

dr inż. Marek Paczkowski, Sławomir Sączek

PROBLEMY

wychwytywania, transportu,
podziemnego składowania
i zagospodarowania CO₂

Artykuł pióra Bolesława Jankowskiego zatytułowany „Wstępna ocena Pakietu energetyczno-klimatycznego po szczycie unijnym” zamieszczony na łamach CIRE w ostatnich dniach grudnia 2008 r., zawiera obszerną analizę dokonań polskiej delegacji biorącej udział w szczycie brukselskim w dniach 11-12 grudnia 2008 r., zwieńczającym prace nad Pakietem klimatycznym oraz wizję określonych problemów systemowych, z którymi przyjdzie borykać się polskiej energetyce w konsekwencji przyjęcia tego pakietu.

■ Kreowanie polityki energetycznej

Autor surowo potraktował polskich negocjatorów biorących udział w szczycie oraz wynik ich pracy, wskazując na determinację w dążeniu do consensusu politycznego (zdecydowane nastawienie na przyjęciu Pakietu), co w końcu musiało zaowocować odejściem od optymalnych dla Polski ustaleń. Nie sposób również nie zgodzić się z opinią autora w zakresie chybionego sposobu informowania przez rząd o wynikach negocjacji na temat Pakietu, kładącego nacisk na pieniądze, jakie mamy zarobić na sprzedaży uprawnień oraz na uzyskane okresy przejściowe, czyniąc po raz kolejny z Polski kraj, który w Unii pozostaje petentem.

Tym niemniej autor zdecydowanie podkreślił, że ostateczne wyniki zależą nie tylko od końcowych rozmów, ale też od całości działań związanych z kreowaniem unijnej polityki energetycznej i klimatycznej w zakresie celów i sposobów realizacji.

Ten wątek, tak klarownie postawiony przez Bolesława Jankowskiego, wymaga dalszej, szerokiej dyskusji i kontynuowania poprzez dalsze zaangażowanie tych samych środowisk gospodarczych, rządowych, parlamentarnych, a także eksperckich, które w skali i z nieznaną wcześniej siłą zmobilizowały się przy negocjacjach nad Pakietem, wyróżniając Polskę na tle większości nowych krajów członkowskich (i nie tylko). To pod ich wpływem negocjatorzy polscy wyszli z tradycyjnego schematu w trakcie prac nad Pakietem i proponowali rozwiązania systemowe, nastawione na długoterminowe ograniczenie negatywnych skutków pośrednich.

■ Przyrosty udziału CO₂ w atmosferze

Trudniej zgodzić się z zarzutem, że Polska – jak zawsze – w zamian za skromne rekompensaty i okresy przej-

ściowe zgodziła się na rozwiązania, które mogą być ogromnym obciążeniem dla polskiej energetyki, gospodarki i konsumentów przez wiele lat.

Te obciążenia są i będą przez wiele lat rosnąć z przyczyn obiektywnych. Ludzkość stanęła przed nową, nieznaną wcześniej granicą możliwości korzystania z zasobów środowiskowych i w konsekwencji musi ograniczyć emisję CO₂. Alternatywy nie ma.

To działalność człowieka powoduje olbrzymią emisję dwutlenku węgla do atmosfery (tzw. emisja antropogeniczna) wynoszącą około 24 mld t rocznie i skutkującą rosnącą zawartością tego gazu w atmosferze ziemskiej, co z kolei jest przyczyną coraz szybciej postępujących niekorzystnych zmian klimatycznych całego globu.

Dla porównania, światowy przemysł – głównie chemiczny wykorzystuje rocznie tylko około 115 mln t CO₂, czyli w przybliżeniu poniżej 0,5% emisji antropogenicznej.

W konsekwencji działań człowieka zawartość gazów cieplarnianych w atmosferze Ziemi, w tym przede wszystkim CO₂ znacznie przekroczyła poziom z epoki przedindustrialnej (280 ppm w 1750) i rośnie nieprzerwanie wynosząc aktualnie około 385 ppm. Badanie lodowców potwierdzają, że na przestrzeni 650 000 lat udział CO₂ w atmosferze wzrósł ze 180 do 300 ppm. Należy przy tym podkreślić, że najwyższe przyrosty udziału CO₂ w atmosferze dokonały się w ostatnich latach (np. w okresie 1995-2005 przyrost roczny wynosił 1.9 ppm/p.a.).

■ „Dangerous human interference”

Jeszcze niedawno naukowcy uważali, że nie dojdzie do tzw. niebezpiecznej interferencji działalności człowieka z klimatem („dangerous human interference”) pod warunkiem utrzymania poziomu 550 ppm CO₂ w atmosferze.

Jednak najnowsze badania naukowców z Goddard Institute for Space Studies (GISS) obniżają tę granicę

do poziomu 350 ppm (przekroczono już w 1990 r.). Aktualna wielkość wra- sta rocznie o 2 ppm.

Według P. Valérie Masson-Delmotte (Commissariat a l'énergie atomique, CEA) przekroczenie tej bariery nie skutkuje natychmiastowym niebezpieczeństwem, tym niemniej – w dłuższej perspektywie czasu – wywoła niebezpieczne i nieodwracalne zmiany klimatyczne.

Zdaniem części naukowców powrót do poziomu 350 ppm jest możliwy, jednak wymaga w krótkim czasie wprowadzenia moratorium na budowę nowych elektrowni węglowych, a w dłuższej perspektywie zasadniczego ograniczenia stosowania węgla (już w latach 2020-2030).

Wobec powyższych faktów i argumentów dyskusja: czy, w jakim tempie i na czyj koszt zmniejszać emisje CO₂ schodzi na drugi plan. Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych jako zadanie stojące przed ludzkością jest absolutnym priorytetem, nie ma innej drogi a wysiłki mające na celu rozwiązanie tego problemu można jedynie porównać do mobilizacji społeczeństw, nauki i przemysłu w obliczu zagrożenia wojennego.

W każdym przypadku realizacja tego zadania będzie motorem postępu i wzrostu gospodarczego przez całe dziesięciolecie, szczególnie dla tych, którzy pierwsi potrafią dostrzec, zrozumieć i odpowiedzieć na to wyzwanie. Dotyczy to jak najbardziej i naszego kraju.

■ Światowa recesja

Tym niemniej warto podkreślić, że Szczyt brukselski miał miejsce w chwili, gdy władze państw członkowskich miały już pełny obraz gwałtownie się pogłębiającej światowej recesji. Bez najmniejszej wątpliwości szereg ustępstw w stosunku do pierwotnych zamierzeń (np. rezygnacja z pełnego aukcjoningu emisji CO₂ z elektrowni węglowych po 2013 r.) miało źródło w realiach. Wobec zna-

czącego spadku produkcji światowej (w tym produkcji szczególnie emisyjnych przemysłów, jak produkcja energii elektrycznej z paliw kopalnych, produkcji stali i cementu) emisja CO₂ spadnie i tak, więc przewidziane wcześniej forsowne rozwiązania nie są bezwzględnie potrzebne.

Recesja sprawia, że ludzkość tapie oddech – na chwilę stabilnie tempo uruchamiania co tydzień, co dwa nowych elektrowni węglowych w Chinach i Indiach, czy w innych gwałtownie uprzemysławiających się krajach. Jednak ta chwila oddechu potrwa czas ograniczony – być może zaledwie dwa lata.

Ta krótka przerwa w boju nie może demobilizować. Zagrożenie nie uległo zmianie, a przyznany ludzkości dodatkowy czas musi być jak najlepiej wykorzystany.

Mając powyższe na uwadze, w dalszej części opracowania autorzy odniosą się do niektórych aspektów scenariusza rozwoju energetyki polskiej z uwzględnieniem problemu wychwylenia, transportu, podziemnego składowania i zagospodarowania dwutlenku węgla w oparciu o aktualnie dostępną wiedzę.

■ Scenariusze rozwoju energetyki

W tym miejscu należy zastanowić się nad możliwymi scenariuszami rozwoju energetyki, tzn. jak zapewnić odpowiednią ilość energii dla polskiej gospodarki przy jednoczesnym spełnieniu wymagań dotyczących emisji CO₂, jednoczesnym zachowaniu korzystnego rachunku ekonomicznego producentów i nieobciążaniu nadmiernymi kosztami podjętych działań klienta końcowego:

1. Rozwój energetyki jądrowej.
2. Wdrożenie do budowy bloków stosujących technologie „czystego spalania węgla” w powiązaniu z instalacjami wychwytywania CO₂ (CCS).
3. Rozwój alternatywnych (odnawialnych) źródeł energii. Rozmawiając o okresie do 2020 r.

– taki okres jest podany w uzgodnieniach dokonanych na szczycie unijnym – pierwszy scenariusz pomimo deklaracji premiera Donalda Tuska (budowa pierwszej polskiej elektrowni atomowej do 2020 r.) wydaje się mało prawdopodobny. Zakładając, że czysto technicznie jest to możliwe do realizacji, to w podanym okresie realizacja innych powiązanych działań legislacyjnych (m.in. zmiany w prawie energetycznym, wydanie decyzji lokalizacyjno-środowiskowych, zagwarantowanie dostaw paliwa) oraz, co jest bardzo ważne, uzyskanie akceptacji społecznej dla podjętych działań, są prawie niemożliwe. Rozwój energetyki wykorzystującej alternatywne źródła energii (energia słoneczna, wiatrowa, itp.) ze względu na warunki klimatyczne i geograficzne Polski oraz obecny rozwój technologii, nie zastąpi standardowych sposobów produkcji energii i może stanowić wyłącznie uzupełniające (aczkolwiek warte popierania) źródło produkcji energii.

Pozostaje więc rozwój konwencjonalnej energetyki w oparciu o posiadane paliwa (węgiel). Zastosowanie nowoczesnych technologii spalania w elektrowniach pozwoli na zwiększenie sprawności bloków o ponad 10% tym samym sprawiając, że sumaryczna emisja CO₂ będzie znacząco niższa. Dodatkowo towarzyszące nowym blokom instalacje CCS zredukują emisję dwutlenku węgla do minimum. Kolejnym argumentem przemawiającym za przyjęciem w najbliższej przyszłości tego rozwiązania jest fakt, że UE już wpisała w pakiecie klimatyczno-energetycznym finansowanie 12 projektów budowy instalacji wychwytywania CO₂.

■ Co zrobić z dwutlenkiem węgla?

Założmy, że problem nie jest w technologiach przechwytywania dwutlenku węgla, lecz przede wszystkim w jego składowaniu.

Przechwytywanie dwutlenku węgla jest technologią, o co najmniej kil-

kudziesięcioletnim rodowodzie. Aminy stosowane są do czyszczenia gazów kopalnych, petrochemicznych i innych z H₂S i CO₂. Stosowane są na łodziach podwodnych, którym umożliwiają długie pobyty bez wynurzenia.

Problemem jest szybka degradacja amin w gazach spalinowych z obecnością tlenu. Przemysł i nauka poszukują rozwiązań, ale także i alternatyw dla procesu aminowego. Z pewnością można założyć, że problem zostanie rozwiązany na skalę przemysłową w ciągu najbliższych kilku lat.

W tej sytuacji, dające się przewidzieć w naszym kraju scenariusze produkcji (i jej skali) CO₂ na najbliższe lata wyglądają następująco:

- w perspektywie 3 letniej musimy liczyć się z koniecznością zagospodarowania do 100 000 t CO₂ rocznie (generowanego w wyniku działalności instalacji pilotowych),
- w perspektywie 3-6 lat musimy liczyć się z koniecznością zagospodarowania do miliona ton CO₂ rocznie (generowanego w wyniku działalności instalacji półprzemysłowych),
- w perspektywie powyżej 6 lat musimy liczyć się z koniecznością zagospodarowania do kilku milionów ton CO₂ rocznie (generowanego w wyniku działalności instalacji przemysłowych).

Z powyższej projekcji wynikają dwa wnioski:

1. W najbliższych latach (10) zdecydowanie szybsze efekty redukcji emisji CO₂ można osiągnąć zastępując stare bloki węglowe wysokowydajnymi jednostkami 1000 MW (wybudowanymi zgodnie z obowiązującym prawem, tzn. bez CCS, ale jako „capture ready”). Przykładowo dla budowanych aktualnie dwóch opalanych węglem kamiennym bloków 1000 MW elektrowni Hamburg – Moorburg rzeczoznawca TUV Rheinland oszacował roczną redukcję emisji CO₂ w wysokości 2,3 mln t.

2. Zamiar bezzbiornikowego składowania w górotworze pod ziemią rosnących ilości CO₂ będzie rodził obawy społeczne.

Składowanie CO₂ pod ziemią ma jeszcze inne ograniczenie. Niemiecki Urząd Geologiczny (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) oszacował, że w Niemczech całkowity wymiar możliwości magazynowania pod ziemią CO₂ zamyka się w 20 mld t CO₂. Oznacza to, że przy założeniu składowania pod ziemią co roku około 370 mln t CO₂ emitowanego przez niemiecki przemysł (stan 2006 r.), możliwości składowania zostaną wyczerpane po 75 latach.

Z całą pewnością podobnych wielkości można spodziewać się w Polsce.

■ Technologie zagospodarowania CO₂

Już dziś trzeba pracować nad technologiami zagospodarowania dwutlenku węgla. Z przytoczonych w punkcie powyżej scenariuszy rozwoju i skali produkcji dwutlenku węgla w najbliższych latach wynika konieczność etapowego poszukiwania metod zagospodarowania dwutlenku węgla wychwyconego przez instalacje CCS.

W pierwszym etapie, przy założeniu, że produkcja do zagospodarowania wyniesie do 100 000 t rocznie, nasuwają się następujące możliwości:

1. Wypuszczenie gazu przechwyconego przez instalacje pilotowe z powrotem do atmosfery. Dzisiaj, ta opcja jest w praktyce jedyną opcją rozpatrywaną przez organizacje podejmujące decyzje o budowie instalacji pilotowych.
2. Wyparcie krajowej (jak też i w okolicznych krajach) produkcji CO₂, i zastąpienie jej gazem z CCS, gdzie tylko są takie możliwości. Model biznesowy takiego przedsięwzięcia musi oprzeć się na dofinansowaniu producenta do każdej odbieranej tony CO₂. Wysokość dopłaty musi być dostatecznie atrakcyjna dla

Tab. 1. Zestawienie aktualnych zastosowań CO₂

a)	chłodziwo w procesach chłodzenia i zamrażania (w postaci ciekłej i stałej) – CO ₂ jest stosowany jako środek chłodzący do temperatury minus 79°C,
b)	jako gaz obojętny w procesach chemicznych, stosowany np. przy magazynowaniu pyłu węglowego,
c)	zawarty w powietrzu wywołuje twardnienie zaprawy wapiennej,
d)	gazowanie napojów orzeźwiających,
e)	gluszenie trzody chlewnej w procesie uboju,
f)	jako atmosfera neutralna w dojrzwalniach owoców, dokarmianie upraw szklarniowych w ogrodnictwie – wzrost masy w szklarniach z atmosferą wzbogaconą CO ₂ (około 2,5 raza w stosunku do normy atmosferycznej) może przekroczyć 20%,
g)	jako czynnik roboczy w gaśnicach śniegowych i instalacjach gaśniczych. Gaszenie ognia tam gdzie woda jest nieskuteczna, niepożądana lub niedostępna,
h)	w cukrownictwie – do wytrącania resztek wodorotlenku wapnia z soku buraczanego,
i)	w przemyśle metalurgicznym do produkcji form odlewniczych (w celu zwiększenia ich twardości),
j)	w produkcji i w budownictwie: jak gaz osłonowy do spawania technologiami MIG/MAG. Mieszanki argonu i CO ₂ stosowane są powszechnie dla zwiększenia wydajności spawania oraz dla zmniejszenia zakresu zabiegów pielęgnacyjnych po spawaniu,
k)	w budownictwie do (1) zamrażania ziemi w trakcie prac w tunelach, (2) do chłodzenia betonu w celu uniknięcia naprężeń podczas jego tężenia,
l)	do piaskowania drobinami suchego lodu w celu usunięcia starych farb/powłok, co eliminuje konieczność i koszty oczyszczania i usunięcia zużytych tradycyjnie wykorzystywanych materiałów, (3) czyszczenie kriogeniczne (czyszczenie granulatem suchego lodu – dwutlenek węgla w postaci stałej),
m)	dla neutralizacji ścieków zasadowych – neutralizacja ścieków za pomocą dwutlenku węgla (w wielu gałęziach przemysłu powstają ścieki zasadowe o wysokim pH. Parametr ten regulowany jest przepisami prawnymi i każde jego przekroczenie jest karalne. Zwiększenie zasadowości ścieku ma również negatywny wpływ na pracę oczyszczalni biologicznych. Pogarsza warunki życia bakterii odpowiedzialnych za rozkład substancji organicznych),
n)	uzdatnianie wody pitnej, regulacja pH,
o)	w przemyśle papierniczym dla regulacji pH procesu, stosowany dla stabilizacji poziomu Ca ₂₊ w systemie, oraz do płukania celulozy,
p)	w medycynie do (1) chirurgii laparoskopowej, (2) krioterapii oraz (3) jako stymulator głębokiego oddychania,
q)	w przemyśle spożywczym CO ₂ zapobiega wzrostowi grzybów i bakterii. Jest stosowany do dekafeinacji kawy, do wypchnięcia powietrza w procesie puszkowania. Producenci aromatów stosują technologię frakcjonowania wykorzystując nadkrytyczny CO ₂ ,
r)	w przemyśle nawozów sztucznych do otrzymywania mocznika (najbardziej skoncentrowany nawóz azotowy), np. metodą otrzymywania bezpośredniej syntezy amoniaku i dwutlenku węgla w temperaturze 150°C pod ciśnieniem 10 MPa,
s)	w przemysłach chemicznym, farmaceutycznym (produkcja kwasu salicylowego) i naftowym stosunkowo duże ilości CO ₂ zużywane są w produkcji mocznika i metanolu,
t)	CO ₂ znajduje szerokie zastosowanie przy wydobywaniu ropy naftowej – również w celu utrzymywania stałego ciśnienia w złożach. CO ₂ ulega częściowemu rozpuszczeniu w ropie naftowej zmniejszając jej lepkość, co ułatwia i znacząco zwiększa jej wydobywanie,
u)	w przemyśle gumowym i tworzyw sztucznych (tworzywa sztuczne na bazie poliwęglanów),
v)	ciekły CO ₂ znajduje zastosowanie jako rozpuszczalnik wielu organicznych substancji,
w)	tzw. zimna sterylizacja realizowana jest mieszaniną 90% CO ₂ i 10% tlenu etylenu. Obecność CO ₂ ma stabilizujący wpływ na tlenek etylenu i zapobiega ryzyku eksplozji,
x)	jako gaz dla aerozoli,
y)	jako gaz obojętny, jako gaz rozpylający, jako środek wspomagający ekstrakcje,
z)	właściwości rozpuszczające ciekłego dwutlenku węgla są wykorzystywane przez niektóre technologie „suchego” prania (w fazie prób).

odbiorców, aby zdecydowali się na porzucenie dotychczasowych źródeł zaopatrzenia. Górną granicą dopłaty jest łączny koszt transportu i składowania CO₂ (którego w momencie sprzedaży producent uniika). To rozwiązanie ma olbrzymią zaletę w postaci bardzo szybkiego zwiększenia świadomości i edukacji społeczeństwa w zakresie problemów zagospodarowania CO₂. Zestawienie aktualnych zastosowań CO₂ (wskazanie możliwych odbiorców) przedstawiono w tabeli 1.

Zagospodarowanie rokrocznie nawet setek tysięcy ton CO₂ pozostanie bez wpływu na globalny efekt cieplarniany, tym jednak osiągnięte efekty edukacyjne oraz biznesowe mogą skutecznie i szybko wpłynąć na zmianę tego stanu rzeczy.

3. Powołanie do życia na terenie gmin, na których znajdują się instalacje przechwytywania dwutlenku węgla inkubatorów technologicznych. Zadaniem tych jednostek byłoby wspieranie rozwoju gospodarczego (pomoc w uruchomieniu i prowadzeniu firmy oferującej produkt lub usługę powstałą w wyniku wdrożenia nowej technologii) w regionach dotkniętych problemami przechwytywania, transportu, magazynowania i zagospodarowania CO₂, przede wszystkim w aspekcie przyjaznego dla środowiska gospodarczego wykorzystania tego gazu, przez tworzenie warunków sprzyjających powstawaniu i rozwojowi małych i średnich przedsiębiorstw, jak też powstawaniu i rozwojowi ośrodków korporacji międzynarodowych (także krajowych i zagranicznych ośrodków naukowych), które się w tym zakresie specjalizują (lub zamierzają się specjalizować). Z kolei ewentualne przyszłe sposoby zagospodarowania CO₂, które mogłyby znaleźć się w sferze zainteresowania inkubatorów technologicznych są przedmiotem kolejnego rozdziału.

Tab. 2. Zestawienie (możliwych) przyszłych zastosowań CO₂

PALIWA	
<i>Produkcja syntetycznych paliw może w konsekwencji w znacznym stopniu zastąpić ropę i gaz ze źródeł kopalnych</i>	
a)	„sztuczna fotosynteza” to proces fotokatalitycznego przetworzenia CO ₂ w węglowodory (metanol, paliwa węglowodorowe) z wykorzystaniem energii słonecznej. Aktualnie trwają badania wykorzystania jednorodnych katalizatorów renowych (rhenium) redukujących CO ₂ do CO
b)	fotosynteza z wykorzystaniem zmodyfikowanych genetycznie alg uprawianych w sztucznych zbiornikach wodnych (konwersja CO ₂ na paliwo biodiesel)
c)	katalityczna redukcja CO ₂ do CO w ogniwach elektrochemicznych z zastosowaniem katalizatorów opartych na palladium i wykorzystaniu reakcji tzw. częściowego naśladownictwa fotosyntezy
d)	konwersja CO ₂ w CO. Tlenek węgla (CO) jest szeroko stosowany w procesach organicznej syntezy. Najbardziej znany jest jako składnik gazu syntezowego (mieszanina CO i H ₂), będącego z kolei podstawowym surowcem do produkcji węglowodorów min. metodą Fischera-Tropscha (znane np. jako technologie hitlerowskich Niemiec – konwersja paliwa stałego na ciekłe). Aktualnie trwają badania mające na celu wykorzystanie niklu w miejsce bardzo drogich katalizatorów wykorzystujących palladium. Badania obejmują również reakcję CO z wodorem, która pozwoli na produkcję metanolu
e)	produkcja węglowodorów na bazie olefin (polietylen, polipropylen) i CO ₂ z wykorzystaniem wody jako rozpuszczalnika oraz katalizatorów na bazie soli bromku amonowego, roztworów aminowych i H ₂ O ₂ (wystąpiono o patent)
TWORZYWA SZTUCZNE	
<i>Świat produkuje rocznie około 150 mln t tworzyw sztucznych, w większości niepoddających się biodegradacji. Znaczna ich ilość powstaje w wyniku stosowania technologii „energożernych” w oparciu o surowce naftowe. Produkcja tworzyw sztucznych w oparciu o technologie produkcji wykorzystujące CO₂ zapewni biodegradowalność produktów</i>	
a)	wykorzystanie CO ₂ do produkcji polimerów przy użyciu katalizatorów (30-50% udziału wagowego CO ₂). Polimery powstające w wyniku tej technologii zapewniają bardzo wysoką szczelność oraz spełniają warunki biodegradacji szczególnie przydatne przy pakowaniu artykułów spożywczych, przy wytwarzaniu piankowych form do produkcji części np. samochodowych, przy produkcji elementów elektronicznych. Z powodzeniem zastępują tlenki propylenowe w piankach poliuretanowych (oszczędność kosztów). Pianki na bazie tych produktów z powodzeniem dają się stosować w izolacjach i do wyrobu siedzisk
b)	wykorzystanie CO ₂ do produkcji poliwęglanów przy użyciu katalizatorów cynkowych
c)	produkcja związków butanodiowych (materiał wyjściowy do produkcji biodegradowalnych poliesterów) z epoksydów i CO z zastosowaniem katalizatorów aluminium-kobaltowych
d)	inne badania mają na celu wytworzenie systemów katalitycznych, mogących przetworzyć bezpośrednio gaz CO ₂ ze zrzutów przemysłowych w polimery
KWAS MRÓWKOWY	
<i>Kwas mrówkowy znajduje zastosowanie w ogniwach paliwowych do produkcji energii elektrycznej oraz do napędu samochodów. Kwas mrówkowy może być materiałem wyjściowym do produkcji całego szeregu paliw, innych surowców chemicznych i polimerów. Technologia wymaga dodawania wodoru (z innych źródeł)</i>	
a)	katalityczna redukcja CO ₂ do kwasu mrówkowego (HCO ₂ H)
PERHYDROL (WODA UTLENIONA)	
<i>H₂O₂ produkowane jest współcześnie w oparciu o organiczne rozpuszczalniki z generacją dużej ilości odpadów. Nowa technologia proponuje realizację reakcji O₂ i H₂ w nadkrytycznym CO₂</i>	
a)	synteza O ₂ i H ₂ w nadkrytycznym CO ₂
KATALIZATORY	
<i>Naukowcy pracują nad wytworzeniem skutecznych narzędzi umożliwiających zaprojektowanie katalizatorów o pożądanych właściwościach</i>	
Systemy katalityczne przyszłości będą musiały umożliwić konwersję pomiędzy różnymi rodzajami energii produkowanej w okresach szczytowych (optymalnych) ze słońca, wiatru, energii atomowej. Paliwa syntetyczne mogłyby wówczas stanowić rodzaj magazynu energii na wielką skalę. W energetyce przyszłości, nieopartej na paliwach kopalnych będzie istniała konieczność odwracalnej konwersji między różnymi rodzajami paliw i energii elektrycznej przy zastosowaniu tanich katalizatorów.	

■ Przyszłe zastosowania dwutlenku węgla

Pytanie: co zrobić z CO₂, zadawane jest chemikom i naukowcom całego świata. Opinie tych gremiów w zakresie wykorzystania CO₂ jako surowca dla chemii są optymistyczne. Tym niemniej wszyscy zgodnie wyrażają obawy, że generowanie przez ludzkość tak olbrzymich ilości tego gazu sprawi, że zagospodarowanie go w całości może się nie powieść i w konsekwencji nie da się uniknąć, przynajmniej w części, jego podziemnego składowania.

W opinii tych gremiów szereg technologii aktualnie wykorzystywanych w przemyśle może zostać zmienionych tak, aby zmniejszyć wydzielanie CO₂ do atmosfery.

Tym niemniej w przypadku większości procesów przemysłowych emisji CO₂ po prostu uniknąć się nie da, a jej wielkość w każdym razie będzie stanowiła zagrożenie dla klimatu ziemskiego.

W tej sytuacji przedmiotem najszerzego zainteresowania, pochłaniającym gros niezbędnych nakładów na prace badawczo-rozwojowe, są przede wszystkim środki i technologie umożliwiające zagospodarowanie przechwyconego CO₂ na masową skalę.

W tabeli 2 autorzy uporządkowali dostępne informacje w kolejności od technologii nakierowanych na zagospodarowanie CO₂ na masową skalę w kierunku technologii nakierowanych na wykorzystanie mniejszych ilości CO₂.

■ Podsumowanie

Końcowe negocjacje Pakietu nie rozwiązały problemów wskazanych przez Bolesława Jankowskiego: poważnego ryzyka systemowego, związanego z konstrukcją Pakietu.

Minimalizacja tego ryzyka oraz przekształcenie go w „opportunities” wymaga olbrzymiej pracy środowisk gospodarczych, rządowych, parlamentarnych, a także eksperckich – tych samych, które zmobilizowały się przy negocjacjach nad Pakietem.

Zamierzonym wkładem autorów niniejszego opracowania w te działania jest wskazanie pewnych kierunków, które do tej pory pozostawały w cieniu, a które – zdaniem autorów – powinny znaleźć swoje miejsce w strategiach rozwoju energetyki w Polsce.

Strategie te, powinny uwzględnić korelację z poszczególnymi etapami możliwego scenariusza/harmonogramu redukcji emisji CO₂ (pilotowa, półprzemysłowa, przemysłowa) pod kątem: racjonalnego i optymalnego wykorzystania przyznaných limitów i środków, zastosowania nie tylko racjonalnych i optymalnych technologii wychwycenia, transportu, podziemnego składowania, ale zdecydowanego zagospodarowania wychwyconego CO₂ w skali uwzględniającej projekcję wzrostu przychwytywanego ilości CO₂.

Z takiego punktu widzenia wnioski nasuwające się autorom niniejszego opracowania na najbliższą przyszłość są następujące:

1. W najbliższym 20-leciu podstawą polskiej energetyki pozostaną bloki opalane węglem. Tylko wysokosprawne bloki o mocach 1000 MW i więcej zapewnią dotrzymanie kroku wzrastającym wymaganiom redukcji emisji CO₂. W pierwszym rzędzie – ponieważ mają wskaźnik emisji w granicach 750 g CO₂/KWh, w drugiej kolejności – ponieważ ich wysoka sprawność (47%) zapewnia dodatkową energię potrzebną dla funkcjonowania przyszłych systemów CCS.
2. Optymalne wykorzystanie przyznaných Polsce limitów emisyjnych wymaga przenoszenia produkcji energii elektrycznej do elektrowni o niższych wskaźnikach emisyjnych. Niedopuszczalne są ograniczenia w produkcji elektrowni takich jak np. PGE Elektrownia Bełchatów S.A. z tytułu wyczerpania rocznego limitu, a pozostawienie w ruchu elektrowni o znacznie wyższym poziomie emisji CO₂ na KWh. Zapobiec takim sytuacjom może np. powoła-

nie wewnętrznego, krajowego urzędodawstwa (krajowy system handlu emisjami), które skutkowałoby płaceniem przez elektrownie niskoemisyjne elektrowniom wysokoemisyjnym za nieprodukowanie energii przez te ostatnie (i wykonaniu ich produkcji przez elektrownię niskoemisyjną).

3. Przebudowa systemu sieciowego powinna uwzględnić przede wszystkim obydwa czynniki – jak wyżej, a dopiero w następnej kolejności zmiany konieczne dla wprowadzenia energii wiatrowej.
4. Promocja, powołanie i wsparcie pracy jednostek innowacyjno-wdrożeniowych nakierowanych na zagospodarowanie wychwyconego dwutlenku węgla w celu ograniczenia składowania tego gazu pod ziemią.

Koszty tych wybranych powyżej przedsięwzięć są niebagatelne, tym niemniej przedsięwzięcia te zdecydowanie odpowiadają wymaganiom Pakietu w zakresie realizacji przez Polskę planu inwestycyjnego o wartości równoważnej wartości udzielonych polskim elektrowniom bezpłatnych przydziałów kredytów emisyjnych.

Ich realizacja będzie skutecznie chroniła Polskę przed możliwymi niekorzystnymi interpretacjami KE mechanizmu czasowej darmowej alokacji dla elektrowni.

Trzeba sobie powiedzieć prawdę – nie da się ograniczyć wzrostu cen energii elektrycznej, jednak trzymanie się dobrego programu, wyprzedzającego bieg wydarzeń, zapewni, że wzrosty te będą niższe.

Głos w dyskusji do artykułu „Wstępna ocena Pakietu energetyczno-klimatycznego po szczycie unijnym” autorstwa Bolesława Jankowskiego.