

# CCS – wychwytywanie i składowanie CO<sub>2</sub>

## KRAJOWY PROGRAM

Rozpoznanie formacji i struktur  
do bezpiecznego geologicznego  
składowania CO<sub>2</sub> wraz z ich programem  
monitorowania

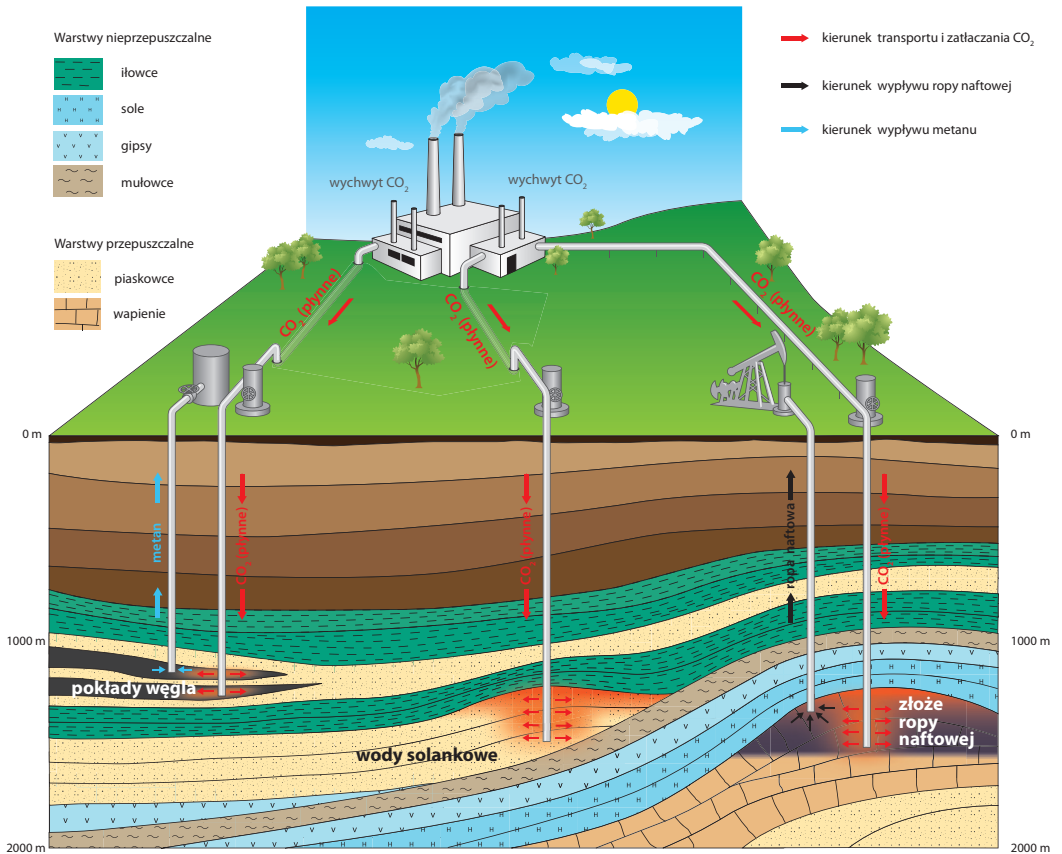
<http://skladowanie.pgi.gov.pl/>

CO<sub>2</sub> ↓



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

## IDEA GEOLOGICZNEGO SKŁADOWANIA CO<sub>2</sub>



- 1 Głębokie solankowe poziomy wodonośne
- 2 Szczerpane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego
- 3 Nieeksploatowane pokłady węgla kamiennego



# ROZPOZNANIE FORMACJI I STRUKTUR DO BEZPIECZNEGO GEOLOGICZNEGO SKŁADOWANIA CO<sub>2</sub> WRAZ Z ICH PROGRAMEM MONITOROWANIA

## Pakiet klimatyczno-energetyczny UE a CCS

W celu ograniczenia efektu cieplarnianego oraz spowolnienia obserwowanych zmian klimatycznych na Ziemi Unia Europejska zobowiązała się do redukcji emisji dwutlenku węgla powstającego w procesie spalania paliw kopalnych. Wszystkie kraje członkowskie, w tym Polska, powinny opracować systemy technologiczne, gospodarcze oraz regulacje prawne i finansowe służące temu celowi, w tym bezpiecznemu składowaniu CO<sub>2</sub> w głębokich strukturach geologicznych. Elementem tych działań są dwa projekty demonstracyjne CCS – elektrowni niskoemisyjnej PGE Elektrownia Bełchatów S.A. oraz kompleksu energochemicznego PKE & ZAK Kędzierzyn.

## Krajowy program

W konsekwencji podjętych zobowiązań Minister Środowiska zlecił w 2008 r. Państwowemu Instytutowi Geologicznemu- Państwowemu Instytutowi Badawczemu kierowanie krajowym programem **Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO<sub>2</sub> wraz z ich programem monitorowania.**

Realizacja programu zostanie zakończona w roku 2012. Program jest realizowany przez konsorcjum, w skład którego wchodzi: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (lider), Akademia Górniczo-Hutnicza, Główny Instytut Górnictwa, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Instytut Nafty i Gazu, Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych. Program finansowany jest ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

## ! GŁÓWNE CELE PROGRAMU

- Oszacowanie potencjału geologicznego składowania CO<sub>2</sub> w Polsce na potrzeby krajowej strategii rozwoju energetyki
- Wytypowanie optymalnych struktur – potencjalnych składowisk na potrzeby przyszłych decyzji koncesyjnych Ministerstwa Środowiska
- Wspomaganie dwóch projektów demonstracyjnych CCS w Polsce poprzez wykonanie analiz bezpieczeństwa składowania dla wybranych struktur
- Wykonanie koncepcji i projektów monitoringu składowisk CO<sub>2</sub> w celu określenia ich oddziaływania na środowisko naturalne
- Doradztwo dla Ministerstwa Środowiska w zakresie wdrożenia Dyrektywy UE ws. geologicznego składowania dwutlenku węgla
- Rozpowszechnianie informacji nt. bezpieczeństwa składowania CO<sub>2</sub> w strukturach geologicznych



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA



Finansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska i  
Gospodarki Wodnej

## MOŻLIWOŚCI GEOLOGICZNEGO SKŁADOWANIA CO<sub>2</sub>



Orientacyjna lokalizacja rejonów (I-VIII) gruntownego rozpoznania potencjalnych składowisk CO<sub>2</sub> w formacjach wodonośnych solankowych, na tle wyników dotychczasowych badań

## BEZPIECZEŃSTWO DLA ŚRODOWISKA NATURALNEGO I CZŁOWIEKA

nieodzowny warunek składowania CO<sub>2</sub>  
w strukturach geologicznych

! Optymalna struktura geologiczna do składowania CO<sub>2</sub> to naturalna „pułapka” na głębokości 1-2 km, o dużej pojemności, bez połączenia z wodami podziemnymi – pitnymi, przykryta nienaruszonymi warstwami uszczelniającymi o dużej miąższości.

Kryteria bezpiecznego składowania CO<sub>2</sub> w głębokich solankowych poziomach wodonośnych (opracowano w oparciu o najlepsze praktyki z projektów badawczych i komercyjnych CCS, w tym wg. Chadwick i in., 2008)

Kryterium	Wskaźnik pozytywny	Wskaźnik ostrzegawczy	Budziszewice-Zaosie	Skoczów-Czechowice
Całkowita pojemność składowania	>> od potrzeb emitenta	<= od potrzeb emitenta	pozytywna	ostrzegawcza
Głębokość zbiornika	>800-1000 m, <2500 m	<800 m, >2500 m	pozytywna/ graniczna	pozytywna
Miąższość zbiornika	>30-50 m	<20 m	pozytywna	pozytywna
Porowatość zbiornika	>10-20%	<10%	pozytywna	graniczna
Przepuszczalność zbiornika	>100-300 mD	<100 mD	pozytywna	ostrzegawcza
Mineralizacja solanek	>30-100 g/l	<10 g/l	graniczna/ ostrzegawcza	pozytywna
Ciągłość nadkładu uszczelniającego	ciągły, o zbliżonej miąższości	zuskokowany, o zmiennej miąższości	pozytywna	pozytywna
Miąższość nadkładu uszczelniającego	>50-100 m	<20 m	pozytywna	pozytywna
Ciśnienie progowe nadkładu uszczelniającego (od którego może nastąpić wyciek)	znacznie większe od dodatkowego ciśnienia pochodzącego od zatłoczonego CO <sub>2</sub>	nie większe od dodatkowego ciśnienia pochodzącego od zatłoczonego CO <sub>2</sub>	pozytywne (dla przyjętej ilości CO <sub>2</sub> zatłaczanego w jednym otworze)	pozytywne (dla przyjętej ilości CO <sub>2</sub> zatłaczanego w jednym otworze)
Dostępność danych geofizycznych	wyniki badań sejsmicznych i otworowych, umożliwiające konstrukcję modelu 3D	niedostateczna ilość profili sejsmicznych i/lub otworów uniemożliwiająca konstrukcję modelu 3D	pozytywna	pozytywna/ graniczna

### Kryteria bezpiecznego składowania CO<sub>2</sub> – dlaczego są tak ważne?

#### Głębokość zbiornika

Odpowiednia głębokość (~1-2 km) zalegania warstw zbiornika pozwala utrzymać zatłoczony CO<sub>2</sub> w fazie wysokogęstościowej, stosunkowo mało ruchliwej (tzw. nadkrytycznej), bez możliwości przemian fazowych

#### Miąższość, porowatość i przepuszczalność zbiornika

Odpowiednia miąższość (min. 30-50 m), porowatość (min. 10%) i przepuszczalność (min. 100 mD) warstw zbiornika jest istotna dla wydajności i wykonalności procesu zatłaczania

#### Mineralizacja solanek

Odpowiednio wysoka mineralizacja solanek (min. 30 g/l) wskazuje na brak połączenia zbiornika z wodami podziemnymi oraz na brak infiltracji wód opadowych

#### Ciągłość, miąższość nadkładu

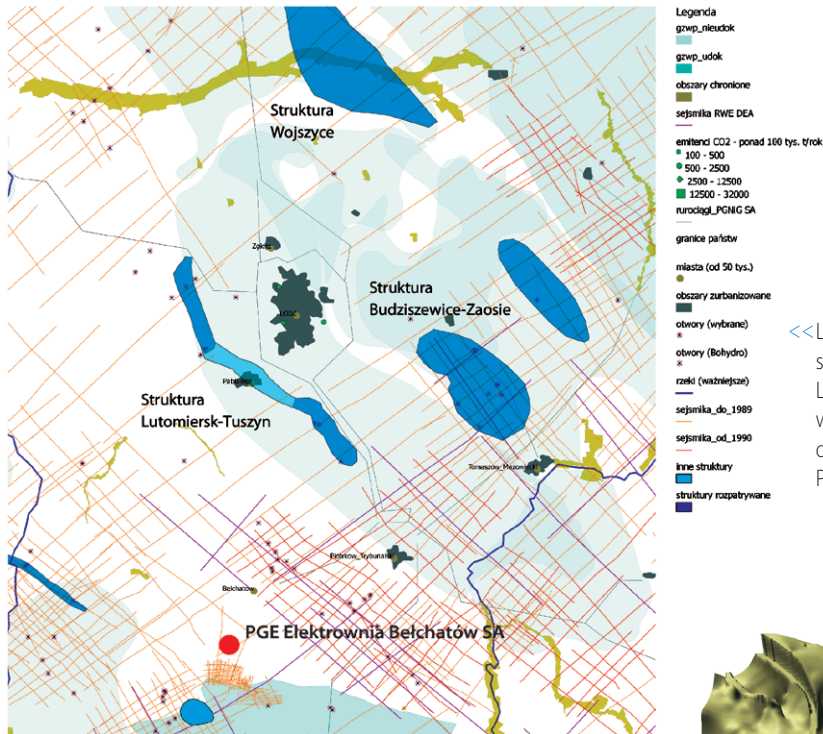
Ciągłość, odpowiednia miąższość (min. 50 m) i ciśnienie graniczne warstw nadkładu uniemożliwiają wyciek do warstw nadległych

#### Dane geofizyczne i otworowe

Dostarczają niezbędnych informacji do scharakteryzowania struktury geologicznej

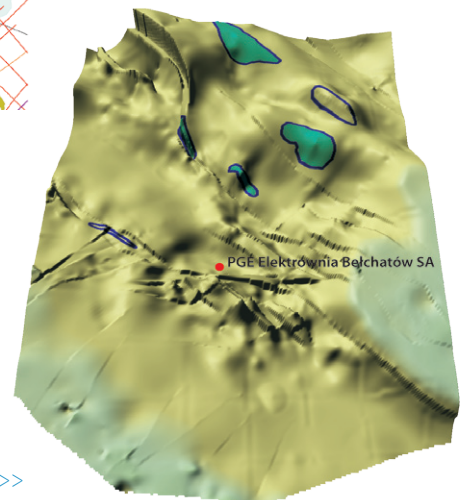
## STRUKTURA BUDZISZEWICE-ZAOSIE jedno z trzech potencjalnych składowisk CO<sub>2</sub> dla projektu demonstracyjnej instalacji PGE Elektrownia Bełchatów S.A.

Strukturę Budziszewice-Zaosie stanowią występujące na głębokości 800-1200 m utwory mezozoiczne – jurajskie piaskowce, charakteryzujące się wysoką porowatością i przepuszczalnością. Są one przykryte utworami praktycznie nieprzepuszczalnymi – jurajskimi iłowcami o miąższości ok. 100 m., które zapobiegają uwalnianiu się gazu z potencjalnego składowiska. Całkowita pojemność składowania dla piaskowców jurajskich struktury Budziszewice-Zaosie jest szacowana na około 370-500 mln ton. Taka pojemność jest wystarczająca dla obu polskich demonstracyjnych instalacji CCS. Struktura Budziszewice-Zaosie została rozpoznana w ramach krajowego programu, zaś struktury Lutomiersk-Tuszyn i Wojszyce są rozpoznawane w ramach projektu PGE Elektrownia Bełchatów S.A.



<< Lokalizacja potencjalnych składowisk CO<sub>2</sub> (struktur: Lutomiersk-Tuszyn, Budziszewice-Zaosie, Wojszyce) dla projektu demonstracyjnego PGE w rejonie Bełchatowa

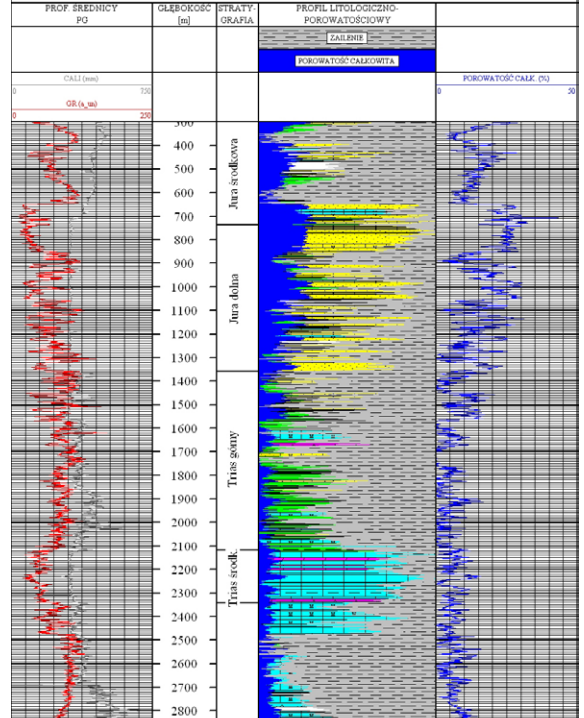
Dla modelu 3D struktury wykonano symulacje zatłaczania CO<sub>2</sub> w wariantach pilotażowym i docelowym (1.8 mln ton/rok przez 25 lat). Na podstawie modelu wykonano ocenę ryzyka składowania CO<sub>2</sub> w zbiornikach dolnej jury oraz dolnego triasu. Jako efekt finalny przedstawiono program monitoringu i szczegółowego rozpoznania potencjalnego składowiska Budziszewice-Zaosie, obejmujący badania geofizyczne, geochemiczne oraz otworowe.



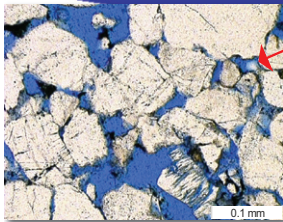
Strop formacji dolnej jury  
w rejonie Bełchatowa >>

W przypadku wyboru struktury Budziszewice-Zaosie na składowisko CO<sub>2</sub> dla projektu demonstracyjnej instalacji PGE Elektrownia Bełchatów S.A. przewiduje się, że po 2015 r. będzie prowadzone zatłaczanie CO<sub>2</sub> w ilości 1,8 mln ton/rok przez okres co najmniej 25 lat.

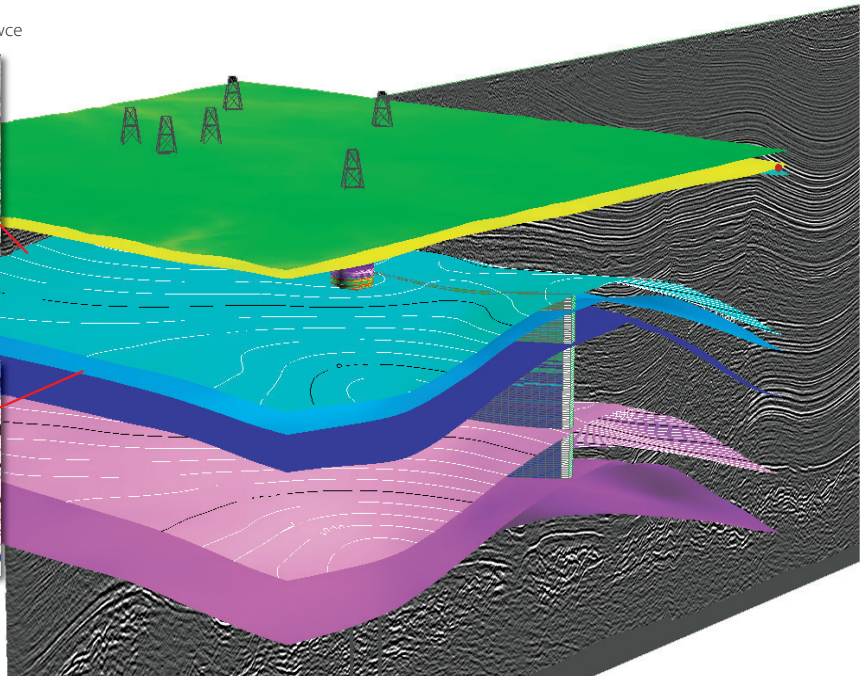
Zestawienie własności zbiornikowych skał na podstawie danych geofizyki wiertniczej (otwór Budziszewice IG-1) >>



Skały nakładu uszczelniającego – itowce



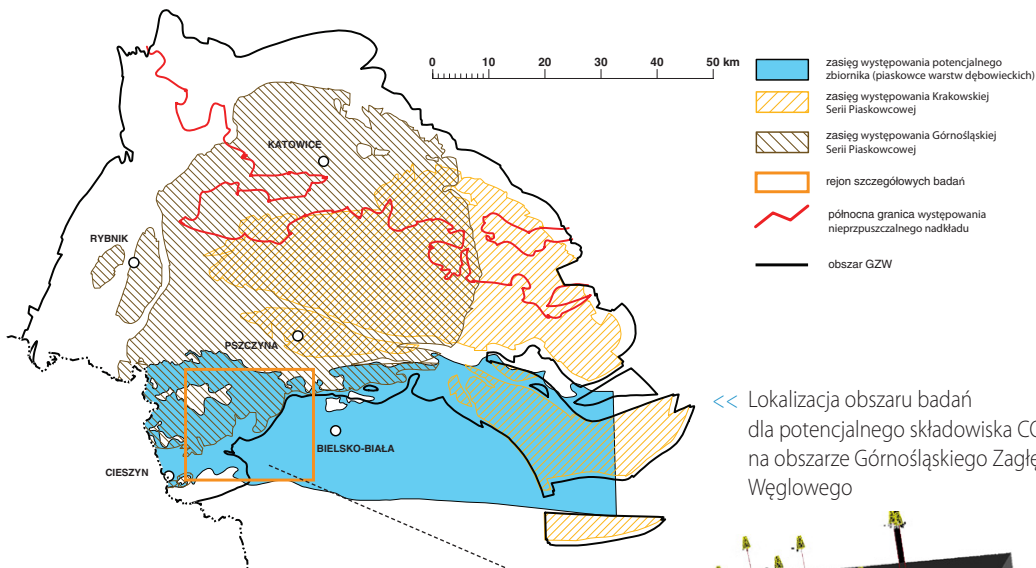
Skały zbiornikowe - piaskowce o porowatości 19% (zdjęcie spod mikroskopu polaryzacyjnego)



Model przestrzenny 3D struktury Budziszewice-Zaosie, na którym przedstawiono najważniejsze warstwy zbiornikowe składowiska (kolor niebieski i granatowy) oraz nieprzepuszczalny nadkład (kolor jasnoniebieski)

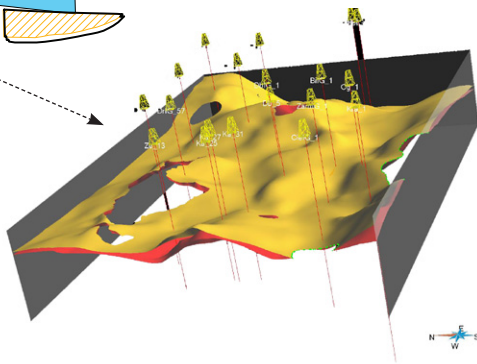
## OBIEKT SKOCZÓW-CZECHOWICE

jedno z trzech potencjalnych składowisk CO<sub>2</sub> dla projektu demonstracyjnego kompleksu energochemicznego PKE S.A. Elektrownia Blachownia i Zakładów Azotowych Kędzierzyn S.A.



<< Lokalizacja obszaru badań dla potencjalnego składowiska CO<sub>2</sub> na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Obiekt Skoczów-Czechowice stanowią występujące na głębokości 800-1200 m miocenyjskie piaskowce o niewysokiej porowatości i przepuszczalności. Przykryte są one miocenyjskimi warstwami ilastymi o miąższości ponad 100 m. Wstępne oszacowanie pojemności składowania wynosi 44 mln ton. Taka wartość wystarcza najwyżej dla minimalnego wariantu planowanej instalacji CCS.



Model przestrzenny 3D obiektu Skoczów-Czechowice na którym przedstawiono zbiornik piaskowców miocenyjskich (warstw dębowieckich); kolor żółty – strop, kolor czerwony – spąg

Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa  
tel. 22 849 53 51  
fax 22 849 53 42  
sekretariat@pgi.gov.pl

Koordynator programu: dr Adam Wójcicki  
tel. 22 849 53 51 wew. 452, tel. kom. 601 701 446  
adam.wojcicki@pgi.gov.pl

Opracowanie: A. Wójcicki, M. Jarosiński, A. Bagińska  
Projekt: M. Cyrklewicz