



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

EFEKT RZECZOWY Z REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA
Z ZAKRESU PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ
za okres: od 1 stycznia 2024 r. do 31 grudnia 2025 r.

„Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla (KAPS CO₂):
Monitorowanie podziemnych składowisk CO₂”

w ramach umowy dotacji nr 122/2024/Wn07/FG-GO-DN/D z dnia 29.05.2024 r.

SPRAWOZDANIE Z CAŁOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA
W TYM AKTUALIZACJA SPRAWOZDANIA ZA ROK 2024, STAN NA KONIEC 2025 ROKU

Nadzorujący:

Minister Klimatu i Środowiska
ul. Wawelska 52/54, 00–922 Warszawa

Dotujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
ul. Konstruktorska 3A, 02–673 Warszawa



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00–975 Warszawa



Osoba sporządzająca sprawozdanie:

dr inż. Adam Wójcicki

Kierownik komórki organizacyjnej:

Marcin Szuflicki

Dyrektor/Dyrektor pionu

dr Olimpia Kozłowska

Zastępca dyrektora
ds. państwowej służby geologicznej

Warszawa, marzec 2026 r.

Zespół wykonawców
Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego

Wójcicki Adam
Cudnik Beata
Koniecznyńska Monika

Kutyła-Olesiuk Anna
Magiera Renata
Rzeźnik Mateusz

Słodkowski Marcin
Gers Weronika

Zespół wykonawców zewnętrznych

nie dotyczy

Kooperacja

nie dotyczy

Zakupy inwestycyjne

nie dotyczy

Spis treści

Wstęp.....	3
1. Inwentaryzacja aktualnie realizowanych projektów CCS (nowych projektów oraz aktualizacja/uzupełnianie informacji dla projektów zinwentaryzowanych w poprzednim przedsięwzięciu)	5
ROK 2024.....	5
ROK 2025.....	7
2. Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO ₂	15
ROK 2024.....	15
ROK 2025.....	16
3. Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO ₂ w Polsce.....	17
ROK 2024.....	17
ROK 2025.....	18
4. Aktualizacja metodyki monitoringu.....	19
ROK 2025.....	19
5. Wymiana doświadczeń i prezentacja wyników	20
5.1 Wymiana doświadczeń.....	20
ROK 2024.....	20
ROK 2025.....	20
5.2 Prezentacja wyników	21
ROK 2024.....	21
ROK 2025.....	21
Podsumowanie.....	25
Literatura.....	26
Spis załączników	29

Wstęp

W ramach przedsięwzięcia „Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla (KAPS CO₂): Monitorowanie podziemnych składowisk CO₂”, realizowanego na podstawie umowy nr 122/2024/Wn-07/FG-GO-DN/D z dnia 29.05.2024 r. za środki Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, przewidziano wykonanie opracowania obejmującego propozycję metodyki monitoringu podziemnych składowisk CO₂ na bazie światowych doświadczeń w tej dziedzinie wraz z analizą obowiązujących unijnych przepisów i ich uwzględnieniem w metodyce oraz wynikającymi z nich propozycjami zmian przepisów krajowych.

Zadanie polegało w szczególności na sporządzeniu sprawozdania z całości prac wykonanych w roku 2024 (Sprawozdanie z całości przedsięwzięcia za rok 2024), obejmującego wyniki podzadań realizowanych w tym okresie (Wójcicki, 2025), a następnie jego aktualizacji, według stanu na koniec 2025 roku, czyli niniejszego opracowania, stanowiącego jednocześnie sprawozdanie z całości przedsięwzięcia. Integralną częścią każdego z dwóch sprawozdań jest zaktualizowana baza projektów CCS KAPS CO₂, jak również dwa sprawozdania cząstkowe dotyczące wybranych zagadnień, przygotowane w formie załączników do każdego z opracowań.

Na potrzeby realizacji postawionego zadania przewidziano wykorzystanie wyników dotychczas zrealizowanych przez PIG-PIB etapów przedsięwzięcia „Zadanie KAPS CO₂: Monitorowanie statusu projektów CCS” (Wójcicki i in., 2017, 2021, 2022) oraz innych dostępnych informacji, w tym zgromadzonych i opracowanych w ramach realizacji niniejszego przedsięwzięcia. Wiązało się to z systematyczną aktualizacją bazy światowych projektów CCS KAPS CO₂, w szczególności informacji na temat funkcjonujących (obecnie, względnie do niedawna) lub budowanych składowisk: warunków geologicznych, oceny ryzyka składowania i, co najważniejsze, techniki zasad monitoringu składowiska w całym okresie życia projektu. Zagadnienia te zostały omówione w rozdziale 1 niniejszego opracowania.

Wymienione prace wymagały syntetycznego ujęcia (a następnie aktualizacji) informacji dotyczących stosowanych na świecie technik monitoringu oraz zasad monitoringu składowisk w całym okresie życia projektów CCS/CCUS, obejmujących podziemne składowanie dwutlenku węgla oraz podziemne składowanie dwutlenku węgla połączone z eksploatacją złóż węglowodorów, na lądzie i pod dnem morza. W tym celu wykorzystano wcześniejsze opracowania, dane zgromadzone w bazie KAPS CO₂ (aktualna wersja – **Załącznik 1-2025**) i dostępne publikacje. Objęło to analizę legislacji, doświadczeń i wytycznych w przedmiotowym zakresie wraz ze sposobami egzekwowania zasad monitoringu w przypadku poszczególnych projektów i krajów, bądź ich grup (w ostatnim przypadku dotyczyło to w szczególności krajów Europy, gdzie obowiązują odnośne przepisy unijne). Uwzględniono także analizę stosowanych na świecie wytycznych co do kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczanego do podziemnego składowania. Informacje w tym zakresie zostały zgromadzone i opracowane w roku 2024, a następnie dokonano ich aktualizacji. Zagadnienia te przedstawiono w aktualnej wersji sprawozdania cząstkowego „Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂” (stan na koniec 2025 roku), będącej załącznikiem do niniejszego opracowania (i aktualizacją poprzedniego sprawozdania cząstkowego w przedmiotowym zakresie, za rok 2024, oraz załącznikiem do Sprawozdania z całości przedsięwzięcia za rok 2024). Krótką, syntetyczną charakterystykę informacji z tego sprawozdania cząstkowego przedstawiono w rozdziale 2 niniejszego opracowania.

Przygotowanie właściwej metodyki, tzn. rekomendacji dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce, obejmowało analizę krajowych przepisów wykonawczych w tej dziedzinie oraz porównanie ich unijnymi/stosowanymi w krajach, gdzie obowiązują te przepisy oraz w innych krajach. Informacje w tym zakresie zostały zgromadzone i opracowane w roku 2024, a następnie dokonano ich aktualizacji. Prace obejmowały także przedstawienie (a następnie aktualizację) rekomendowanego zakresu i sposobu prowadzenia monitoringu składowisk CO₂ dla typowych projektów CCS/CCUS jakie mogłyby być realizowane w warunkach polskich, w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla oraz podziemnego składowania dwutlenku węgla połączonego z eksploatacją złóż węglowodorów. Wiązało się to również z przedstawieniem (a następnie aktualizacją) rekomendacji nt. modyfikacji krajowych przepisów związanych z problematyką monitoringu, w tym dotyczących kryteriów akceptacji zatłaczanego strumienia dwutlenku węgla. Zagadnienia te przedstawiono w aktualnej wersji sprawozdania cząstkowego „Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce” (stan na koniec 2025 roku), będącej załącznikiem do niniejszego opracowania (i aktualizacją poprzedniego sprawozdania cząstkowego w przedmiotowym zakresie, za rok 2024, będącego załącznikiem do Sprawozdania z całości przedsięwzięcia za rok 2024), natomiast jego krótką, syntetyczną charakterystykę przedstawiono w rozdziale 3 niniejszego opracowania.

W rozdziale 4 opisano zakres aktualizacji sprawozdania za rok 2024, wykonanej w 2025 roku. Obydwa sprawozdania prezentują propozycję metodyki monitoringu podziemnych składowisk CO₂, a ich integralną częścią są trzy załączniki – dwa opracowania cząstkowe i baza projektów CCS KAPS CO₂ (odpowiednio według stanu na koniec 2024 i 2025 roku).

Natomiast w rozdziale 5 przedstawiono syntetyczną informację na temat nawiązanych w ramach niniejszego zadania kontaktów i wymiany doświadczeń z zaangażowanymi w dziedzinie CCS/CCUS podmiotami zagranicznymi i krajowymi, poprzez udział w konferencjach oraz seminariach i konsultacjach z partnerami przemysłowymi i jednostkami badawczo-rozwojowymi. Przedstawiono także informację dotyczącą prezentacji wyników zadania na stronie KAPS CO₂, w tym aktualnych warstw numerycznych z lokalizacją projektów CCS realizowanych na świecie i podstawowe informacje na ich temat, aktualnej bazy projektów CCS KAPS CO₂, a także sprawozdań cząstkowych.

1. Inwentaryzacja aktualnie realizowanych projektów CCS (nowych projektów oraz aktualizacja/uzupełnianie informacji dla projektów zinwentaryzowanych w poprzednim przedsięwzięciu)

ROK 2024

Jak przedstawiono w Sprawozdaniu z całości przedsięwzięcia za rok 2024 (Wójcicki, 2025) do końca 2024 roku w zaktualizowanej bazie projektów CCS KAPS CO₂ zinwentaryzowano w sumie 320 projektów w skali przemysłowej (składowanie co najmniej 100 tys. ton CO₂ rok), dla których można było zidentyfikować łańcuch wartości obejmujący zarówno instalację wychwytu jak i miejsce składowania. Są to zarówno projekty nowe jak i zinwentaryzowane wcześniej, w ramach poprzednich etapów przedsięwzięcia KAPSCO₂, do końca czerwca 2022 roku; Wójcicki i in., 2017, 2021, 2022. Przy tym projekty klasyfikowane w poprzednich raportach przedsięwzięcia KAPSCO₂ jako „duże projekty w skali pilotażowej”, obejmujące składowanie ponad 100 tys. ton CO₂ rocznie, ujęto jako projekty w skali przemysłowej. Po odjęciu 55 projektów anulowanych lub o niejasnym statusie (najprawdopodobniej wstrzymanych), względnie zastąpionych przez inne, pozostało 265 projektów aktualnie realizowanych (na różnych etapach) bądź niegdyś funkcjonujących i zakończonych. Było to blisko dwukrotnie więcej niż zinwentaryzowano w ostatnim etapie przedsięwzięcia „Zadanie KAPS CO₂: Monitorowanie statusu projektów CCS”, zakończonym w czerwcu 2022 roku (Wójcicki i in., 2022), gdzie podano 137 takich projektów; z tego projektów aktualnie funkcjonujących oraz niegdyś funkcjonujących i zakończonych było, według stanu na koniec 2024 roku, w sumie 58 (w tym 44 aktualnie funkcjonujące), zaś aktualnie realizowanych projektów w fazie uruchamiania było 39, z tego 30 takich, które znajdowały się pod koniec czerwca 2022 roku na wcześniejszych etapach realizacji bądź projektów nowych. Ponad 70% projektów w skali przemysłowej znajdujących się pod koniec 2024 roku na wcześniejszych etapach realizacji (tzn. w budowie/realizacji i na etapie prac studialnych) to były projekty nowe, niezainwentaryzowane na wcześniejszych etapach przedsięwzięcia KAPS CO₂. Do końca 2024 roku zinwentaryzowano w bazie 122 nowe projekty w skali przemysłowej (składowanie co najmniej 100 tys. ton CO₂ rok), nie ujęte we wcześniejszych raportach: 4 aktualnie funkcjonujące, 16 w trakcie uruchamiania, 35 w budowie/realizacji oraz 67 na etapie prac studialnych. W przypadku wielu projektów wcześniej zinwentaryzowanych (tzn. w 128 projektach spośród 198) wprowadzono nowe/bardziej aktualne informacje, które w zależności od projektu dotyczyły najczęściej harmonogramu realizacji, statusu i nazwy przedsięwzięcia oraz ilości wychwytywanego CO₂, rzadziej opcji transportu i składowania. Natomiast projektów pilotażowych i badawczych pozostało 37 (jak wspomniano wyżej, największe przeklasyfikowano jako projekty w skali przemysłowej), z tego w 2 projektach doszły nowe/bardziej aktualne informacje. Prace te wykonano w oparciu o informacje i raporty dostępne na stronie Global CCS Institute skonfrontowane z danymi zamieszczonymi w bazie projektów CCUS International Energy Agency (IEA CCUS Projects Database), a także wszelkie inne dostępne informacje (publikacje, strony projektów, doniesienia prasowe).

Zauważono, że w wielu nowych projektach wykorzystywane są te same miejsca składowania jak dla wcześniej zinwentaryzowanych projektów (klastry projektów, np. w Wielkiej Brytanii, Norwegii, Stanach Zjednoczonych, Holandii, Belgii; ale nie dla wszystkich dostępne są informacje na temat programów monitoringu miejsc składowania), stąd takie miejsca należy traktować jako huby infrastruktury składowania. Stwierdzono, że najczęściej spotykany w Europie jest łańcuch wartości obejmujący transport od źródła CO₂ do terminala w porcie, skąd CO₂ jest transportowany statkiem lub

rurociągiem do aktualnie powstającej infrastruktury transportu i składowania na Morzu Północnym (sektor norweski, duński, holenderski, brytyjski), przy czym rozpatrywane jest składowanie emisji CO₂ pochodzących z instalacji przemysłowych zlokalizowanych w krajach sąsiednich. Analogiczną opcję planują projekty w Grecji (Morze Egejskie), Bułgarii (Morze Czarne) i Włoszech (Morze Adriatyckie). Składowanie na lądzie jest szerzej stosowane lub planowane w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Chinach lub Australii.

Stwierdzono generalnie, że dostępne bazy projektów CCS KAPS CO₂ informacje na temat miejsc składowania (tzn. warunków geologicznych, oceny ryzyka składowania i programów monitoringu) są najczęściej fragmentaryczne i/lub ogólnikowe. Informacje na temat warunków geologicznych miejsc składowania są na ogół dostępne (ale najczęściej fragmentaryczne i/lub ogólnikowe). Według stanu na koniec 2024 roku brak było jakichkolwiek informacji dotyczących warunków geologicznych tylko dla 44 projektów (spośród 320) w skali przemysłowej, co dotyczy w ogromnej większości projektów na etapie prac studialnych. Sytuacja wyglądała odwrotnie, jeśli chodzi o informacje dotyczące oceny ryzyka składowania i programów monitoringu dedykowanych miejscom składowania. W sumie tylko dla 33 lokalizacji miejsc składowania dedykowanym 50 projektom (spośród 320) w skali przemysłowej o różnym statusie (projekty realizowane, niegdyś funkcjonujące i zakończone, anulowane lub o niejasnym statusie i zastąpione przez inne) i na różnych etapach realizacji dostępne były w bazie KAPS CO₂ informacje na temat programów monitoringu. Najczęściej dotyczyło to projektów funkcjonujących od dłuższego czasu lub niegdyś funkcjonujących i zakończonych, które zostały wcześniej zinwentaryzowane w bazie KAPS CO₂. Dla większości tych miejsc dostępne były także informacje dotyczące oceny ryzyka składowania.

Mniej lub bardziej przydatne do realizacji celów niniejszego zadania informacje na temat charakterystyki miejsc składowania i (rzadziej) związanych z tym programów ich monitoringu i oceny ryzyka składowania udało się zebrać w ciągu 2024 roku jedynie w przypadku 32 nowych projektów/klastrów (gdzie miejscami składowania są często sczerpane złoża węglowodorów/EOR, dla których w większości nie są dostępne szczegółowe informacje), natomiast dla 7 wcześniej zinwentaryzowanych projektów/klastrów udało się zgromadzić dodatkowe informacje na temat dedykowanych im miejsc składowania. Natomiast nowe informacje dotyczące programów monitoringu dla miejsc składowania wykorzystywanych przez poszczególne projekty zostały wprowadzone do bazy KAPS CO₂ w przypadku 16 projektów (9 nowych i 7 wcześniej zinwentaryzowanych). Jednakże szereg tych projektów wykorzystuje te same miejsca składowania (huby), stąd faktycznie nowe informacje dotyczące programów monitoringu zgromadzono w ciągu 2024 roku tylko w przypadku 4 miejsc składowania (2 nowych i 2 wcześniej zinwentaryzowanych). W szczególności szereg projektów brytyjskich współdzieli miejsca (huby) składowania Acorn i Hynet, obejmujące docelowo po kilka struktur, z których początkowo mają być wykorzystywane do składowania 1-2 struktury w każdym przypadku, a potem ewentualnie kolejne, w miarę rozbudowy klastrów.

ROK 2025

Dla zgromadzonych w bazie KAPS CO₂ (według stanu na koniec 2024 roku) 265 projektów CCS/CCUS w skali przemysłowej oraz 37 projektów pilotażowych i badawczych, aktualnie realizowanych, bądź niegdyś funkcjonujących, kontynuowano weryfikację, aktualizację i uzupełnianie informacji, w szczególności dotyczących miejsc składowania i (w miarę dostępności informacji) związanych z tym programów monitoringu. Wykorzystano przy tym dostępne informacje na stronie Global CCS Institute, publikacje zamieszczone na stronie Global CCS Institute, informacje zamieszczone na stronie International Energy Agency, informacje na stronach poszczególnych projektów CCS/CCUS/ operatorów miejsca składowania, wyniki projektów unijnych obejmujących rozpatrywane zagadnienia (np. HERCCULES, CCUS ZEN, STRATEGY CCUS) oraz dostępne doniesienia prasowe i inne dostępne informacje. W szczególności przeanalizowano i scharakteryzowano pod tym kątem komponenty/opcje składowania projektów europejskich znajdujących się na różnych etapach realizacji (przy czym niektóre projekty współdzielą te same miejsca /opcje składowania, czasami występujące w innych krajach niż źródła emisji). Stąd prowadzono weryfikację, aktualizację i uzupełnianie informacji dla projektów (a właściwie wykorzystywanych/przewidzianych do wykorzystania przez te projekty miejsc/opcji składowania i w miarę dostępności informacji, związanych z tym programów monitoringu) realizowanych w następujących krajach: Belgii, Bułgarii, Chorwacji, Danii, Francji, Grecji, Holandii, Litwie, Łotwie, Niemczech, Norwegii, Polsce, Szwecji, Węgrzech, Wielkiej Brytanii i Włoszech.

Pozyskano od przedstawiciela Air Liquide Polska listę projektów CCS/CCUS realizowanych na świecie, według dedykowanej bazy firmy (pozyskane materiały nie obejmowały informacji dotyczących miejsc składowania i dedykowanych im programów monitoringu). Lista ta, obejmująca 257 projektów w skali przemysłowej, została porównana z listą projektów realizowanych na świecie, zinwentaryzowanych w ramach niniejszego przedsięwzięcia w bazie KAPS CO₂ (265 projektów, z tego 250 aktywnych, znajdujących się na różnych etapach realizacji oraz 15 zakończonych, niegdyś funkcjonujących). Stwierdzono, że w przeważającej większości są to te same projekty, przy czym szereg projektów wymienionych w bazie Air Liquide zostało w ostatnich latach wstrzymanych lub anulowanych. Niektóre projekty zinwentaryzowane w bazie KAPS CO₂, wchodzące w skład klastrów, nie są wymienione w bazie Air Liquide, lecz są tam wymienione klastry (a nie pojedyncze projekty). W bazie Air Liquide w nielicznych przypadkach elementy pełnego łańcucha bywają wymienione jako osobne projekty. Ponadto stwierdzono, że nieliczne projekty wymienione w bazie AirLiquide nie zostały dotychczas zinwentaryzowane w bazie KAPS CO₂ według stanu na koniec 2024 roku. Te ostatnie rozbieżności zostały wzięte pod uwagę przy prowadzonej w ciągu 2025 roku inwentaryzacji i aktualizacji bazy KAPS CO₂ w oparciu o najnowsze dane IEA i GCCSI.

Przeanalizowano najnowszą bazę projektów CCUS International Energy Agency (IEA CCUS Projects Database, stan na koniec kwietnia 2025 roku; w sumie było to 1018 projektów, ale wiele z nich obejmuje tylko fragmenty łańcucha wychwytu, transportu i składowania, bądź tylko wykorzystanie dwutlenku węgla do wytwarzania rozmaitych produktów) w zakresie projektów aktualnie (i niegdyś) funkcjonujących. Porównano listę znajdujących się tam projektów w przedmiotowym zakresie z informacjami zgromadzonymi dotychczas w ramach niniejszego przedsięwzięcia w bazie KAPS CO₂. Stwierdzono, że w bazie IEA znajduje się 57 projektów aktualnie lub niegdyś funkcjonujących, dla których można zidentyfikować łańcuch wartości obejmujący zarówno instalację wychwytu jak i miejsce składowania, z tego 5 nowych, dotychczas niezinwentaryzowanych, zaś pozostałe 52 są obecne w bazie KAPS CO₂ (zinwentaryzowane wcześniej w ramach niniejszego przedsięwzięcia). Zidentyfikowano 31 projektów w trakcie uruchamiania obecnych w obu bazach, jednego projektu obecnego w bazie KAPS

CO₂ nie udało się zidentyfikować w bazie IEA (prawdopodobnie został wcześniej anulowany), ponadto jeden projekt zinwentaryzowany w bazie KAPS CO₂ zmienił status z „w trakcie uruchamiania” na „funkcjonujący”. Następnie zidentyfikowano 86 projektów znajdujących się aktualnie w budowie/realizacji, obecnych w obu bazach, 7 projektów obecnych w bazie KAPS CO₂ nie udało się zidentyfikować w bazie IEA (najprawdopodobniej zostały one anulowane lub wstrzymane). Zidentyfikowano ponadto 77 projektów znajdujących się aktualnie na etapie prac studialnych, obecnych w obu bazach, 10 projektów obecnych w bazie KAPS CO₂ nie udało się zidentyfikować w bazie IEA.

Dokonywano na bieżąco aktualizacji bazy KAPS CO₂ w miarę gromadzenia informacji w przedmiotowym zakresie – najczęściej korygowano lub uzupełniano takie informacje jak status, rok uruchomienia oraz ilość wychwytywanego/przewidzianego do wychwytywania dwutlenku węgla. W pojedynczych przypadkach dochodziły nowe, zwykle ogólnikowe informacje dotyczące miejsc składowania i dedykowanych ich programów monitoringu. Do momentu opublikowania raportu GCCSI za rok 2025 (październik 2025 roku) dokonano tego w sumie dla 107 projektów znajdujących się na różnych etapach realizacji (w tym 22 w trakcie uruchamiania, 57 w budowie/realizacji i 28 na etapie prac studialnych), w zakresie zależnym od projektu.

W wyniku porównania informacji z najnowszego raportu GCCSI (październik 2025 roku) i aktualnej bazy GCCSI z informacjami dotychczas zgromadzonymi w bazie projektów CCS KAPS CO₂ zidentyfikowano 15 nowych projektów w skali przemysłowej (w tym 7 funkcjonujących – w Chinach, USA i Nowej Zelandii; oraz 8 w trakcie uruchamiania – w USA, Chinach i Kanadzie). Skupiono się przy tym w szczególności na projektach funkcjonujących i w trakcie uruchamiania, dla których generalnie było większe prawdopodobieństwo pozyskania informacji na temat miejsc składowania niż w przypadku projektów znajdujących się na wcześniejszych etapach realizacji. Ponadto skorygowano i uzupełniono informacje na temat 67 projektów dotychczas zinwentaryzowanych w bazie KAPS CO₂ (w tym 13 funkcjonujących, 17 w trakcie uruchamiania, 7 w budowie/realizacji i 30 na etapie prac studialnych). Najczęściej były to takie informacje (w zależności od projektu) jak status, rok uruchomienia oraz ilość wychwytywanego/przewidzianego do wychwytywania dwutlenku węgla, rzadziej dotyczące miejsc składowania (w 5 projektach) i dedykowanych ich programów monitoringu (w 3 projektach). Zidentyfikowano też jeden nowy, funkcjonujący projekt pilotażowy/badawczy pełnego łańcucha CCS/CCUS w USA obejmujący wychwytywanie CO₂ bezpośrednio z powietrza (DAC) a w przypadku jednego, wcześniej zinwentaryzowanego klastra projektów pilotażowych/badawczych w Islandii doszły nowe informacje.

Do końca 2025 roku w bazie KAPS CO₂ (**Zał. 1-2025; A** – baza projektów CCS (2025).xls) zinwentaryzowano w sumie 335 projektów w skali przemysłowej (składowanie co najmniej 100 tys. ton CO₂ rok; obejmuje to zarówno wymienione wyżej projekty nowe jak i projekty zinwentaryzowane wcześniej). W tej liczbie jest 41 projektów anulowanych, 6 o niejasnym statusie (najprawdopodobniej wstrzymanych) i 10 zastąpionych przez inne, co daje 264 projekty aktualnie realizowane (na różnych etapach) i 14 projektów niegdyś funkcjonujących i zakończonych. Z tego projektów aktualnie funkcjonujących oraz funkcjonujących i zakończonych jest w sumie 70 (w tym 55 aktualnie funkcjonujących, 14 funkcjonujących i zakończonych oraz 1 o niejasnym statusie), 40 projektów jest w fazie uruchamiania (z tego 38 aktywnych, 1 o niejasnym statusie i 1 anulowany), 114 projektów w budowie/realizacji (z tego 91 aktywnych, 4 zastąpione przez inne, 1 o niejasnym statusie i 18 anulowanych) i 111 projektów na etapie prac studialnych/koncepcyjnych (z tego 80 aktywnych, 6

zastąpionych przez inne, 3 o niejasnym statusie i 22 anulowane). Zmiany w stosunku do stanu na rok poprzedni wynikają zarówno z uwzględnienia nowych projektów jak i zmian statusu projektów wcześniej zinwentaryzowanych. Natomiast projektów pilotażowych i/lub badawczych zinwentaryzowano 38 (z tego 13 aktualnie funkcjonujących).

Na potrzeby aktualizacji bazy projektów CCS KAPS CO₂ przeanalizowano i zestawiono odnośne informacje z najnowszej publikacji (w przedmiotowym zakresie) IEA Greenhouse Gas R&D Programme "CO₂ Storage Site Catalogue" (IEAGHG, 2024a). W szczególności analizowano informacje na temat technik/metod i zasad monitoringu mających zastosowanie w przypadku 22 projektów CCS/CCUS na świecie (a właściwie dedykowanych im miejsc składowania), obejmujących składowanie w skali przemysłowej, projektów pilotażowych i badawczych – z tego 10 aktualnie realizowanych projektów w skali przemysłowej, 11 zakończonych – niegdyś funkcjonujących (6 realizowanych w skali przemysłowej oraz 5 badawczych/pilotażowych) i 1 anulowanego, planowanego w skali przemysłowej (dla którego, jednakże był opracowany stosunkowo szczegółowy program monitoringu).

W ciągu 2025 roku udało się zebrać informacje na temat charakterystyki miejsc składowania i (rzadziej) związanych z tym programów ich monitoringu i oceny ryzyka składowania w przypadku 12 nowych projektów/klastrów w skali przemysłowej. Jednakże tylko dla 4 z tych projektów (w USA, Chinach i Nowej Zelandii) były dostępne mniej lub bardziej szczegółowe informacje na temat dedykowanych im miejsc składowania, gdyż w 6 przypadkach (w 4 – szcerpane złoża węglowodorów/EOR na lądzie i 2 – formacje solankowe na lądzie) dostępne informacje na ten temat są bardzo ogólnikowe, a 2 projekty (w Kanadzie) współdzielą miejsce składowania z wcześniej zinwentaryzowanymi. Jeśli chodzi o informacje na temat programów monitoringu oraz ocen ryzyka składowania to były one dostępne tylko dla 2 nowych projektów spośród 12. Są to projekty obejmujące składowanie w formacjach solankowych na lądzie w USA, w rejonach, gdzie prowadzi się eksploatację węglowodorów (**Tabela 1**).

Natomiast dla 5 wcześniej zinwentaryzowanych projektów/klastrów w skali przemysłowej (w USA i Chinach) udało się w 2025 roku zgromadzić, w oparciu o dostępne informacje na stronie Global CCS Institute i najbardziej aktualną bazę IEA, nowe informacje na temat charakterystyki miejsc składowania i/lub (rzadziej) związanych z tym programów ich monitoringu i oceny ryzyka składowania. W przypadku 3 spośród 5 wspomnianych wyżej projektów udało się pozyskać nowe dane na temat programów monitoringu miejsc składowania wykorzystywanych przez te projekty – szcerpanych złóż ropy naftowej/EOR na lądzie (**Tabela 1**). Ponadto wykorzystano zawarte w publikacji IEAGHG (2024a) dość szczegółowe dotatkowe informacje na temat charakterystyki geologicznej, programów monitoringu i oceny ryzyka dla miejsc składowania dedykowanym 17 wcześniej zinwentaryzowanym projektom w skali przemysłowej (i ewentualnie innym, które współdzielą lub mają współdzielić z nimi miejsca składowania; **Tabela 1**).

W sumie zgromadzono w bazie KAPS CO₂ według stanu na koniec 2025 roku informacje na temat charakterystyki geologicznej dla 291 projektów spośród 335 (a właściwie dedykowanych im miejsc składowania), jednakże często są to informacje fragmentaryczne i/lub ogólnikowe (**Załącznik 1-2025; B – zagadnienia (bezpieczeństwa) składowania dla projektów CCS (2025).xls**). Dysponowano informacjami na temat programów monitoringu w sumie dla 56 projektów w skali przemysłowej, przy czym szereg z nich współdzieliło miejsca składowania (huby) z innymi projektami (w szczególności dotyczy to projektów brytyjskich wykorzystujących huby Acorn i Hynet, przewidziane do dalszej

rozbudowy), czyli faktycznie dysponowano informacjami na ten temat (i zwykle też w zakresie oceny ryzyka składowania) w przypadku **39 miejsc składowania (Tabela 1)**.

Tabela 1. Projekty CCS/CCUS i dedykowane im miejsca składowania dla których dostępne są informacje nt. programów monitoringu (stan na koniec 2025 roku; źródło: **Załącznik 1-2025**; w tym [dodatkowe informacje](#) z publikacji IEAGHG, 2024a oraz pozostałe [nowe dane \(2025\)](#))

L.p.	Projekt	Status	Nowy projekt/nowe informacje	Miejsce składowania/huby (lokalizacja)	Typ	Warunki geologiczne	Ocena ryzyka składowania	Program monitoringu
1	Shenhua Ordos CTL Project (Phase 2)	anulowany	-	Basen Ordos (Chiny, Mongolia Wewnętrzna)	formacje solankowe na lądzie	tak	tak	tak
2	Northern Gas Network H21 North of England	<i>status niejasny</i>	-	Bunter Closure i Viking A (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe lub sczerpane złoża gazu na morzu	tak	tak	tak
3	INEOS Grangemouth	prace studialne	nowy (2024)	Acorn - Captain X i Goldeneye (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe lub sczerpane złoża gazu na morzu	tak	tak	tak
4	SSE Thermal Peterhead Power Station	prace studialne	nowy (2024)	Acorn - Captain X i Goldeneye (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe lub sczerpane złoża gazu na morzu	tak	tak	tak
5	Peterhead Gas CCS Project	anulowany	dodatkowe informacje	Goldeneye (Wielka Brytania, Morze Północne)	sczerpane złoża gazu na morzu	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
6	Texas Clean Energy Project	anulowany	-	złoża ropy naftowej w zachodnim Teksasie (USA)	EOR (na lądzie)	b.d.	tak	tak
7	Acorn (Minimum Viable CCS Development)	zastąpiony przez inny	nowe dane (2024)	Acorn - Captain X (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe na morzu	tak	tak	tak
8	Gerald Gentleman Station Carbon Capture	budowa/realizacja	-	złoża ropy naftowej w stanie Nebraska (USA)	EOR (na lądzie)	tak	tak	tak
9	HyNet North West	zastąpiony przez inny	nowe dane (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
10	Buxton Lime Net Zero	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
11	Protos Energy Recovery Facility Northeast	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
12	Scotland DAC (d. Acorn Direct Air Capture Facility)	<i>anulowany</i>	nowe dane (2024)	Acorn - Captain X (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe na morzu	tak	tak	tak
13	EET HPP1 Hydrogen	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak

14	FCL Belle Plaine Ethanol Complex	budowa/realizacja	dodatkowe informacje	złoża ropy naftowej Weyburn i Midale (Kanada, SK)	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
15	Lake Charles Methanol II	budowa/realizacja	-	Formacja Frio, złoża West Hastings w południowej Luizjanie (USA)	formacja solankowa na lądzie lub EOR	tak	tak	tak
16	Viridor Runcorn ERF CCS	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
17	CarbonNet	zastąpiony przez inny	-	Basen Gippsland (Australia, Victoria)	formacje solankowe na morzu	tak	tak	tak
18	EET HPP2 Hydrogen	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
19	Hanson Padeswood Cement CCS	budowa/realizacja	nowe dane (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
20	Storegga Acorn CCS (phase 1-Capture at St Fergus)	budowa/realizacja	nowe dane (2024)	Acorn - Captain X i Goldeneye (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe lub sczerpane złoża gazu na morzu	tak	tak	tak
21	Storegga Acorn Hydrogen	budowa/realizacja	nowe dane (2024)	Acorn - Captain X i Goldeneye (Wielka Brytania, Morze Północne)	formacje solankowe lub sczerpane złoża gazu na morzu	tak	tak	tak
22	Parc Adfer CCS	budowa/realizacja	nowy (2024)	Hynet – złoża Hamilton i Lennox (Wielka Brytania, Morze Irlandzkie)	sczerpane złoża gazu (i ropy) na morzu	tak	tak	tak
23	Sumitomo Hydrogen Energy Supply Chain (HESC/CarbonNET)	budowa/realizacja	-	Basen Gippsland, wraz ze złożami węglowodorów (Australia, Victoria)	formacje solankowe lub sczerpane złoża węglowodorów na morzu	tak	tak	tak
24	Targa Red Hills natural gas processing complex	<i>funkcjonujący</i>	nowe dane (2024)	Red Hills, p-ce permu - w sąsiedztwie instalacji wychwytu (USA, NM)	formacja solankowa na lądzie	tak	tak	tak
25	Occidental Terrell	funkcjonujący	nowe dane (2025)	złoża kompleksu naftowego Kelly-Snyder (USA, TX), <i>najprawdopodobniej także Oxy Hobbs Field (NM)</i>	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
26	Joffre Viking Tertiary Oil Unit	funkcjonujący/zakończony	-	złoża Joffre Viking (Kanada)	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
27	ExxonMobil Shute Creek Gas	funkcjonujący	nowe dane (2025)	złoża ropy naftowej (USA, WY, CO), w tym Denver Unit	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>

28	Equinor Sleipner CCS project	funkcjonujący	dodatkowe informacje	formacja Utsira ponad złożem gazu (Norwegia, Morze Północne)	formacja solankowa na morzu	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
29	Great Plains Synfuel Plant (ND) Weyburn-Midale (SK)	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża ropy naftowej Weyburn i Midale (Kanada, SK)	EOR (na lądzie)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
30	In Salah CO2 Storage	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	formacja Krechba, In Salah (Algieria)	formacja solankowa na lądzie (pod złożem gazu)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
31	Equinor Snøhvit	funkcjonujący	dodatkowe informacje	formacja Tubåen (Norwegia, Morze Barentsa)	formacja solankowa na morzu	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
32	Cranfield Project	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	formacja Tuscaloosa, Cranfield (USA, MS)	formacja solankowa na lądzie (pod złożem ropy)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
33	Miranga CO2 Injection Project	funkcjonujący/zakończony	-	Miranga (Brazylia, Bahia)	formacja solankowa na lądzie w strukturze naftowej	tak	tak	tak
34	Longfellow WTO Century Plant	funkcjonujący	-	złoża ropy w okolicach instalacji (USA, TX-NM)	EOR (na lądzie)	tak	tak	tak
35	Illinois Basin Decatur Project	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	formacja solankowa Mt Simon Ss w sąsiedztwie instalacji (USA, IL)	formacja solankowa na lądzie	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
36	Shenhua Group Ordos Carbon Capture and Storage (CCS) Demonstration Project	funkcjonujący/zakończony	-	Basen Ordos, Chenjiacun, w sąsiedztwie instalacji (Chiny, Mongolia Wewnętrzna)	formacje solankowe na lądzie	tak	tak	tak
37	Air Products Valero Port Arthur Refinery	funkcjonujący	-	złoża ropy West Hastings (USA, TX)	EOR (na lądzie)	tak	tak	tak
38	Contango Lost Cabin Gas Plant	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża ropy Bell Creek (USA, MT)	EOR (na lądzie)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
39	Farnsworth Unit EOR Field Project - Development Phase	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	złoża ropy Farnsworth (USA, TX)	EOR (na lądzie)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
40	Michigan Basin Large Scale Injection Test	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	10 złóż ropy w N części stanu Michigan (USA)	EOR (na lądzie)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
41	Petrobras Santos Basin Pre-Salt Oil Field	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża ropy Lula	EOR (na morzu)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
42	Ivanić–Žutica CO2-EOR	funkcjonujący/zakończony	-	złoża ropy Ivanić i Žutica (Chorwacja)	EOR (na lądzie)	tak	b.d.	tak
43	SaskPower Boundary Dam	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża Weyburn, Basen Williston (Kanada, SK)	EOR i formacje solankowe na lądzie (Aquistore)	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>
44	Saudi Aramco Uthmaniyah	funkcjonujący	-	złoża Ghawar (Arabia Saudyjska, Eastern Pr.)	EOR (na lądzie)	tak	b.d.	tak
45	Shell Quest	funkcjonujący	-	formacja Basal Cambrian Ss, Radway (Kanada, AB)	formacja solankowa na lądzie	<u>tak</u>	<u>tak</u>	<u>tak</u>

46	Tomakomai CCS demonstration pilot project	funkcjonujący/zakończony	dodatkowe informacje	formacje Moebetsu i Takinoe przy S wybrzeżu Hokkaido (Japonia)	formacje solankowe na morzu	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
47	ADM Illinois Industrial	funkcjonujący	-	formacja solankowa Mt Simon Ss w sąsiedztwie instalacji (USA, IL)	formacja solankowa na lądzie	tak	tak	tak
48	Petra Nova Carbon Capture	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża ropy West Ranch Oil (USA, TX)	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
49	<i>Campo Viejo Gas Processing Plant</i>	<i>funkcjonujący</i>	<i>nowy projekt (2025)</i>	<i>formacja Fasken (USA, TX)</i>	<i>formacje solankowe na lądzie poniżej złoża ropy naftowej</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
50	CNPC Jilin Oil Field	funkcjonujący	dodatkowe informacje	złoża ropy Jilin (Chiny, Jilin)	EOR (na lądzie)	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
51	Chevron Gorgon	funkcjonujący	dodatkowe informacje	formacja Dupuy, wyspa Barrow (Australia, Western Australia)	formacja solankowa na lądzie	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
52	China Energy Guohua Jinjie Power (Shaanxi)	funkcjonujący	-	Basen Ordos, Chenjiacun (Chiny, Mongolia Wewnętrzna)	formacje solankowe na lądzie	tak	tak	tak
53	<i>Dark Horse Storage</i>	<i>funkcjonujący</i>	<i>nowy projekt (2025)</i>	<i>formacje Thirtyone, Wristen i Fusselman (USA, NM)</i>	<i>formacje solankowe na lądzie</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>
54	Red Trail Energy Richardton Ethanol	funkcjonujący	-	formacje Broom Creek i Inyan Kara (USA, ND)	formacje solankowe na lądzie	tak	tak	tak
55	Yangchang Yulin CO ₂ -EOR	funkcjonujący	-	złoża kompleksu naftowego Yanchang (Chiny, Shaanxi)	EOR (na lądzie)	tak	tak	tak
56	CNOOC Enping	funkcjonujący	nowy (2024), nowe dane (2025)	formacja Yuehai w rejonie złóż ropy Enping 15-1 i te złoża (Chiny, Hongkong)	formacje solankowe na morzu oraz EOR (na morzu)	<i>tak</i>	b.d.	tak

W powyższej **Tabeli 1** nie ujęto 5 projektów badawczych/pilotażowych omówionych w publikacji IEAGHG (2024a), gdyż obejmowały one zatłaczanie CO₂ w małej skali i relatywnie krótkim przedziale czasu. Są to zinventaryzowane na wcześniejszych etapach przedsięwzięcia KAPSCO₂ projekty w Australii, Francji, Holandii, Niemczech, USA, z czego jeden (Ketzin, Niemcy) był przedmiotem szczegółowych analiz (w zakresie technik i zasad monitoringu) w roku 2024 w ramach niniejszego zadania.

2. Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂

ROK 2024

W ramach sprawozdania cząstkowego "Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂" (Wójcicki, 2024) na podstawie informacji zgromadzonych w bazie projektów CCS KAPS CO₂ i wcześniejszych raportów przedsięwzięcia KAPS CO₂ oraz dostępnej literatury przedmiotu przeanalizowano i scharakteryzowano techniki/metody stosowane oraz zalecane na świecie przy monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla w całym okresie życia projektów CCS/CCUS. Scharakteryzowano techniki monitoringu stosowane w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla oraz w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla połączonego z eksploatacją złóż węglowodorów (w tym wspomaganie wydobywania węglowodorów – EHR, CO₂-EOR), na lądzie i pod dnem morza. Wykonano również analizę praktycznych doświadczeń i wytycznych (w miarę dostępności informacji) w rozpatrywanych krajach i regionach. Informacje te obejmowały w szczególności obowiązujące w rozpatrywanych krajach zalecenia dotyczące stosowanych metod, zakresu i ram czasowych monitoringu na poszczególnych etapach życia projektów CCS/CCUS.

Przedstawiono w sposób syntetyczny techniki/metody monitoringu składowisk CO₂ (geofizyczne, geochemiczne, etc.) stosowane/zalecane w przypadku 12 typowych projektów CCS/CCUS. Projekty wybrano pod kątem doświadczeń z ich realizacji, jakie mogłyby być przydatne w warunkach polskich. Przedstawiono najistotniejsze informacje odnoszące się do miejsc składowania w przypadku 12 przykładowych projektów funkcjonujących w chwili obecnej lub w nieodległej przeszłości, zarówno badawczych/pilotażowych jak i w skali przemysłowej, realizowanych na lądzie i morzu (składowanie CO₂ w formacjach solankowych i złożach węglowodorów) oraz stosowane dla tych lokalizacji techniki/metody monitoringu. Podano, w miarę dostępności informacji, zakres i ramy czasowe monitoringu w całym okresie życia rozpatrywanych projektów CCS/CCUS. Przedstawiono najistotniejsze informacje na temat właściwych organów uprawnionych do koncesjonowania oraz nadzoru i kontroli składowisk dla tych projektów w krajach, gdzie są one zlokalizowane.

Wykonano także analizę legislacji w zakresie składowania dwutlenku węgla i monitoringu składowisk, obowiązującej w poszczególnych krajach (lub ich częściach, tzn. stanach lub prowincjach, jeśli dotyczy), gdzie realizowane są obecnie (tzn. funkcjonujące lub w budowie), względnie były realizowane do niedawna, projekty CCS/CCUS (w tym w kilku krajach UE, Norwegii, Wielkiej Brytanii, USA, Kanadzie, Australii, oraz zasadniczo strategii rządowych w przypadku Chin i krajów Bliskiego Wschodu). Ponadto zestawiono (w miarę dostępności) informacje na temat jednostek (właściwych organów) odpowiedzialnych za koncesjonowanie (w tym zatwierdzanie i aktualizację planów monitoringu), nadzór i kontrolę bezpieczeństwa podziemnego składowania dwutlenku węgla w przypadku składowisk CO₂ w tychże krajach, jak również uprawnienia wspomnianych jednostek.

Przeanalizowano także regulacje unijne, krajów UE i EOG oraz innych krajów (np. USA, Kanady, Australii, Wielkiej Brytanii), jak również stosowane tam wytyczne, dotyczące kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania.

ROK 2025

W 2025 roku dokonano aktualizacji sprawozdania cząstkowego (za rok 2024) "Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂". W oparciu o informacje zgromadzone w bazie KAPS CO₂ oraz dostępną literaturę przedmiotu (patrz rozdział 1) przeanalizowano i scharakteryzowano techniki stosowane oraz zalecane na świecie przy monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla w całym okresie życia projektów CCS/CCUS. Wykorzystano przy tym m.in. informacje z najnowszej publikacji IEA Greenhouse Gas R&D Programme "CO₂ Storage Site Catalogue" (IEAGHG, 2024a) na temat technik/metod i zasad monitoringu, mających zastosowanie w przypadku 22 projektów CCS/CCUS na (a właściwie dedykowanych im miejsc składowania), obejmujących składowanie w skali przemysłowej, projektów pilotażowych i badawczych – z tego 10 aktualnie realizowanych projektów w skali przemysłowej, 11 zakończonych – niegdyś funkcjonujących (6 realizowanych w skali przemysłowej oraz 5 badawczych/pilotażowych) i 1 anulowanego, planowanego w skali przemysłowej (dla którego, jednakże był opracowany stosunkowo szczegółowy program monitoringu). Scharakteryzowano techniki monitoringu stosowane w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla oraz w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla połączonego z eksploatacją złóż węglowodorów (w tym wspomaganie wydobywania węglowodorów – EHR), na lądzie i pod dnem morza. Wykorzystano do tego celu m.in. przydatne informacje z następujących najnowszych publikacji IEA Greenhouse Gas R&D Programme: "Geological Storage of CO₂: Seal Integrity Review" (IEAGHG, 2024b) i "Reviewing implications of unlikely but potential CO₂ migration to the surface or shallow subsurface" (IEAGHG, 2025), dotyczące rekomendowanych najlepszych praktyk w zakresie planowania monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla.

Ponadto zaktualizowano informacje na temat jednostek (właściwych organów) odpowiedzialnych za koncesjonowanie (w tym zatwierdzanie i aktualizację planów monitoringu), nadzór i kontrolę bezpieczeństwa podziemnego składowania dwutlenku węgla w przypadku składowisk CO₂ w tychże krajach, jak również uprawnienia wspomnianych jednostek. Przeanalizowano także regulacje unijne, krajów UE (w tym nowe informacje dotyczące Danii, Niemiec i Łotwy), jak również odnośne wytyczne, co do kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania.

Zaktualizowane sprawozdanie cząstkowe jest załącznikiem do niniejszego opracowania: **Zał. 2-2025 – Sprawozdanie cząstkowe z podzadania 2 (Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂ – rok 2025).**

3. Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce

ROK2024

W ramach realizacji sprawozdania cząstkowego "Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce" (Wójcicki i Koniecznyńska 2024), przeanalizowano zapisy aktualnie obowiązującej (stan na X 2024 roku) ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2024 poz. 1290) oraz krajowych przepisów wykonawczych w zakresie monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla w całym okresie życia projektów CCS/CCUS (Dz.U. 2014 poz 591; Dz.U. 2014 poz. 1272; Dz. U. 2015 poz. 968; Dz. U. 2025 poz. 1840; Dz.U. 2015 poz. 2144; Dz.U. 2016 pz. 2033; Dz.U. 2017 poz. 2293; Dz.U. 2019 poz. 1839), nawiązujące do odnośnych zapisów Dyrektywy 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla. Przeanalizowano także wyniki przeglądów Dyrektywy i sprawozdania krajów UE i EOG z jej wdrażania (ostatnie z roku 2023) w przedmiotowym zakresie (Komisja Europejska, 2014, 2017, 2019, 2023; Trinomics, 2015).

Przeanalizowano najnowsze obowiązujące i dotychczasowe Zalecenia (Guidance Documents) do Dyrektywy, gdzie omawiane są zagadnienia szczegółowe/techniczne, tzn. dokumenty GD2 z lipca 2024 roku i 2011 roku, obejmujące zagadnienia szczegółowego rozpoznania podziemnych składowisk dwutlenku węgla (odnoszące się też do monitoringu stanu początkowego), składu strumienia dwutlenku węgla, monitoringu i działań naprawczych. Porównano je z krajowymi przepisami wykonawczymi. Wykorzystano przy tym analizę przepisów wykonawczych/wytycznych w krajach UE i EOG, a także innych krajach (USA, Kanada, Australia, Wielka Brytania) wykonaną w ramach poprzedniego sprawozdania cząstkowego "Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂" z niniejszego zadania (Wójcicki, 2024).

W oparciu o informacje zgromadzone i opracowane ramach poprzedniego sprawozdania cząstkowego „Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂” (Wójcicki, 2024) oraz zamieszczone w bazie projektów CCS i wcześniejsze raporty przedsięwzięcia KAPS CO₂ przedstawiono rekomendowany zakres i sposób prowadzenia monitoringu składowisk CO₂ dla 5 typowych projektów CCS/CCUS jakie mogłyby być realizowane w warunkach polskich. Były to następujące projekty:

- 1-składowanie na lądzie w poziomach solankowych;
- 2-składowanie na lądzie w dużym szcerpanym złożu gazu ziemnego;
- 3-składowanie na lądzie w dużym szcerpanym złożu ropy naftowej;
- 4-składowanie na morzu w szcerpanym złożu ropy naftowej;
- 5-składowanie na morzu w poziomach solankowych.

Dla każdego scenariusza (projektu) zaproponowano metody monitoringu składowisk CO₂ (geofizyczne, geochemiczne, etc.), zakres (liczba punktów pomiarowych/kilometraż, lokalizacja, przedział głębokości, etc.) i ramy czasowe (harmonogram) monitoringu w całym okresie życia rozpatrywanych projektów CCS/CCUS.

Na podstawie wyżej omówionych informacji, analiz, opracowań i dokumentów oraz praktycznych doświadczeń i wytycznych z krajów UE, EOG, USA, Kanady, Australii, Wielkiej Brytanii (w miarę dostępności informacji), jak również obowiązujących norm międzynarodowych, przedstawiono wstępne rekomendacje na temat zmian krajowych przepisów wykonawczych dotyczących monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla oraz kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania. Rekomendacje te dotyczyły zagadnień monitoringu składowisk CO₂ na wszystkich etapach życia projektów CCS/CCUS, obejmujących podziemne składowanie dwutlenku węgla oraz podziemne składowanie dwutlenku węgla połączone z eksploatacją złóż węglowodorów, na lądzie i pod dnem morza oraz kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania w zależności od stosowanej technologii wychwytu.

ROK 2025

W 2025 roku dokonano aktualizacji sprawozdania cząstkowego (za rok 2024) "Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce". Dokonano w oparciu o dostępną literaturę przedmiotu analizy przepisów wykonawczych w krajach UE (w tym w szczególności nowe informacje dotyczące Danii, Niemiec i Łotwy).

Zweryfikowano i zaktualizowano rekomendowany zakres i sposób prowadzenia monitoringu składowisk CO₂ dla 5 typowych projektów CCS/CCUS, jakie mogłyby być realizowane w warunkach polskich (1-składowanie na lądzie w poziomach solankowych; 2-składowanie na lądzie w dużym szcerpanym złożu gazu ziemnego; 3-składowanie na lądzie w dużym szcerpanym złożu ropy naftowej; 4-składowanie na morzu w szcerpanym złożu ropy naftowej oraz 5-składowanie na morzu w poziomach solankowych). Dla każdego scenariusza zweryfikowano i zaktualizowano informacje dotyczące metod monitoringu składowisk CO₂ (geofizyczne, geochemiczne, etc.), zakresu (liczba punktów pomiarowych/kilometraż, lokalizacja, przedział głębokości, etc.) i ram czasowych (szczegółowy harmonogram) monitoringu w całym okresie życia rozpatrywanych projektów CCS/CCUS. Wykorzystano do tego celu m.in. przydatne informacje z następujących najnowszych publikacji IEA Greenhouse Gas R&D Programme: "Geological Storage of CO₂: Seal Integrity Review" (IEAGHG, 2024b) i "Reviewing implications of unlikely but potential CO₂ migration to the surface or shallow subsurface" (IEAGHG, 2025) oraz "CO₂ Storage Site Catalogue" (IEAGHG, 2024a) dotyczące rekomendowanych najlepszych praktyk w zakresie prowadzenia monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla.

Zaktualizowano wstępne rekomendacje zmian krajowych przepisów wykonawczych dotyczących monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla oraz kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania. Rekomendacje te dotyczą zagadnień monitoringu składowisk CO₂ na wszystkich etapach życia projektów CCS/CCUS, obejmujących podziemne składowanie dwutlenku węgla oraz podziemne składowanie dwutlenku węgla połączone z eksploatacją złóż węglowodorów, na lądzie i pod dnem morza oraz kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania w zależności od stosowanej technologii wychwytu.

Zaktualizowane sprawozdanie cząstkowe jest załącznikiem do niniejszego opracowania: **Zał. 3-2025 – Sprawozdanie cząstkowe z podzadania 3 (Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce – rok 2025).**

4. Aktualizacja metodyki monitoringu

ROK 2025

Zgodnie z zapisami Karty zadania, przedmiotem podzadania była prowadzona w 2025 roku aktualizacja opracowanych w ciągu 2024 roku informacji na temat zasad i rekomendacji dla monitoringu składowisk CO₂ oraz kryteriów akceptacji składu strumienia dwutlenku węgla dopuszczalnego do składowania. Obejmowało to aktualizację sprawozdania z prac wykonanych w ramach niniejszego przedsięwzięcia do końca 2024 roku, a w szczególności będących załącznikami do tegoż sprawozdania sprawozdań cząstkowych „Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂” i „Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce”. Aktualizacja wspomnianych sprawozdań cząstkowych została omówiona odpowiednio w rozdziałach 2 i 3 niniejszego opracowania, zaś zaktualizowane wersje omawianych sprawozdań cząstkowych stanowią załączniki do niniejszego opracowania (**Zał. 2-2025** i **Zał. 3-2025**), podobnie jak zaktualizowana baza projektów CCS KAPS CO₂ (**Zał. 1-2025**).

Z uwagi na fakt, że w okresie realizacji niniejszego zadania nie zostały złożone do organu koncesyjnego żadne wnioski koncesyjne obejmujące plany monitoringu podziemnych składowisk dwutlenku węgla ani też żadne projekty robót geologicznych dotyczące rozpoznania potencjalnych składowisk, aktualizację oparto jedynie o doświadczenia światowe. Stąd zgromadzono w tym celu nowe informacje w przedmiocie stosowanych na świecie technik i zasad monitoringu składowisk oraz wytycznych w zakresie kryteriów akceptacji składu zatłaczanego strumienia dwutlenku węgla, a także nowych regulacji w przedmiotowym zakresie w innych krajach (w tym UE i EOG).

5. Wymiana doświadczeń i prezentacja wyników

5.1 Wymiana doświadczeń

ROK 2024

Wymiana doświadczeń wiązała się z udziałem w trzech seminariach projektu CCUS.pl, realizowanego przez AGH & Wise Europa, które odbyły się odpowiednio w maju 2024 roku w Krakowie (delegacja 1 osoby do Krakowa, 20-21.05.2024), październiku 2024 roku w Warszawie (1 osoba, 7.10.2024) i grudniu 2024 roku w Krakowie (delegacja 1 osoby do Krakowa, 9-11.12.2024). Udział w tych seminariach był okazją do zapoznania się z postępami wdrażania technologii CCS/CCUS w Polsce i na świecie, związaną z tym problematyką legislacji i finansowania projektów, a także okazją do dyskusji z krajowymi i zagranicznymi partnerami badawczymi i przemysłowymi. W szczególności dotyczyło to seminarium, które odbyło się w dniach 9-11.12.2024 w Krakowie jako międzynarodowe Forum Technologii CCUS, gdzie omówiono aktualny status i strategię rozwoju technologii CCUS w Polsce, aspekty prawne, następnie perspektywę europejską i atlantycką wdrażania technologii CCUS (w tym status i postępy projektów w Europie i Ameryce Północnej), a także projekty badawczo-rozwojowe i innowacyjne w przedmiotowym zakresie realizowane na świecie.

Uzasadniony był też udział w IV Polskim Kongresie Geologicznym w czerwcu 2024 roku w Poznaniu, gdzie przedstawiono prezentację obejmującą zagadnienia składowania CO₂ oraz brano udział w sesjach poświęconych m.in. zagadnieniom składowania CO₂ i monitoringu (delegacja 1 osoby do Poznania, 11-12.06.2024), które były okazją do dyskusji w zakresie zagadnień dotyczących geologicznego składowania dwutlenku węgla i monitoringu podziemnych składowisk CO₂.

ROK 2025

W ramach wymiany doświadczeń uczestniczono w posiedzeniach grup roboczych Ministerstwa Klimatu i Środowiska, gdzie zaangażowane były podmioty – sygnatariusze Listu intencyjnego w sprawie rozwoju technologii wychwytu, transportu, składowania i wykorzystania dwutlenku węgla w Polsce, czyli nowej formuły działalności w tym przedmiocie, zastępującej działania wcześniej funkcjonującego (w latach 2021-2025) Zespołu do spraw rozwoju technologii wychwytu, magazynowania i wykorzystania CO₂. Brano udział (1 osoba) w posiedzeniach grupy roboczej ds. strategii CCUS – stacjonarnym (03.10.2025, MKiŚ) i online (10.10, 17.10, 31.10, 07.11, 14.11, 21.11, 28.11, 05.12, 12.12.2025), (łącznie) posiedzeniu grupy roboczej ds. regulacji i finansowania (online 13.10.2025), (łącznie) posiedzeniu grupy roboczej ds. komunikacji (online 14.11.2025) oraz stacjonarnym spotkaniu wszystkich grup, podsumowującym działalność w roku 2025 (03.12.2025, Warszawa). Spotkania, na których obecni byli przedstawiciele przemysłu, nauki i MKiŚ były w szczególności okazją do zapoznania się z problemami rozwoju sektora CCS/CCUS w Polsce, zarówno z punktu widzenia podmiotów przemysłowych realizujących bądź planujących projekty CCS/CCUS jak i administracji rządowej odpowiedzialnej za procesy legislacyjne, a także były okazją do kontaktów dwustronnych i dyskusji w zakresie perspektyw rozwoju sektora w naszym kraju.

Ponadto wzięto udział w międzynarodowej konferencji Baltic Carbon Forum 2025 (BCF 2025; delegacja 1 osoby do Tallina, Estonia, 09-10.10.2025). Udział w konferencji był okazją do zapoznania się z bieżącymi postępami wdrażania technologii CCS/CCUS w krajach basenu Morza Bałtyckiego,

w Europie i na świecie. Konkretnie było to okazją do porównania strategii rządowych, statusu/postępów legislacji, zagadnień techniczno-geologicznych i akceptacji społecznej odnoszących się do wdrażenia technologii CCS/CCUS (w tym podziemnego składowania dwutlenku węgla i monitoringu składowisk) w krajach basenu Morza Bałtyckiego, Rumunii, USA i innych krajach.

5.2 Prezentacja wyników

ROK 2024

Na podstawie informacji zgromadzonych w zaktualizowanej bazie projektów KAPS CO₂ przygotowano, na potrzeby aktualizacji aplikacji GIS/WebGIS na stronie KAPS CO₂, warstwy numeryczne dla projektów w skali przemysłowej (265 projektów) oraz projektów pilotażowych i badawczych (37 projektów). Z nich odpowiednio 97 i 13 takich projektów zlokalizowanych jest w Europie. Następnie dokonano aktualizacji aplikacji GIS/WebGIS na stronie KAPS CO₂ o obie warstwy (zaarchiwizowane w załączniku do sprawozdania z całości prac wykonanych w ramach niniejszego przedsięwzięcia w roku 2024).

Na stronie [KAPS CO₂](#) zamieszczono ponadto przekazane w trakcie realizacji zadania na prośbę Departamentu Geologii Ministerstwa Klimatu i Środowiska i zaakceptowane przez DG MKiŚ sprawozdania cząstkowe za rok 2024: „Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂” (Wójcicki, 2024) i „Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce” (Wójcicki i Koniecznyńska 2024).

ROK 2025

Informacje zgromadzone w zaktualizowanej bazie projektów KAPS CO₂ (**Zał. 1-2025**; patrz też rozdział 1) posłużyły do przygotowania aktualizacji aplikacji GIS/WebGIS na stronie [KAPS CO₂](#), warstwy numeryczne dla projektów w skali przemysłowej (284 projekty) oraz projektów pilotażowych i badawczych (38 projektów) (**Fig. 1**). Z nich odpowiednio 98 i 13 takich projektów zlokalizowanych jest w Europie (**Fig. 2**). Następnie dokonano aktualizacji [aplikacji GIS/WebGIS](#) na stronie KAPS CO₂ o obie warstwy (dostępne też w **Zał. 1-2025**; warstwy2025.zip).

Na stronie [KAPS CO₂](#) zamieszczono ponadto (obok wcześniej tam wprowadzonej bazy informacji według stanu na koniec 2024 roku) zaktualizowaną bazę przedsięwzięcia KAPS CO₂, obejmującą informacje na temat 335 projektów CCS/CCUS w skali przemysłowej, z tego 284 aktualnie realizowanych (na różnych etapach) bądź niegdyś w pełni funkcjonujących i zakończonych, oraz 38 projektów pilotażowych i badawczych ([projekty realizowane](#)). Analogicznie jak w poprzednim sprawozdaniu z niniejszego przedsięwzięcia jako projekty w skali przemysłowej przyjęto projekty, gdzie prowadzi się składowanie co najmniej 100 tys. ton CO₂ rocznie, dla których można było, w miarę możliwości, zidentyfikować łańcuch wartości obejmujący zarówno instalację wychwytu jak i miejsce składowania.

Wprowadzano na bieżąco drobne poprawki związane z utrzymywaniem strony KAPS CO₂ i poprawą jej funkcjonalności, w tym zamieszczonej na stronie aplikacji WebGIS (gdzie są m.in. wyświetlane atrybuty obiektów z warstw numerycznych).

Niniejsze sprawozdanie, wraz ze zaktualizowanymi sprawozdaniami cząstkowymi, zostanie zamieszczone na stronie przedsięwzięcia po akceptacji efektu rzeczowego przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska.

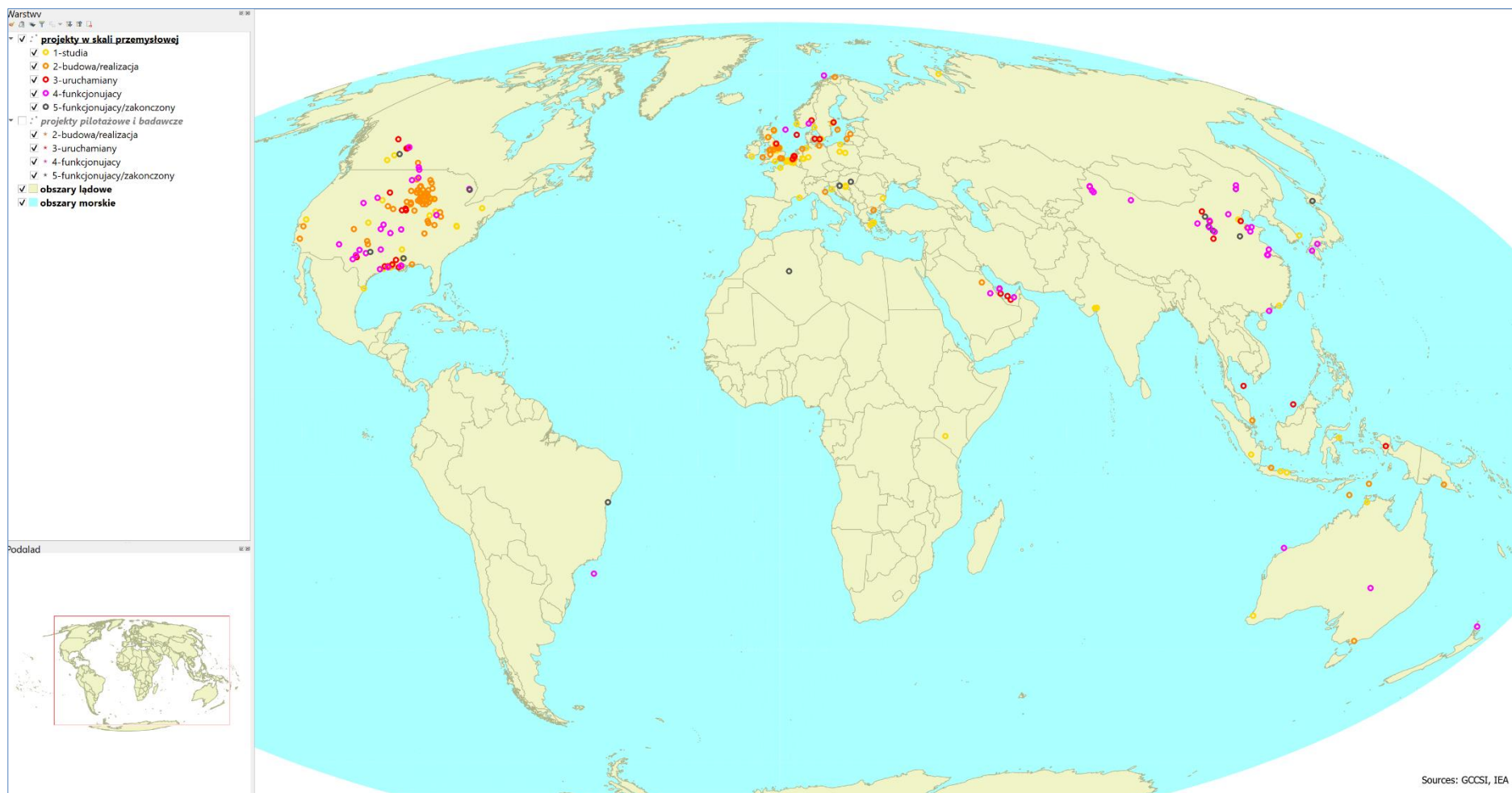


Fig. 1 Lokalizacja aktualnie (i niegdys) realizowanych na świecie projektów CCS/CCUS w skali przemysłowej (284 projekty) oraz wybranych projektów pilotażowych i badawczych (38 projektów); aplikacja QuantumGIS

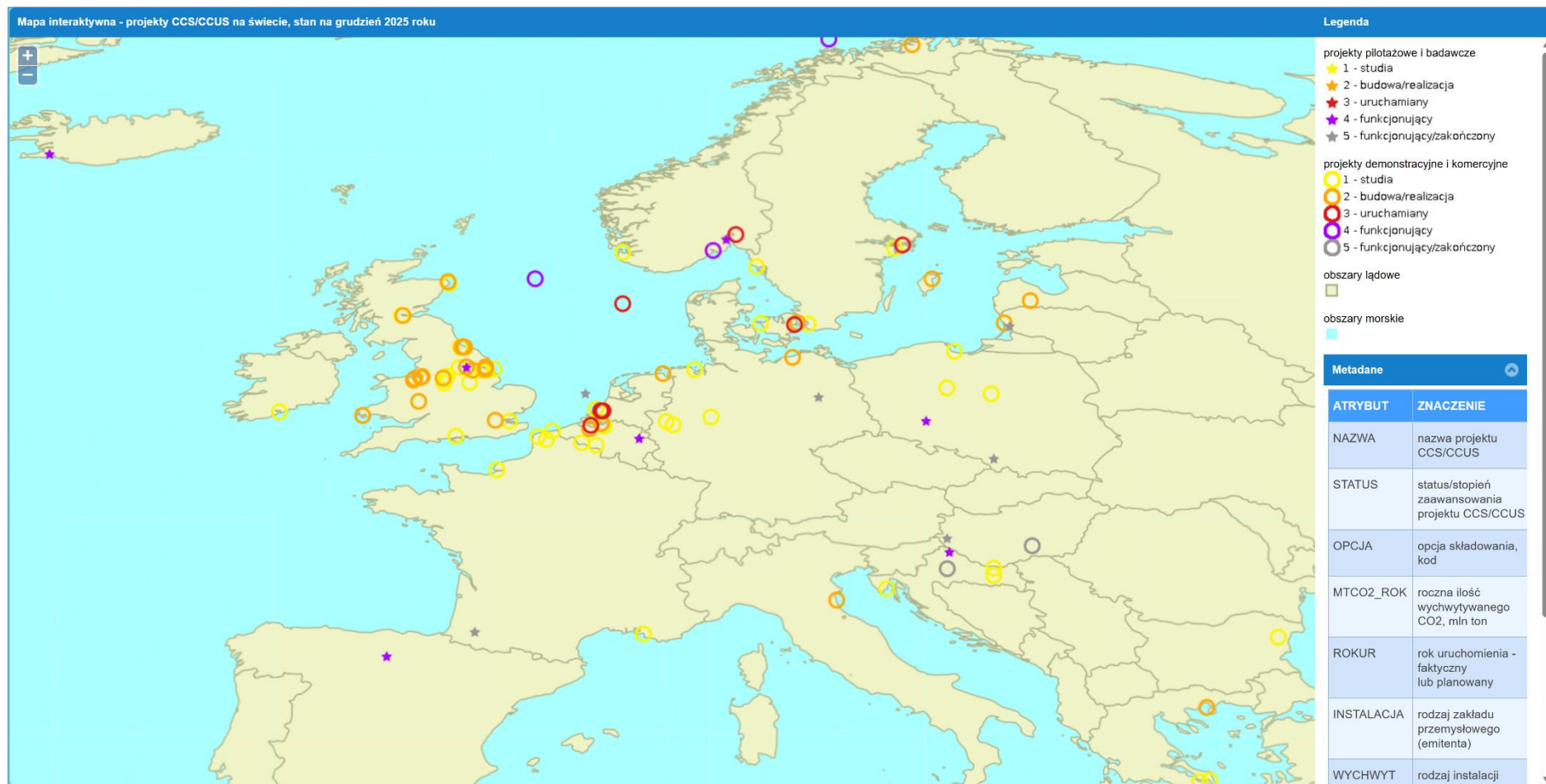


Fig. 2 Aktualnie (i niegdyś) realizowane w Europie projekty CCS/CCUS w skali przemysłowej (98 projektów) oraz wybrane projekty pilotażowe i badawcze (13 projektów); aplikacja GIS/WebGIS na stronie KAPS CO₂

Podsumowanie

Głównym celem niniejszego zadania było przygotowanie, a następnie aktualizacja, pierwszej propozycji metodyki monitoringu podziemnych składowisk CO₂ w Polsce na bazie światowych doświadczeń w tej dziedzinie wraz z analizą obowiązujących unijnych przepisów i ich uwzględnieniem w metodyce oraz wynikającymi z nich propozycjami zmian przepisów krajowych. Objęło to wykorzystanie wyników dotychczas zrealizowanych przez PIG-PIB etapów przedsięwzięcia „Zadanie KAPS CO₂: Monitorowanie statusu projektów CCS” oraz innych dostępnych informacji, w szczególności informacji opracowanych w ramach niniejszego zadania. Konieczna była zatem systematyczna aktualizacja bazy projektów CCS realizowanych na świecie, w szczególności informacji na temat funkcjonujących (obecnie, względnie do niedawna) lub budowanych składowisk dwutlenku węgla: warunków geologicznych, oceny ryzyka składowania i, co najważniejsze, stosowanego monitoringu składowisk.

Kolejny etap prac realizowanych w ramach niniejszego zadania obejmował syntetyczne ujęcie i następnie aktualizację, w oparciu o informacje zgromadzone w bazie projektów CCS i dostępne publikacje, charakterystyki stosowanych na świecie technik monitoringu oraz zasad monitoringu składowisk wraz ze sposobami egzekwowania tych ostatnich (w tym sposoby nadzoru i kontroli składowisk) w przypadku poszczególnych projektów i krajów bądź ich grup. W ostatnim przypadku dotyczyło to w szczególności krajów Europy, gdzie obowiązują odnośne przepisy unijne wdrożone do prawa krajowego. Przewidziano również przedstawienie informacji na temat wytycznych dotyczących kryteriów akceptacji dopuszczanego do składowania strumienia dwutlenku węgla.

Finalny etap prac w rozpatrywanym okresie objął przygotowanie, a następnie aktualizację, właściwej metodyki, tzn. rekomendacji dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce, oraz przykładowego zakresu (wraz z ramami czasowymi) w jakim ma być prowadzony monitoring podziemnych składowisk dwutlenku węgla, w przypadku podziemnego składowania dwutlenku węgla oraz podziemnego składowania dwutlenku węgla połączonego z eksploatacją złóż węglowodorów, na lądzie i na morzu. Obejmowało to również propozycje modyfikacji stosownych krajowych przepisów wykonawczych w zakresie monitoringu składowisk CO₂ i kryteriów akceptacji zatłaczanego strumienia dwutlenku węgla.

Zasadnicza część prac realizowanych w ramach niniejszego zadania została wykonana w 2024 roku. Prowadzona w roku 2025 aktualizacja zgromadzonych informacji obejmowała nowe/dotychczas nieuwzględnione informacje w bazie projektów CCS, dodatkowe informacje na temat technik i zasad monitoringu stosowanych w projektach CCS (w tym pozyskane z najnowszych publikacji Global CCS Institute i International Energy Agency Greenhouse Gas Programme), dodatkowe informacje na temat kryteriów akceptacji strumienia dwutlenku węgla (pozyskane z dostępnych publikacji) oraz nowe informacje z szeregu krajów Europy dotyczące legislacji i wytycznych w przedmiotowym zakresie.

Literatura

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, Euratom, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE, 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0031>

IEAGHG, 2024a. CO₂ Storage Site Catalogue, 2024-TR03, July 2024. doi.org/10.62849/2024-TR03.

IEAGHG, 2024b. Geological Storage of CO₂: Seal Integrity Review, 2024-06, September 2024. doi.org/10.62849/2024-06.

IEAGHG, 2025. Reviewing the implications of unlikely but potential CO₂ migration to the surface or shallow subsurface, 2025-01, January 2025. doi.org/10.62849/2025-01

Komisja Europejska, 2014. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wdrażania dyrektywy 2009/31/WE w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (COM/2014/099 final).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:52014DC0099>

Komisja Europejska, 2017. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczące wdrożenia dyrektywy 2009/31/WE w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (COM/2017/37 final).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017DC0037>

Komisja Europejska, 2019. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczące wdrożenia dyrektywy 2009/31/WE w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (COM/2019/566 final).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:52019DC0566>

Komisja Europejska, 2023. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczące wdrożenia dyrektywy 2009/31/WE w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (COM/2023/657 final).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023DC0657>

Trinomics (ed.), 2015. Support to the review of Directive 2009/31/EC on the geological storage of carbon dioxide (CCS Directive) Final deliverable under Contract No 340201/2014/679421/SER/CLIMA.C1, January 2015.

<https://trinomics.eu/wp-content/uploads/2015/05/CCS-Directive-evaluation-final-report.pdf>

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2015 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących eksploatacji podziemnego składowiska dwutlenku węgla, zatłaczanego strumienia

dwutlenku węgla oraz prowadzenia monitoringu kompleksu podziemnego składowania dwutlenku węgla, Dziennik Ustaw z 2015 roku, poz. 1840.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2015 roku w sprawie zabezpieczenia finansowego i zabezpieczenia środków związanych z podziemnym składowaniem dwutlenku węgla, Dziennik Ustaw z 2015 roku, poz. 2144).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 roku w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, Dziennik Ustaw z 2016 roku, poz. 2033.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dziennik Ustaw z 2017 roku, poz. 2293).

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dziennik Ustaw z 2019 roku, poz. 1839).

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze, 2024, Dziennik Ustaw z 2024 roku, poz. 1290.

Wójcicki A., Adamczak-Biały T., Duczmańska-Kłonowska J., Feldman-Olszewska A., Kłonowski M., Słodkowski M., 2017. Opracowanie końcowe z Etapu I: "Zadanie KAPS CO₂: Monitorowanie statusu projektów CCS (2015-2017 r.)". Inw. 5706/2018 Arch. CAG PIG, Warszawa (sprawozdanie z I etapu przedsięwzięcia).

Wójcicki A., Duczmańska-Kłonowska J., Kłonowski M., Feldman-Olszewska A., Pieńkowski G., Waksmundzka M., Wierzbowski H., Jaroński M., Adamczak-Biały T., Roman M., Słodkowski M., Sobień K., 2021. Zadanie KAPS CO₂: monitorowanie statusu projektów CCS [Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla]. Inw. 828/2022 Arch. CAG PIG, Warszawa (sprawozdanie z I i II etapu przedsięwzięcia, prace za lata 2015-2020).

Wójcicki A., Sobień K., Słodkowski M., Pieńkowski G., Zacharski J., Adamczak-Biały T., Duczmańska-Kłonowska J., Kłonowski M., Wierzbowski H., Feldman-Olszewska A., Jaroński M., Roman M., Waksmundzka M., 2022. Zadanie KAPS CO₂: monitorowanie statusu projektów CCS (Etap III). PIG-PIB Kompleksowy raport z prac objętych wszystkimi etapami zadania (lata 2015-2022), na stronie KAPS CO₂.

<https://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/pub/KAPS/WebHome/komplraport.pdf>

Wójcicki A., 2024. Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂. Sprawozdanie cząstkowe z przedsięwzięcia „Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla (KAPS CO₂): Monitorowanie podziemnych składowisk CO₂”. PIG-PIB.

<https://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/pub/KAPS/WebHome/Raport1.pdf>

Wójcicki A., Konieczńska M., 2024. Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce. Sprawozdanie cząstkowe z przedsięwzięcia „Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla (KAPS CO₂): Monitorowanie podziemnych składowisk CO₂”. PIG-PIB.

<https://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/pub/KAPS/WebHome/Raport2.pdf>

Wójcicki A., 2025. Sprawozdanie z całości przedsięwzięcia za rok 2024. "Zadanie Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk Dwutlenku Węgla (KAPS CO₂): Monitorowanie podziemnych składowisk CO₂". PIG-PIB.

Strony www:

Global CCS Institute: <http://www.globalccsinstitute.com/>

Global Status of CCS, 2023: Global CCS Institute – raport roczny, za rok 2023: <https://status23.globalccsinstitute.com/>

Global Status of CCS, 2024: Global CCS Institute – raport roczny, za rok 2024: <https://www.globalccsinstitute.com/resources/global-status-report/>

Guidance Documents – Implementation of directive 2009/31/EC on the geological storage of carbon dioxide (stara wersja, 2011):

GD2: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/47fb8148-d436-4ba3-88fb-ceb774b88933>

Guidance Documents (uaktualnienie, 2024):

GD2: https://climate.ec.europa.eu/document/download/6f19cb98-b791-466d-8f3c-32c5bb12be2d_en?filename=ccs-implementation_gd2_en.pdf

IEA CCUS Projects Database <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/ccus-projects-database>

KAPS CO₂ <http://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/bin/view/KAPS/WebHome>

Spis załączników

Zał. 1-2025 – Zaktualizowana baza projektów CCS KAPS CO₂ (stan na grudzień 2025 roku)

Zał. 2-2025 – Sprawozdanie cząstkowe z podzadania 2 (Analiza technik i zasad monitoringu składowisk CO₂ – rok 2025)

Zał. 3-2025 – Sprawozdanie cząstkowe z podzadania 3 (Rekomendacje dla stosowania monitoringu składowisk CO₂ w Polsce – rok 2025)