



Unia Europejska a globalne zagrożenie klimatu emisją CO₂

Maciej Podemski*



Na świecie powszechnie się przyjmuje, że obserwujemy pogłębiające się zjawisko globalnych zmian klimatu. Przewiduje się przy tym, że w ciągu najbliższych 100 lat temperatura na świecie wzrośnie o 1,4 do 5,8°C. Przedstawiciele krajów Unii Europejskiej zgodnie uważają, że maksymalny, dopuszczalny wzrost temperatury na Ziemi wynosi 2°C powyżej temperatury z czasów przedprzemysłowych. W przeciwnym razie świat ryzykuje katastrofalne konsekwencje ekonomiczne i środowiskowe.

Globalne zmiany klimatu powodowane są przede wszystkim przez emisję do atmosfery gazów cieplarnianych. Osiemdziesiąt procent z nich stanowi dwutlenek węgla, którego ilość wzrasta głównie z powodu spalania paliw kopalnych podczas wytwarzania energii elektrycznej, w transporcie, w przemyśle i w gospodarstwach domowych. Obecnie światowa emisja CO₂ wynosi 25 miliardów ton rocznie. Ocenia się, że w 2050 r. wzrośnie ona do 50 miliardów ton.

Stanowisko krajów rozwiniętych, przedstawione w tzw. Protokole z Kyoto zakłada, że w latach 2008–2012 zredukują one emisję gazów cieplarnianych średnio o 5,2% poniżej poziomu z roku 1990. Unia Europejska zobowiązała się do redukcji emisji na swoim obszarze w tym samym czasie o 8% w stosunku do 1990 r. Aby jednak ustabilizować zawartość CO₂ w atmosferze na dopuszczalnym poziomie, konieczne będzie znacznie większe zmniejszenie emisji CO₂ po roku 2012 (podczas następnych 50 lat prawdopodobnie o ponad 50% w skali całego globu). Takie zadanie, które wymaga systematycznego obniżania emisji CO₂ po 2012 roku — średnio o 1% rocznie — nie będzie możliwe do wykonania, jeśli nie zostaną opracowane nowe technologie ujmowania tego gazu w trakcie spalania paliw kopalnych i jego magazynowania.

Problem ten bardzo poważnie traktuje Unia Europejska, czego ostatnim przejawem była pierwsza ogólnoeuropejska konferencja *First European CO₂ Capture and Storage Conference — Towards Zero Emission Power Plants (Ujmowanie i magazynowanie CO₂ — w kierunku elektrowni o zerowej emisji)*, zorganizowana w dniach 13–15.04.2005 r. w Brukseli przez Komisję Europejską. W konferencji udział wzięło ponad 350 uczestników z 26 krajów europejskich i spoza Europy. Patronat objął członek Komisji Europejskiej ds. Badań, Komisarz Janez Potocnik.

Poniżej w skrócie zostały przedstawione główne wnioski z konferencji.

Kierunki obniżania emisji CO₂

Pod uwagę brane są najrozmaitsze działania, które powinny wpłynąć na zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery. Należą do nich przede wszystkim: ogólne zmniejszenie zużycia energii, zwiększenie efektywności systemów energetycznych przez przechodzenie na paliwa o mniejszej zawartości węgla, np. przez zastępowanie węgla gazem ziemnym, zwiększenie udziału nisko- lub nieemisyjnych źródeł energii, takich jak energie odnawialne czy energia atomowa, zwiększenie wchłaniania CO₂ przez lasy, gleby i oceany, wreszcie ujmowanie CO₂ podczas spalania paliw kopalnych i jego magazynowanie.

Większość scenariuszy przewiduje, że przez wiele następnych dekad paliwa kopalne będą stanowić ponad 85% dostępnych źródeł energii, a zatem nacisk musi być położony na redukcję CO₂ emitowanego przez elektrownie i główne zakłady przemysłowe. Jako główny kierunek działań zmniejszania emisji CO₂ do atmosfery przez co najmniej 50 najbliższych lat wskazywano na podziemne magazynowanie wytwarzanego CO₂ w formacjach geologicznych.

Powodzenie zastosowania technologii wychwytywania i magazynowania CO₂ i jej rola w zmniejszaniu emisji gazów cieplarnianych zależy od wielu czynników, takich jak istniejący potencjał magazynowy, koszty tych działań w porównaniu do innych technologii, potencjalny ich wpływ na środowisko, problemy odpowiedzialności finansowej oraz poziom społecznej akceptacji. Społeczeństwo musi być pewne, że dwutlenek węgla będzie zmagazynowany na stałe w bezpiecznych, podziemnych magazynach geologicznych, że prowadzony będzie długotrwały ich monitoring i że jasne będą zasady odpowiedzialności za bezpieczeństwo tych magazynów.

Dyrektoriat Generalny Komisji Europejskiej ds. Środowiska podjął już badania zagrożeń dla środowiska oraz dla ogólnego bezpieczeństwa, jakie mogą być związane z ujmowaniem, transportem i magazynowaniem CO₂ w środowisku geologicznym. Analizuje on także, jak do tego zagadnienia odnosi się prawo międzynarodowe.

Problemy związane z odpowiedzialnością za bezpieczne stosowanie tej technologii, z jej zgodnością z unijnymi przepisami środowiskowymi oraz z wprowadzeniem nowych, niezbędnych przepisów prawnych będą musiały być rozwiązane na wyższych unijnych szczeblach decyzyjnych.

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; maciej.podemski@pgi.gov.pl

Magazynowanie CO₂ w środowisku geologicznym

Dostępną pojemność podziemnych magazynów geologicznych ocenia się na świecie na 100 000–200 000 GT, a w Europie na 1000–2500 GT. Wiele magazynów geologicznych CO₂ działa już obecnie na świecie. Najstarszy z nich, pracujący od 1996 r. Sleipner, znajduje się w norweskiej części Morza Północnego, w złożu gazu ziemnego firmy *Statoil*, występującym w strukturze antyklinalnej, w porowatych piaskach formacji Utsira, zajmujących długi pas Morza Północnego na zachód od Norwegii. Sleipner przyjmuje rocznie 1 mln ton CO₂. Koszt wtłaczania jednej tony CO₂ wynosi obecnie 17 USD. Obszar występowania piasków Utsira uważa się za jeden z najbardziej perspektywicznych terenów w Europie do magazynowania CO₂.

Kolejny znany magazyn geologiczny CO₂, który rozpoczął przyjmować ten gaz w 2004 r., znajduje się w Algierii, przy złożu gazu ziemnego In Salah. Złoże należy do konsorcjum *British Petroleum, Sonatrach* i *Statoil*. W trakcie wydobywania gazu ziemnego do atmosfery emitowano by tam około 1 mln ton CO₂ rocznie. Kosztem 100 mln euro konsorcjum zainstalowało całą infrastrukturę do wtłaczania ujmowanego CO₂ do piaskowców karbońskich, znajdujących się w rejonie złoża na głębokości około 2 km. Piaskowce te tworzą doskonałe, potencjalne magazyny geologiczne o jakości porównywalnej z piaskami Utsira na Morzu Północnym.

Poza tymi dwoma magazynami w Europie i na świecie czynnych jest jeszcze kilka innych. Są to: K12B, położony w holenderskiej części Morza Północnego (otwarty w 2004 r.) oraz Weyburn w Kanadzie (2000 r.) i Fri Brine w USA (2004 r.). Magazyn w Weyburn, w Saskatchewan, przyjmuje rocznie 1,2 mln ton CO₂, przesyłanego rurociągiem z Beulah, z Północnej Dakoty w USA. W roku 2005 planowane jest otwarcie magazynów CO₂ w Ketzin, w Niemczech i w Atzbach, w Austrii (przepustowość około 10 tysięcy ton CO₂ rocznie w każdym), w 2006 r. w Snøhvit, na norweskim obszarze Morza Północnego (około 0,7 mln t rocznie) i w Casablanca, w Hiszpanii (1 mln t rocznie).

Wszystkie te projekty traktowane są jako obiekty badawcze — geologiczne, techniczne i ekonomiczne. Przeprowadzono na nich szereg badań współfinansowanych przez Unię Europejską, m.in. w ramach 5. Projektu Ramowego Badań i Rozwoju Technologicznego i 6. Projektu Ramowego UE. Wiele interesujących wniosków jest już dostępnych. Wskazano również na liczne problemy do dalszych studiów. Wśród tych ostatnich do najważniejszych należą procesy wymagające systematycznego monitorowania oraz różne rodzaje ryzyka związanego z podziemnym magazynowaniem CO₂.

Wśród procesów wymagających monitorowania wymieniane są przede wszystkim: potencjalna pozioma i pionowa migracja gazów w formacji zbiornikowej oraz ucieczka magazynowanych gazów przez utwory ekranujące i przez otwory wiertnicze. Standardy monitoringu powinny być opracowane dla poszczególnych typów magazynów geologicznych, dla każdego z osobna. Na obszarach morskich są to wyczerpane złoża ropy i gazu oraz zbiorniki wód podziemnych (zwykle zasolonych), zamknięte i otwarte. Na terenach lądowych do wymienionych typów magazynów dochodzą jeszcze nieekonomiczne pokłady węgla.

W poszczególnych etapach przygotowywania i eksploatacji podziemnych magazynów geologicznych CO₂ należy zwracać uwagę na inne problemy. Podczas przygotowywania obiektu do zatłaczania gazu najważniejsze jest określenie możliwości budowy systemu monitoringowego i opracowanie jego programu. Podczas zatłaczania CO₂ konieczna jest obserwacja zatłaczanych ilości gazu, lokalizacja jego koncentracji w skałach zbiornikowych, a także śledzenie ewentualnych zagrożeń środowiskowych. W trakcie zamykania napełnionego magazynu należy upewnić się o braku zagrożeń środowiskowych, a przede wszystkim o braku (lub nieznaczających ilościach) ucieczek gazu ze zbiornika. Podczas konferencji przedstawiono całą listę metod i technik monitoringowych, obejmującą w zasadzie znane powszechnie metody geofizyczne, satelitarne i ogólnogeologiczne.

Szczególnie poważnym problemem jest potencjalna ucieczka magazynowanego gazu lub związanych z nim roztworów ze zbiornika magazynowego. Ilość uchodzącego gazu zmienia się w czasie. Przede wszystkim wielkość ciała gazowego w zbiorniku podziemnym może się z czasem zmniejszać ze względu na przytrzymywanie CO₂ w pułapkach struktur geologicznych, zatrzymywanie go w przestrzeniach porowych, rozpuszczanie w wodach lub solankach oraz zużywanie w procesach uwęglanowania. Również ciśnienie formacyjne — główna przyczyna ucieczki gazów — może się z czasem zmniejszać.

Jeśli chodzi o wielkość strat gazu z podziemnych magazynów CO₂, to przy przyjęciu rocznej wielkości wtłaczania równej 4 mln ton roczna utrata 0,1% tej ilości na obszarze 10 x 10 km będzie prowadzić do emisji znacznie mniejszej od emisji występującej na niektórych obszarach geotermalnych. W takiej sytuacji monitorowanie emisji CO₂ będzie bardzo trudne lub wręcz niemożliwe. Wielkość emisji CO₂ może być znacznie większa na obszarze magazynowym ograniczonym przestrzennie z powodów przyrodniczych. Wówczas jednak będzie ona łatwiejsza do monitorowania, co powinno wystarczyć do zaalarmowania systemu wczesnego ostrzegania.

Inicjatywy Unii Europejskiej w zakresie przeciwdziałania wzrostowi emisji CO₂

Główna linia polityki unijnej w celu przeciwdziałania wzrostowi emisji CO₂ została już w skrócie przedstawiona powyżej. W minionych latach Komisja Europejska dofinansowywała w swoich badawczych programach ramowych szereg projektów naukowych i wdrożeniowych w zakresie ujmowania CO₂, jego transportu i magazynowania. Temu ostatniemu zagadnieniu poświęcono kilka projektów 4. Programu Ramowego: *SACS* (dotyczący magazynu Sleipner) oraz 5. Programu Ramowego: *SACS2*, *CO2STORE*, *Weyburn Monitoring* i *Nascent*.

W 6. Programie Ramowym UE uruchomiono wiele ważnych dla podziemnego magazynowania CO₂ projektów badawczo-wdrożeniowych. Należą do nich:

- ❑ *ERA-NET (FENCO)* — koordynujący działania państw członkowskich w zakresie magazynowania CO₂;
- ❑ *CSLF Carbon Sequestration Leadership Forum* — poświęcony współpracy międzynarodowej (w tym z USA) w zakresie ujmowania i magazynowania CO₂;

- ❑ *CO2SINK IP In-situ laboratory for capture and sequestration of CO₂* — laboratorium wychwytywania i magazynowania CO₂;
- ❑ *ENCAP IP Enhanced capture of CO₂* — doskonale wychwytywania CO₂;
- ❑ *CASTOR IP CO₂ from capture to storage* — badania procesów wychwytywania i magazynowania CO₂;
- ❑ *CO2GEONET NoE Network of excellence on geological sequestration of CO₂* — sieć doskonałości w zakresie geologicznego magazynowania CO₂.

W trakcie negocjacji są z kolei m.in. następujące projekty:

- ❑ *CO2REMOVE IP The monitoring and verification of CO₂ geological storage* — monitoring i weryfikacja geologicznych magazynów CO₂;
- ❑ *EU GeoCapacity STREP Mapping geological CO₂ storage potential matching sources and sinks* — kartowanie potencjału geologicznych magazynów CO₂.

Oddzielanie CO₂ i jego podziemne magazynowanie najprawdopodobniej pozostanie jednym z priorytetów rozwoju technologicznego, także w przygotowywanym właśnie 7. Projekcie Ramowym UE, zwłaszcza w jego częściach poświęconych energii i środowisku. Problem ten będą rozwiązywać przede wszystkim uczestnicy tworzonej właśnie przez Komisję Europejską Platformy Technologicznej *Zero Emission Power Plants (Elektrowni o zerowej emisji)*.

Platforma ta, integrująca wysiłki twórcze i finansowe unijnego przemysłu oraz środowisk badawczych, stanowić ma także odpowiedź na wyzwanie amerykańskie w zakresie produkcji „czystej” energii. Stany Zjednoczone ogłosiły bowiem ostatnio program rozwoju „czystych” elektrowni węglowych (*Clean Coal Plant Improvement*), z budżetem 2 miliardów USD w następnych dziesięciu latach, oraz uruchomiły projekt *Futuregen*, z budżetem 1 miliarda USD, poświęcony rozwojowi zakładów wytwarzających równocześnie energię elektryczną i wodór, obejmujący także separację i magazynowanie CO₂. Podobne programy ogłosiły również inne kraje pozaeuropejskie, jak Kanada czy Australia, oraz Międzynarodowa Agencja Energii (IEA).

Prognozy na przyszłość

Konferencja brukselska wykazała, że nie jest możliwe opanowanie światowego wzrostu emisji CO₂ do atmosfery przy wykorzystaniu jednej tylko technologii. Konieczne jest więc rozwijanie wielu kierunków działania. Optymistyczne natomiast jest to, że wszelkie niezbędne technologie są już dostępne — wymagają one jedynie udoskonaleń i wdrożenia. Ocenia się, że jest to realne do osiągnięcia jeszcze w pierwszej połowie bieżącego stulecia, jednakże, aby

osiągnąć ten cel, natychmiast muszą być podjęte niezbędne działania badawcze, rozwojowe i wdrożeniowe. Za najpoważniejsze kierunki działań uważa się:

- ❑ Zastąpienie węgla gazem ziemnym w 1400 elektrowniach o mocy powyżej jednego gigawata.
- ❑ Wprowadzenie oddzielania i magazynowania CO₂ w 1600 elektrowniach gazowych o mocy powyżej jednego gigawata.
- ❑ Wprowadzenie oddzielania i magazynowania CO₂ w zakładach produkujących paliwo syntetyczne z węgla.
- ❑ Zmniejszenie o jedną czwartą emisji CO₂ z budynków mieszkalnych i zabudowań przemysłowych.
- ❑ Podwojenie efektywności silników samochodowych (w 2050 r. na świecie mogą być nawet dwa miliardy samochodów).
- ❑ 700-krotne powiększenie światowej mocy elektrowni słonecznych.
- ❑ Wprowadzenie oddzielania i magazynowania CO₂ w 500 zakładach produkujących powyżej jednego miliona H₂ rocznie z gazu ziemnego.

Każde z tych posunięć powinno przynieść zmniejszenie do 2050 r. światowej emisji CO₂ o 3,5 miliarda ton rocznie, co da łączne ograniczenie emisji o 25 miliardów ton, a zatem możliwe będzie utrzymanie wielkości tej emisji na dzisiejszym poziomie (25 miliardów ton).

Poza technologicznymi problemami oddzielania CO₂ w trakcie spalania paliw kopalnych i jego podziemnego magazynowania, a właściwie w ścisłym z nimi związku, występują poważne problemy ekonomiczne i prawne. Przede wszystkim koszt całego procesu, aby był on uznany za ekonomiczny, nie powinien przekraczać 20 euro na tonę wtłaczanego CO₂. Wpływa on bowiem na podniesienie kosztów związanej z tym produkcji energii elektrycznej.

Jeśli chodzi o przepisy prawne, to przechowywanie CO₂ w magazynach geologicznych powinno być traktowane tak samo jak jego wykorzystywanie przy wspomaganie eksploatacji ropy naftowej. Tymczasem, w chwili obecnej podziemne magazynowanie CO₂ podlega np. przepisom chroniącym środowisko morskie przed zanieczyszczeniem, co przy traktowaniu CO₂ jako odpad utrudnia nie tylko otwieranie stałych jego podziemnych (często przy tym podmorskich) magazynów, ale i przeprowadzanie badań pilotażowych w tym zakresie.

Źródła: Materiały First European CO₂ Capture and Storage Conference — Towards Zero Emission Power Plants, Brussels, 13–15 April 2005, http://europa.eu.int/comm/research/energy/gp/gp_events/co2_conf/article_2540_en.htm