

S. LOMBARDI, L.K. ALTUNINA & S.E. BEAUBIEN (eds.) — Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide: International Approaches to Reduce Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions. Springer, Dordrecht, XIV + 362 str., 2006.

Nieczęsto zdarza się, aby publikacja nabrała wyjątkowego znaczenia 2 lata od jej ukazania się na rynku i blisko 4 lata od sesji, na której były prezentowane zawarte w niej prace. Taki właśnie los przypadł w udziale materiałom z Sesji Roboczej Postępy w Geologicznej Sekwestracji CO₂ w Krajach Europy Wschodniej i Zachodniej, zorganizowanej w dniach 15–18 listopada 2004 r. w Tomsku (Rosja) w ramach programu NATO *Advanced Research Workshop*. Dużego znaczenia publikacja nabrała dosłownie w ostatnich tygodniach, gdy wynikły problemy w polityce Unii Europejskiej w zakresie przeciwdziałania ocieplaniu klimatu i ograniczaniu emisji CO₂ i innych gazów cieplarnianych. Wiąże się to także z radykalną zmianą podejścia do wykorzystania biopaliw, w których do tej pory pokładano spore nadzieje na rozwiązanie problemu rozwoju energii odnawialnej.

Jak wynika z deklaracji przewodniczącego Komisji Europejskiej Jose Manuela Barroso, kierowana przez niego komisja zaczyna przekuć zobowiązania Unii Europejskiej w zakresie ograniczania emisji CO₂ oraz wzrostu udziału energii odnawialnych i efektywności energetycznej do roku 2020 na konkretne działania: *Unia jest przygotowana do roli lidera w walce ze zmianami klimatycznymi (Ograniczenie emisji CO₂ to nie tylko ochrona klimatu. To szansa na rozwój gospodarczy Europy*, Dziennik, 25.01.2008, str. 19). Tym samym Komisja Europejska zdecydowanie podtrzyma przyjęte zobowiązania ograniczenia emisji CO₂ oraz wzrostu udziału energii odnawialnych i efektywności energetycznej do roku 2020. Tymczasem problemy ekologiczne i socjalne wywoływane przez biopaliwa stają się coraz bardziej widoczne. Chodzi tu głównie o wzrost cen żywności oraz rosnącą skalę karczowania lasów, a zwłaszcza lasów tropikalnych w Ameryce Południowej, w celu zwiększenia arealu upraw kukurydzy i innych roślin do produkcji biopaliwa.

Biopaliwa były uważane za środek, który pomoże krajom Unii zmniejszyć poziom emisji CO₂ w najbliższych latach, a tymczasem Stavros Dimas, unijny sekretarz ds. środowiska, zapowiada zmianę planów w stosunku do nich (*Europa odwraca się od biopaliw*, Dziennik z 14.01.2008). Tym samym otwiera się luka w programie walki z emisjami — luka, którą doskonale może wypełnić podziemne składowanie CO₂. Przecież skoro emisja tego gazu wynika przede wszystkim ze spalania paliw kopalnych, logiczne jest, aby produkt tego spalania powracał do litosfery. I właśnie takie możliwości dokumentuje recenzowana monografia, a sam fakt, że ukazała się w NATO *Science Series* (obecnie komitet NATO SPS — *Science for Peace and Security* działający pod auspicjami NATO *Public Diplomacy Division*), dodaje temu dodatkowej wagi.

Podobnie jak inne tomy tej serii, monografia ta zawiera prace będące wynikiem kilkuletniego, międzynarodowego projektu prowadzonego z udziałem państw członkowskich NATO i państw partnerskich (Rosja). Stworzyło to (podobnie jak w przypadku innych projektów, np. dotyczących magazynowania w strukturach geologicznych czy składowania oraz utylizacji odpadów niebezpiecznych, w tym radioaktywnych) wyjątkową okazję dla badaczy z całego świata, aby podzielić się doświadczeniami i zaprezentować swoje nowatorskie podejścia do zagadnienia uznanego za wyjątkowo ważne. Chodziło o technologię sekwestracji (podziemnego składowania CO₂) w strukturach geologicznych, które okazuje się najbardziej obiecującą metodą z dotychczas proponowanych.

Monografia składa się z 5 części. W części 1. poruszono problem, jak działalność człowieka wpływa na skład atmosfery, i podano przykłady tego typu zmian w uprzemysłowionych regionach Syberii. Trudno bowiem o lepsze możliwości badania zmian składu atmosfery niż te, które są w wielkich ośrodkach przemysłowych, takich właśnie jak Tomsk czy Nowosybirsk (głównych ośrodkach wydobycia ropy naftowej, gazu ziemnego

i innych surowców), oddalonych od siebie bezkresną tajgą. Daje to modelowy kontrast środowisk i umożliwia przetestowanie różnych technik obserwacji satelitarnych.

Część 2. przedstawia nowatorski pomysł wykorzystania wiecznej zmarzliny jako warstwy nieprzepuszczalnej, pod którą można zatłaczać CO₂. Wieczna zmarzlina może też stanowić ośrodek chłodzący do wytworzenia klatratów CO₂. Możliwości magazynowania pod warstwą wiecznej zmarzliny to temat interesujący szczególnie badaczy kanadyjskich i amerykańskich, ale tu wyłania się wyjątkowo trudne pytanie, a co będzie z magazynowanym gazem, gdy wieczna zmarzlina zacznie znikać wraz z dalszym ocieplaniem klimatu?

W części 3. zaprezentowano możliwości wykorzystania badań nad naturalnymi zbiornikami CO₂ do wyprzedzającego określenia efektów podziemnego składowania przez człowieka tego i innych gazów szklarniowych. Przedstawiono w niej liczne przykłady z najnowszych badań nad naturalnymi, szczelnymi oraz „przeciekającymi”, zbiornikami CO₂ jako „polowymi” laboratoriami do badań efektów geologicznych długotrwałego składowania CO₂ w skałach, możliwości ucieczki CO₂ i wpływu, jaki może ona mieć na atmosferę oraz ekosystemy na powierzchni Ziemi. Z tego wynikają wymogi i technologie monitorowania miejsc geologicznego składowania CO₂ (kluczową rolę odgrywa w nich monitoring prowadzony metodami geofizycznymi). Zwrócono tu uwagę na mniej lub bardziej szczelne zbiorniki na terenie Włoch i Adriatyku, a także w regionie Bajkału, gdzie np. ucieczka metanu jest związana prawdopodobnie ze strefami tektonicznymi. Na szczególną uwagę zasługują wnioski z badań nad interakcją CO₂, wód porowych i skał zbiornikowych w warunkach naturalnych i laboratoryjnych oraz w świetle wyników symulacji komputerowych, prowadzonych na polach Sleinper (Norwegia) i Weybourn (Kanada), gdzie w latach 1996–2000 wpompowano w struktury geologiczne ponad 1 mln ton CO₂, oraz na naturalnym polu CO₂ Montmiral (Francja).

Część 4. zawiera liczne przykłady zastosowań technologii geologicznego składowania CO₂ na skalę przemysłową. Przykłady te wskazują, że takie podejście jest technicznie możliwe, ekonomicznie uzasadnione i jak dotąd bezpieczne. Szczególnie istotne są tu wyniki wykorzystania CO₂ do wspomagania wydobycia ropy w Kanadzie i Rosji oraz wyniki eksperymentów prowadzonych ostatnio w Niemczech jako podstawa do oceny długoterminowych efektów takiego składowania.

Ostatnia — 5. część to rzut oka w przyszłość, czyli prognoza, jak wytwarzanie i wykorzystywanie energii może się zmieniać w przyszłości, jak istotne będzie przekonanie co do celowości i włączanie społeczeństw w tryb podejmowania decyzji dotyczących przeciwdziałania zmianom klimatycznym oraz dlaczego i w jaki sposób Europa zdecydowała się na intensyfikację badań nad geologicznym składowaniem CO₂. Autorzy przyznają, że zużycie energii może wzrosnąć do końca tego stulecia nawet czterokrotnie i tzw. czysta energia ma wiele ograniczeń — z tego powodu rola paliw kopalnych nie ulegnie radykalnemu zmniejszeniu, a wylściem będzie sekwestracja.

W bilansie całkowitego cyklu obiegu CO₂ wpływ emisji antropogenicznych to jedynie 15% emisji CO₂, ale i ten niewielki, zdawałoby się, udział jasno pokazuje, że nasza planeta jest niezmiernie wrażliwa na niewielkie nawet zmiany składu atmosfery. Zmiany te są sprzężone ze zmianami w hydrosferze i litosferze, a to wszystko ma zasadniczy wpływ na biosferę. Stąd geologiczne składowanie z pewnością okaże się ważniejsze niż obecnie przypuszczamy. Jednym z warunków powodzenia tej metody (i innych działań zmierzających do zrównoważonego rozwoju) jest działalność informacyjna i edukacyjna. Konieczne jest w związku z tym wypracowanie właściwej strategii komunikowania się ze społeczeństwem, którego zgoda jest niezbędna, aby uniknąć efektu znanego jako „tylko nie na moim podwórku”. W publikacji nie zabrakło, oczywiście, przewodnika do wypracowania takiej strategii, uzupełnionego o odnośniki do literatury.

Należy pogratulować zespołowi redakcyjnemu wydania tej istotnej pozycji, której potrzeba staje się oczywista zwłaszcza teraz. Istotne są rozdziały wprowadzające w poszczególne części, zawierające przegląd tematyki.

Jak sygnalizowaliśmy, monografia ta dowodzi, że składowanie CO₂ i innych gazów cieplarnianych jest już koniecznością, a podkreślenie wagi SKŁADOWANIA GEOLOGICZNEGO ukazuje rolę, jaką powinni odgrywać geolodzy we wdrażaniu tych technologii.

Publikacja ta jest wyjątkowo istotna dla naszego środowiska geologicznego, gdyż otwiera nowe możliwości wykorzystania uzyskanego dotychczas doświadczenia i potencjału. Teren naszego kraju wydaje się być predysponowany do składowania CO₂ i jeśli zapadną odpowiednie decyzje polityczne, to bardzo szybko będzie można przystąpić do wyznaczania najbardziej odpowiednich geologicznych układów i struktur sekwestracyjnych. Oznacza to, że jest dużo pracy do wykonania przez specjalistów od geofizyki i geologii regionalnej po sedimentologię, hydrogeologię i geochemię eksperymentalną.

W chwili obecnej najważniejsza będzie współpraca geologów polskich z partnerami z Unii Europejskiej (zwłaszcza z krajów sąsiadujących), gdzie programy sekwestracji CO₂ są właśnie

wdrażane. Państwowy Instytut Geologiczny, sprawujący z mocy ustawy obowiązki państwowej służby geologicznej i państwowej służby hydrogeologicznej, już takie działania podjął. Konieczne będzie wypracowanie systemu realizacji projektów sekwestracji z podejściem etapowym. Kluczowe znaczenie będzie miała współpraca z przemysłem naftowym. Geolodzy muszą we współpracy z rządem RP określić priorytety dotyczące poszczególnych struktur geologicznych i ich wykorzystania (np. magazynowanie czy składowanie, czyli sekwestracja). Wreszcie zadaniem dla geologii będzie dostarczenie danych, na podstawie których możliwe stanie się opracowanie struktury kosztów i logistyki. Nie ulega wątpliwości, że muszą (przy dotrzymaniu wszystkich wymogów) zostać wyznaczone takie układy sekwestracyjne, aby do minimum ograniczyć koszty. Koszty będą bowiem warunkować (ze względów politycznych, ekonomicznych i społecznych) przyszłość i powodzenie całego projektu.

Wojciech Brochwicz-Lewiński & Grzegorz Pieńkowski