

Jak zahamować globalne zmiany klimatu?

Najbardziej optymistyczny wariant spośród prognoz opracowanych przez Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu (IPCC) przewiduje, iż do 2100 r. zawartość gazów cieplarnianych w atmosferze wzrośnie do ok. 600 ppm, zatem będzie ponad dwukrotnie wyższa od poziomu w okresie przedindustrialnym.

Spowoduje to wzrost średniej temperatury powierzchni lądów o ok. 3 do 4°C w porównaniu z temperaturą w latach 1980-2000. Dlatego nawet ten „najbardziej optymistyczny” wariant nie napawa optymizmem. W tej sytuacji wymagają ujawnienia i starannej analizy wszystkie czynniki wywierające wpływ na wzrost emisji gazów cieplarnianych, w tym dominującego dwutlenku węgla.

Obecna emisja dwutlenku węgla

Sumaryczna światowa emisja dwutlenku węgla w wyniku spalania paliw kopalnych jest dosłownie gigantyczna — wyniosła ona od 25 gigaton w 2000 r. do 27 gigaton w 2005 r. (1 gigatona to 1 miliard ton).

Na czele głównych „producentów” dwutlenku węgla znajdują się (dane dla 2000 r.): USA — 21% światowej emisji, Chiny — 15%, EU25 — 14%, Rosja — 6%, Indie — 6%, Japonia — 4% i Niemcy — 3%. Niemal każdy z pozostałych krajów emituje mniej niż 2% globalnej emisji. Oczywiście jest, że odpowiedzialność za przyszłość obciąża przede wszystkim USA, Chiny i Unię Europejską, które w sumie wytwarzają 50% światowej emisji gazów cieplarnianych.

Czynniki ekonomiczne determinujące emisję

Należy do nich przede wszystkim produkt krajowy brutto (PKB, ang. GDP). Stanowi on sumaryczną wartość dóbr i usług wytworzonych na terenie danego kraju w ciągu roku. Procesy te wymagają zużycia energii. Jak dotąd w przeważającej mierze energia pochodziła z paliw kopalnych (węgiel, ropa, gaz ziemny). Nic więc dziwnego, że wzrost PKB, uchodzący za miernik rozwoju gospodarczego, wiąże się ze wzrostem emisji dwutlenku węgla.

Drugim czynnikiem jest energochłonność (ang. energy intensity) produktu krajowego, która stanowi miarę sprawności energetycznej gospodarki danego kraju i jest mierzona w jednostkach energii

zużywanej na wyprodukowanie jednostki PKB. Należy brać pod uwagę, że ten parametr pozostaje także pod wpływem warunków klimatycznych, w związku z czym jest on z reguły wyższy dla krajów o zimnym klimacie (zużywa się tam większe ilości energii, choćby na ogrzewanie budynków). Parametr służy do oceny gospodarki danego kraju, a spadek jego wartości z upływem lat dowodzi wzrostu efektywności energetycznej gospodarki.

Nawet bardzo powolny wzrost PKB (przy niezmniejszającej się energochłonności) prowadzić będzie do wzrostu emisji CO₂, jeśli dominującymi surowcami energetycznymi pozostaną ropa, węgiel i gaz ziemny. Bez znaczącego udziału tzw. odnawialnych surowców energetycznych w wytwarzaniu PKB nie może w ogóle być mowy o jakiegokolwiek stabilizacji emisji.

Wzajemne zależności: PKB, energochłonność i OZE

Zespół wywodzący się z dwóch kanadyjskich uniwersytetów (McGill University i University of Winnipeg) przeprowadził studia nad zależnością pomiędzy wzrostem PKB i energochłonnością światowej gospodarki a niezbędnym udziałem odnawialnych surowców energetycznych w globalnej produkcji energii, który mógłby zapewnić na koniec XXI w. stabilizację emisji gazów cieplarnianych na poziomie ok. 600 ppm. W tabeli podano przykłady tych zależności dla wartości rocznego wzrostu PKB i spadku energochłonności (EI), co charakteryzowało globalną gospodarkę w niektórych latach ostatniego okresu.

Dane te wskazują, że produkcja energii z surowców odnawialnych musi sukcesywnie wzrastać w XXI w., aby w 2100 r.

osiągnąć poziom dziesięciokrotnie, a może i dwudziestopięciokrotnie wyższy od poziomu produkcji energii odnawialnej w 2000 r., w którym wynosiła zaledwie 60 EJ. Warto także porównać zapotrzebowanie na czystą energię w 2100 r. (500-1600 EJ) z sumaryczną globalną produkcją energii ze wszystkich surowców w 2000 r., kiedy wynosiła ona 410 EJ/rok. Jest to wyraźnie mniej niż trzeba będzie produkować pod koniec XXI w. wyłącznie z surowców odnawialnych, aby ustabilizować emisję gazów cieplarnianych. Nie będzie to łatwe zadanie.



Z analiz wspomnianego zespołu wynika także jednoznacznie, że wysoki wzrost PKB przestaje być korzystnym zjawiskiem z punktu widzenia naczelnej potrzeby ochrony klimatu. Wzrost PKB winien być podporządkowany zdolności gospodarki do obniżania energochłonności oraz uzależniony od wzrostu produkcji energii z odnawialnych surowców.

W tej sytuacji raczej z obawą należy patrzeć na szybkie tempo corocznego wzrostu PKB w Chinach, gdzie w okresie 2000-2004 rosło co roku o 8 do 10%, co doprowadziło do tego, iż PKB w 2004 stanowiło 143% wartości PKB w 2000 r. Podobna sytuacja jest w Wietnamie — tu PKB wzrastało w latach 2000-2004 corocznie o 7 do 8%. A jeśli zjawisko gwałtownego wzrostu gospodarczego wystąpi także w innych krajach rozwijających się? Czy można mieć nadzieję, że gwałtownemu wzrostowi PKB będzie towarzyszył również intensywny spadek energochłonności lub wzrost produkcji energii z surowców odnawialnych?

Możliwości szybkiego wzrostu energii z OZE

Do tej grupy należą hydroelektrownie, energia słoneczna, wiatrowa, energia pochodząca z biomasy i niewielkie ilości energii geotermalnej (ograniczone zasoby, z wyjątkiem Islandii). Zaliczono tu także energię nuklearną opartą o uran, ponieważ nie powoduje ona emisji gazów cieplarnianych. Istnieje możliwość otrzymywania energii ze wszystkich tych źródeł za pomocą znanych technologii i dlatego są rozpatrywane jako te, które kwalifikują się do szybkiego zastosowania. Nie oznacza to jednak, że ta grupa może dostarczyć dowolnie dużej ilości energii.

Nie wymieniono tu depozycji dwutlenku węgla (wyzdzielanego z gazów spalinowych) w podziemnych złożach, ani szeregu nowatorskich sposobów otrzymywania energii, które stanowią obecnie przedmiot badań o niedającej się wyraźnie określić perspektywie wdrożenia w skali przemysłowej. Nie zaliczono tu także energii jądrowej otrzymywanej na drodze fuzji jądrowej, a to z uwagi na odległy czas szerokiego zastosowania.

Ograniczone zasoby uranu

Wzrost produkcji w hydroelektrowniach jest ograniczony ilością miejsc, w których mogłyby one działać. Specjaliści z tej dziedziny zakładają, iż do 2100 r. energia z hydroelektrowni może być co najwyżej podwojona i wynieść ok. 32 EJ. Byłoby to zatem 2-6% ilości odnawialnej energii, która jest potrzebna do stabilizacji emisji gazów cieplarnianych (od 500 EJ do 1600 EJ).

Ekspansja produkcji energii nuklearnej za pośrednictwem znanych technologii (rozszczerpicie uranu) jest limitowana zasobami uranu. Potwierdzone zasoby rudy uranowej wynoszą 3-4 mln ton. Obecne roczne zużycie to 306 tys. ton, stąd wniosek, że zasoby ulegną wyczerpaniu po ok. 10 latach (na świecie działa 440 siłowni jądrowych, a ponadto 70 kolejnych jest w budowie). Optymistycznie jednak założono, że zasoby mogą okazać się znacznie wyższe (ok. 30 milionów ton wg opracowania Massachusetts Inst. of Technology). Nawet w takim optymistycznym wariacie roczna produkcja uranowej energii nuklearnej w XXI w. nie mogłaby wzrosnąć w znaczący sposób. Dlatego też docelowy potencjał produkcji energii jądrowej na świecie w 2100 r., określono na ok. 38 EJ, co stanowiłoby od 2 do 8% tej ilości „czystej” energii, która jest potrzebna do stabilizacji emisji gazów cieplarnianych.

Nie można pomijać w tych rozważaniach barier, które mogą utrudnić wzrost produkcji energii nuklearnej. Są to opory społeczne wynikające z braku pewności bezpiecznego działania reaktorów nuklearnych oraz z zagrożenia terrorystycznymi atakami.

W tej sytuacji pojawia się pytanie, czy słońce, wiatr i biomasa mogą być głównym źródłem takich ilości czystej energii, która jest niezbędna dla osiągnięcia stabilizacji koncentracji CO₂ w atmosferze.

Potrzebne są nowe technologie magazynowania energii

Energia słońca i wiatru może być pozyskiwana tylko w sposób nieregularny. Potrzebny jest tu przełom technologiczny umożliwiający magazynowanie produkowanej energii, co stworzyłoby możliwość jej systematycznych dostaw do sieci elektrycznej. Ta zdolność magazynowania energii musi być duża — rzędu konsumpcji w okresie kilku miesięcy, aby można było skutecznie wyrównać dostawy energii w okresie obfitej produkcji (silne letnie nasłonecznienie oraz wietrzne pory roku) i mało intensywnej produkcji w innych okresach. Są tu potrzebne nowe technologiczne rozwiązania, np.:

- magazynowanie energii w postaci wodoru (produkowanego na drodze elektrolizy wody) lub sprężonego powietrza, które są wytwarzane bezpośrednio na farmach słonecznych czy wiatrowych;
- zastosowanie wodoru do magazynowania energii ma dwie wady — wymaga to bowiem dużych ilości czystej wody (80 milionów m³ na wytworzenie wodoru zawierającego jeden EJ energii — taka ilość wody zaspokaja potrzeby miasta zamieszkałego przez 500 tys. ludzi), oraz dużej ilości energii zużywanej w procesie elektrolizy wody;
- zastosowanie nowych wysoko sprawnych, pojemnych baterii magazynujących

Przykłady zależności wzrostu PKB

Roczny wzrost PKB w okresie 2000-2100	Roczny spadek EI w okresie 2000-2100	Minimalna produkcja energii odnawialnej w 2100 r.
2%	-0,9%	840 EJ*
2%	-1,2%	530 EJ
2,5%	-0,9%	1585 EJ
2,5%	-1,2%	1075 EJ
		W przybliżeniu: od ~500 do ~1600 EJ

*EJ = 10¹⁸ J

energii elektryczną wytwarzaną na ww. farmach.

Nie lepiej przedstawia się perspektywa produkcji energii z biomasy. Uprawa biomasy wymaga dużych nakładów energii (m.in. orka, sianie lub zasadzenia, zbiór, suszenie oraz transport i ew. przetwarzanie na etanol lub olej napędowy). W literaturze fachowej nie brak opinii, iż zużycie energii na produkcję ciekłych paliw z biomasy przewyższa energię zawartą w wyprodukowanym etanolu lub oleju.

Ekspansja produkcji energii słonecznej, wiatru i energii z biomasy napotyka ponadto na podobną barierę w postaci zapotrzebowania na duże obszary, na których można by zainstalować odpowiednie urządzenia lub uprawiać biomasę.

Duży wzrost poboru energii słonecznej wymagałby powierzchni ok. czterystu tysięcy km² (czyli więcej niż wynosi powierzchnia Polski), pobór energii wiatru — ok. 1 miliona km² (powierzchnia Egiptu). Najwięcej, bo ok. 8 milionów km² pochłonęłaby uprawa biomasy (powierzchnia Australii). To ogromne zapotrzebowanie na powierzchnię do uprawy, rodzi obawę, czy rzeczywiście duży udział energii z biomasy jest realny. Dodatkowo konkurencję stanowi rozwój produkcji rolnej i hodowlanej dla wciąż rosnącej ludności globu, co także wymaga ciąglego zwiększania użytkowanych obszarów. Z kolei ewentualna uprawa roślin energetycznych w rejonach pustynnych wymagałaby ogromnych ilości wody.

Ostateczna ocena wysokości produkcji energii z trzech wymienionych źródeł pod koniec XXI w. szacowana jest na 330-500 EJ/rok. Jedyne w przypadku ograniczonego wzrostu PKB do war-

BIOGAZOWNIE

Jedyny przedstawiciel firmy
WELtec BioPower GmbH
w Polsce

Erich Stallkamp Polska Spółka z o.o.
Noskowo 1, 76-122 Wrześnica
tel./faks: 59 / 810 75 91
info@stallkamp.pl www.stallkamp.pl

▷ tości niższych od 2% na rok, coroczniego spadku energochłonności (wynikającej z zastosowania paliw kopalnych), wynoszącego co najmniej 1,2%/rok, oraz pokonania wspomnianych barier wzrostu produkcji energii słonecznej, wiatru i z biomasy bezemisyjna produkcja energii mogłaby zapewnić stabilizację koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. W innych przypadkach (zob. tab.) czysta energia może pokryć zaledwie 22-70% zapotrzebowania niezbędnego do stabilizacji emisji CO₂.

Nadrzędny cel — stabilizacja klimatu

Z uwagi na to, iż problem stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze jest niezwykle złożony, w krótkim artykule można przedstawić jedynie ograniczoną ilość wniosków. Na szczególną uwagę zasługują te, które są adresowane do grup zawodowych, uważanych dotąd za niezwiązane z zagadnieniami produkcji energii.

Emisja gazów cieplarnianych, w tym decydującego o zmianach klimatu dwutlen-

ku węgla, jest bezpośrednim rezultatem dwóch ekonomicznych zjawisk — rozwoju gospodarczego opartego na energii pochodzącej z paliw kopalnych oraz energochłonności gospodarki.

Znaczący wzrost produkcji energii jądrowej na bazie uranu, chociaż nie napotykalby na bariery technologiczne, to należy uważać go za ograniczony z uwagi na zasoby rudy uranowej, które mogą ulec wyczerpaniu w okresie 10 lat. Każda nowa budowa uranowej silowni jądrowej jest wielce ryzykowna, jeśli nie ma uprzednio zapewnionych dostaw uranu.

Nie istnieje uzasadnienie poglądu, iż w skali globalnej intensywny rozwój produkcji energii ze źródeł odnawialnych (słońce, wiatr, biomasa) wystarczy do tego, aby doprowadzić do stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych. Tego rodzaju produkcja energii na określonym poziomie wzrostu napotyka na trudne lub niemożliwe do pokonania bariery.

Stabilizacja klimatu może nastąpić tylko pod warunkiem, iż wzrost gospodarczy (odpowiednio ograniczony wzrost PKB) i energochłonność (jej odpowiednio szyb-

ki spadek) zostaną podporządkowane realnemu wzrostowi bezemisyjnej produkcji energii.

Nauka wskazuje na niezwykle pilną potrzebę podjęcia działań zmierzających do realizacji nadrzędnego celu w postaci stabilizacji klimatu. Nie da się tego zrobić bez odpowiednich inicjatyw rządów oraz innowacyjności przemysłu.

Z uwagi na ograniczone możliwości produkcji energii odnawialnej na terenie Polski (pilnie potrzebna jest w tej dziedzinie rzetelna inwentaryzacja zasobów) szczególnie znaczenie należy przypisać produkcji energii z węgla, która będzie sprzężona z wydzielaniem dwutlenku węgla i jego depozycją pod ziemią.

Źródła

1. Green C., Baksi S., Dilmaghani M.: *Challenges to a Climate Stabilizing Energy Futures*. „Energy Policy” 35/2007.
2. World Resources Institute, <http://earthtrends.wri.org/>.
3. Dorian J.P., et al.: *Global Challenges in Energy*. „Energy Policy” 34/2006.

prof. dr hab. inż. **Anna Marzec**

wolf wolf WOLF SYSTEM Sp. z o.o.
SYSTEM H A U S

ul. Budowlana 17 tel. 032/203 08 02 mail@wolfsystem.pl
41-100 Siemianowice Śl. fax 032/203 92 22 www.wolfsystem.pl

IDEALNE ROZWIĄZANIA DLA ROLNICTWA I PRZEMYSŁU

- zbiorniki na gnojowice
- silosy wielkogabarytowe (pelety, zrębki drzewne)
- zbiorniki do magazynowania wody (pełnej, p. poż.)
- silosy przejazdowe na kłiszonkę
- zbiorniki dla oczyszczalni ścieków
- zbiorniki dla biogazowni
- silosy na materiały sypkie (wióry, trzciny, zboże)
- silosy na granulaty i biomasę



ZENERIS
energia odnawialna

Oferujemy usługi i doświadczenie w zakresie przygotowywania inwestycji, projektowania i budowy instalacji biogazowych.

- Dla naszych inwestycji pozyskaliśmy ponad 6,5 mln zł dotacji.
- Opracowaliśmy technologię biogazową dostosowaną do specyfiki polskiego rynku.
- Posiadamy własne laboratorium biotechnologiczne - pierwszą w Polsce placówkę stworzoną na potrzeby badań potrzeb fermentacji metanowej materii organicznej pochodzenia rolniczego i przemysłowego.

Zapewniamy pełen zakres usług:

- wstępne studia wykonalności
- stworzenie dokumentacji i montażu finansowego
- wsparcie przez laboratorium biotechnologiczne
- uzyskanie odpowiednich zezwoleń
- zaprojektowanie inwestycji
- zbudowanie instalacji biogazowej "pod klucz".

Zapraszamy do współpracy.

ZENERIS S.A.
ul. Paderewskiego 8,
61-770 Poznań
tel. 061 851 60 25,
fax 061 851 74 28
e-mail: info@zeneris.com

Laboratorium Biotechnologiczne ZENERIS S.A.
Poznański Park Naukowo-Technologiczny
Inkubator Technologii Chemicznych
ul. Rubież 46; 61-612 Poznań
Kierownik laboratorium; dr inż. Artur Olesienkiewicz
tel. (061) 822-73-53
e-mail: laboratorium@zenens.com

www.zeneris.com