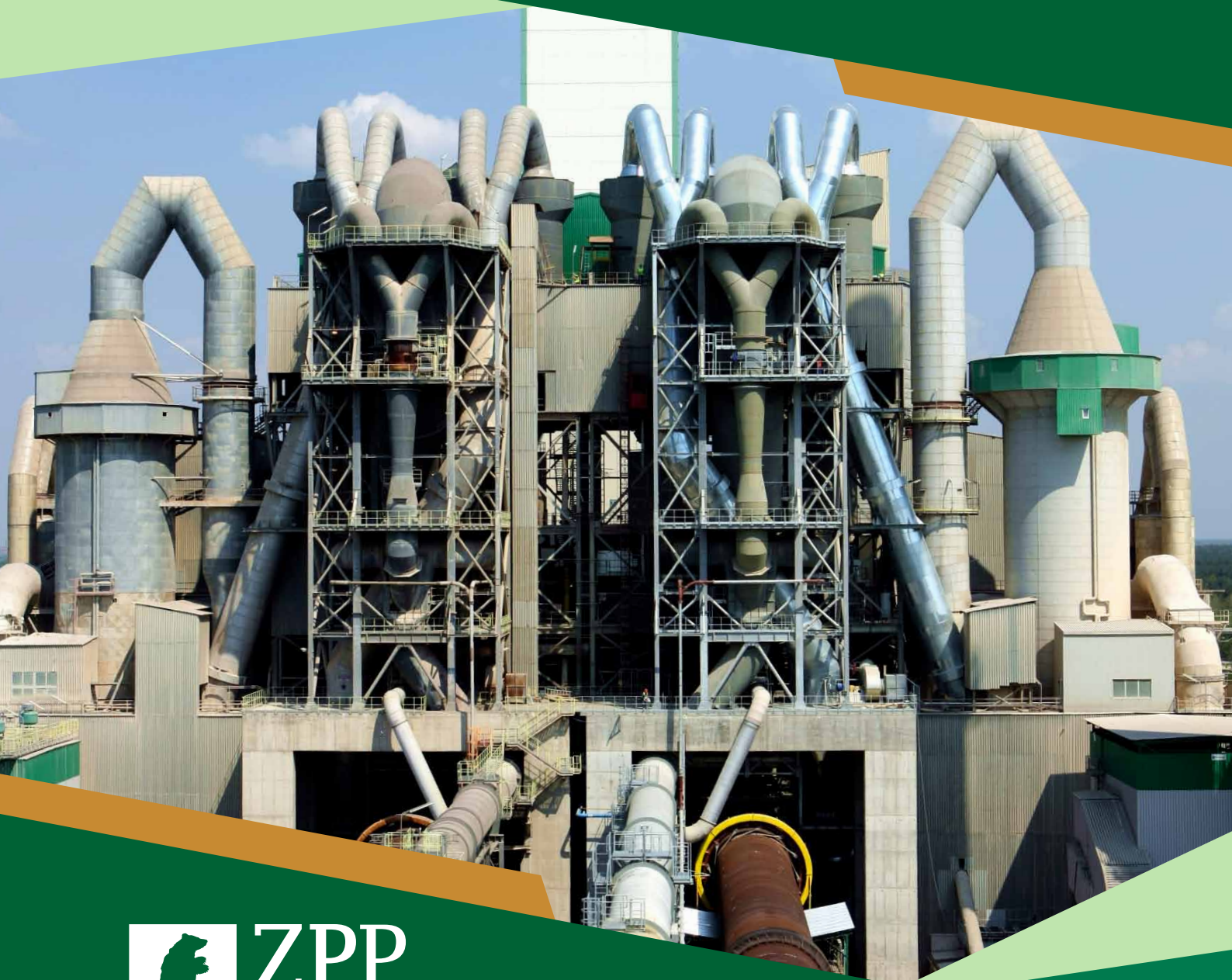




ZPP

ZWIĄZEK PRZEDSIĘBIORCÓW
I PRACODAWCÓW

MEMORANDUM

ROZWOJ INFRASTRUKTURY
WYCHWYTU CO₂ W PRZEMYSŁE

Związek Przedsiębiorców i Pracodawców

Marzec 2025



Memorandum ZPP: Bez rozwoju infrastruktury wychwytu i magazynowania CO₂ utracimy w Europie niektóre gałęzie przemysłu

Bez rozwoju infrastruktury wychwytu i magazynowania CO₂ utracimy w Europie niektóre gałęzie przemysłu. Pytanie tylko, czy jest to świadome poświęcenie kilku branż energochłonnych na drodze do osiągnięcia przez Unię Europejską celów emisyjnych, czy może właśnie brak świadomości i skoordynowanych działań w zakresie zarządzania problemem emisji CO₂ w procesach technologicznych?

Technologia zatłaczania CO₂ w sposób nieszkodliwy dla środowiska jest wykorzystywana w przemyśle naftowym już od lat 70. XX wieku, a jej szersze zastosowanie miało rozwiązać problem emisji dwutlenku węgla do atmosfery przez duże elektrownie węglowe i gazowe. Jednak dekadę temu dyskusję w Polsce o rozwoju technologii CCS (carbon capture and storage) zakończyły: brak wystarczającego zabezpieczenia, w tym zewnętrznego, dla finansowania inwestycji, brak ustawy korytarzowej dla rurociągów transportujących CO₂ do miejsc składowania oraz opór społeczny związany z miejscem magazynowania CO₂. Analitycy podkreślają jednak, że kluczowe były inne realia ekonomiczne. Od tamtej pory znacząco zmieniło się otoczenie rynkowe – ceny uprawnień do emisji CO₂ istotnie wzrosły, zaś cele klimatyczne zostały wyśrubowane. W wyniku wzrostu cen uprawnień oraz nowych funduszy unijnych, takich jak Fundusz Innowacyjny, technologie CCS stały się bardziej opłacalne, a wsparcie finansowe dla projektów CCS stało się bardziej dostępne.

Unia Europejska zakłada zerowy bilans emisji CO₂, ale bez CCS nie jest on możliwy do osiągnięcia

Dotyczy to przede wszystkim elektrowni konwencjonalnych, cementowni, zakładów chemicznych i metalurgicznych, przemysłu hutniczego i wapienniczego oraz transportu długodystansowego, które już dziś ponoszą ogromne koszty za bieżące emisje. Szczególnie trudne do ograniczenia czy wyeliminowania są emisje z procesów przetwórstwa przemysłowego, tj. z fizycznego lub chemicznego przekształcania surowców, a nie ze spalania paliw. Na przykład warunkiem wstępnym produkcji cementu jest kalcynacja, czyli rozkład kamienia wapiennego na tlenek wapnia i właśnie CO₂ – rozwiązania alternatywne dla tego procesu dziś nie istnieją. Technologie hutnicze z kolei bez procesu wielkopiecowego nie utrzymają skali produkcji, a transport długodystansowy statkami i samolotami bez użycia paliw węglowodorowych jest wciąż mało realny. CCS jest więc technologią rozważaną dla sektorów trudnych do zdekarbonizowania (tzw. hard-to-abate sectors), bo dziś już wiemy, że stosowanie nieemisyjnych źródeł energii nie rozwiązuje ogółu problemów związanych z emisjami CO₂. Dodatkowo rosnące znaczenie Carbon Capture and Utilisation (CCU) stwarza nowe możliwości w wykorzystaniu CO₂, co może mieć zastosowanie w takich branżach jak przemysł chemiczny czy produkcja paliw syntetycznych.

W definicji zaproponowanej przez Komisję Europejską, CCS oznacza „wychwytywanie dwutlenku węgla (CO₂) z instalacji przemysłowych, jego transport na składowisko i zatłocze-

nie do odpowiedniej podziemnej formacji geologicznej w celu stałego składowania». Z kolei w przypadku CCU (Carbon Capture and Utilization), wychwycony CO₂ jest transportowany do zakładu, w którym jest wykorzystywany. Zasadnicza różnica pomiędzy CCS a CCU polega na przeznaczeniu CO₂ – w CCU staje się on składnikiem nowych produktów, podczas gdy w CCS-ie jest permanentnie składowany pod dnem morskim lub w podziemnych formacjach geologicznych.

Odzyskany w CCU dwutlenek węgla może być między innymi wykorzystany do produkcji paliw syntetycznych (przy czym należy podkreślić, że w tym przypadku mamy do czynienia z przeniesieniem emisji w czasie, a nie jej trwałym uniknięciem) z użyciem znanych, choć obecnie ekonomicznie niezbyt opłacalnych technologii – gazu ziemnego i paliw ciekłych przy wykorzystaniu wodoru z elektrolizerów zasilanych OZE. Warto jednak zauważyć, że CCU ma szersze zastosowanie – CO₂ może być również wykorzystywany w produkcji chemikaliów, materiałów budowlanych (np. beton) czy w rolnictwie, np. w nawozach. Technologie te stają się coraz bardziej opłacalne dzięki rozwojowi energii odnawialnej i wsparciu polityki UE, która w ramach Europejskiego Zielonego Ładu dąży do neutralności węglowej do 2050 roku. Dlatego technologie CCS i CCU są uznawane za kluczowe dla dekarbonizacji przemysłów trudnych do «zdekarbonizowania».

Obecnie UE prowadzi intensywne działania wspierające rozwój tych technologii, m.in. poprzez uruchomienie funduszy takich jak Innovation Fund oraz rozbudowę infrastruktury rurociągowej do transportu CO₂ w ramach europejskiej sieci CCS.

W Polsce temat ten stopniowo przebija się do przestrzeni publicznej, lecz mimo rosnącego zainteresowania w kontekście dekarbonizacji przemysłu i transformacji energetycznej, pozostaje nadal zagadnieniem marginalnym, zarówno w debacie społecznej, jak i w strategicznym planowaniu na poziomie krajowym. Jest jednak pewna nadzieja na rozwój tematu. Pod koniec sierpnia 2021 r. ówczesny minister klimatu i środowiska powołał „Zespół do spraw

rozwoju technologii wychwytu, składowania i wykorzystania CO₂”, który zająć miał się wylistowaniem największych krajowych emitentów, dla których uzasadniona byłaby budowa instalacji wychwytu CO₂, jak również wstępnie określić potencjalne lokalizacje do składowania CO₂ i wytypować trasy budowy rurociągów do jego transportu. Po powołaniu zespołu podjęto intensywniejsze działania na rzecz implementacji technologii CCS w Polsce, a także na rzecz wspierania badań nad tymi technologiami, które wciąż są w fazie rozwoju na świecie. W 2022 roku rozpoczęły się prace nad nowymi regulacjami prawnymi, które miałyby uprościć proces pozyskiwania koncesji na budowę i eksploatację instalacji CCS, a także umożliwić lepsze zarządzanie



inwestycjami w tym zakresie. W 2023 r. zaprezentowano wstępne wyniki pilotażowych projektów CCS w polskim przemyśle, a także ogłoszono strategię rozwoju tego sektora w Polsce w ramach realizacji polityki klimatycznej Unii Europejskiej.

Akademia Górniczo-Hutnicza podjęła temat i w pewnym sensie przejęła inicjatywę opracowując studium wykonalności zintegrowanego układu CCS dla przemysłu cementowego w Polsce. Zakres analizy obejmował opracowanie założeń dla referencyjnych układów wychwytu CO₂ realizowanymi już na świecie metodami: aminową (MEA) i chemicznej pętli wapniowej (CaL). Dokument zawiera także wskaźnikową analizę procesową cementowni referencyjnej z układem wychwytu dla obu technologii, czyli MEA i CaL. W opracowaniu znajdziemy również analizę kosztów inwestycyjnych (CAPEX) i operacyjnych (OPEX) dla układu referencyjnego w dwóch wariantach technologii wychwytu CO₂ (aminowa i pętla wapniowa) oraz przeskalowanie dla cementowni krajowych objętych strategią (12 podmiotów).

Szacowany koszt instalacji wychwytywania CO₂ dla linii produkcyjnej o wielkości produkcji 5 tys. ton klinkieru na dobę to ok. 500 mln zł w przypadku technologii MEA, a dla metody CaL, bardziej skomplikowanej, to ok. 1,5 mld zł według cen stałych z 2022. Strumień emitowanego CO₂ z takiej instalacji to ok. 1,5 mln ton rocznie. Przedstawione koszty dotyczą tylko wychwytu CO₂, bez transportu i składowania CO₂, których koszty będą uzależnione przede wszystkim od odległości, na jaką należy CO₂ przetransportować, i warunków składowania.

Analiza AGH wskazuje na możliwość wychwytu metodami MEA lub CaL do 85 proc. emisji CO₂ rocznie. Uczelnia wskazała także potencjalne miejsca składowania CO₂. Z uwagi na rozmieszczenie cementowni i najlepszą lokalizację kompleksów magazynowych, możliwa jest budowa trzech takich obiektów. Pierwszy z nich to struktura solankowa antyklinalna „Jeżów” – obszar centralny (województwo świętokrzyskie), lokalizacja kolejna to wyeksploatowany kompleks złóż gazu ziemnego Załęcze-Żuchłów – obszar południowy (województwo opolskie), i trzecia propozycja, czyli struktura solankowa antyklinalna „Brześć Kujawski” (województwo kujawsko-pomorskie). Z tych składowisk nie korzystałby tylko przemysł cementowy, ale również i inne branże.

Na podstawie badań geologicznych wykonanych przez PIG (Państwowy Instytut Geologiczny) w latach 2010/2012, zostały opracowane mapy struktur geologicznych określanych jako potencjalne złoża magazynowania surowców np. CO₂ czy innych gazów. Teoretyczna wielkość „magazynów” szacowana jest na ponad 3 mld ton jako wystarczająca do wieloletniego przechowywania CO₂. Jednak przygotowanie i uruchomienie magazynu jest bardzo czasochłonne i kosztowne. Przewiduje się, że na uruchomienie takiego magazynu niezbędne jest 6-7 lat, a koszt koncesji to około 50 mln zł. Do tego dochodzi koszt badań sejsmicznych (20 mln zł) i wierceń geologicznych, gdzie koszt dwóch wierceń może wynieść nawet kilkadziesiąt mln zł.

Dla tej skali przedsięwzięcia koncepcyjnego i inwestycyjnego potrzebna jest jednak długoterminowa, krajowa strategia. W polskich warunkach osiągnięcie unijnych celów klimatycznych jest i tak postrzegane jako mało realne w zakładanym horyzoncie czasowym. Bez ani-

mowania przez rząd tego procesu, wygenerowania skali i zbudowania systemu CCS/CCU jeszcze bardziej uszczuplamy nasze szanse na zielony „happy end”. Kosztem może być utrata kilku ważnych dla nas sektorów gospodarki.

Wydaje się, że koszty dziś już nie wstrzymują inwestycji

Ograniczona popularność technologii wychwyty CO₂ związana była dotąd z wysokimi nakładami kapitałowymi i energochłonnością. Problemem mogą być także potencjalne – również kosztowne – przestoje serwisowe, wynikające m.in. z podatności instalacji na korozję. Jednakże największym wyzwaniem dla rozwoju CCS/CCU w Europie była kwestia składowania wychwyconego dwutlenku węgla, wymagająca odpowiedniej infrastruktury i regulacji prawnych.

W związku z polityką klimatyczną Unii Europejskiej konieczność utylizacji CO₂ stała się problemem ponadnarodowym, a jego przemysłowe składowanie do niedawna pozostawało nieopracowane na szeroką skalę. Barięą była wysoka cena wychwyty, transportu i zatłaczania CO₂, która wcześniej przekraczała 100 USD za tonę. Tymczasem koszty uprawnień do emisji CO₂ na rynku EU ETS wzrosły z 5 €/tonę w 2017 roku do ponad 100 €/tonę w 2024 roku. Największy wzrost cen odnotowano w latach 2022-2024, a zbliżające się zniesienie darmowych uprawnień do emisji dla poszczególnych sektorów jeszcze bardziej zwiększa presję na ograniczanie emisji.

Zagadnienie rozwoju projektów CCS/CCU wzbudza rosnące zainteresowanie na całym świecie. Według najnowszego raportu Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) z marca 2024 roku działa już ponad 45 komercyjnych instalacji CCS, które rocznie wychwytyują około 50 milionów ton CO₂, a ponad 115 nowych projektów jest w fazie planowania. Stany Zjednoczone są liderem w inwestowaniu w wychwytywanie CO₂, wspierane przez rozbudowaną infrastrukturę i hojne programy rządowe. Inwestycje są również realizowane w Kanadzie, Norwegii, Holandii, Australii, Chinach i Arabii Saudyjskiej. Projekty te obejmują zarówno klasyczne instalacje CCS, jak i nowoczesne technologie stosowane w sek-



torach trudnych do dekarbonizacji, takich jak przemysł cementowy, chemiczny, rafineryjny i produkcja wodoru.

Wychwyt, składowanie i transport dwutlenku węgla nie jest wyzwaniem technicznym

CCS to technologia znana od wielu lat. Pierwsze projekty CCS koncentrowały się na wychwytywaniu dwutlenku węgla z emisji w elektrowniach węglowych i wtłaczaniu go pod dużym ciśnieniem do złóż ropy naftowej i gazu w celu intensyfikacji wydobywania (Enhanced Oil Recovery, EOR). Technologia ta wciąż jest stosowana przez międzynarodowe koncerny paliwowe, choć jej rola stopniowo się zmienia w kierunku trwałego składowania CO₂, niezależnie od przemysłu wydobywczego.

Jako że procesy intensyfikacyjne stosowane są od dekad, a struktury geologiczne, do których tłoczono CO₂, pozostawały szczelne (co było warunkiem skutecznego wydobywania ropy i gazu), technologia składowania CO₂ w wyizolowanych przestrzeniach skalnych jest uważana za bezpieczną. Warunkiem jest jednak odpowiedzialne zarządzanie procesem planowania i realizacji tego typu inwestycji, zgodnie z międzynarodowymi normami bezpieczeństwa i najnowszymi wytycznymi.

Niektóre przemysły, jak przemysł cementowy, hutniczy czy chemiczny coraz częściej interesują się technologiami bezpośredniego wychwytywania dwutlenku węgla z powietrza a następnie jego składowania (Direct Air Capture and Carbon Storage, DACCS). W branży motoryzacyjnej możliwe jest również wychwytywanie CO₂ ze spalin i jego późniejsze wykorzystanie (CCU – Carbon Capture and Utilization). Wychwycony dwutlenek węgla może być przetwarzany na tworzywa sztuczne, biopaliwa oraz inne produkty przemysłowe, wspierając gospodarkę obiegu zamkniętego. Procesy te są technicznie opanowane i możliwe do wdrożenia na szeroką skalę dzięki postępowi technologicznemu i rosnącym inwestycjom w tym sektorze.

Przemysł jest na bieżąco z celami klimatycznymi, ale bez wychwytu dwutlenku węgla nie ograniczy w sposób oczekiwany emisji

W przemyśle cementowym większa część emisji to emisja wynikająca z procesu technologicznego, który na obecnym etapie rozwoju technologicznego branży jest nie do zastąpienia. Dotyczy to również przemysłu wapienniczego, koksowniczego oraz częściowo produkcji stali i metali nieżelaznych. W przemyśle stalowym możemy stosować elektryczny wytop stali, co częściowo ogranicza emisję CO₂. Problemem pozostaje emisja technologiczna, gdzie rozwiązaniem wydaje się właśnie możliwość zastosowania technologii CCU.

Polski przemysł cementowy to 12 dużych zakładów produkcyjnych, produkujących prawie 19 milionów ton cementu rocznie. Jest to trzeci co do wielkości przemysł cementowy w Europie, po Niemczech i Włoszech. Przemysł ten pozostaje kluczowy dla polskiej gospodarki, a jego przyszłość zależy od zdolności do ograniczania emisji CO₂ w procesach produkcyjnych, szczególnie w kontekście nadchodzącego zakończenia darmowych uprawnień do emisji CO₂ w 2034 roku.

Emisja związana z procesem produkcji klinkieru portlandzkiego (główny składnik cementu) stanowi aż 63% (emisja procesowa) całkowitej emisji związanej z produkcją cementu. W ostatnich latach polskie cementownie ograniczyły emisję o około 30%, m.in. poprzez wykorzystanie zdekarbonizowanych surowców, paliw alternatywnych i zielonej energii. Produkcja cementu odpowiada za 3,8% całkowitej emisji CO₂ w Polsce.

Przemysł cementowy jako pierwsza branża w Polsce prowadzi tak kompleksowe działania na rzecz wdrożenia technologii wychwytywania, przesyłania i magazynowania CO₂. Opracowane przez ekspertów Akademii Górniczo-Hutniczej studium wykonalności zintegrowanego układu CCS stanowi podstawę dla strategii branży cementowej w tym obszarze.

Jeszcze do 2030 roku w ramach EU ETS europejskie cementownie otrzymują darmowe prawo do emisji w wysokości 50% obecnych przydziałów, które i tak nie pokrywają wielkości emisji. Według „Raportu Wpływu sektora cementowego na gospodarkę Polski” opracowanego przez EY, tylko w 2021 roku polskie cementownie zakupiły uprawnień do emisji CO₂ za ponad 224 mln zł. Po 2034 roku system darmowych emisji zostanie wygaszony. Bez systemowego rozwiązania kwestii kosztów emisji, na początku lat 30. XXI wieku działalność kilku sektorów gospodarki może stać się nieopłacalna. Pozostało więc raptem kilka lat, by odpowiednio zarządzić sytuacją.

Według prognoz Bloomberg należy spodziewać się dalszego wzrostu cen uprawnień do emisji do poziomu 150 Euro za tonę CO₂ w 2030 roku, co sprawia, że ekonomika technologii CCS powinna być odniesiona do tych poziomów cenowych.

Przykładowe projekty

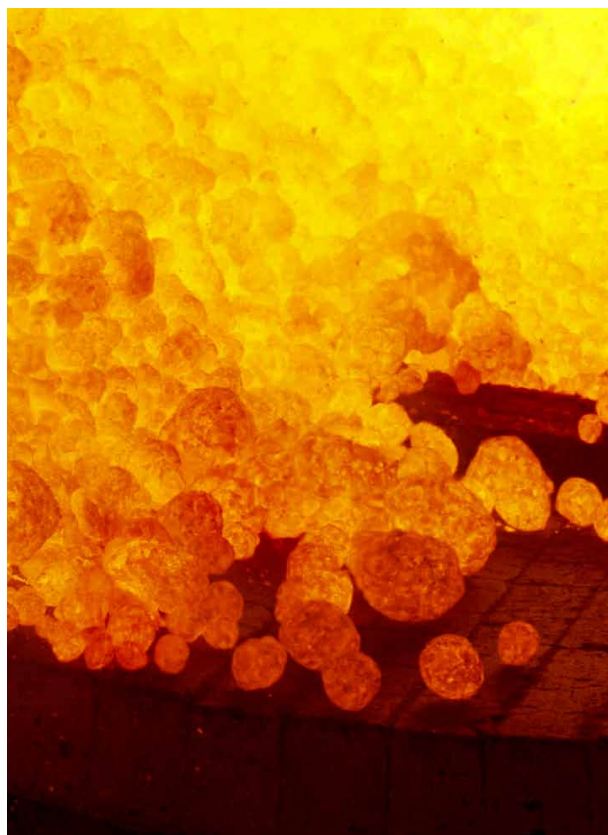
Najbardziej znanym obecnie polskim projektem w obszarze CCS jest projekt Koncernu Holcim Polska, który uzyskał finansowanie z unijnego Funduszu Innowacyjnego dla projektu Go4Ecoplanet, dotyczącego wychwytywania CO₂ w Cementowni Kujawy (okolice Inowrocławia). W marcu 2022 r. MKiŚ wystawiło list wspierający dla tej inicjatywy. Umowa na udzielenie finansowania została podpisana w styczniu 2023 roku. Całkowity koszt projektu wynosi 380 milionów euro. Projekt Go4ECOPlanet pozwoli w 100% zredukować emisję CO₂ w Cementowni Kujawy już od 2029 r.

Z kolei projekt planowany do realizacji przez konsorcjum firm PKN Orlen, Holcim Polska oraz Air Liquide Polska, któremu nadano nazwę Poland-EU CCS Interconnector, znalazł się na piątej liście projektów wspólnego zainteresowania UE. Jest już też kolejna odsłona tego projektu, nazwana ECO2CEE, która zakłada rozszerzenie infrastruktury dla transportu CO₂ do Litwy. Projekty PCI (Projects of Common Interest) mają kluczowe znaczenie w realizacji polityki energetycznej i klimatycznej Unii Europejskiej. Do najważniejszych z nich należy budowa niskoemisyjnej gospodarki w UE.

Zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 347/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r. w sprawie wytycznych dotyczących transeuropejskiej infrastruktury energetycznej (tzw. rozporządzenie TEN-E), lista projektów PCI jest sporządzana co dwa lata. 19 listopada 2021 roku opublikowana

została pigta lista PCI. Projekty wymienione w zestawieniu muszą przyczyniać się do realizacji priorytetowych korytarzy infrastruktury energetycznej oraz wspierać działania państw członkowskich w zakresie klimatu i środowiska. Projekty PCI mogą korzystać z przyspieszonego procesu uzyskiwania pozwoleń oraz specjalnych rozwiązań regulacyjnych, a także ubiegać się o dofinansowanie w ramach instrumentu „Łącząc Europę” (CEF).

Pod koniec września 2021 r. Grupa Górażdże, należąca do HeidelbergCement, ogłosiła udział w finansowanym ze środków unijnych projekcie badawczym ACCSESS, który obejmuje 18 partnerów przemysłowych i organizacji badawczych. Koordynatorem projektu jest norweska firma Sintef Energ. W cementowni koło Opola planowane jest pilotażowe wdrożenie instalacji do wychwytywania CO₂ z gazów spalinowych po procesie spalania.



Również w Łęczyńskiej Energetyce zaplanowano pilotaż technologii norweskiej spółki CaptiCO₂, która bazuje na kriogenicznym wychwycie oraz zamknięciu CO₂ w stabilnym związku chemicznym. W listopadzie 2021 roku Lotos wraz z Grupą Azoty opracowały „Zieloną księgę dla rozwoju CCS w Polsce”, zawierającą rekomendacje zmian legislacyjnych umożliwiających uruchomienie w Polsce wielkoskalowych, komercyjnych projektów składowania CO₂. Grupa Azoty, w swojej strategii do 2030 r., przewidziała przeprowadzenie symulacji projektu CCS, w którym CO₂ byłoby zatłaczane do wyeksploatowanego wyrobiska górniczego.

W innych europejskich krajach również widoczny jest wzrost inwestycji w CCS. W elektrociepłowni w Sztokholmie powstaje instalacja BECCS@STHLM (Bio-Energy Carbon Capture and Storage) do wychwytywania i składowania CO₂ z odzyskiem ciepła. Projekt realizowany w największej na świecie elektrociepłowni opalanej biomasą, pozwoli transportować wychwycony CO₂ do podmorskich składowisk w Norwegii.

We Francji realizowany jest projekt K6 w cementowni Lumbres, który zakłada transport CO₂ pociągami i statkami z portu w Dunkierce na składowiska na Morzu Północnym. Część wychwyconego CO₂ może być także wykorzystana do nasycania destruktu betonowego.

W Belgii, Air Liquide, wspólnie z BASF, realizuje projekt Kairos@C, który polega na wychwytywaniu i oczyszczaniu CO₂ z instalacji takich jak produkcja wodoru, tlenu etylenu oraz amoniaku. Skroplony dwutlenek węgla będzie transportowany do składowisk w morskich strefach Norwegii, Holandii i Wielkiej Brytanii.

W 2024 roku w Øygarden w Norwegii uruchomiono Northern Lights, pierwszą na świecie komercyjną instalację do transportu i składowania dwutlenku węgla. Projekt, realizowany przez Equinor, Shell i TotalEnergies w ramach inicjatywy Longship, obejmuje terminal przeładunkowy, rurociąg i podmorskie składowisko CO₂ na głębokości 2600 m. Instalacja może składować do 1,5 mln ton CO₂ rocznie, a pierwszy transport przewidziano na 2025 rok. Przedsięwzięcie pokazuje, że realizacja wielkoskalowych projektów CCS jest możliwa przy odpowiednim wsparciu regulacyjnym i finansowym, stanowiąc inspirację dla podobnych inicjatyw w Polsce.

Inwestycje w technologii CCS/U realizują i przygotowują również Dania, Islandia, Finlandia oraz południowi sąsiedzi Polski. W „Mapie Drogowej do 2050”, przygotowanej przez CEMBUREAU i cały europejski sektor cementowy, jasno wskazano, że bez przełomowych technologii związanych ze składowaniem i wykorzystaniem CO₂ osiągnięcie neutralności klimatycznej przez branżę cementową nie będzie możliwe. Kluczowe znaczenie ma stworzenie transeuropejskiego systemu przesyłu CO₂, który umożliwi transport gazu do miejsc składowania. Technologie CCU, takie jak produkcja metanolu czy hodowla alg, mogą odgrywać ważną rolę w tym procesie. Prace nad udoskonaleniem tych technologii oraz poszukiwanie nowych rozwiązań trwają, a ich sukces zależy od współpracy na poziomie europejskim.

Wciąż jednak, CCS nie jest obecny w głównym nurcie polityki klimatycznej w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Może to prowadzić do nierównomiernego rozwoju technologii CCS w regionie, co wiązałoby się z wyższymi kosztami późniejszego nadrobienia zaległości oraz utraconymi szansami na rozwój krajowych gospodarek i współpracy regionalnej.

Warto podkreślić, że Unia Europejska będąca w awangardzie polityki klimatycznej w zakresie CCS nie stanowi wcale lidera rozwoju. W Stanach Zjednoczonych prowadzonych jest aż 276 projektów CCS. Nie da się przeoczyć zdecydowanego przyspieszenia w prowadzonych inwestycjach na całym świecie. Według Global CCS Institute rok 2024 przyniósł znaczny wzrost w rozwoju obiektów CCS. Obecnie działa 50 obiektów (z czego 3 to dedykowane projekty transportowe i/lub magazynowe), a 44 są w budowie (7 z nich to projekty transportowe i/lub magazynowe). Od lipca 2024 r. w planach jest 628 projektów, co stanowi wzrost o 60% w ujęciu rok do roku. Zarówno pod względem liczby obiektów, jak i ich pojemności, finansowania inżynierii projektu i poziomów zobowiązań, plany osiągnęły rekordowe poziomy.



Potrzebujemy dziś strategii rozwoju

Wprowadzenie technologii ograniczających emisję dwutlenku węgla to proces długoterminowy, kosztowny i skomplikowany. Co więcej, charakteryzuje się on różnymi warunkami inwestycyjnymi w różnych branżach – przemysł wydobywczy, cementowy, hutniczy czy chemiczny wymagają różnych podejść. Choć dialog międzysektorowy jest pozytywną inicjatywą, widzimy większy potencjał we wspólnym, europejskim programie branżowym ograniczania emisji CO₂, który umożliwi synchronizację działań i rozwój efektywnych rozwiązań.

W pierwszej kolejności należy uświadomić decydentów UE, jak wielkie wyzwanie stanowi dla europejskiego budownictwa konieczność ponoszenia wysokich opłat emisyjnych przez przemysł cementowy, hutniczy czy chemiczny. Przemiany te mogą prowadzić do wzrostu cen materiałów lub wręcz likwidacji tych sektorów w Europie. Import cementu, stali czy innych materiałów wytwarzanych w procesach energochłonnych nie będzie możliwy przy zachowaniu dotychczasowych cen, a brak organizacyjnych i technologicznych możliwości pokrycia potrzeb europejskiego budownictwa wyłącznie importem stanowi poważne zagrożenie. Przesunięcie terminu wycofania darmowych uprawnień dla sektorów z emisjami procesowymi to kluczowy postulat negocjacyjny, który powinien być rozważany nie tylko przez polski rząd.

Branża cementowa, zrzeszona w Stowarzyszeniu Producentów Cementu, stanowi jeden z kluczowych sektorów polskiej gospodarki. Przemysł cementowy zatrudnia prawie 4 tys. osób, a w ramach łańcucha dostaw oraz sieci podwykonawców zapewnia blisko 22 tys. miejsc pracy. Przemysł ten, wraz z budownictwem, odpowiada za około 13% wartości dodanej brutto w polskiej gospodarce i wytwarza ponad 7% PKB. Trudno sobie wyobrazić uszczuplenie polskiej gospodarki o tak znaczące liczby.

Opracowany przez Akademię Górniczo-Hutniczą program utylizacji CO₂ dla polskich cementowni to ważna inicjatywa, która w połączeniu z innymi podobnymi projektami powinna stanowić podstawę stworzenia wspólnego europejskiego programu CCS oraz modułowej technologii dedykowanej sektorowi cementowemu. Taka technologia powinna obejmować wspólne linie produkcyjne, np. stacje tłoczące, systemy transportowe (rurociągi), miejsca magazynowania i programy sterowania, które mogłyby być również zastosowane w innych sektorach.

Koszt opracowania takiego systemu powinien być współfinansowany z funduszy europejskich, a wdrożenie – przez zainteresowane kraje. Szacowane inwestycje krajowego sektora cementowego w technologii CCS/U mogą wynieść nawet ponad 15 mld zł, jednak kluczowym wyzwaniem pozostaje budowa rurociągów do transportu CO₂ oraz tworzenie miejsc jego magazynowania.

Ciekawe opracowanie zaprezentowane przez WiseEuropa w ramach projektu „Building momentum for the long-term CCS deployment in the CEE region” (ccs4cee.eu) miało na celu wznowienie dyskusji na temat długoterminowego wdrażania technologii CCS w Europie Środkowo-Wschodniej oraz wypracowanie nowych rozwiązań politycznych i wspólnych przedsięwzięć w tym zakresie.

Regulacje prawne

Unijny legislator określa CCS jako technologię pomostową, wspierającą kontynuację udziału elektrowni zasilanych paliwami kopalnymi w transformującej się w kierunku zeroemisyjnym gospodarce europejskiej (motyw 4 preambuły Dyrektywy CCS). Dyrektywa reguluje wyłącznie geologiczną metodę składowania CO₂ oraz rurociągową formę transportu wychwyconego CO₂. Inne formy transportu (drogowy, kolejowy, morski) nie są wykluczone, lecz pozostają nieuregulowane. Wśród celów Dyrektywy CCS wskazać można ochronę klimatu poprzez bezpieczne dla środowiska składowanie CO₂, co przyczynia się do zmniejszenia emisji i walki ze zmianami klimatu oraz eliminuje negatywne oddziaływanie na środowisko i zdrowie ludzi. Co warto zaznaczyć, Dyrektywa CCS obowiązuje od 2009 roku, przez co w wielu aspektach straciła już na aktualności – zarówno technologicznej, jak i rynkowej. Obecnie trwa jej nowelizacja, której celem jest dostosowanie przepisów do rosnącej roli technologii wychwytywania i składowania CO₂ w unijnej polityce klimatycznej, a także ułatwienie rozwoju rynku usług magazynowania CO₂. W lipcu 2024 roku Komisja Europejska opublikowała zaktualizowane wytyczne do Dyrektywy CCS w czterech kluczowych obszarach: ocena ryzyka i zarządzanie cyklem życia składowiska, monitoring i środki naprawcze, kryteria przekazania odpowiedzialności organowi państwowemu oraz kwestie zabezpieczeń finansowych. Aktualizacja ta ma na celu usunięcie niejasności interpretacyjnych, jakie pojawiły się w trakcie pierwszych wdrożeń CCS w państwach członkowskich, a także stworzenie bardziej sprzyjających warunków dla realizacji projektów w całej UE.

Unijne prawo umożliwia Państwom Członkowskim wprowadzenie zakazu składowania CO₂ na części lub całości ich terytorium, np. w Czechach i części Niemiec obowiązuje taki zakaz. Warto jednak podkreślić, że Niemcy już w ub.r. podjęły działania legislacyjne w celu umożliwienia rozwoju składowania CO₂ i obecnie są w trakcie opracowywania strategii krajowej CCS. Taką strategię krajową posiadają już Austria i Francja, a Polska i Szwecja nad nią pracują. W świetle Dyrektywy CCS poszukiwanie lokalizacji składowisk i samo składowanie CO₂ to działalność regulowana wymagająca pozwoleń administracyjnych. Dyrektywa wprowadza szereg wymogów zapewniających bezpieczeństwo technologii, takich jak rozwiązania monitoringowe, kontrolne, sprawozdawczość oraz obowiązek działań naprawczych w przypadku wycieku. Konieczne są także zabezpieczenia finansowe dla inwestycji, a operator składowiska ponosi odpowiedzialność przez 20 lat po jego zamknięciu. Następnie obiekt jest przekazywany właściwemu organowi państwowemu.

Polska wdrożyła Dyrektywę CCS 27 września 2013 r., nowelizując Prawo geologiczne i górnicze, Prawo energetyczne oraz inne ustawy. Przepisy umożliwiały realizację projektów CCS, ale tylko o charakterze demonstracyjnym. To ograniczenie, razem z restrykcyjnymi wymogami lokalizacyjnymi, koniecznością uzyskiwania opinii Komisji Europejskiej i wysokimi kosztami koncesji, zablokowało rozwój technologii w Polsce. Do 2023 roku nie powstał żaden projekt w pełnej skali.

W odpowiedzi na te bariery, w kwietniu 2023 r. Rada Ministrów przyjęła projekt nowelizacji ustawy Prawo geologiczne i górnicze (druk UD280), a w czerwcu 2023 r. ustawa została uchwalona przez Sejm i podpisana przez Prezydenta. Nowelizacja weszła w życie i otworzyła



drogę do realizacji komercyjnych przedsięwzięć w zakresie podziemnego składowania CO₂. Zmiany obejmują m.in. umożliwienie składowania CO₂ na lądzie (projekty onshore), uproszczenie procedur koncesyjnych oraz zniesienie obowiązku uzyskiwania opinii Komisji Europejskiej przy udzielaniu koncesji.

W listopadzie 2023 r. weszło w życie rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska określające obszary, na których dopuszcza się lokalizowanie kompleksów podziemnego składowania dwutlenku węgla. Akt ten stanowi istotny krok w kierunku rozpoczęcia procesów inwestycyjnych, zapewniając ramy przestrzenne dla dalszego planowania infrastruktury CCS w Polsce.

Do 30 czerwca 2024 roku Polska miała przyjąć finalny Krajowy Plan na Rzecz Energii i Klimatu, jednak procedowanie dokumentu uległo znacznemu opóźnieniu. W październiku 2024 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ) przedstawiło do konsultacji projekt aktualizacji KPEiK (aKPEiK) na lata 2021–2030.

W pierwotnym projekcie Krajowego Planu na Rzecz Energii i Klimatu (KPEiK) na lata 2021–2030, przedstawionym przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ), brakowało kompleksowej strategii dekarbonizacji przemysłu, co spotkało się z krytyką ze strony Komisji Europejskiej. W odpowiedzi na te uwagi, MKiŚ rozpoczęło prace nad nową wersją dokumentu, intensyfikując współpracę z przedstawicielami przemysłu w celu opracowania skutecznych mechanizmów redukcji emisji w sektorach energochłonnych. W październiku 2024 roku rozpoczęto konsultacje publiczne projektu aktualizacji KPEiK, które trwały do 15 listopada 2024 roku. Zaktualizowany dokument podkreśla znaczącą rolę technologii wychwytywania i składowania dwutlenku węgla (CCS) oraz wychwytywania i wykorzystania dwutlenku węgla (CCU) w procesie dekarbonizacji, zwłaszcza w sektorach przemysłowych o wysokiej emisji CO₂, takich jak przemysł cementowy, stalowy, chemiczny czy wapienniczy. Wskazuje również na konieczność usunięcia barier legislacyjnych oraz stworzenia mechanizmów wsparcia dla projektów CCS i CCU, co ma sprzyjać redukcji emisji w tych branżach.



Pozytywnym aspektem październikowej propozycji aKPEiK jest zapowiedź opracowania krajowej strategii rozwoju technologii CCS/CCU oraz stworzenia ram prawnych umożliwiających ich wdrożenie w Polsce. Dodatkowo, wskazano na konieczność wypracowania mechanizmów wsparcia, w tym finansowania rozwoju tych technologii. To trzy kluczowe kwestie wymagające szybkiego rozwiązania, by umożliwić szeroką implementację CCS/CCU w Polsce.

Warto również zwrócić uwagę na Działanie 79, które dotyczy „Kontraktów różnicowych dla redukcji CO₂ oraz innych działań wspierających projekty CCS i CCU”. Obejmuje ono przygotowanie instrumentu finansowego wsparcia dla instalacji redukujących emisje CO₂ (carbon contracts for difference), a także działania wspierające technologie wychwytu i wykorzystania CO₂ (CCU), budowę instalacji do wychwytywania i składowania CO₂ (CCS), w tym projekty badawcze oraz edukacyjne.

Zainteresowani inwestorzy liczą na wdrożenie w Polsce skutecznego prawa dotyczącego możliwości wychwytywania, transportu i magazynowania CO₂, ponieważ liczba instalacji w krajach ościennych rośnie, co może zagrozić konkurencyjności krajowego przemysłu. Polski przemysł powinien szybko rozpocząć produkcję elementów systemu CCS na rynek krajowy i inne rynki europejskie, aby nie zostać w tyle po redukcji puli darmowych uprawnień do emisji CO₂ w 2030 roku

Wyzwania

Z pewnością wyzwań dla realizacji projektów w obrębie CCS/CCU nie brakuje. Jednym z nich jest zapewnienie bezpieczeństwa procesom składowania i transportu. Szczelność instalacji jest tu bezwzględnie konieczna.

Trzeba też pamiętać o wyzwaniach natury zasobowej i logistycznej. Zastosowanie technologii związanych z obniżaniem emisji CO₂, w tym CCS i CCU, spowoduje do 2050 r. istotne zwiększenie zapotrzebowania branż energochłonnych na energię elektryczną – nawet dwukrotne. Z kolei rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz technologii magazynowania energii może pomóc w złagodzeniu tego wzrostu zapotrzebowania.

Opór społeczności lokalnych już raz zatrzymał inwestycję CCS w Bełchatowie w 2013 roku, stąd powszechne zrozumienie i akceptacja tej technologii może być jedynym kluczem do jej sukcesu. Poziom akceptacji społecznej dla technologii CCS może się zmieniać w zależności





od dalszych działań informacyjnych, edukacyjnych oraz transparentnych procedur konsultacyjnych. Z uwagi na ogromną wrażliwość społeczeństwa na tego typu projekty, która może sprawić, że przyszłe projekty CCS będą budziły niepewność wśród lokalnych społeczności, konieczne jest przeprowadzenie przemyślanej i skoordynowanej kampanii edukacyjnej, która w sposób rzetelny i przystępny będzie wyjaśniać założenia, cele oraz potencjalne korzyści wynikające z wdrażania tej technologii. Kluczowe będzie również włączenie społeczności lokalnych w proces planowania inwestycji, tak aby miały realny wpływ na decyzje dotyczące ich bezpośredniego otoczenia. Tylko długofalowa, otwarta komunikacja z mieszkańcami i interesariuszami – prowadzona z poszanowaniem ich obaw i potrzeb – może przyczynić się do budowania zaufania, rozwiania nieporozumień i zmniejszenia ryzyka lokalnych protestów. W przeciwnym razie, nawet najbardziej zaawansowane technologicznie projekty mogą napotkać barierę trudną do przezwyciężenia.

Wraz z rozwojem projektów zakładających eksport dwutlenku węgla coraz większego znaczenia nabiera też kwestia Protokołu Londyńskiego, umowy międzynarodowej, która zabrania eksportu CO₂ do zagranicznych podmorskich składowisk. Polska, jako strona Konwencji Londyńskiej (LC), ale nie posiadająca statusu strony Protokołu Londyńskiego (LP), musi rozstrzygnąć, czy na podstawie obowiązujących ją przepisów LC eksport CO₂ z Polski do innych krajów w celu podziemnego składowania na morzu jest dopuszczalny oraz ewentualnie ustalić, czy istnieje konieczność przystąpienia do LP, potem ratyfikacji poprawki do artykułu 9 LP z 2009 roku, następnie złożenia deklaracji o tymczasowym stosowaniu tej poprawki i w końcu podpisania porozumienia z krajem odbierającym eksportowany CO₂ (np. z Norwegią). Problem ten wymaga rozwiązania, zanim rozwiniemy krajowy program CCS/CCU.

Wnioski i rekomendacje

Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla może służyć redukcji emisji dwutlenku węgla w sektorze przemysłu, a w warunkach opartego na węglu polskiego ciepłownictwa zapewniać niskoemisyjne ciepło technologiczne i zwiększyć bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej poprzez uzupełnienie krótkoterminowego magazynowania energii. Dziś wielu interesariuszy jest zainteresowanych technologią CCS, ale pozostaje ostrożnych co do jej wdrożenia z uwagi na wysokie koszty, brak finansowania i systemu wsparcia ze strony państwa oraz wymagające procedury administracyjne. Zostały poczynione postępy w kwestii finansowania CCS, szczególnie w kontekście funduszy unijnych, które stają się kluczowe dla wdrożenia tych technologii w Polsce.

Według opracowań naukowców z Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Polska posiada wysoki potencjał podziemnego składowania dwutlenku węgla, szacowany pomiędzy 10.1 Gt a 15.5 Gt. Jego zdecydowana większość zlokalizowana jest w lądowych strukturach solankowych. Jako że roczne emisje procesowe z trudnych do zdekarbonizowania branż przemysłowych (tj. z produkcji cementu, z produkcji wapna, z przemysłu chemicznego oraz z produkcji stali) wynosiły ponad 22 Mt CO₂ w 2019 i 2020 roku, potencjał geologiczny jest bardziej niż wystarczający dla składowania dwutlenku węgla w Polsce w ciągu kilku najbliższych dekad.

Szanse dla CCS-u w Polsce wynikają również z dużego doświadczenia badawczego polskich uniwersytetów i instytutów badawczych w tym obszarze. Kilka już przeprowadzonych pilotażowych projektów w zakresie wychwyty i składowania CO₂ również zwiększa potencjał Polski w zakresie technologii CCS. Ponadto, w 2023 roku rozpoczęto nowe projekty badawcze wspierane przez Unię Europejską.

Aby inwestycje w technologii CCS i CCU mogły rozwijać się w Polsce w sposób dynamiczny i skoordynowany, konieczne jest wdrożenie szeregu działań legislacyjnych, finansowych, infrastrukturalnych oraz rynkowych. Proponowane kierunki interwencji przedstawiono w podziale na cztery kluczowe obszary:

Ramy prawne i instytucjonalne

- Zezwolenie na poszukiwanie i rozpoznawanie potencjalnych lądowych składowisk CO₂, w tym rezygnacja z minimalnych progów wydajności dla instalacji CCS, a także wprowadzenie regulacji umożliwiających składowanie CO₂ w strukturach złożowych węglowodórów oraz w obszarach morskich.
- Ustalenie wymaganych zabezpieczeń finansowych na poziomie akceptowalnym dla przedsiębiorców, ale wciąż zgodnym z unijną Dyrektywą CCS, w tym dostosowanie przepisów, aby umożliwić łatwiejszy dostęp do rynku dla mniejszych inwestorów.
- Rozwiązanie kwestii Protokołu Londyńskiego i ograniczenie ryzyka niezgodności rozwijanych aktualnie projektów z prawem międzynarodowym, w tym możliwe przystąpienie Polski do Protokołu Londyńskiego oraz rozstrzygnięcie kwestii eksportu CO₂ do zagranicznych podmorskich składowisk.
- Zaangażowanie w międzynarodowe działania na rzecz polityk i regulacji sprzyjających rozwojowi CCS-u, w tym dalsze dostosowanie przepisów prawa UE, zwłaszcza w zakresie budowy transeuropejskiego systemu przesyłu CO₂.
- Opracowanie krajowej strategii CCS oraz branżowych strategii dekarbonizacji, uwzględniających technologie CCS, w tym ich włączenie do Krajowego Planu na Rzecz Energii i Klimatu.
- Przygotowanie odrębnej ustawy regulującej zasady funkcjonowania rynku – prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie transportu i składowania CO₂, w tym określenie zasad równego i niedyskryminującego dostępu do usług magazynowania i przesyłu.
- Aktualizacja ustawy Prawo energetyczne poprzez uzupełnienie przepisów dotyczących sieci przesyłowej CO₂ – m.in. warunków przyłączenia, standardów technicznych oraz zasad finansowania usług przesyłowych.

Wsparcie finansowe i inwestycyjne

- Ustanowienie krajowych mechanizmów wsparcia finansowego dla technologii CCS, uwzględniających fundusze unijne i krajowe.

- Rozpoczęcie prac nad wdrożeniem tzw. kontraktów różnicowych dla redukcji CO₂, w ramach których państwo pokrywałoby różnicę pomiędzy rynkową ceną wychwycenia i zmagazynowania tony CO₂ a opłacalnością inwestycyjną projektu CCS.
- Redystrybucja przychodów z aukcji EU ETS – skierowanie środków na rozwój technologii CCS, zwłaszcza w kontekście zwiększonego wsparcia dla projektów CCS w Polsce.
- Zapewnienie finansowego i regulacyjnego wsparcia dla infrastruktury przesyłowej i magazynowej – ze względu na wielkoskalowy charakter i koszty trudne do udźwignięcia przez pojedynczych inwestorów.
- Uregulowanie statusu wychwyconego CO₂ jako produktu (np. poprzez nadanie odpowiedniego kodu CN), co umożliwi jego transport i magazynowanie na zasadach odmiennych od gazów technicznych.

Infrastruktura i bezpieczeństwo wdrożenia

- Zaangażowanie w budowę sieci rurociągowej dedykowanego podmiotu, należącego do Skarbu Państwa lub konsorcjum wielu firm (z powodu dużych kosztów, potencjalnie trudnych do udźwignięcia dla jednego podmiotu), w tym rozwój współpracy międzynarodowej w zakresie transportu CO₂.
- Opracowanie dokumentu (np. specustawy), który określi zasady i przyspieszy proces budowy sieci transportowej CO₂ – wzorując się na doświadczeniach podmiotów takich jak Gaz-System.
- Zabezpieczenie odpowiednich wolumenów energii elektrycznej dla instalacji CCS – przy uwzględnieniu szacowanego wzrostu zapotrzebowania na energię nawet o 100–200% w stosunku do obecnego poziomu w sektorach energochłonnych.
- Wprowadzenie systemu monitoringu, kontroli i raportowania emisji CO₂ związanego z funkcjonowaniem instalacji CCS – zgodnie z wymaganiami Dyrektywy CCS i praktykami unijnymi.



Zachęty rynkowe i mechanizmy odbioru

- Przyznanie statusu branży energochłonnej przemysłowi cementowemu, dla którego udział kosztów energii elektrycznej i uprawnień do emisji CO₂ jest porównywalny z innymi branżami energochłonnymi.
- Zagwarantowanie odbioru cementu, produktów hutniczych i chemicznych w cenach oraz wolumenach umożliwiającym bankom finansowanie programu CCU w branżach o wysokim udziale emisji procesowych – przez sektor budowlany w krajach UE, jako najbardziej zainteresowany utrzymaniem w dobrej kondycji wymienionych sektorów gospodarki europejskiej.
- Wprowadzenie narzędzi wsparcia popytu na niskoemisyjne materiały budowlane w ramach zielonych zamówień publicznych, w tym premiowanie produktów zdekarbonizowanych, takich jak cement produkowany z wykorzystaniem CCS/CCU.
- Wymóg stosowania deklaracji środowiskowych (EPD) i analizy cyklu życia (LCA) w przetargach publicznych – jako element oceny ofert materiałów budowlanych pod względem środowiskowym.

Dostępne analizy, praktyki rynkowe oraz rosnące zainteresowanie przemysłu jednoznacznie wskazują, że Polska znajduje się w kluczowym momencie, który zadecyduje o kierunku rozwoju technologii CCS i CCU na najbliższe dekady. Realizacja przedstawionych rekomendacji pozwoli nie tylko na ograniczenie emisji w sektorach trudnych do zdekarbonizowania, ale również na utrzymanie konkurencyjności polskiego przemysłu w warunkach zaostrzającej się polityki klimatycznej UE. Wspieranie rozwoju CCS/CCU powinno stać się jednym z filarów polityki przemysłowej i energetycznej państwa, a także szansą na zbudowanie nowego segmentu gospodarki opartego na innowacji, bezpieczeństwie energetycznym i zrównoważonym rozwoju.

Związek Przedsiębiorców i Pracodawców deklaruje gotowość do szerszej dyskusji na poruszany temat i zaprasza do bezpośrednich konsultacji wszystkie zainteresowane strony.



