



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna
Państwowa służba hydrogeologiczna

ZADANIE KAPS CO₂: MONITOROWANIE STATUSU PROJEKTÓW CCS (2015-2017 R)



Warszawa 2017

ZADANIE KAPS CO2: MONITOROWANIE STATUSU PROJEKTÓW CCS (2015-2017 R)

WYKONAWCY

dr inż. Adam Wójcicki (główny wykonawca, koordynator)
mgr inż. Teresa Adamczak-Biały
mgr Jolanta Duczmańska-Kłonowska
dr Anna Feldman-Olszewska
dr Maciej Kłonowski
dr inż. Marcin Słodkowski

WARSZAWA 2017

Zadanie 1 - Inwentaryzacja aktualnie realizowanych projektów CCS.

1.1 Sprawozdanie

Na początku realizacji niniejszego przedsięwzięcia, w **roku 2015**, sporządzono listę realizowanych na świecie dużych projektów (demonstracyjnych i komercyjnych) CCS/CCUS i zebrano dla nich podstawowe informacje dotyczące łańcucha CCS w oparciu o dostępne dane, w szczególności ze stron internetowych i publikacji (Global CCS Institute oraz projektu CGS Europe, CSLF, IEA, ETP ZEP, EU CCS Demonstration Project Network, sieci naukowych badawczo-rozwojowych CO2GeoNet i CO2NET). Zinwentaryzowano wtedy 56 dużych projektów znajdujących się na różnych etapach realizacji oraz 7 projektów planowanych. Lista projektów (oraz baza odnośnych informacji na temat lokalizacji, statusu, rodzaju i parametrów instalacji wychwytu, transportu oraz opcji składowania - uzupełniana też o dotyczące tych projektów najważniejsze informacje gromadzone i analizowane w ramach zadań 2.1 i 3.1; **Załącznik A**) ulegała w kolejnych latach modyfikacji w miarę zmian statusu poszczególnych projektów, czy też anulowania/wstrzymania dotychczas zinwentaryzowanych projektów albo pojawiania się nowych (punktem startowym do analiz była strona [www Global CCS Institute](http://www.GlobalCCSInstitute.org) oraz raporty roczne Global CCS Institute). Listę (i bazę) uzupełniono następnie o przykładowe projekty pilotażowe pełnego łańcucha CCS oraz (przykładowe) duże projekty CCS planowane kilka lat temu w Polsce. Ponadto zgromadzono informacje na temat projektów komercyjnych wykorzystujących CO₂ z "naturalnych" składowisk (złóż).

Projekty demonstracyjne i komercyjne (Załącznik A, zakładka „Projekty demo i kom CCS” oraz Załącznik B)

Poniżej przedstawiono stan na koniec 2017 r. (60 dużych projektów scharakteryzowanych w bazie w miarę dostępności informacji, z tego 39 aktualnie realizowanych, aktywnych według stanu na koniec 2017 roku – tzn. aktualnie funkcjonujących, w trakcie uruchamiania, w budowie/realizacji i na etapie prac studialnych – reszta to projekty anulowane, wstrzymane, zamknięte lub o nieznanym, względnie niejasnym statusie według stanu na koniec 2017 roku; większość aktywnych projektów zlokalizowana jest w Ameryce Północnej, dominują projekty CO₂-EOR, tzn. wspomaganie wydobywania ropy naftowej przez zatłaczanie CO₂).

Projekty aktualnie funkcjonujące, w kolejności uruchamiania, (aktualnie 17 aktywnych):

- Terrell Natural Gas Processing Plant (poprzednia nazwa – Val Verde Natural Gas Plants) (USA),
- Enid Fertilizer (USA),
- Shute Creek Gas Processing Plant (USA),
- Sleipner CO2 Storage (Norwegia),
- Great Plains Synfuels Plant and Weyburn-Midale (poprzednia nazwa – Weyburn-Midale Storage Project) (Kanada),
- Snøhvit CO2 Storage (Norwegia),
- Century Plant (USA),
- Air Products Steam Methane Reformer (USA),
- Coffeyville Gasification Plant (USA),
- Lost Cabin Gas Plant (USA),
- Petrobras Santos Basin Pre-Salt Oil Field CCS (Brazylia),
- Boundary Dam Carbon Capture and Storage (Kanada),
- Quest (Kanada),
- Uthmaniyah CO2 EOR Demonstration (Arabia Saudyjska),
- Abu Dhabi CCS (Phase 1 being Emirates Steel Industries) (ZEA) (zmiana statusu z „w trakcie uruchamiania” na „aktualnie funkcjonujący” w 2017r.),
- Petra Nova Carbon Capture (USA) (zmiana statusu z „w trakcie uruchamiania” na „aktualnie funkcjonujący” w 2017r.)
- Illinois Industrial Carbon Capture and Storage (USA) (zmiana statusu z „w trakcie uruchamiania” na „aktualnie funkcjonujący” w 2017r.).

Projekt In Salah CO₂ Storage (Algieria) został zamknięty w 2016 roku (załaczanie zakończono w 2011 roku, potem jeszcze przez kilka lat prowadzono monitoring).

Projekty w trakcie uruchamiania (aktualnie 4 aktywne):

- Gorgon Carbon Dioxide Injection (Australia), Alberta Carbon Trunk Line ("ACTL") with Agrium CO₂ Stream (Kanada),
- Alberta Carbon Trunk Line ("ACTL") with North West Sturgeon Refinery CO₂ Stream (Kanada),
- Yanchang Integrated Carbon Capture and Storage Demonstration (Chiny) (zmiana statusu z „w budowie/realizacji” na „w trakcie uruchamiania”).

Realizacja projektu Kemper County Energy Facility (USA) została wstrzymana w połowie 2017 roku, po wybudowaniu elektrowni i testach instalacji wychwytu. Nie wiadomo czy projekt będzie kontynuowany.

Projekty w budowie/realizacji (aktualnie 6 aktywnych):

- Sinopec Qilu Petrochemical CCS (Chiny),
- Texas Clean Energy Project (USA),
- Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject ("ROAD") (Holandia),
- CarbonNet (Australia) (zmiana statusu z „na etapie prac studialnych” na „w budowie realizacji”),
- Lake Charles Methanol (USA) (nowy - 2017r.),
- Norway Full Chain CCS (Norwegia) (nowy - 2017r.).

Szereg projektów będących w budowie/realizacji (8) zostało wstrzymanych, anulowanych, lub ich status jest niejasny (szanse na realizację nikłe):

- *Sargas Texas Point Comfort Project (USA),*
- *White Rose CCS Project (Wielka Brytania),*
- *Don Valley Power Project (Wielka Brytania),*

- *Hydrogen Energy California Project ("HECA") (USA),*
- *Peterhead Gas CCS Project (Wielka Brytania),*
- *PetroChina Jilin Oil Field EOR Project (Phase 2) (Chiny),*
- *The Medicine Bow Project (USA),*
- *Spectra Energy's Fort Nelson CCS Project (Kanada).*

Projekty na etapie prac studialnych (aktualnie **12** aktywnych):

- Riley Ridge Gas Plant (USA),
- Sinopec Shengli Power Plant CCS (Chiny) (zmiana statusu z „w budowie/realizacji” na „na etapie prac studialnych” w 2017r.),
- Sinopec Eastern China CCS (Chiny) (nowy - 2017r.),
- China Resources Power (Haifeng) Integrated Carbon Capture and Sequestration Demonstration (Chiny) (zmiana statusu z „w fazie koncepcji” na „na etapie prac studialnych”),
- Huaneng GreenGen IGCC Large-scale System (Phase 3) (Chiny),
- Korea-CCS 1 (Republika Korei),
- Korea-CCS 2 (Republika Korei),
- Shanxi International Energy Group CCUS (Chiny) (zmiana statusu z „w fazie koncepcji” na „na etapie prac studialnych”),
- Shenhua Ningxia CTL (Chiny) (zmiana statusu z „w fazie koncepcji” na „na etapie prac studialnych”),
- Teesside Collective Project (Wielka Brytania),
- Caledonia Clean Energy (Wielka Brytania),
- South West Hub (Australia).

Ponadto **10** projektów będących na etapie prac studialnych lub w fazie koncepcji zostało wstrzymanych, anulowanych, lub ich status jest nieznany (szanse na realizację nikłe):

- *Shenhua Ordos CTL Project (Phase 2) (Chiny),*
- *Bow City Power Plant CO2 Capture (Kanada),*
- *C.GEN North Killingholme Power Project (Wielka Brytania), Indiana Gasification (USA),*
- *Mississippi Clean Energy Project (USA),*
- *Quintana South Heart Project (USA),*
- *NORCEM Cement (Norwegia),*
- *Nord CCS (Francja),*
- *Shenhua Yulin Coal to Chemicals Project (Chiny),*
- *Dongguan Taiyangzhou IGCC with CCS Project (Chiny).*

Status (nowego) projektu Datang Daqing CCS Project (Chiny) jest aktualnie niejasny, ale ma on duże szanse na realizację.

Projekty planowane (Załącznik A, zakładka „Planowane projekty CCS”)

Według doniesień prasowych, **planowane było dotychczas (lata 2015- 2017) kolejnych 10 projektów o różnej skali:**

- YiHe Coal plant (Chiny),
- Ledvice (Czechy),
- Hodonin (Czechy),
- Hassyan Clean Coal (ZEA),
- Saline Joinche (Włochy),
- Husnes (Norwegia),

- CO2 solutions and EERC (USA),
- Gulf Cryo (Kuwejt),
- Gundih CCS Pilot (Indonezja),
- Kurashiki (Japonia).

Dokładny status tych projektów jest obecnie nie zawsze znany. Większość z nich została najprawdopodobniej zarzucona lub wstrzymana.

Projekty polskie (przykłady; Załącznik A, zakładka „Projekty polskie”)

Dla porównania zebrano dostępne informacje (odnośnie lokalizacji, statusu, rodzaju i parametrów instalacji wychwytu, transportu oraz opcji składowania) dotyczące **planowanych kilka lat temu w Polsce 2 projektów demonstracyjnych** (projekty PGE Bełchatów i PKE/ZAK Kędzierzyn; anulowane odpowiednio w roku 2013 i 2011) oraz 1 planowanego projektu „CCS ready” (projekt PGE Opole).

Projekty pilotażowe pełnego łańcucha CCS (przykłady; Załącznik A, zakładka „Projekty pilotażowe”)

Ponadto, w ramach tematu zebrano i zestawiono (w oparciu o dostępne dane, w szczególności Global CCS Institute, CSLF, IEA, ETP ZEP, sieci naukowych) podstawowe informacje na temat **3 wybranych, aktualnie realizowanych na świecie projektów pilotażowych pełnego łańcucha CCS/CCUS:**

- Total Lacq CCS Project (Francja),
- Jingbian CCS Project (Chiny),
- Wuqi Yougou pilot test (Chiny).

Projekt francuski obejmuje zatłaczanie dwutlenku węgla do szczypanego złoża gazu ziemnego, natomiast w obydwu projektach chińskich prowadzi się zatłaczanie do tego

samego, dużego złoża ropy naftowej (do różnych pól w obrębie tego złoża, przy czym nie jest znane dokładne położenie otworów, jedynie orientacyjna lokalizacja złoża).

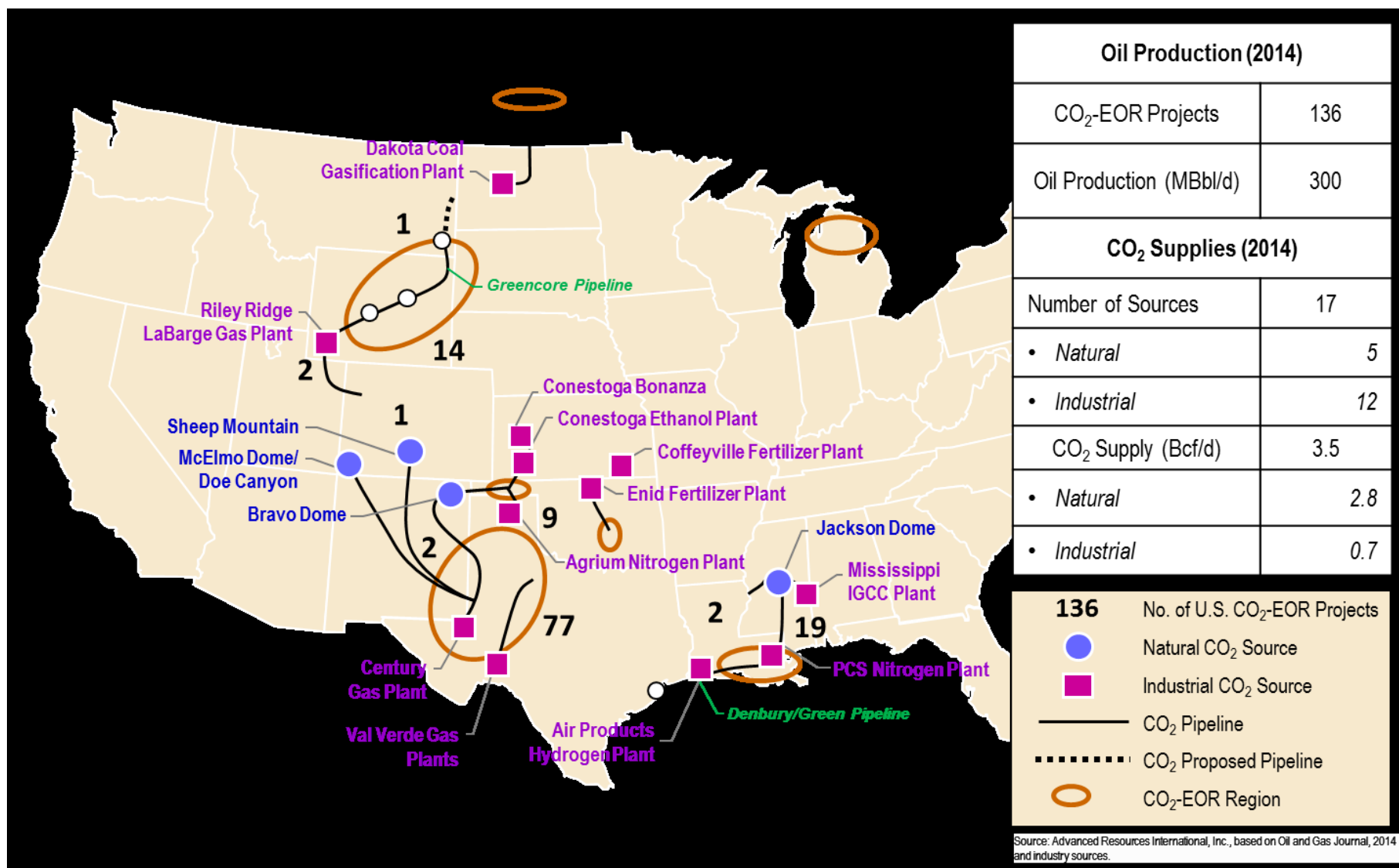
Projekty CO₂-EOR w Ameryce Północnej

Dokonano także, dla porównania, inwentaryzacji informacji na temat projektów CCUS (CO₂-EOR) wykorzystujących CO₂ z "naturalnych" składowisk (złóż).

Według raportu DOE/NETL-2014/1681 z kwietnia 2015 roku (Wallace i in., 2015), w USA oraz w części przyległego obszaru Kanady istnieje sieć (50) rurociągów o łącznej długości około 7300 km, służących do transportu dwutlenku węgla (około 68 mln ton rocznie), budowanych sukcesywnie od pierwszej połowy lat 70 ubiegłego wieku. Sieć ta służy głównie do dostarczania dwutlenku węgla do złóż ropy dla wspomagania wydobywania (CO₂-EOR; **Rys. 1.1**).

Około 97% dwutlenku węgla transportowanego ww. rurociągami jest wykorzystywane do wspomagania wydobywania ropy naftowej (Eppink i in., 2014). W 2014 roku około 80% transportowanego tą siecią CO₂ pochodziło z pięciu dużych naturalnych "składowisk" (złóż), z których każde zawierało pierwotnie setki milionów ton dwutlenku węgla: Bravo Dome, Jackson Dome, McElmo Dome/Doe Canyon i Sheep Mountain (Wallace i in., 2015; Melzer, 2012). Pozostałe 20% pochodziło z instalacji CCS/CCUS (w ostatnich latach, po oddaniu do użytku kolejnych instalacji CCS/CCUS, udział ten zwiększył się o kilka procent). To ostatnie obejmuje także pozyskiwanie CO₂ ze strumienia zawierającego metan, dwutlenek węgla i siarkowodor, pochodzącego ze złóż gazu ziemnego/CO₂ położonych na obszarze stanu Wyoming (złoża Big Piney – LaBarge oraz Madden; instalacje Shute Creek Gas Processing Plant i Lost Cabin Gas Plant) i w południowo-zachodniej części stanu Teksas (basen Val Verde; instalacja Terrell Natural Gas Processing Plant) (Eppink i in., 2014).

Zatłaczanie CO₂ do 136 złóż ropy w USA i Kanadzie pozwalało uzyskać dodatkową produkcję ropy naftowej wynoszącą około **17,4 mln m³** rocznie (300 tys. baryłek ropy dziennie; **Rys. 1.1**), a więc ponad połowę całkowitego zużycia ropy w Polsce (wg strony [Ministerstwa Energii RP](#) w roku 2016 zużycie ropy naftowej w Polsce, tzn. import + wydobywanie, wynosiło około 27 mln ton; przyjmując gęstość ropy w przedziale 0,8÷0,9 t/m³, otrzymujemy 30-34 mln m³).



Rys. 1.1 Infrastruktura przesyłowa i produkcyjna CO₂-EOR w USA (za Wallace i in., 2015).

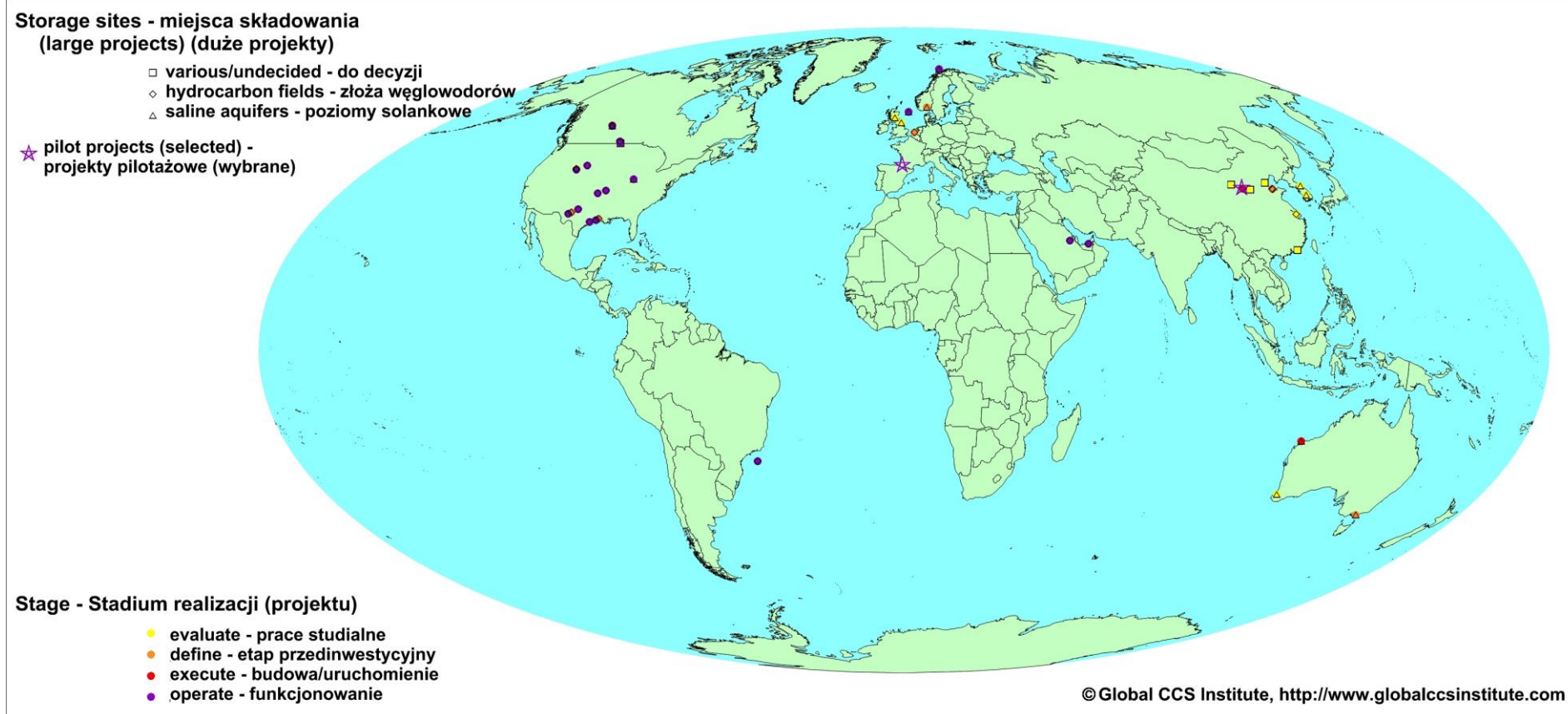
1.2 Wykonanie aplikacji GIS/WebGIS

Opracowano warstwy numeryczne GIS zawierające m.in.: lokalizację, status, typ i parametry aktualnie realizowanych, tzn. docelowo według stanu na koniec 2017 roku, dużych projektów CCS/CCUS (tzn. demonstracyjnych i komercyjnych) oraz wybranych projektów pilotażowych, (**Rys. 1.2 a i b**), tzn. podstawowe informacje dotyczące aktualnie realizowanych (aktywnych) projektów wybrane z bazy projektów CCS (**Załącznik A**).

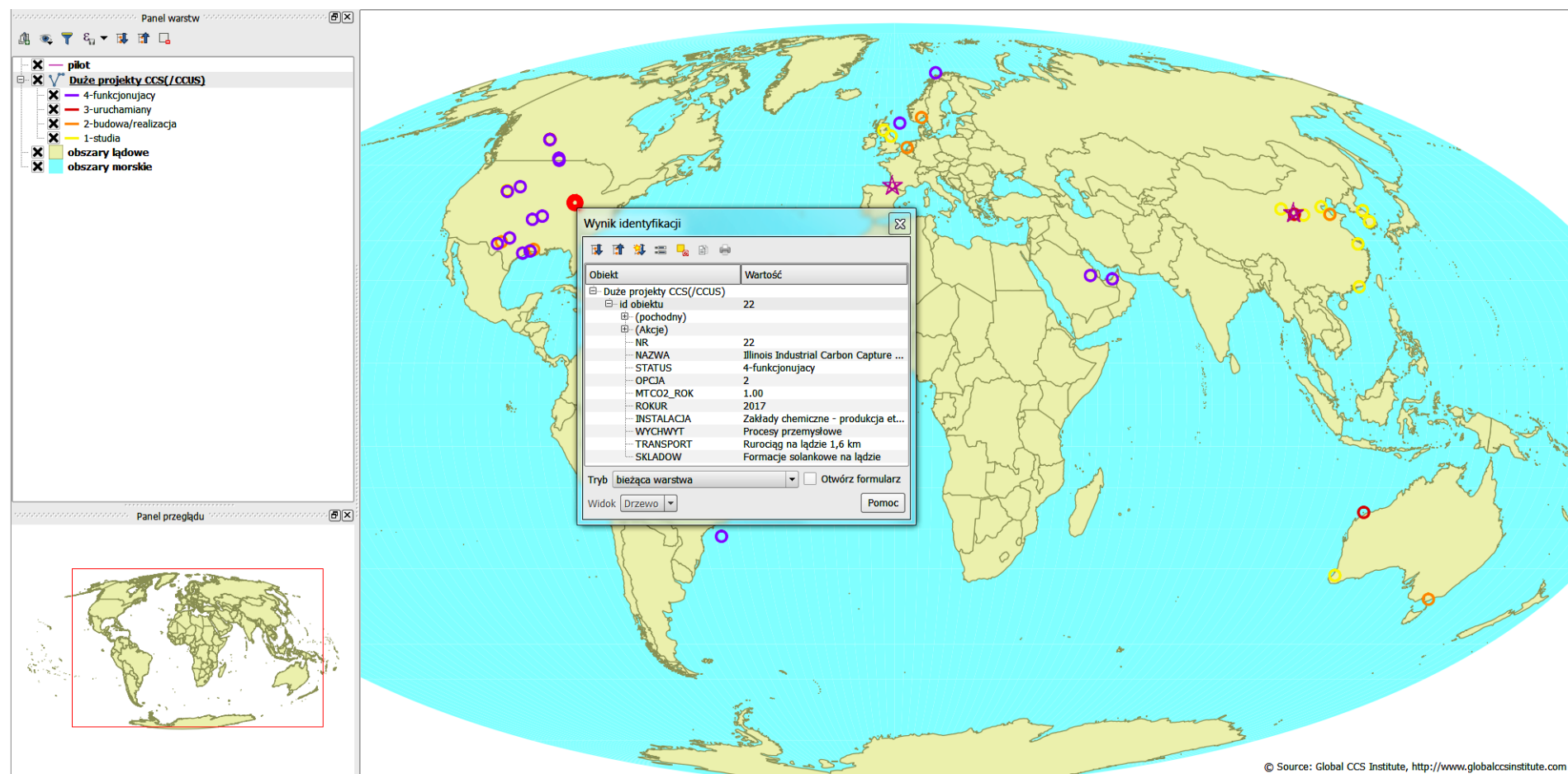
Warstwy obejmujące projekty CCS/CCUS (tzn. demonstracyjne, komercyjne i pilotażowe) zostały wykorzystane w aplikacji GIS/WebGIS. W wersji *offline* aplikacja ta została opracowana jako projekt programu GIS (**Rys. 1.2 b**), natomiast wersja (finalna) *online* (na stronie niniejszego projektu) została opracowana z wykorzystaniem biblioteki OpenLayers. Dodatkowo przygotowano również wersję aplikacji *online* z wykorzystaniem serwisu Google Maps (tylko warstwa obejmująca projekty demonstracyjne i komercyjne oraz najbardziej podstawowe informacje dla tych projektów; strona niniejszego projektu).

Aplikacja (*online*) GIS/WebGIS została udostępniona na stronie www projektu KAPSCO2 (<http://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/bin/view/KAPS/WebHome>; alternatywnie można wpisać w wyszukiwarce słowo kluczowe „KAPSCO2”) oraz zarchiwizowana na DVD (*offline*; projekt programu Quantum GIS - należy pobrać i zainstalować aktualną wersję ze strony [www programu Quantum GIS](http://www.qgis.org/), katalog z warstwami numerycznymi (ccsww) skopiować na dysk C: komputera, a następnie kliknąć plik *world3.qgs*).

a)



b)



Rys. 1.2 Projekty CCS/CCUS aktualnie realizowane na świecie – stan na koniec 2017 roku (a - mapa przeglądowa; b - atrybuty warstwy numerycznej dla przykładowego projektu; kółka oznaczają duże projekty, gwiazdki – projekty pilotażowe).