

prof. Mieczysław Adam Gostomczyk, Joanna Krawczyk, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Kaliszu

## Wpływ CO<sub>2</sub> na zmianę klimatu - fakty i teorie

Wzrost średniej temperatury ziemi oraz stężenia dwutlenku węgla w atmosferze to fakt. Nawet jeśli badania stężenia dwutlenku węgla metodami chemicznymi prowadzone do lat 50. XX wieku pozostawiały wiele niejasności, to późniejsze, regularne pomiary z użyciem spektroskopii IR jednoznacznie wykazały, że stężenie CO<sub>2</sub> ma tendencję wzrostową.

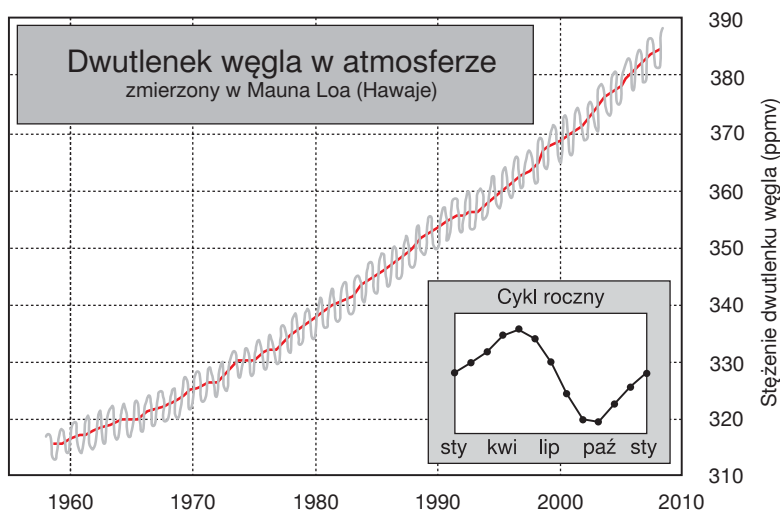
### ■ Zmiany temperatury i stężenia CO<sub>2</sub> w przeszłości

Szara linia na rys. 1 przedstawia roczne oscylacje koncentracji CO<sub>2</sub>. Wahania te związane są z faktem pochłaniania przez rośliny lądowe dwutlenku węgla na wiosnę i w lecie (w okresie od maja do października) i oddawaniem go do atmosfery w okresie jesienno-zimowym (opad liści i śmierć roślin jednorocznych). Czerwona linia przedstawia wartości roczne uśrednione. Jak można odczytać z wykresu, krzywa konsekwentnie i coraz szybciej rośnie.

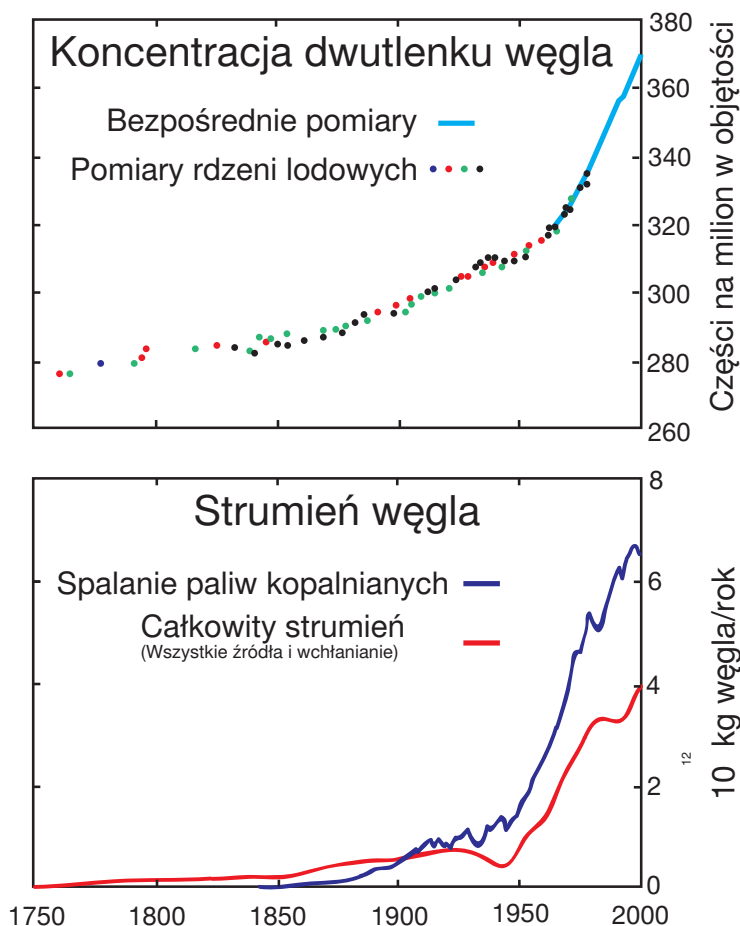
Zmianom koncentracji dwutlenku węgla w ciągu ostatnich 250 lat można się przyjrzeć jeszcze bliżej. Na rys. 2 możemy zaobserwować rosnące stężenie dwutlenku węgla wprost proporcjonalne do ilości spalanych przez nas paliw kopalnych. Wykres ten obrazuje, jak wiele dwutlenku węgla pozostaje w atmosferze po usunięciu jego części przez lądy i oceany.

Fakt, że źródłem nadwyżki dwutlenku węgla w atmosferze jest spalanie paliw kopalnych, można potwierdzić analizując koncentrację izotopów węgla w atmosferze. Spalanie paliw kopalnych powoduje uwolnienie do atmosfery izotopu <sup>12</sup>C, który następnie pobierany jest

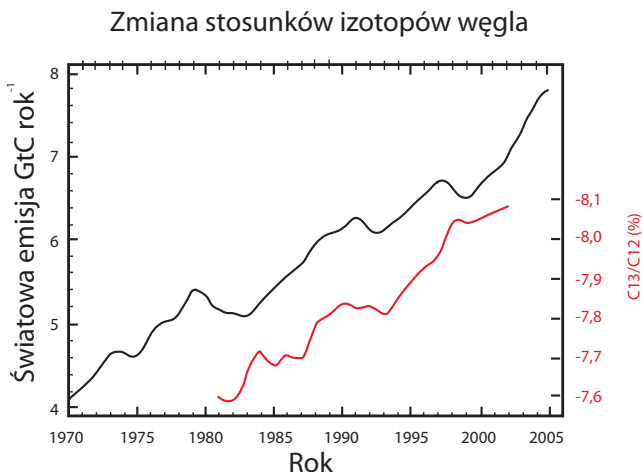
przez rośliny. W związku z tym obserwuje się coraz większą przewagę ilości węgla <sup>12</sup>C nad izotopem <sup>13</sup>C. Zmianę stosunku izotopów węgla ilustruje dodatkowo rys. 3. Stosunek C13/C12 ma coraz mniejszą wartość. Spadek od -7,6 % w 1980 r do -8,1 %, w 2000 r.



Rys. 1. Zmiany koncentracji CO<sub>2</sub> mierzone w obserwatorium na Mauna Loa na Hawajach (krzywa Keelinga) [1]



Rys. 2. Pomiary koncentracji CO<sub>2</sub> oraz porównanie całkowitego strumienia CO<sub>2</sub> i emisji ze spalania paliw kopalnianych w latach 1750-2000 [2]



Rys. 3. Zmiana stosunku izotopów węgla w latach 1970-2005 [1]

Dodatkowo pomiary paleoklimatyczne (głównie rdzeni lodowych) wykazały, że w przeciągu ostatnich kilkuset tysięcy lat górną granicą stężenia dwutlenku węgla była wartość około 300 ppmv. Zmiany stężenia następowały zgodnie z cyklami zlodowaceń, ale dynamika wzrostu nigdy nie była tak duża. Obecnie stężenie CO<sub>2</sub> sięga prawie 400 ppmv, a nagły wzrost ewidentnie zaczął się w dobie rewolucji przemysłowej (rys. 4).

Wszystkie powyższe fakty świadczą o tym, że dodatnia zmiana stężenia dwutlenku węgla w atmosferze jest spowodowana działalnością człowieka, a w szczególności wytwarzaniem energii przez spalanie paliw kopalnych.

#### ■ Realne możliwości utrzymania stężenia CO<sub>2</sub> na poziomie 350-400 ppm

Na wstępie musimy sobie zdać sprawę z tego, że walka o nieprzekroczenie limitu CO<sub>2</sub> w powietrzu rzędu 400 ppmv, jest przegrana jeśli emisja CO<sub>2</sub> z Chin, Indii, USA i Rosji będzie wzrastać. Na potwierdzenie tej tezy przytoczony został rys. 5, który jednoznacznie potwierdza fakt zmniejszającej się emisji CO<sub>2</sub> z Europy oraz niewspółmiernie wyższej emisji z Chin [4].

W związku z powyższym, wszelkie działania na rzecz ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> z Unii Europejskiej są działaniami pozbawionymi sensu, a wręcz mają cechy polityki samobójczej.

Powszechnie wiadomo, że koszty produkcji w pewnym stopniu zależą od ceny energii. Prowadzone w UE działania zmierzające do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> zwiększą koszt energii i europejskie towary będą droższe niż te wyprodukowane w Chinach (przy wzrastającej emisji CO<sub>2</sub>). Konsekwencją będzie zamykanie zakładów, bezrobocie i przenoszenie produkcji do krajów, w których nie ogranicza się emisji CO<sub>2</sub>. Oczywiście rozwój technologii odnawialnych i badania możliwości usuwania CO<sub>2</sub> ze spalin, przyczyniają się do rozwoju

techniki. Dopóki jednak sekwestracja CO<sub>2</sub> będzie droższa niż inne technologie ograniczania emisji CO<sub>2</sub>, to jej stosowanie nie powinno osiągnąć skali przemysłowej. Podobnie jest z innymi technologiami odnawialnymi (zastosowanie tylko na zasadach ekonomicznych) [5].

### ■ Dodatkowe możliwości

Jeśli przyjmujemy powyższe zasady (Unia), to mamy cały szereg innych możliwości ograniczania emisji CO<sub>2</sub>.

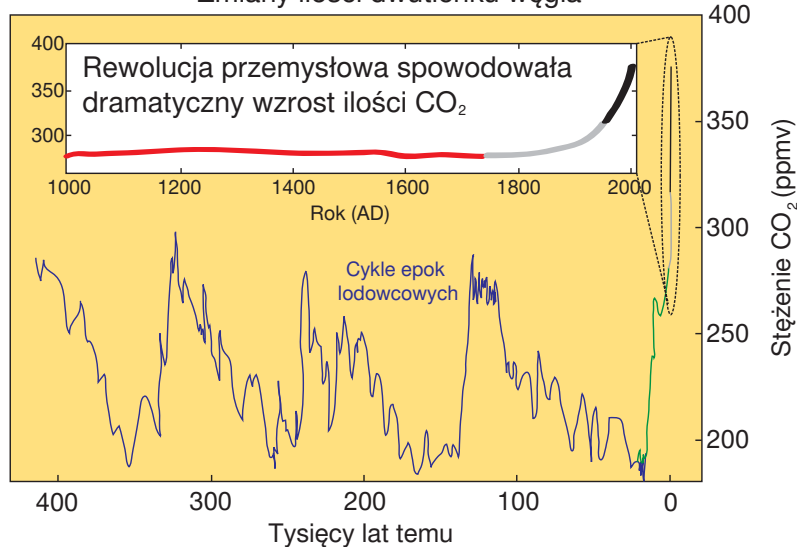
#### □ Oszczędność energii

Gdyby cały wysiłek organizacyjny i finansowy (Unii) na spalanie biomasy skierować na opracowanie zasad premiowania oszczędności energii, to niewątpliwie osiągnięto by znaczne rzeczywiste ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> (spalanie biomasy ani nie ogranicza emisji CO<sub>2</sub>, ani nie przyczynia się do zmniejszania stężenia CO<sub>2</sub> w powietrzu). Jest jedynie słuszną, jako punktowe źródło energii w gospodarkach lokalnych (ograniczenie kosztów transportu i wykorzystanie lokalnych rezerw stomy, trocin i innych odpadów) [5].

#### □ Zalesianie

Drzewa pobierają CO<sub>2</sub> z powietrza, zmniejszając jego stężenie. Szybkość wzrostu roślin i drzew zależy między innymi od stężenia CO<sub>2</sub> w powietrzu. Powszechnie stosowane jest zwiększanie stężenia CO<sub>2</sub> w szklarniach, gdzie CO<sub>2</sub> dostarczane jest w butlach. Należy zatem zwiększać powierzchnie upraw roślin energetycznych i lasów. Inwestycje (zakup gruntu, sadzonek, uprawa, nawożenie np. osadem ściekowym, nawadnianie, ścinanie, suszenie, rozdrabnianie) są kosztowne i nierentowne w przypadku drobnych gospodarstw. Opłacalne mogą być tylko dla elektrowni i innych dużych zakładów, emitujących i płacących za emisję CO<sub>2</sub>. Takim zakładom na pewno opłaca się naturalne usuwanie CO<sub>2</sub>, w porównaniu z absorpcją, desorpcją i transportem pod ziemię [5].

### Zmiany ilości dwutlenku węgla



Rys. 4. Wynik pomiaru zmian koncentracji CO<sub>2</sub> w atmosferze w przeciągu ostatnich 400 tysięcy lat na podstawie rdzeni lodowców [4]

#### □ Energetyka jądrowa

Przy wydobyciu, wzbogacaniu uranu, transporcie i budowie elektrowni jądrowej, emituje się dużo CO<sub>2</sub> (nie spotkałem się jeszcze z publikacją, która racjonalnie przelicza nieuniknione emisje CO<sub>2</sub>). Tym niemniej można założyć, że w porównaniu z podobnymi emisjami CO<sub>2</sub> przy budowie elektrowni węglowych czy gazowych, elektrownia jądrowa emituje o 95% CO<sub>2</sub> mniej, niż elektrownia węglowa. Budowa elektrowni jądrowych jest zatem nieuniknioną koniecznością w XXI wieku.

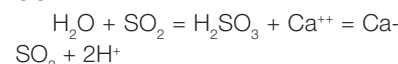
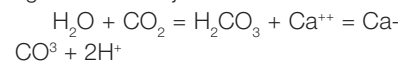
#### □ Inne możliwości

Każda technologia wytwarzania energii z minimalną emisją CO<sub>2</sub>, a przede wszystkim wykorzystująca energię wiatru, wody, słońca czy wód geotermalnych, powinna być stosowana. Warunkiem jest tylko opłacalność przy określonej lokalizacji.

#### □ Transport

Wzrastająca emisja CO<sub>2</sub> z transportu samochodowego, nie wzbudza specjalnego zainteresowania Urzędników Unii. Od czasu do czasu pojawiają się sygnały o limicie emisji CO<sub>2</sub> dla samochodów, ale bardzo trudno jest

znaleźć konkretne rozwiązania. Można by np. stosować premie dla producentów samochodów o najniższej emisji CO<sub>2</sub>/100 km lub premiować użytkowników takich samochodów. Jest to jednak bardzo trudne. Realną możliwością ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> z silników samochodowych, to samochody z napędem elektrycznym. Tempo wzrostu ilości takich samochodów na ulicach miast zależy obecnie tylko od polityków (ustawy, rozporządzenia, dotacje). O trudnościach z ograniczeniem emisji zanieczyszczeń powietrza ze statków, najlepiej świadczą prowadzone od 10 lat próby ograniczania emisji SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> ze statków pływających po wodach europejskich (emisja SO<sub>2</sub> = 3 mln ton/rok). Limit dla Polski to około 0,5 mln ton/rok (energetyka). Usuwanie SO<sub>2</sub> czy CO<sub>2</sub> ze statków jest stosunkowo proste. Woda morską ma pH 7,5-8 i ma dużą zawartość wapnia. Zraszanie spalin wodą morską w prostych skrubkach, spowoduje usunięcie SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> zgodnie z reakcjami:



Powstałe w wyniku reakcji trudno

rozpuszczalne sole  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{CaSO}_3$  (utleni się do  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), osiada na dnie morza czy oceanu (woda morska oprócz  $\text{NaCl}$  zawiera również  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{CaHCO}_3$ ).

Wzrastający transport lotniczy też powoduje wzrost emisji  $\text{CO}_2$ . Aktualnie są niewielkie możliwości zmniejszenia emisji. W przyszłości zastąpienie benzyny wodorem (opracowanie bezpiecznych warunków tankowania i ekonomicznej produkcji wodoru).

#### □ Energetyka węglowa

Na obecnym etapie rozwoju, wszelkie głosy o możliwości odejścia od wytwarzania energii w Polsce z węgla kamiennego i brunatnego, są nie tylko nieuzasadnione, ale wręcz szkodliwe. Tylko energia z węgla daje nam niezależność i w związku z tym należy zrobić wszystko co możliwe, aby poprawić sprawność energetyczną elektrowni z obecnych około 33% do 45%, co znacznie ograniczy emisję  $\text{CO}_2$ .

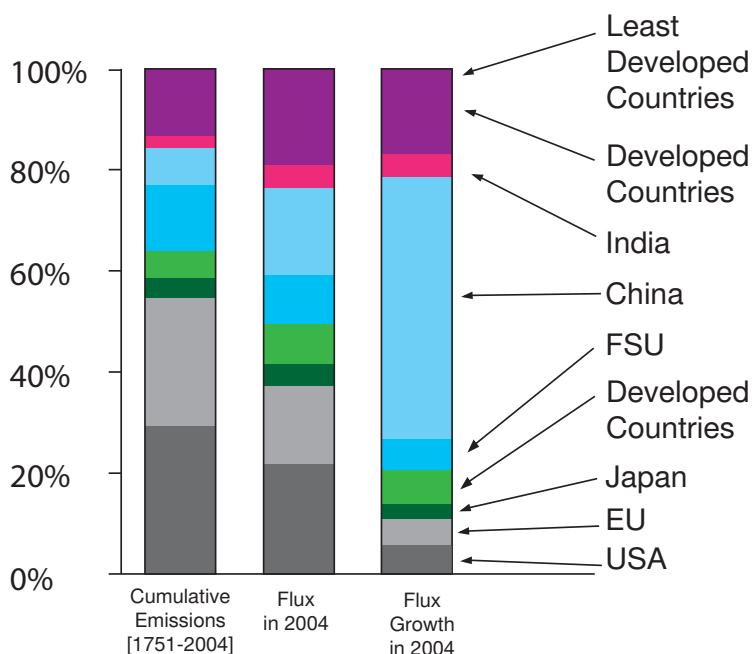
Oczywiście jak już wspomniano poprzednio, celowe jest wybudowanie w najbliższym pięćdziesięcioleciu kilku elektrowni atomowych. Ważnym elementem w tej dziedzinie byłoby poszukiwanie możliwości odbudowy lub budowy własnych kopalni uranu.

#### □ Wnioski

Wzrost emisji i stężenia  $\text{CO}_2$  w powietrzu to realne zagrożenie, dlatego należy dążyć do stabilizacji globalnego średniego stężenia  $\text{CO}_2$  w powietrzu na poziomie  $< 450$  ppmv w najbliższych 50 latach.

Taka stabilizacja nie będzie możliwa bez ograniczenia emisji  $\text{CO}_2$  z Chin [rys. 5].

Wszelkie działania (dyrektywy UE, itp.) nad ograniczeniem emisji  $\text{CO}_2$  z krajów UE, mają jedynie wymiar moralny, gdyż emisja  $\text{CO}_2$  z krajów UE ma tylko minimalny wpływ na emisję globalną. Działania te (sekwestracja) mogą przyczynić się do spadku konkurencyjności europejskich towarów, a w konsekwencji do wzrostu bezrobocia i zubożenia społeczeństwa.



Rys. 5. Emisja  $\text{CO}_2$  przed 2004, w 2004 i obliczony stopień wzrostu emisji po 2004 r. [4]

Jedyną realną możliwością ograniczenia emisji  $\text{CO}_2$  z UE (nie powodującą negatywnych skutków), to szeroki (dotowany) program oszczędności energii i zalesianie wszystkiego co możliwe, łącznie z programem nawadniania obszarów z zanikającą roślinnością, np. w Hiszpanii. Oczywiście należy rozwijać programy wykorzystania energii słońca i wiatru oraz z innych źródeł, np. geotermalnych, czy przyptywów mórz i oceanów.

Należy dążyć do ograniczenia emisji  $\text{CO}_2$  z elektrowni węglowych przez zwiększenie sprawności wykorzystywania energii chemicznej paliwa np. do 40-45%. Istotne jest również rozwijanie możliwości wykorzystywania energii cieplnej (kogeneracja), ale to program na najbliższe 30 lat. Nie ma możliwości rezygnacji z energetyki węglowej w Polsce. Należy ją stopniowo unowocześniać i dostosowywać do możliwości ograniczania emisji  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  i rtęci.

Spalanie biomasy nie zmniejsza stężenia  $\text{CO}_2$  w atmosferze, ale pozwala na racjonalne jej wykorzystanie w tak zwanej energetyce rozproszonej.

Wprowadzanie natomiast różnych form biomasy (tej z upraw energetycznych) pod ziemię, niewątpliwie przyczyni się do spadku stężenia  $\text{CO}_2$  w powietrzu. Wariant ten można stosować tylko w przypadku, gdy będzie tańszy od sekwestracji [5].

Energetyka jądrowa to realna możliwość zmniejszania stężenia  $\text{CO}_2$  w powietrzu i nie ma powodów, aby Polska była pozbawiona elektrowni atomowych.

#### ■ Literatura:

- [1] [http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Mauna\\_Loa\\_Carbon\\_Dioxide.png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Mauna_Loa_Carbon_Dioxide.png).
- [2] [http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Carbon\\_History\\_and\\_Flux\\_Rev.png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Carbon_History_and_Flux_Rev.png).
- [3] [http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Carbon\\_Dioxide\\_400kyr\\_Rev.png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Carbon_Dioxide_400kyr_Rev.png).
- [4] Richardson K.et, all, CLIMATE CHANGE Copenhagen 2009.10-12 March, www.climatecongress.ku.dk.
- [5] Gostomczyk M. A., Ochrona atmosfery w energetyce i przemyśle, „Nowa Energia” -Ochrona środowiska, styczeń 2010. □