



Działania Ministerstwa Środowiska w celu rozpoznania struktur geologicznych do podziemnego składowania dwutlenku węgla

Andrzej Przybycin¹



Przyjęcie przez UE zobowiązań do redukcji emisji dwutlenku węgla powstającego w procesie spalania paliw kopalnych, w celu ograniczenia efektu cieplarnianego oraz spowolnienia obserwowanych zmian klimatycznych na kuli ziemskiej, stanowiło przyczynę wezwania w marcu 2007 r. państw członkowskich UE i Komisji Europejskiej przez

Radę Europejską do opracowania niezbędnych systemów technologicznych, gospodarczych i regulacyjnych, służących zapewnieniu rozwoju bezpiecznej dla środowiska geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla. Efektem tych prac jest przedstawiony 21.01.2008 r. przez Komisję Europejską *Wniosek dotyczący Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniającej dyrektywy Rady 85/337/EWG, 96/61/WE, dyrektywy 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006.*

Projektowany akt prawa europejskiego ustanawia zasady prowadzenia działalności w zakresie składowania dwutlenku węgla w górotworze, w tym w podziemnych wyrobiskach górniczych, i normy mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa stosowania technologii wychwytu i składowania dwutlenku węgla (*Carbon Capture and Storage — CCS*). Wdrożenie przepisów tego projektu będzie stanowiło podstawę prawną do realizacji projektów demonstracyjnych technologii CCS na terenie krajów UE, co pozwoli na uzyskanie szczegółowych wyników z jej stosowania w warunkach geologicznych konkretnych krajów i podjęcie decyzji o skali jej przyszłego zastosowania. Z tego względu Polska powinna się ubiegać, w ramach tzw. Programu Flagowego, o umieszczenie 1–2 demonstracyjnych projektów technologii CCS na swoim terytorium.

Po wejściu w życie dyrektywy w sprawie składowania CO₂ wszystkie nowe elektrownie, elektrociepłownie lub inne duże obiekty przemysłowe spalające paliwa kopalne będą musiały być projektowane tak, aby były gotowe do zastosowania technologii wychwytu i składowania dwutlenku węgla. Zakłady, których wydajność spalania przekracza 300 MW, będą miały obowiązek osiągnąć gotowość do zastosowania tej technologii (*CCS ready*). Wiąże się ona z posiadaniem odpowiedniej przestrzeni na instalację urządzeń niezbędnych do wychwytywania i sprężania dwutlenku węgla oraz koniecznością oceny możliwości geologicznego składowania dwutlenku węgla, przygotowaniem transportu i przebudową danego bloku energetycznego na potrzeby CCS.

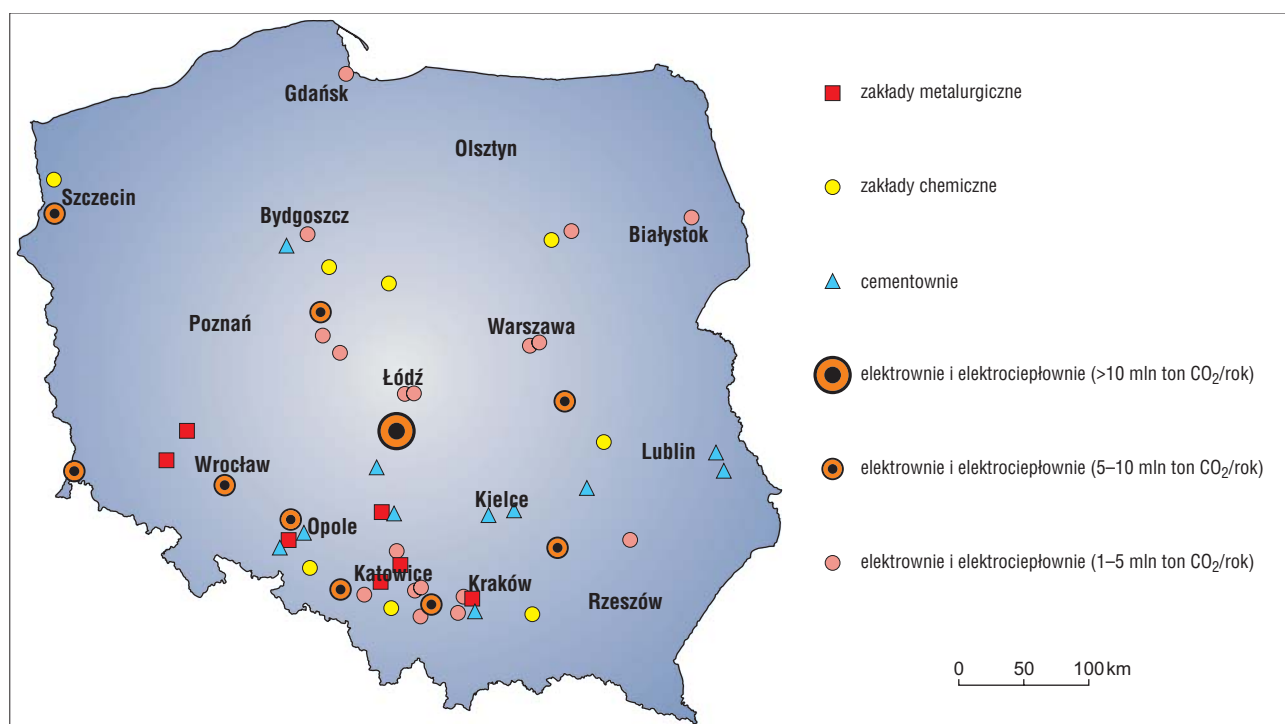
Ponadto należy zaznaczyć, iż zgodnie z Europejskim Planem Strategicznym w dziedzinie technologii energetycznych (SET Plan) po 2020 r. wszystkie duże obiekty energetyczne będą zobligowane do stosowania technologii wychwytu dwutlenku węgla na skalę przemysłową. Wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej muszą wcześniej przygotować miejsca do składowania gazu wychwyconego z instalacji. Obecnie jedną z najważniejszych kwestii do rozwiązania jest odpowiednie rozpoznanie geologiczne terytorium Polski pod względem przydatności do podziemnego składowania dwutlenku węgla.

Sprawą wymagającą szczególnego podkreślenia jest fakt, że ostateczna decyzja dotycząca podziemnego składowania dwutlenku węgla na terenie Polski nie została jeszcze podjęta. Kierownictwo Ministerstwa Środowiska, przyjmując 23.06.2008 r. dokument pt. *Działania Ministerstwa Środowiska w celu rozpoznania struktur geologicznych dla podziemnego składowania dwutlenku węgla* postawiło sobie za cel uzyskanie precyzyjnych informacji, które umożliwią podjęcie racjonalnej decyzji w tej sprawie, uwzględniającej wymogi bezpieczeństwa ludzi i środowiska oraz interes Polski.

Z przeprowadzonych dotychczas badań wynika, iż największy potencjał składowania CO₂ z dużych zakładów przemysłowych i elektrowni na terenie kraju, szacowany na setki milionów ton dla każdego zakładu, mają **głębokie solankowe poziomy wodonośne** na Niżu Polskim, w centrum i północno-zachodniej części kraju, głównie w obrębie bruzdy duńsko-polskiej. Niestety, stopień rozpoznania głębokich poziomów solankowych jest niewystarczający do podjęcia decyzji w sprawie geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla. Światowych doświadczeń w prowadzeniu tego typu działalności jest niewiele, toteż brakuje odpowiednich wzorców. Dodatkowym problemem jest lokalizacja większości krajowych emitentów dwutlenku węgla na południu kraju (ryc. 1).

Wyeksploatowane złoża gazu ziemnego i ropy naftowej jako wyjątkowo szczelne, naturalne pułapki geologiczne stwarzają najbezpieczniejsze i najdogodniejsze warunki do geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla, jednak ich niewielka pojemność sprawia, że mogą być wykorzystywane tylko na małą skalę. W Polsce rozpatrywano do tej pory przydatność do zastosowania technologii CCS złóż gazu w strefie frontu nasunięcia Karpat i zapadlińska przedkarpackiego (12 złóż, w tym potencjał składowania złoża Przemysł wynosi ponad 200 mln ton CO₂) oraz w zachodniej części kraju, na obszarze monokliny przedsudeckiej (13 złóż, w tym potencjał składowania 3 złóż: Żuchłów, Załęcze–Wiewierz i Bogdaj–Uciechów określono na ponad 50 mln ton). Brano również pod uwagę 6 złóż

¹Departament Geologii i Koncesji Geologicznych, Ministerstwo Środowiska, ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa



Ryc. 1. Rozmieszczenie dużych emitentów dwutlenku węgla w Polsce (wg danych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk)

Tab. 1. Wstępny szacunkowy potencjał sekwestracji CO₂ w strukturach geologicznych Polski — opracowany w ramach europejskich projektów CO₂Net i GeoCapacity (wg danych Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych w Warszawie)

Typ struktur	Liczba struktur	Zasięg stratygraficzny/ głębokościowy struktur	Potencjał składowania CO ₂ [Mt]
Wstępnie przeanalizowane głębokie solankowe poziomy wodonośne	18	K ₁ ; J ₁ ; T	5 752
Szacunkowa całkowita pojemność solankowych poziomów wodonośnych mezozoiku	—	K; J; T	90 000
Szczerpane złoża węglowodorów	31	—	764
Nieeksploatowane metanowe pokłady węgla GZW	—	1–2 km p.p.t.	415
Szacunkowa całkowita pojemność pokładów węgla GZW	—	—	1 254

ropy naftowej i gazu ziemnego na obszarze Nizy Polskiego. Spośród nich jedynie złoża Barnówko–Mostno–Buszewo może mieć potencjał składowania rzędu 50 mln ton. Dwa inne złoża — B3 i Kamień Pomorski — mają potencjał składowania po kilka milionów ton.

Kolejne perspektywiczne struktury — **głębokie pokłady węgla kamiennego** były analizowane jedynie w południowej i centralnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, gdzie występuje uszczelniający nadkład utworów miocenu i fliszu. Badania wykazały, że złoża węgla kamiennego mogą być przydatne do geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla — projekt RECOPOL. Jednakże eksploatacja pokładów węgla kamiennego wiąże się z intensywnie prowadzoną działalnością górnictwem, co może negatywnie wpływać na bezpieczeństwo procesu składowania tego gazu.

Rozważając możliwości podziemnego składowania CO₂ w pokładach węgla kamiennego, należy także mieć na uwadze, iż rozwój technologii wykorzystywania tej kopali-

ny do produkcji energii lub innych celów w przyszłości może spowodować, że zasoby obecnie uznane za pozabilansowe będą mogły być wykorzystane gospodarczo. Rozpoczęcie zatłaczania dwutlenku węgla na dużą skalę do tych pokładów uniemożliwi ich przyszłe zagospodarowanie ze względu na konieczność utrzymania stałej szczelności składowiska, która jest podyktowana priorytetowym warunkiem bezpieczeństwa całego przedsięwzięcia dla środowiska.

Wstępny, szacunkowy potencjał sekwestracji dwutlenku węgla w strukturach geologicznych Polski przedstawia tabela 1.

Trudności, jakie będzie stwarzać składowanie CO₂ w solankowych poziomach wodonośnych, wyeksploatowanych złożach węglowodorów i pokładach węgla, sprawiają, że wyjątkowo pilne staje się wyznaczenie perspektywicznych struktur oraz całych formacji geologicznych służących do budowy podziemnych składowisk na terenie kraju, w których mógłby zostać zdeponowany wychwyco-

ny z instalacji energetycznych gaz. Powodzenie zadania jest uzależnione w dużej mierze od uwarunkowań środowiskowych, a wytypowane miejsca przyszłych podziemnych obiektów muszą spełniać wiele wymagań dotyczących pojemności, chłonności, a w szczególności bezpieczeństwa procesu podziemnego składowania, oraz lokalizacji w stosunku do miejsc wytwarzania i wychwytywana dwutlenku węgla z instalacji przemysłowych.

Równocześnie niezbędne jest prowadzenie działań informacyjno-edukacyjnych na temat różnorodnych aspektów podziemnego składowania dwutlenku węgla, przede wszystkim dotyczących korzyści i zagrożeń niesionych przez CCS.

Rosnące zainteresowanie polskiej opinii publicznej geologicznym składowaniem dwutlenku węgla nie może pozostać bez reakcji organów administracji geologicznej, dlatego Ministerstwo Środowiska, przy udziale Państwowego Instytutu Geologicznego, przygotowało program działań na najbliższe lata. Celem przedsięwzięcia jest zapewnienie naszemu krajowi możliwości podjęcia racjonalnych decyzji dotyczących realizacji obowiązków wynikających z pakietu klimatyczno-energetycznego, szczególnie w zakresie ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery. Ministerstwo określiło listę najważniejszych zadań, które powinny zostać zrealizowane w najbliższej przyszłości.

Zadanie 1.

Udział Ministerstwa Środowiska w tworzeniu przepisów dyrektywy w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla

Od 1.02.2008 r. Ministerstwo Środowiska uczestniczy w pracach Grupy Roboczej Rady ds. Środowiska nad *Wnioskiem dotyczącym Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniającej dyrektywy Rady 85/337/EWG, 96/61/WE, dyrektywy 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006*. Przygotowanie tego dokumentu jest jednym z priorytetowych zadań Ministerstwa Środowiska w dziedzinie geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla.

Przepisy projektowanej dyrektywy odnoszą się przede wszystkim do zagadnień geologicznego składowania dwutlenku węgla, a tylko w niewielkim stopniu do wychwytu i transportu strumienia tego gazu. Wdrożenie dyrektywy umożliwi realizację Programu Flagowego w Polsce, w którego ramach na terenie Europy zostanie wybudowanych 10–12 pokazowych instalacji wychwytu, transportu i geologicznego składowania dwutlenku węgla, różniących się zastosowanymi rozwiązaniami technicznymi. Instalacje te posłużą do oceny wszystkich aspektów technologii CCS (środowiskowych, ekonomicznych, technologicznych i bezpieczeństwa ludzi) jeszcze przed ewentualnym obligatoryjnym stosowaniem tej technologii na skalę przemysłową.

Zadanie 2.

Dostosowanie przepisów prawa krajowego w zakresie regulowanym przez dyrektywę w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (po wejściu w życie dyrektywy)

Projektowana dyrektywa jest pierwszym aktem prawnym UE, który ma regulować zagadnienie geologicznego składowania dwutlenku węgla. Przepisy obowiązujące

w Polsce ustawy z dn. 4.02.1994 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. z 2005 r., nr 228, poz. 1947) dotyczą między innymi składowania odpadów oraz bezzbiornikowego magazynowania substancji w górotworze, w tym w podziemnych wyrobiskach górniczych, jednak nie regulują zagadnienia geologicznej sekwestracji dwutlenku węgla.

Według przepisów *Prawa geologicznego i górniczego* działalność gospodarcza polegająca na bezzbiornikowym magazynowaniu substancji i składowaniu odpadów w górotworze, w tym w podziemnych wyrobiskach górniczych, wymaga uzyskania koncesji od Ministra Środowiska. Identyfikacja zapisu zawiera projekt dyrektywy — zgodnie z nim pozwolenia na składowanie dwutlenku węgla będą udzielane przez właściwy organ, którym w naszym kraju będzie Minister Środowiska. Należy przy tym zaznaczyć, że w projekcie dyrektywy zakłada się ścisłą reglamentację pozwoleń na prowadzenie rozpoznania struktur przydatnych do zastosowania technologii CCS oraz podziemnego składowania dwutlenku węgla.

Przyjęcie dyrektywy w sprawie geologicznego składowania CO₂ spowoduje konieczność zmiany polskich przepisów prawa, w tym przede wszystkim ustaw: *Prawo ochrony środowiska, Prawo geologiczne i górnicze oraz Ustawy o swobodzie działalności gospodarczej*.

W świetle efektów prac nad projektem dyrektywy przewiduje się, że państwa członkowskie będą zobowiązane do przedstawienia Komisji Europejskiej wyników wdrożenia zapisów omawianej dyrektywy w ciągu od 1 roku do 2 lat od jej ustanowienia. Ze względu na trwające intensywne prace nad projektem należy zaznaczyć, iż dokładny termin transpozycji przepisów (czyli włączenia norm prawa międzynarodowego do krajowego porządku prawnego) nie został jeszcze ostatecznie ustalony.

Zadanie 3.

Rozpoznanie i wytypowanie struktur geologicznych do podziemnego składowania dwutlenku węgla

Projekt dyrektywy w sprawie geologicznego składowania CO₂, poprzez nowelizację dyrektywy 2001/80/WE w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania, nakłada obowiązek zbadania możliwości zastosowania technologii CCS w strukturach geologicznych. Zgodnie z przepisem projektu dyrektywy państwa członkowskie zachowują prawo do wyznaczenia obszarów, na których może być prowadzone podziemne składowanie dwutlenku węgla.

Na podstawie wyników przeprowadzonych eksperymentów oraz analizy aktualnego stanu wiedzy na temat podziemnego składowania dwutlenku węgla sformułowano wstępny plan rozpoznania struktur do składowania CO₂ emitowanego przez polskie zakłady energetyczne i inne źródła przemysłowe.

Minister Środowiska zlecił zadanie (w ramach przedsięwzięcia z dziedziny geologii) pt. *Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania*. Projekt ten powinien być koordynowany przez państwową służbę geologiczną (Państwowy Instytut Geologiczny), a w gronie wykonawców powinny się znaleźć instytucje naukowo-badawcze, które mają największe doświadczenie w badaniach nad geologiczną sekwestracją dwutlenku węgla, tj. Akademia Górniczo-Hutnicza, Główny Instytut Górnic-

stwa, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Instytut Nafty i Gazu oraz Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie. Celem przedsięwzięcia jest rozpoznanie i udokumentowanie formacji i struktur geologicznych na obszarze całej Polski, wraz z polską wyłączną strefą ekonomiczną Morza Bałtyckiego, pod kątem ich przydatności do geologicznego składowania dwutlenku węgla pochodzącego z dużych, przemysłowych źródeł emisji, które posłużą w projektach demonstracyjnych CCS. Odbywa się to w związku z planowanym rozwojem energetyki „zeroemisyjnej” w ramach Programu Flagowego UE, tj. Europejskiej Platformy Technologicznej na rzecz Elektrowni na Paliwa Kopalne z Zerową Emisją (ETP-ZEP). Wyniki badań przeprowadzonych podczas realizacji tego tematu posłużą do wyznaczenia lokalizacji 1 lub 2 pokazowych instalacji podziemnego składowania dwutlenku węgla.

W ramach zadania 3. planuje się przygotowanie charakterystyki formacji i struktur odpowiednich do geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz określenie i aktualizację bilansu sekwestracyjnego CO₂ Polski. Program będzie obejmował wykonanie przestrzennych modeli facjalnych potencjalnych poziomów zbiornikowych i poziomów ekranujących, analizę stref tektonicznych, laboratoryjne analizy petrologiczne i petrofizyczne oraz charakterystykę hydrogeologiczną formacji wodonosnych i geochemiczną płynów złożowych. Głównym efektem badań powinno być przedstawienie modeli układów sekwestracyjnych i wskazanie stref oraz wybranych struktur o właściwościach szczególnie korzystnych dla geologicznego składowania dwutlenku węgla, a ponadto wyznaczenie stref wyłączonych z sekwestracji CO₂, ze względu na uwarunkowania środowiskowe. Należy też opracować szczegółowe modele statyczne kolektorów w strukturach najbardziej korzystnych do składowania, a także wykonać modelowanie dynamiczne procesów zatłaczania dwutlenku węgla do tych składowisk.

Wyniki prac, przede wszystkim wyznaczenie perspektywicznych lokalizacji struktur do podziemnego składowania wychwyconego dwutlenku węgla, zostaną wykorzystane w projektowanych, pokazowych elektrowniach zeroemisyjnych, których budowa powinna się zakończyć do 2015 r., a następnie do opracowania projektów w pełni komercyjnych elektrowni zeroemisyjnych, planowanych po roku 2020.

Działalność pokazowych obiektów pozwoli na szczególnie analizę warunków technicznych i ekonomicznych, szczególnie ocenę realnych kosztów technologii CCS. Dzięki temu możliwe będzie podjęcie decyzji o skali wdrożenia technologii CCS w Polsce po 2020 r. Według Komisji Europejskiej ocena wyników projektów demonstracyjnych będzie możliwa po uzyskaniu danych z monitoringu i raportowania prowadzonego co najmniej przez 5 lat. Ze względu na innowacyjność technologii sekwestracji CO₂ i związane z tym duże nakłady finansowe projekty pokazowych instalacji sekwestracji CO₂ powinny być realizowane z wykorzystaniem środków finansowych UE.

Technologia wychwytywania dwutlenku węgla oraz jego izolacji w formacjach geologicznych dotychczas była wykorzystywana w projektach o niewielkiej skali technicznej, których możliwość oddziaływania na środowisko jest nieporównanie mniejsza w stosunku do planowanej działalności na skalę przemysłową. Zastosowanie na dużą

skalę technologii CCS znacząco wpłynie na wzrost cen energii, który i tak jest wymuszany rosnącą konsumpcją, nowymi inwestycjami, zwiększaniem udziału energii odnawialnej, energii produkowanej w kogeneracji i wzrostem ceny uprawnień do emisji dwutlenku węgla w ramach systemu handlu emisjami. Powszechne zastosowanie technologii CCS niesie groźbę pogorszenia poziomu życia, w szczególności w grupach społecznych o najniższych dochodach. Trzeba jednak uwzględnić fakt, że zgodnie z planami Komisji Europejskiej obiekty CCS nie będą musiały nabywać uprawnień do emisji CO₂ do przeważającej części lub nawet całości wytwarzanego dwutlenku węgla, co ze względu na prognozowaną wysoką cenę uprawnień do emisji w nowym systemie ETS (Europejski System Handlu Emisjami) częściowo bądź całkowicie może zrównoważyć koszty budowy i eksploatacji instalacji CCS.

Informowanie społeczeństwa na wstępnym etapie wdrażania technologii CCS jest koniecznością, o której nie należy zapominać. Uruchomienie projektów demonstracyjnych, które mogą znacząco oddziaływać na środowisko, będzie wymagało uzyskania akceptacji społecznej. Budowanie zaufania społecznego powinno się odbywać poprzez wskazywanie zarówno korzyści, jak i potencjalnych zagrożeń wynikających z zastosowania technologii CCS. Podczas udzielania pozwoleń na składowanie dwutlenku węgla opinia społeczna będzie mogła brać udział w postępowaniu administracyjnym, stąd duży nacisk należy położyć na działalność informacyjno-edukacyjną.

Program działań Ministerstwa Środowiska zakłada przeprowadzenie rzetelnej kampanii informacyjnej na temat korzyści i zagrożeń, jakie wiążą się ze stosowaniem technologii CCS (np. strony internetowe czy broszury informacyjne poświęcone tematyce technologii CCS, seminaria, szkolenia dla samorządów itp.).

Planuje się, że realizacja zadania 3. w całości zostanie sfinansowana ze środków subfunduszu geologicznego Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w latach 2008–2012.

Działania Ministra Środowiska, mające na celu wytypowanie struktur geologicznych kraju odpowiednich do podziemnego składowania dwutlenku węgla, są kluczowe dla prowadzonej dyskusji na temat możliwości podjęcia przez Polskę zobowiązań wynikających z założeń pakietu klimatyczno-energetycznego i określenia ich skali.

Konieczne jest zdobycie dostatecznej wiedzy, czy występujące na terenie kraju struktury geologiczne nadają się do podziemnego składowania dwutlenku węgla (mają odpowiednią pojemność, żeby można je było wykorzystać do celów komercyjnych) i czy działalność ta będzie bezpieczna dla zdrowia ludzi i środowiska oraz społecznie akceptowana.

Realizacja zaplanowanych zadań, dzięki której między innymi zostaną wytypowane konkretne lokalizacje potencjalnych składowisk dwutlenku węgla, stworzy dodatkowe szanse Polski na uczestniczenie w pokazowych projektach technologii CCS. Udział w takim przedsięwzięciu niewątpliwie stanowiłby dostrzegalny wkład Polski w międzynarodowe wysiłki na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Jednocześnie przyczyniłby się do postępu naukowego w energetyce i zwiększyłby szanse polskich ośrodków naukowych i firm krajowych na wejście z nowoczesnymi technologiami na rynek światowy.