Global Climate Change Impacts in the United States. [www.globalchange.gov/usimpacts](http://www.globalchange.gov/usimpacts)
- [6] IAP statement on ocean acidification. [www.interacademies.net/CMS/About.aspx](http://www.interacademies.net/CMS/About.aspx)
- [7] IPCC Fourth Assessment Report, 2007. Working Group 1. Chapter 6: Paleoclimate.  
[www.ipcc/pdf/assessment-report/ar4-wg1-chapter6.pdf](http://www.ipcc/pdf/assessment-report/ar4-wg1-chapter6.pdf)
- [8] UN Environment Programme in the Regions. [www.unep.org/roa/Docs/pdf/ROA\\_2005.pdf](http://www.unep.org/roa/Docs/pdf/ROA_2005.pdf)
- [9] UNDP World Resources 2008: Data Tables. Population and Human Well-Being.
- [10] BLANFORD G.J., RICHELIS R.G., RUTHERFORD T.F., 2009 – Feasible climate targets; The roles of economic growth, coalition developments and expectations. *Energy Economics* (in print) doi: 10.1016/j.eneco.2009.06.003
- [11] MORIARTY P., HONNERY D., 2009 – What energy levels can the earth sustain? *Energy Policy*, vol. 37, issue 7, pp. 2469–2474.
- [12] UN Human Development Program. <http://hdrstats.undp.org/indicators/216.html>
- [13] MARZEC A., 2009 – Lasy na świecie. *Przegląd Komunalny*, nr 5.
- [14] SOVACOL B.K., WATTS Ch., 2009 – Going completely renewable: Is it possible? *The Electricity Journal*, vol. 22, issue 4, p. 95–111.

Anna MARZEC

## Global controversy around renewable energy

### Abstract

Near-future replacement of the energy produced so far, by renewable energy, has contributed to a formation of three parties. They express different opinions on reducing carbon dioxide emission and thus – they represent different points of view on the development of renewable energy.

The rationalists' party takes into account the climate science information and therefore – mobilizes public opinion for fundamental changes in energy sector. The oppositionists' party advocates no serious change, for a number of their reasons.

However, the great challenge presents the third party that includes governments of developing countries inhabited by app. 80% of global population. For most of them, economic development and energy production increase, pose the top issues on the way of overcoming hunger and poverty. Climate change and renewable energy are not priorities for majority of them.

Global climate change depends on near-future fate of renewable energy in the developing countries. Therefore, the global integration of renewable energy policy with the priorities of developing countries is of vital importance.

KEY WORDS: Climate warming; CO<sub>2</sub> emission; renewable energy; wind energy; solar energy; IGCC; rationalists; IPCC; opponents; developing countries; electricity costs

