

Radosław TARKOWSKI*, Barbara ULIASZ-MISIAK**

Wybrane aspekty prawne podziemnego składowania dwutlenku węgla

STRESZCZENIE. Celem artykułu jest przegląd wybranych zagadnień dotyczących aspektów prawnych podziemnego składowania CO₂. Wskazano, że podziemne składowanie CO₂ w kontekście prawnym jest problemem międzynarodowym; przedstawiono tło prawne geologicznej sekwestracji CO₂. W oparciu o wybrane zagadnienia scharakteryzowano wymagania prawne związane z podziemnym składowaniem tego gazu. Nie istnieją międzynarodowe, europejskie lub krajowe uregulowania prawne, które obejmowałyby wszystkie, a przynajmniej większość zagadnień dotyczących podziemnego składowania dwutlenku węgla. Zaakceptowanie podziemnego składowania dwutlenku węgla jako opcji redukcji tego gazu do atmosfery w celu zapobieżenia zmianom klimatu będzie wymagało od społeczności międzynarodowej ustanowienia nowych i odwołania się do istniejących regulacji prawnych związanych z tym przedsięwzięciem.

SŁOWA KLUCZOWE: aspekty prawne, dwutlenek węgla, podziemne składowanie CO₂

Wprowadzenie

Podziemne składowanie CO₂ obejmuje trzy zasadnicze grupy problemów: ekonomiczne, techniczne i prawne. Ich pomyślne rozwiązanie wpłynie w niedalekiej przyszłości na

* Dr hab. inż., ** Dr inż. — Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman NEY

wdrożenie tej metody mającej na celu ograniczenie emisji CO₂ do atmosfery. Z trzech wymienionych, problemy ekonomiczne są najlepiej poznane i najłatwiejsze do oszacowania. Wychwytywanie i geologiczna sekwestracja CO₂ (CCS — *Carbon Capture and Storage*) są dzisiaj technicznie możliwe. Większość stosowanych technologii może zostać zapożyczona z przemysłu naftowego i/ lub chemicznego. Zagadnienia natury technicznej dotyczą przyszłych operatorów podziemnego składowania CO₂ i związane są z wychwyceniem CO₂ z gazów spalinowych/przemysłowych, ich transportem, zatłaczaniem i podziemnym składowaniem. Firmy naftowe mają duże doświadczenie związane z eksploatacją węglowodorów oraz przechowywaniem gazu ziemnego w podziemnych magazynach. Może być ono wykorzystane w podziemnym składowaniu CO₂.

Sytuacja w zakresie unormowań prawnych dotyczących podziemnego składowania CO₂ przedstawia się najgorzej. Będą one jednym z głównych czynników, które zadecydują o tym, czy opcja podziemnej sekwestracji CO₂ będzie mogła być wdrożona na skalę przemysłową. Geologiczne składowanie CO₂ stwarza nowe wyzwania podmiotom stanowiącym prawo. Brak uregulowań prawnych, dzisiaj i w przyszłości, będzie spowalniał inwestycje związane z podziemnym składowaniem tego gazu. Skuteczny system regulacyjny jest więc niezbędny aby zapewnić kluczowym udziałowcom takich przedsięwzięć poczucie komfortu związane z bezpiecznym i wydajnym przeprowadzeniem operacji związanych z wychwyceniem, transportem i podziemnym składowaniem CO₂. Standardy i zasady powinny być rozwijane w oparciu o doświadczenia przemysłowe, co powinno zapewnić, że uzyskane procedury będą zarówno praktyczne jak i przynoszące wymierne korzyści.

Celem niniejszego artykułu jest przegląd wybranych zagadnień dotyczących aspektów prawnych podziemnego składowania CO₂. Dokonano go w oparciu o nieliczne publikacje poruszające tę tematykę. Wskazano, że podziemne składowanie CO₂ w kontekście prawnym jest problemem międzynarodowym, przedstawiono tło prawne geologicznej sekwestracji CO₂. W oparciu o wybrane zagadnienia scharakteryzowano wymagania prawne związane z podziemnym składowaniem tego gazu.

Podziemne składowanie CO₂ problemem międzynarodowym

Formacje geologiczne odpowiednie do składowania CO₂ obejmują obszary pod powierzchnią ziemi, często przekraczające granice państw. Również skutki ewentualnych wycieków z rurociągów czy podziemnych składowisk mogą mieć konsekwencje transgraniczne. Ponieważ wpływ CO₂ na zmiany klimatu jest problemem globalnym, dlatego też wychwytywanie i podziemne składowanie CO₂ powinno być podporządkowane międzynarodowym regulacjom prawnym, a w dalszej kolejności ustawodawstwu danego kraju.

Obecnie nie istnieją żadne ramy prawne, międzynarodowe czy europejskie obejmujące wszystkie, a co najmniej większość zagadnień dotyczących podziemnego składowania CO₂

(Purdy, Macrory 2004; Wall i in. 2004). Dzisiejsze prawodawstwo dotyczące sekwestracji CO₂ jest niekompletne i fragmentaryczne, ponieważ jest to koncepcja nowa, a istniejące normy prawne były tworzone w okresie, kiedy problem składowania CO₂ jeszcze nie istniał. Uregulowania prawne dotyczące podobnej działalności prowadzonej przez firmy naftowe mogą być tutaj pomocne, chociaż nie rozwiążą one wszystkich problemów. Realizowane liczne projekty podziemnego zatłaczania CO₂ — badawcze oraz przemysłowe (*Enhanced Oil Recovery* — EOR), jak również projekt Sleipner na Morzu Północnym, mogą pomóc w identyfikacji zakresu niezbędnych uregulowań.

Problem wpływu emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatu jest ostatnio przedmiotem dyskusji i politycznych debat. Dlatego też państwa UE planując redukcję emisji CO₂ poprzez podziemne składowanie tego gazu, powinny dążyć do zmian w istniejących dyrektywach, jak również do ustalenia nowych regulacji w tym zakresie (Wall i in. 2004).

Należy podkreślić, że wśród wielu działających dzisiaj przemysłowych instalacji zatłaczania CO₂, wszystkie one z punktu widzenia prawa mają jedną wspólną cechę: traktują składowanie CO₂ jako część procesu przemysłowego — dwutlenek węgla jest wykorzystany do intensyfikacji wydobycia ropy naftowej. To rozróżnienie jest istotne z prawnego punktu widzenia, ponieważ zatłaczanie CO₂ jest traktowane jako zabieg na złożu, regulowany przepisami prawa górniczego/geologicznego danego kraju. Żaden z obecnie działających projektów podziemnego zatłaczania CO₂ (z wyjątkiem projektu Sleipner) nie ma na celu ograniczenia emisji tego gazu do atmosfery. Główną przyczyną jest fakt, że nie jest to dzisiaj działalność ekonomicznie opłacalna (Wall i in. 2004). Redukcja emisji CO₂ w działających projektach jest tylko efektem ubocznym, a nie głównym celem działań.

Tło prawne geologicznej sekwestracji CO₂

Realizacja projektów dotyczących wychwytywania i podziemnego składowania CO₂ wiąże się z koniecznością uzyskania odpowiedniej interpretacji istniejącego prawodawstwa. Dlatego też należy zwrócić uwagę na międzynarodowe konwencje w celu określenia zgodności działań z prawem. W Europie istnieje szereg dyrektyw, które mogą odnosić się do składowania CO₂, mają one wpływ na prawo w państwach UE (Lenstra, Engelenburg 2004). Rozważane są dwa środowiska składowania CO₂: na lądzie (w strukturach geologicznych) i w oceanie (w wodach oceanu i pod dnem morza). Geologiczne składowanie CO₂ może być prowadzone w głębokich nieeksploatowanych pokładach węgla, głębokich solankowych poziomach wodonośnych, szcerpanych złożach ropy i gazu (Tarkowski, Uliasz-Misiak 2003). Z prawnego punktu widzenia nie ma większej różnicy pomiędzy wymienionymi miejscami składowania geologicznego. Różnica istnieje pomiędzy składowaniem na lądzie i w morzu (Wall i in. 2004).

Od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku prowadzona jest dyskusja czy składowanie CO₂ pod dnem morza jest zgodne z prawem międzynarodowym. Nie istnieje jednak międzynarodowy konsensus co do interpretacji istniejących konwencji. *The London Con-*

vention, której celem jest zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska morskiego poprzez zakaz zatapiania odpadów i innych substancji ze statków, samolotów, platform i innych, ma pewne wyjątki. Zezwala ona np. na pozbywanie się odpadów powstających podczas pracy platform wiertniczych na morzu. Lokowanie odpadów lub innych substancji nie w celu ich usunięcia (np. prowadzenie badań naukowych) jest w myśl tej Konwencji dopuszczalne. Zgodnie z Konwencją separacja CO₂ z ropy naftowej lub gazu ziemnego i składowanie go pod dnem oceanu nie powinno być uznane za pozbywanie się odpadów. Jeśli natomiast dwutlenek węgla pochodziłby ze spalania paliw kopalnych w elektrowni na lądzie, a następnie został przetransportowany do punktu zatłaczania na morzu, celem redukcji emisji CO₂ do atmosfery, byłoby to działanie niezgodne z Konwencją. Wykorzystanie CO₂ do intensyfikacji wydobywania ropy nie jest pozbywaniem się odpadów i w myśl Konwencji jest dopuszczalne (Wall i in. 2004).

Państwa, które podpisały konwencję OSPAR (*The Convention for the Protection of Marine Environment of the Northeast Atlantic*) zobowiązały się do podjęcia kroków w celu zapobiegania zanieczyszczeniu wód poprzez zrzucanie odpadów oraz zanieczyszczeń ze źródeł znajdujących się na lądzie. Konwencja OSPAR podobnie jak Konwencja Londyńska kładzie nacisk na powody dla których odpad/substancja (w tym przypadku CO₂) jest składowany, a nie na oddziaływanie tego procesu na środowisko. Sekretariat Komisji OSPAR zwrócił się do zespołu ekspertów, o opinię na temat zgodności z Konwencją możliwości umieszczenia dwutlenku węgla w morzu lub pod jego dnem. W raporcie opublikowanym przez OSPAR w 2003 r. zapisano, że zgodność z tą Konwencją zależy od sposobu umieszczania CO₂ w środowisku morskim (Purdy, Macrory 2004).

Prawne stanowisko Konwencji Londyńskiej i OSPAR jest obecnie przyjęte przez większość krajów. Czy geologiczna sekwestracja wykracza obecnie poza prawo międzynarodowe? Zagadnienie to było dyskutowane przez strony Konwencji Londyńskiej w 1999 roku; nie podjęto jednak żadnej decyzji (Purdy, Macrory 2004). Należy podkreślić, że inne konwencje np. Konwencja Narodów Zjednoczonych dotycząca Prawa Morskiego (*UN Law of the Sea Treaty* — UNCLOS), Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatycznych (*UN framework Convention on Climate Change* — UNFCCC) aprobuje podziemne składowanie CO₂, zwłaszcza UNFCCC wspiera tę ideę.

Głównym zagadnieniem jest czy podziemne składowanie CO₂ podlega prawodawstwu traktatów lub konwencji międzynarodowych. Jeśli weźmie się dosłowny tekst tych dokumentów, to konkluzją będzie stwierdzenie, że CCS jest niezgodne z prawem. Inne pytania to: czy CO₂ powinien być sklasyfikowany jako odpad, czyj jest ten gaz kiedy zostanie zatłoczony pod ziemię, jaki organ posiada lub powinien posiadać możliwość prawodawstwa w tym zakresie, jakie są praktyczne konsekwencje możliwego prawodawstwa (Lenstra, Engelenburg 2004). Niektóre z tych aspektów w odniesieniu do Polski zostały omówione przez Soleckiego (2005). Jedno co jest pewne: nie ma dzisiaj jasno sprecyzowanych przepisów, nie ma zgodności dotyczącej odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące aspektów prawnych podziemnego składowania CO₂.

Wybrane regulacje związane z podziemnym składowaniem CO₂

Proces geologicznej sekwestracji CO₂ (CCS) rozważany jest jako połączenie trzech głównych składowych: wychwytywanie CO₂ w elektrowni lub zakładzie przemysłowym, transport rurociągiem do miejsca zatłoczenia oraz zatłaczanie do struktur geologicznych. Pomijając wychwycenie CO₂ z gazów spalinowych/przemysłowych (u emitenta CO₂), do transportu CO₂ z dużych źródeł emisji do miejsca gdzie będzie on zatłoczony, będą wykorzystywane rurociągi. Transport statkami można zastosować w przypadku, gdy źródło emisji będzie bardzo odległe od miejsca podziemnego składowania lub gdy na duże odległości trzeba będzie przetransportować małe ilości CO₂ w celu zatłoczenia do struktur geologicznych znajdujących się pod dnem morskim. Transport CO₂ w fazie nadkrytycznej rurociągami na lądzie jest prowadzony od przeszło 30 lat. Pozwoliło to firmom naftowym zgromadzić doświadczenie w tym zakresie. W licznych standardach dotyczących transportu CO₂ rurociągami nie ma istotnych luk w prawodawstwie międzynarodowym. Nie ma natomiast unormowań prawnych dotyczących podmorskiego transportu CO₂, nie było to wcześniej objęte istniejącymi normami dotyczącymi transportu węglowodorów. Sugeruje się, aby unifikacja różnych standardów dotyczących transportu CO₂ rurociągami była przeprowadzona przy pomocy takich organów jak ISO (*International Standards Organisation*) czy CEN (*European Committee for Standardisation*) (Gale, Read 2004).

Podkreśla się, że unormowania dotyczące geologicznego składowania CO₂ winny zawierać takie zagadnienia, jak: wybór miejsca składowania, projekt otworu, modelowanie zbiornika, likwidację otworu, nadzór i monitoring, zarządzanie ryzykiem operacyjnym i inne. Międzynarodowe normy regulujące podziemne składowanie CO₂ mają tutaj liczne braki. Dotyczy to przede wszystkim: sposobu wyboru zbiornika, monitoringu składowania CO₂, projektu otworu, oszacowania ryzyka (Gale, Read 2004). Większość autorów podkreśla niewielką ilość regulacji prawnych, które można by zastosować do podziemnego składowania dwutlenku węgla. Brakuje standardów dotyczących zagadnień inżynierii złożowej. Nieliczne regulacje prawne istniejące w tym zakresie w USA definiują jedynie prawną otoczkę dotyczącą wyboru złoża, wymagają określenia czy zbiornik jest odpowiedni do składowania, dotyczą bardziej ochrony wód podziemnych niż środowiska na powierzchni ziemi.

Opracowano liczne uregulowania dla magazynowania gazu ziemnego, jednakże nie można ich bezpośrednio i w pełni zastosować do geologicznego składowania CO₂, ponieważ pierwsze stworzono tylko na czas trwania operacji (do 50 lat). Nie obejmują one zagadnień długoterminowego składowania, które są bardzo istotne w przypadku składowania CO₂. Odnoszą się do zagadnień takich, jak: szczelność otworu, okresowe kontrole otworu, utrzymanie ciśnienia w celu zmniejszenia ryzyka ucieczki gazu, okresowe inspekcje składowiska w celu kontroli wycieków, procedur bezpiecznej likwidacji otworów jak również ciągłego monitoringu pracy składowiska. Gale i Read (2004) jako kluczowe zagadnienia, które nie

zostały objęte przez wcześniejsze przepisy podają: projektowanie instalacji, monitoring składowania CO₂, likwidację otworów, procedury operacyjne, utrzymanie otworu zatłaczającego i sprzętu wspomagającego.

Projekt składowania CO₂ wymaga nie tylko autoryzacji i uzyskania zgód odpowiednich władz i pozwoleń. Powinny w nim zostać określone również normy prawne dotyczące kryteriów wyboru miejsc składowania, wymogów dotyczących monitorowania oraz zasad likwidacji otworów. Niektóre z wymienionych norm mają charakter techniczny i podlegają regulacjom w inny sposób niż normy prawne. Powinny być określone przez odpowiednie organizacje, władze lub operatorów, którzy będą zatłaczali dwutlenek węgla. W czasie operacji zatłaczania CO₂ istnieje ryzyko wystąpienia zniszczeń, a odpowiedzialność w tym zakresie nie powinna budzić wątpliwości. Jednak długoterminowa odpowiedzialność, po zakończeniu zatłaczania, staje się trudnym problemem (Wall i in. 2004).

Luka w istniejącej wiedzy prawnej dotyczącej składowania CO₂ jest znacząca. Operatorzy złóż węglowodorów w celu uzyskania pozwolenia na zatłaczanie CO₂ będą musieli wykazać wiedzę w tym zakresie, dostarczyć informacji na temat technicznych wymogów, planowanego monitoringu, bezpieczeństwa, modeli zatłaczania, oszacowania ryzyka itd. oraz zaprezentować proponowany plan działań. Od organu stanowiącego prawo lub sądu będzie zależało wydanie koncesji, przy założeniu, że wszystkie elementy z nią związane zostały rozpatrzone w sposób wystarczający, aby chronić ludzkie zdrowie i środowisko oraz że istniejące ryzyko wycieku jest do zaakceptowania. Sytuacja w tym zakresie może ulec zmianie, jeśli Komisja Europejska i kraje członkowskie UE zdecydują się na wprowadzenie nowych lub ulepszonych norm prawnych, które sprawią, że regulacje dotyczące składowania CO₂ staną się jasne (Wall i in. 2004).

W literaturze podkreśla się, że zagadnienia prawne dotyczące podziemnego składowania CO₂ powinny być rozważane w kontekście stosowanych ram czasowych. W przypadku magazynowania gazu ziemnego, większość obowiązujących zaleceń odnosi się do okresu trwania operacji na złożu, to jest kilkudziesięciu, maksymalnie stu lat. Jednak dwutlenek węgla będzie składowany w zbiornikach geologicznych przez setki lat. Dlatego też należałoby wyróżnić w regulacjach prawnych dwie ramy czasowe w odniesieniu do różnego zakresu odpowiedzialności. Pierwsza regulowałaby sposób przeprowadzenia składowania, odnosząc się do podziemnego zbiornika, w którym odbywa się składowanie. Należałoby określić zdolność zbiornika do przyjęcia i utrzymania całkowitej ilości zatłoczonego CO₂, a co za tym idzie spełnienia planowanego celu redukcji emisji gazów cieplarnianych. Druga natomiast dotyczyłaby wpływu na środowisko, konsekwencji związanych ze zdrowiem i bezpieczeństwem w przypadku wycieku CO₂ na powierzchnię. Kluczowym zagadnieniem dotyczącym wpływu zatłaczania na środowisko jest określenie momentu kiedy CO₂ nie będzie przedstawiał już zagrożenia dla bezpieczeństwa ludzi i środowiska. Konsekwencje dla zdrowia i bezpieczeństwa ludzi i środowiska powinny być wyeliminowane w każdym momencie w przyszłości.

Biorąc pod uwagę wymienione ramy czasowe Stenhouse i in. (2004) przedyskutowali problemy składowania CO₂ w sześciu głównych zakresach tematycznych: odpowiedzialność, rola ekonomii w systemie regulacji, szczelność otworu, wyciek ze zbiornika, monitoring, rejestracja i przechowywanie danych.

Odpowiedzialność

Zagadnienia te podzielono na trzy obszary:

- ✧ odpowiedzialność operacyjna, związana z wychwytywaniem, kompresją, transportem i zatłoczeniem CO₂ do struktury geologicznej,
- ✧ odpowiedzialność klimatyczna związana z wyciekami, w ramach przyszłych systemów regulacyjnych kontrolujących emisje CO₂,
- ✧ odpowiedzialność związana z potencjalnym wpływem na zdrowie ludzkie, zniszczeniem lub zanieczyszczeniem środowiska w wyniku wycieku CO₂ z miejsca składowania.

Dwa ostatnie zagadnienia związane są z długoterminowymi ramami czasowymi, obejmującymi dziesiątki a nawet setki lat. Trzecie jest uzależnione od przebiegu procesu składowania. Podkreśla się, że wybór odpowiedniego miejsca do składowania CO₂ może być najlepszym sposobem na zminimalizowanie szkodliwych skutków związanych z tym procesem.

Założenie długoterminowej odpowiedzialności jest kluczowym elementem dla określenia możliwości zastosowania geologicznego składowania CO₂ w celu redukcji emisji CO₂ do atmosfery. Istotnym problemem jest również sposób, w jaki władze ustawodawcze i sądownicze będą traktowały geologiczne składowanie w momencie, gdy zostanie ono zaakceptowane jako opcja ograniczenia zmian klimatu. Jeżeli do problemu odpowiedzialności za podziemne składowanie CO₂ zastosuje się podejście jak do zatłaczania gazu ziemnego, oznaczać to będzie stosunkowo niskie koszty ponoszone przez operatora. Podejście jak do składowania niebezpiecznych odpadów będzie wymagało większych nakładów finansowych w celu spełnienia wymagań związanych z ochroną środowiska.

Rola ekonomii w systemie regulacji

Opłacalność ekonomiczna podziemnego składowania CO₂ będzie miała największy wpływ na podjęcie składowania CO₂. Dlatego też powinna być uwzględniona w długoterminowych ramach regulacyjnych. Dotyczy to głównie:

- ✧ wyboru miejsca składowania oraz kosztów dokumentacji i kosztów długoterminowego składowania związanych z odpowiedzialnością, monitoringiem i wyciekami CO₂,
- ✧ ekonomicznych aspektów monitoringu,
- ✧ określenia skutków finansowych wycieku CO₂ z podziemnego składowiska do atmosfery.

Charakterystyka i wybór miejsc składowania CO₂ — metody wyboru i oceny miejsc nadających się na podziemne składowiska, nie zostały jeszcze wypracowane, a przyjęcie ostrych kryteriów będzie miało duży wpływ na koszty projektu. Zastosowanie zaś mało rygorystycznych może spowodować, że będą realizowane słabe, niedopracowane projekty.

Wymogi dotyczące koncesji na podziemne składowanie CO₂ stanowią kolejny problem i będą miały wpływ na opłacalność składowania. Pozwolenia będą się różniły w zależności od obowiązującego w danym kraju prawodawstwa. Powinny one określać przynajmniej minimalne wymagania dla oceny miejsca składowania. Koncesje takie są dzisiaj wydawane dla analogicznych działań np. zatłaczanie kwaśnych gazów, zatłaczanie CO₂ dla EOR. Można je zmodyfikować dla podziemnego składowania CO₂.

W prowadzonych obecnie rozważaniach zakłada się, że sekwestracja geologiczna CO₂ byłaby wolna od opłat. Ze względu na to, że odpowiedzialność jest kluczowym zagadnieniem (dzisiaj i w przyszłości), wydaje się mało prawdopodobne, aby właściciel miejsca gdzie będzie składowany gaz nie domagał się rekompensaty. Odpowiedź na pytanie kto jest właścicielem złoża jest zróżnicowana w zależności od kraju (właściciel terenu powyżej zbiornika, właściciel złoża). Właścicielowi należy zrekompensować wszelkie koszty wynikające ze składowania CO₂.

W kontekście długoterminowym kolejne wyzwaniem stanowi, konieczność monitorowania przez dziesięciolecia lub nawet stulecia po zakończeniu projektu. Pojawia się pytanie, czy system ustawodawczy będzie wymagał tak długotrwałego monitoringu? Jeśli tak to jakie mechanizmy będą tu działały i jakie będą tego koszty? Niepewność dotycząca długości okresu monitoringu może w sposób negatywny wpłynąć na opłacalność składowania do tego stopnia, że taka działalność może się stać zbyt niepewna, aby ją rozpocząć. Podkreśla się, że skoro długoterminowy monitoring jest sprawą niepewną to i jego koszty będą nieprzewidywalne.

Głównym celem podziemnego składowania CO₂ jest redukcja emisji CO₂ do atmosfery. Jeśli CO₂ ucieknie z podziemnego składowiska i dostanie się z powrotem do atmosfery to na składującego powinny zostać nałożone kary. Sposób ich określenia stanowi kolejny problem. Dlatego też Noble i in. (2000) traktują emisję i jej redukcję jako oddzielne zagadnienia. Wskazuje się, że należałoby określić horyzont czasowy (np. 100 lat) dla którego składowanie może być uważane za stabilne, z brakiem odpowiedzialności poza nim.

Szczelność otworu

Po wypełnieniu podziemnego składowiska dwutlenkiem węgla, zwiększy się w nim ciśnienie. Powiększa to zagrożenie wyciekami, stwarza problemy mogące wystąpić przy przewiercaniu formacji, w której odbywa się składowanie dla innych celów. Dlatego też odpowiednie uszczelnienie otworu jest istotne po jego likwidacji, tak aby zmniejszyć szansę ucieczki CO₂. Czynniki wpływające na szczelność otworu to sposób wiercenia i zacementowania otworu, jakość zastosowanych materiałów, stan otworu (perforacja, wiek otworu) i inne. Każdy z tych czynników będzie miał wpływ na to jak szybko poszczególne elementy otworu ulegną zniszczeniu. Odpowiednie uregulowania powinny rozwiązać zagadnienia dotyczące wycieków, w szczególności: ilości i wieku otworów, określenia możliwych zmian geochemicznych wpływających na procesy podziemnego transportu płynów, kierunek ucieczki CO₂ i inne. Prawodawcy będą oczekiwali od przyszłych operatorów podania sposobów rozwiązania problemów np. w formie modelowania wyników. Wspomniane zagadnienia nie są nowe i występują w przypadku eksploatacji złóż ropy i gazu. Jednakże długoterminowe ramy oszacowania ryzyka składowania CO₂ wymuszają bardziej rygorystyczny sposób podejścia.

Wyciek ze zbiornika

Najbezpieczniejsze miejsca do podziemnego składowania CO₂ to takie zbiorniki, które pozwalają na uwięzienie tego gazu w pułapkach stratygraficznych i strukturalnych: zbiorniki ropy lub gazu (najlepiej szcerpane), które magazynowały węglowodory przez miliony

lat oraz głębokie solankowe poziomy wodonośne (Gunter i in. 2004; Tarkowski, Uliasz-Misiak 2005). Z powodu wolnego tempa migracji CO₂, w większości przypadków gaz ten pozostanie najprawdopodobniej pod powierzchnią ziemi przez tysiące lat. Prowadzący składowanie CO₂ będzie musiał wykazać odpowiednim władzom, że możliwość wycieku z podziemnego zbiornika jest minimalna, a procesy które mogłyby wpłynąć na zmniejszenie szczelności zbiornika: zwiększone ciśnienie w złożu, zmiany temperatury, uaktywnienie stref tektonicznych (np. reaktywacja uskoków), efekty chemiczne związane z zatłaczaniem CO₂, nie będą miały istotnego znaczenia na przebieg procesu składowania.

Monitoring

Monitoring podziemnego składowania CO₂ powinien być rozważany w kontekście krótko- i długoterminowym. Wcześniej należy ustalić tło, aby mieć punkt odniesienia dla kolejnych wyników badań. Takie działania powinny rozpocząć się we wczesnym stadium projektu składowania CO₂ przed zatłaczaniem. Trzy główne aspekty są wymieniane dla prowadzenia monitoringu po zakończeniu projektu składowania CO₂: w celu potwierdzenia wcześniejszych prognoz i szacunków, upewnienia społeczeństwa o braku wycieku oraz zapewnienia danych dla rejestracji redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Do długoterminowego programu monitoringu (Tarkowski i in. 2005) przywiązuje się duże znaczenie (patrz programy R&D realizowane obecnie w ramach 6 PR UE). W odniesieniu do składowania CO₂ i zapewnienia społeczeństwa o braku negatywnego wpływu na środowisko, główne obawy mogą budzić zmiany koncentracji CO₂ na powierzchni ziemi, w wodzie i gruncie. Monitoring wspierający obliczanie redukcji gazów cieplarnianych musi być na tyle czuły aby umożliwić ilościowe oszacowanie wycieku ze zbiornika na powierzchnię (do atmosfery) (Stenhouse, Savage 2004).

Problematyka monitoringu podziemnego składowania CO₂ powinna zostać ujęta unormowaniach prawnych. Niezależnie od tego jakiego typu monitoring będzie proponowany lub wymagany, niezbędnym będzie zapewnienie dwóch aspektów (Stenhouse i in. 2004):

- ✧ możliwości rozróżnienia pomiędzy akceptowalnym i nie akceptowalnym zachowaniem społeczeństwa; oznacza to, że definicja co jest akceptowalne będzie musiała być bardzo jasno zdefiniowana w powiązaniu z ogólnie przyjętym bezpieczeństwem,
- ✧ zdefiniowania szczególnych działań, które należy podjąć jeśli pojawi się dowód nie akceptowalnego zachowania.

Rejestracja i przechowywanie danych

Rejestracja i przechowywanie danych związanych z projektem podziemnego składowania CO₂ są uważane za istotne elementy ze względów finansowych, praktycznych oraz bezpieczeństwa. Powinno to dotyczyć okresu realizacji projektu oraz długo po jego zakończeniu. W celu zminimalizowania wpływu zmian politycznych, organizacje, którym będą powierzane archiwa powinny być apolityczne. Na poziomie krajowym różne instytucje mogą się zajmować tego typu działalnością. Większość państw ma służby geologiczne odpowiadające za gromadzenie i przechowywanie informacji dotyczących geologii. Odpowiednie bazy danych mogłyby być przez nie prowadzone.

Wnioski

Nie istnieją międzynarodowe, europejskie lub krajowe uregulowania prawne, które obejmowałyby wszystkie, a przynajmniej większość zagadnień dotyczących podziemnego składowania dwutlenku węgla.

Zaakceptowanie podziemnego składowania dwutlenku węgla jako opcji redukcji tego gazu do atmosfery w celu zapobieżenia zmianom klimatu będzie wymagało od społeczności międzynarodowej ustanowienia nowych i odwołania się do istniejących regulacji prawnych związanych z tym przedsięwzięciem.

Literatura

- [1] GALE J., READ T., 2004 — Rules and standards for CO₂ capture and storage: considering the options. Proceedings of 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, September 2004.
- [2] GUNTER W.D., BACHU S., BENSON S., 2004 — The role of hydrogeological and geochemical trapping in sedimentary basins for secure geological storage of carbon dioxide. Geological Storage of Carbon Dioxide, red. Baines S. J. i Wordem R. H. Geological Society of London Special Publications, ss.264.
- [3] LENSTRA W.J., van ENGELBURG B.C.W., 2004 — Legal and policy aspects: impact on the development of CO₂ storage. Proceedings of 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, September 2004.
- [4] NOBLE I., APPS M., HOUGHTON R., LASHOF D., MAKUNDI W., MURDIYARSO D., MURRAY B., SOMBROEK W., VALENTINI R. i in., 2000 — Implications of different definitions and generic issues. Land Use, Land Use Change, and Forestry, red. Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verado D.J., Dokkens D.J. Cambridge University Press, Cambridge U.K., s. 53–156.
- [5] PURDY R., MACRORY R., 2004 — Geological carbon sequestration: critical legal issues. Tyndall Center for Climate Change Research, Working paper 45, January 2004.
- [6] SOLECKI T., 2005 — Aspekty prawne i bezpieczeństwo składowania dwutlenku węgla w głębokich strukturach geologicznych. W: Tarkowski R. (red.). Podziemne składowanie CO₂ w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych) Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2005, s. 55–68.
- [7] STENHOUSE M.J., WILSON M., HERZOG H., CASSIDY B., KOZAK M., ZHOU W., GALE J., 2004 — Regulatory issues associated with deep (geological) CO₂ storage. Proceedings of 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, September 2004.
- [8] STENHOUSE M.J., SAVAGE D., 2004 — Monitoring experience associated with nuclear waste disposal and its application to CO₂ sequestration projects. Geological Storage of Carbon Dioxide, red. Baines S. J. i Wordem R. H. Geological Society of London Special Publications, ss. 264.
- [9] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., 2003 — Podziemne magazynowanie dwutlenku węgla. Przegląd Geologiczny nr 5, s. 402–409.

- [10] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., 2005 — Struktury geologiczne (poziomy wodonośne i złoża węglowodorów) dla podziemnego składowania CO₂ w Polsce. W: Tarkowski R. (red.). Podziemne składowanie CO₂ w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych), Wyd. IGSMiE PAN, s. 69–111.
- [11] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., SZARAWARSKA E., 2005 — Monitoring podziemnego składowania CO₂. Gosp. Sur. Min. 21, 2, s. 35–48.
- [12] WALL C., BERNSTONE Ch., OLVSTAM M. L., 2004 — International and European legal aspects of underground storage of CO₂. Proceedings of 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, September 2004.

Radosław TARKOWSKI, Barbara ULIASZ-MISIAK

Selected legal aspects of underground storage of carbon dioxide

Abstract

The aim of this paper is a review of problems concerning legal aspects of underground storage of CO₂. It was pointed that CO₂ underground storage in legal context is an international problem. Legal background of CO₂ sequestration was presented. Based on selected problems, legal requirements connected with underground storage of this gas were characterized.

There are no international, European or national legal frameworks, which include all, or even most of aspects concerning underground storage of carbon dioxide.

Accepting underground storage of carbon dioxide as an emission of this gas to atmosphere mitigation option in order to prevent climate change will require from international community creating new legal standards connected with this activity and canceling the old ones.

KEY WORDS: legal aspects, carbon dioxide, underground storage of CO₂