

Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby podziemnego bezzbiornikowego magazynowania i składowania – poradnik psg

Autorzy prezentacji: Marta Sokołowska, Edyta Majer



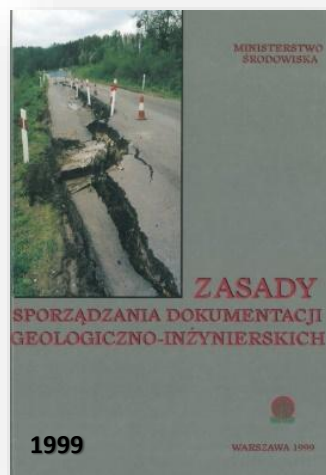
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

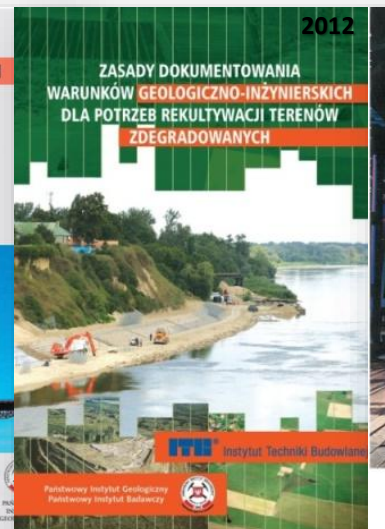
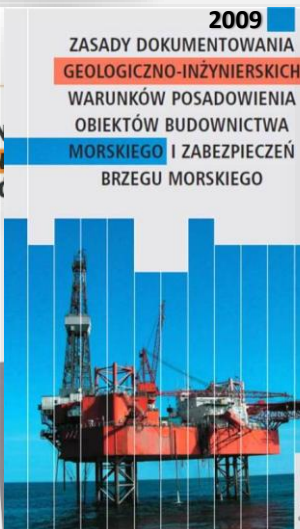
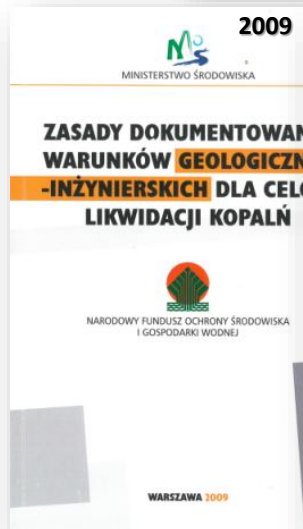


Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Lata 70 i 80



1994 - nowe PGG



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ



Poradnik podzielono na 2 części:

- **Część I** – to synteza podstawowych informacji na temat podziemnego bezzbiornikowego magazynowania substancji i podziemnego składowania odpadów
- **Część II** – to poradnik wykonywania i sprawdzania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wraz z zalecaniami dotyczącymi projektowania, wykonywania i dokumentowania badań

318 stron, 82 tabele, 96 figur



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

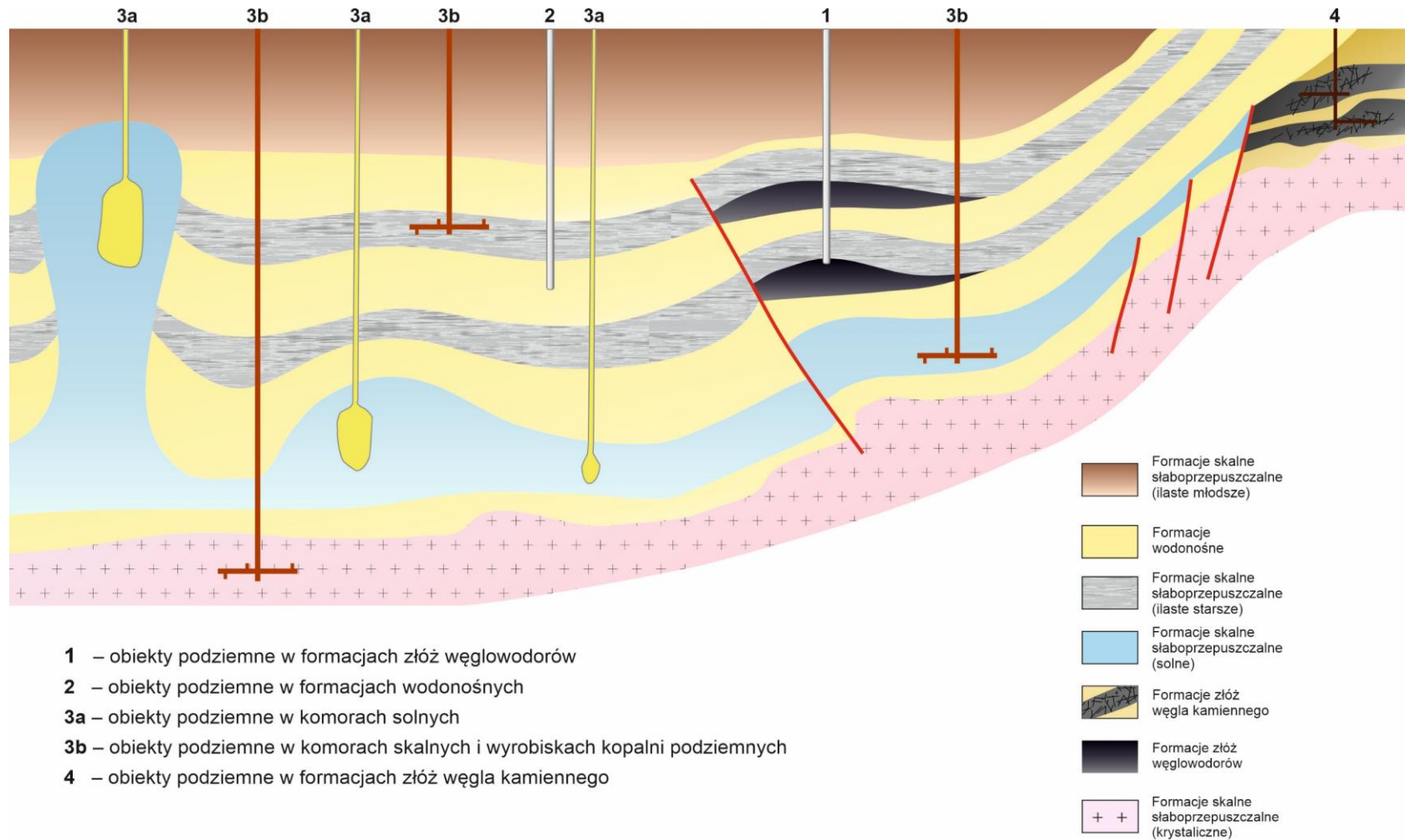
pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

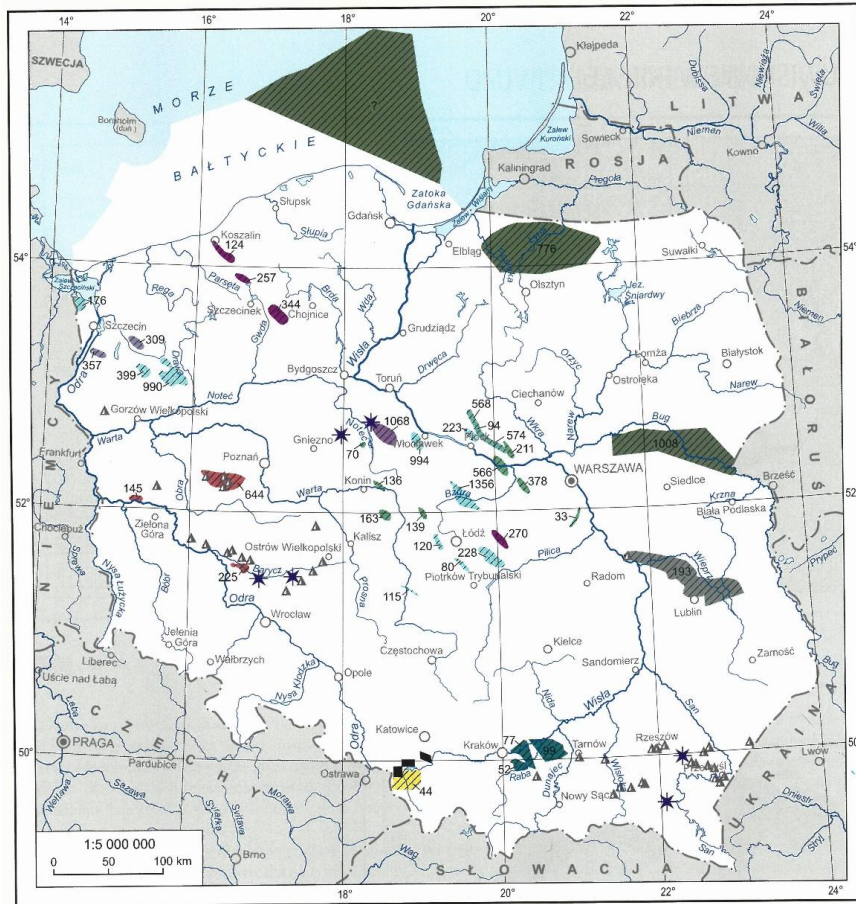
Cz. I

➤ charakterystyka struktur geologicznych i formacji



Cz. I

➤ Przegląd krajowych struktur geologicznych



- potencjalne składowiska w solankowych poziomach wodorodnych (kolorem zaznaczono wiek głównego kolektora, liczba oznacza szacowaną pojemność składowiska w Mt CO₂)
- miocen
- kreda dolna
- jura dolna + środkowa, kreda dolna
- jura dolna
- trias górny, jura dolna
- trias dolny, jura dolna + środkowa
- trias dolny
- perm dolny
- karbon
- kambr
- paleozoik i mezozoik (w podłożu orogenu karpackiego i jego przedpola)
- potencjalne składowiska w złożach węgla kamiennego (pojemność poniżej 10 Mt CO₂)
- potencjalne składowiska w złożach gazu ziemnego i ropy naftowej (pojemność znacznie poniżej 100 Mt CO₂)
- podziemne magazyny gazu ziemnego i paliw o dużej pojemności



Nawrocki i Becker (red), 2017. Atlas geologiczny Polski

Czapowski, 2019, zmienione



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
 państwowa służba geologiczna

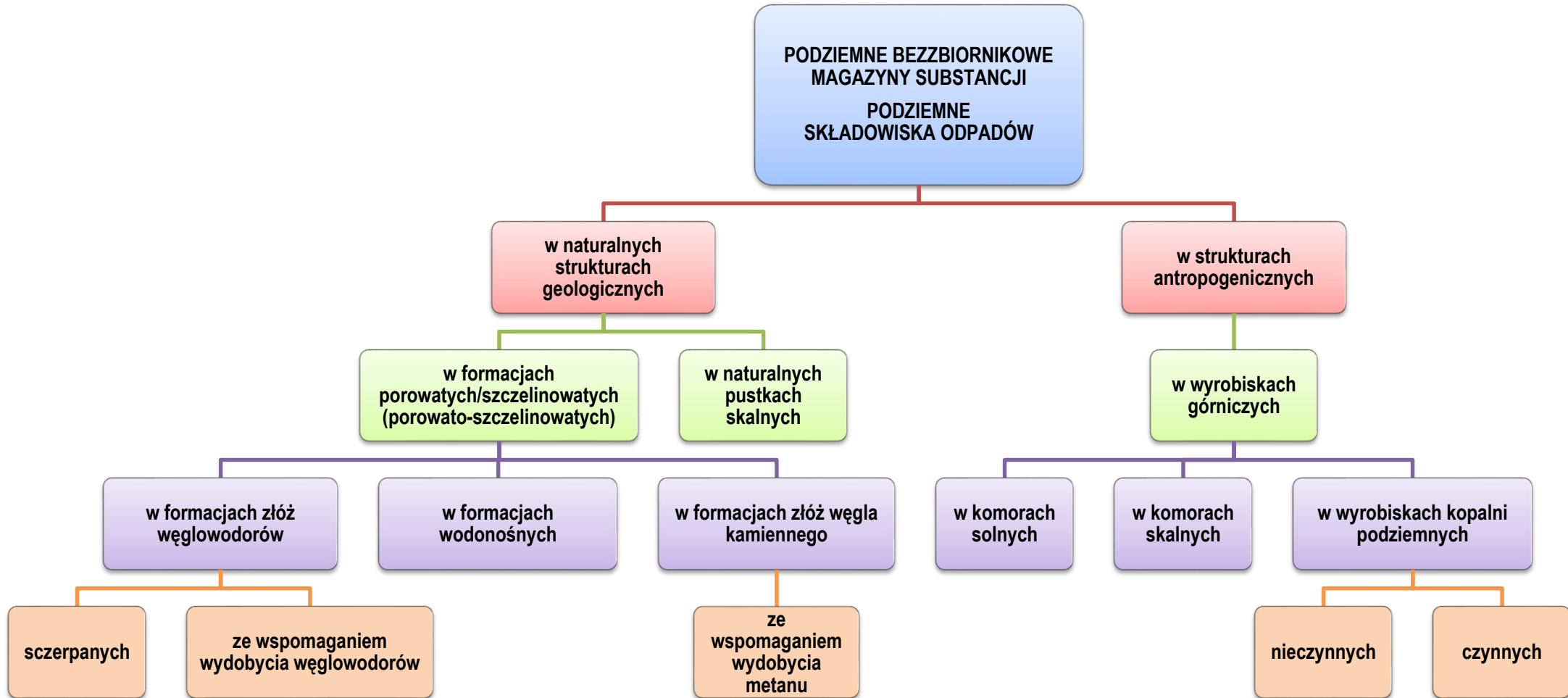
pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Cz. I

➤ Rodzaje podziemnych magazynów i składowisk i ich charakterystyka



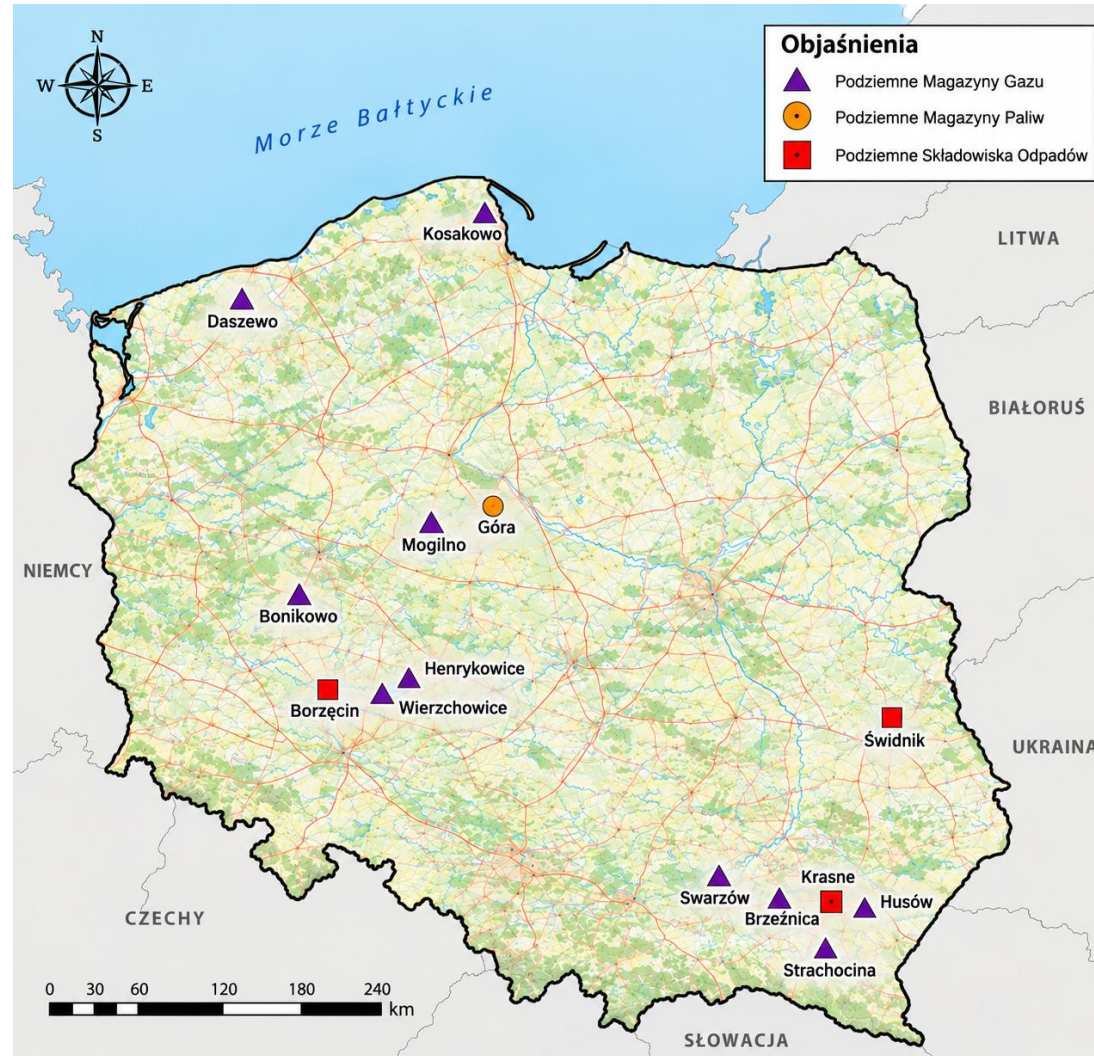
Cz. I

➤ Przykłady obiektów w Polsce i na świecie

14 koncesji:

- 11 magazynów
- 3 składowiska

**1 obiekt
nieczynny**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Cz. I

➤ Przykłady obiektów w Polsce i na świecie

Rodzaj	Nazwa	Status	Substancja/odpad	Rodzaj obiektu	Operator	Struktura geologiczna	Geologia i stratygrafia	Data zakończenia koncesji	Pojemność czynna/docelowa
PMG	Bonikowo	czynny	Zaazotowany gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Monoklina przedsudecka	wapienie cechsztyńskie	03.10.2058	200 mln m ³ (poj. Robocza)
PMG	Brzeźnica II	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Zapadlisko przedkarpacie	piaskowce mioceńskie (sarmat)	12.06.2038	100 mln m ³
PMG	Daszewo	czynny	Zaazotowany gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu ropy	PGNiG S.A.	Horyzont złożowy	dolomity cechsztyńskie	10.07.2058	30 mln m ³ /60 mln m ³
PMG	Henrykowice - E	nieczynny	Gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	Brzozowcy Sp. j.	Horyzont złożowy	wapienie cechsztyńskie	31.05.2037	Brak danych
PMG	Husów	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Zapadlisko przedkarpacie (pod nasunięciem karpackim)	piaskowce mioceńskie (baden i sarmat)	25.08.2036	500 mln m ³
PMG	Kosakowo	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	Kawernowe w soli	PGNiG S.A.	Pokładowe złożo soli	sól kamienna cechsztyńska	31.12.2028	239,40 mln m ³ /295 mln m ³
PMG	Mogilno II	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	Kawernowe w soli	PGNiG S.A.	Wysad solny	sól kamienna cechsztyńska	27.08.2044	580,92 mln m ³
PMG	Strachocina	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Fałd Sanoka-Strachociny (jednostka śląska)	piaskowce kredowo-oligoceny	31.12.2035	360 mln m ³
PMG	Swarzów	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Horyzont złożowy	piaskowce cenomanu i wapienie turonu	27.08.2044	90 mln m ³
PMG	Wierzchowice	czynny	Wysokometanowy gaz ziemny	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Pułapka brachyantyklinalna	wapienie cechsztyńskie	22.05.2035	1 300 mln m ³ /2 000 mln m ³
PMG	Góra	czynny	Ropa naftowa i paliwa płynne	Kawernowe w soli	"Solino" S.A.	Wysad solny	sól kamienna cechsztyńska	01.09.2029	3,5 mln t dla ropy i 0,75 mln t dla olejów
PSO	Borzęcina	czynny	Gaz kwaśny - CO ₂ i H ₂ S	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Antyklina Borzęcina	wapienie cechsztyńskie	14.12.2033	350 tys m ³
PSO	Husów-Albigowa-Krasne	czynny	Odpady płynne	W wyeksploatowanym złożu gazu	PGNiG S.A.	Pułapka strukturalna w obrębie antykliny	piaskowce mioceńskie	23.08.2049	Docelowo 75 tys m ³
PSO	Świdnik	czynny	Wody złożowe, płuczki i inne	W wyeksploatowanym złożu ropy	PGNiG S.A.	Horyzont złożowy	piaskowce karbońskie	20.09.2027	Brak danych

**11 w szcerpanych
złożach
węglowodorów**

**3 obiekty
kawernowe w
soli**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

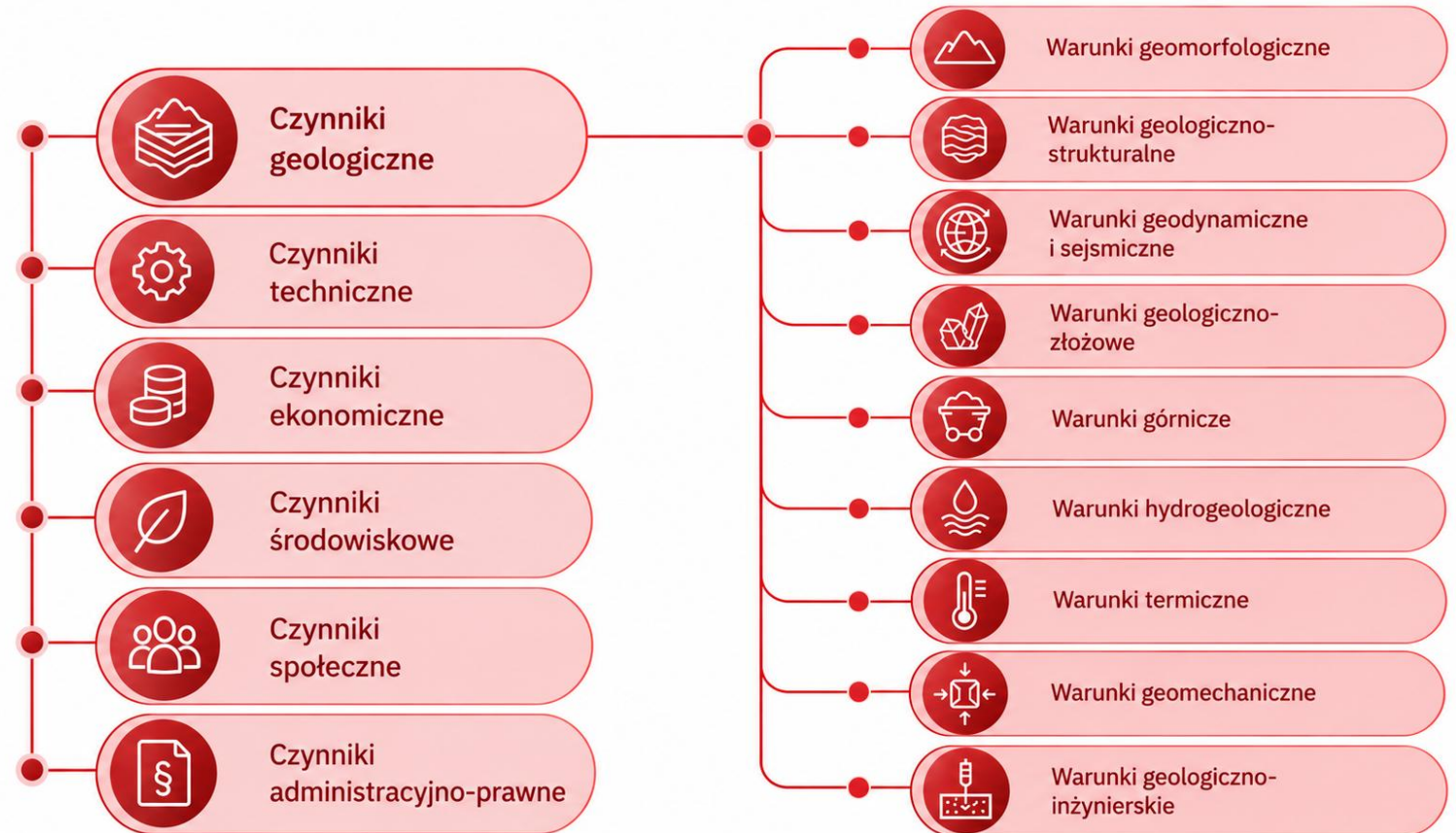
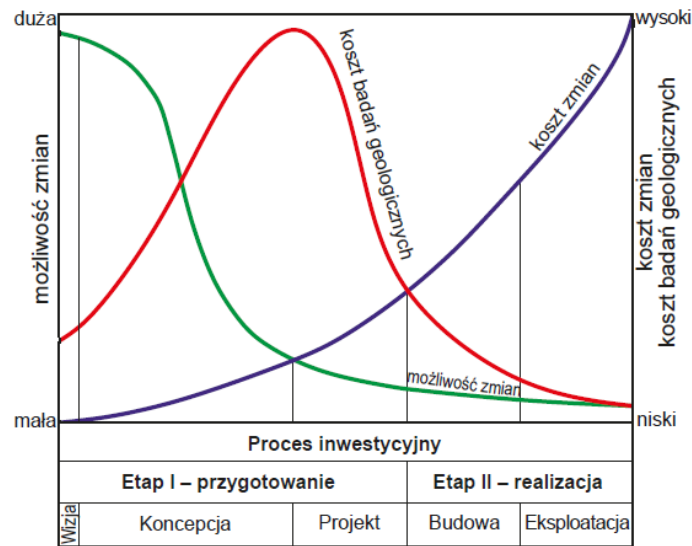
pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Cz. I

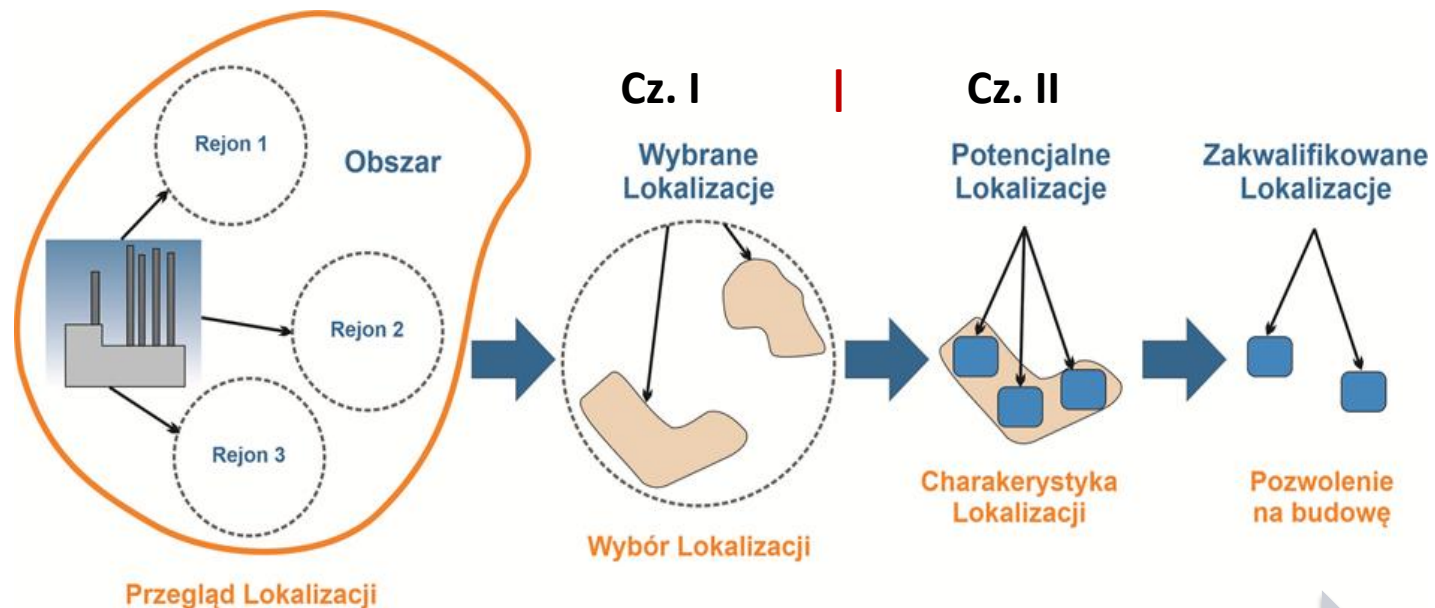
➤ Czynniki i kryteria oceny lokalizacji





Cz. II

- Miejsce projektu robót geologicznych i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w procesie inwestycyjnym



Poszukiwanie

Wydobycie

Magazynowanie
lub składowanie

Złożenie wniosku
o udzielenie
koncesji



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

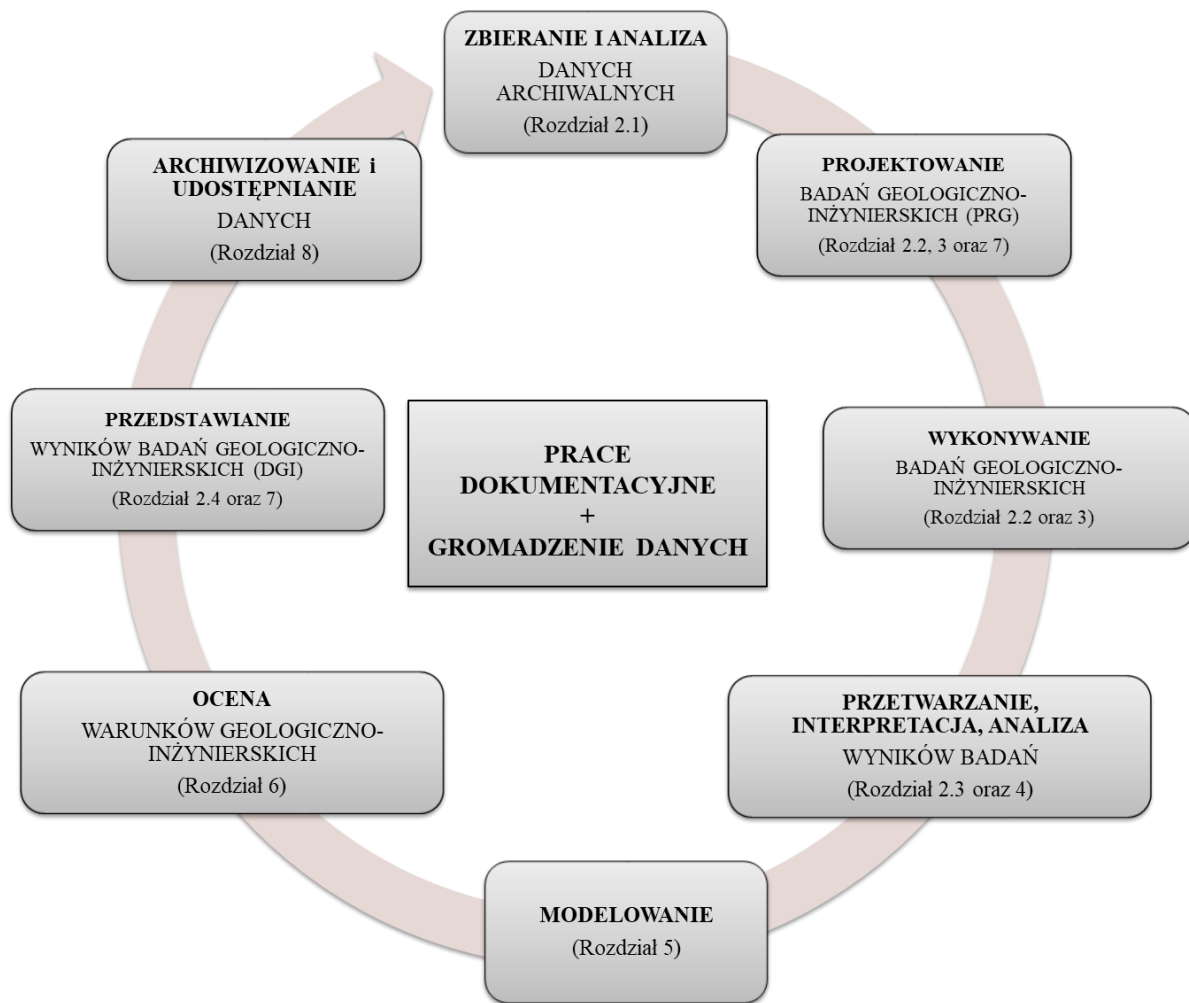
pgi.gov.pl



Sfinansowane z Funduszy
NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Cz. II

➤ Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego



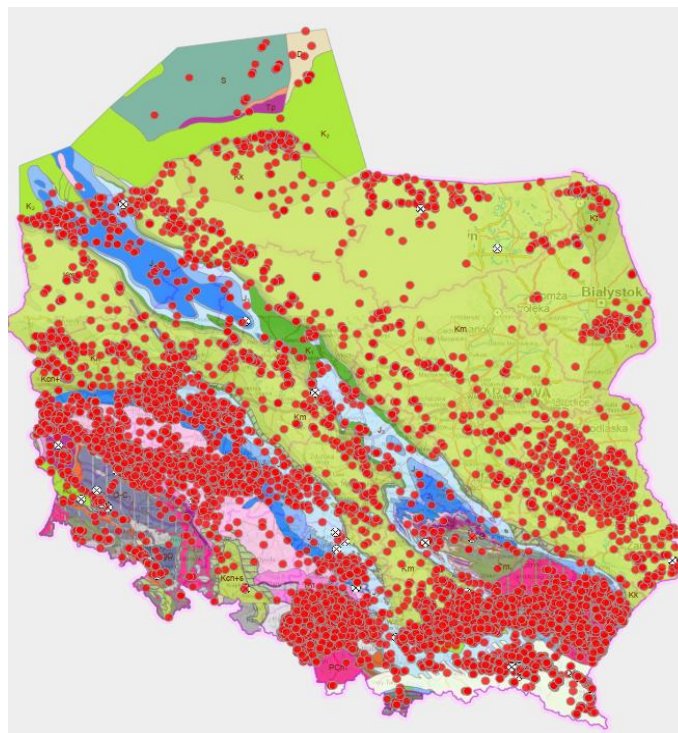
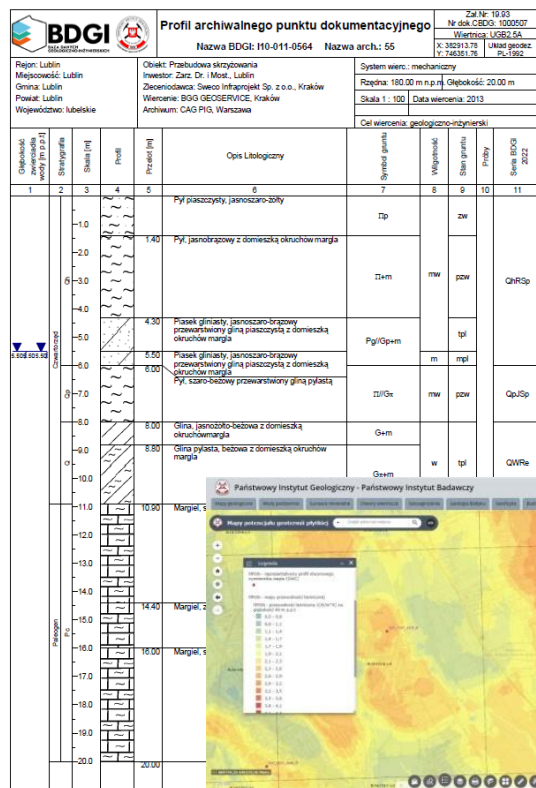
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Dane archiwalne



-  Dane geologiczne i geofizyczne
-  Dane geodynamiczne
-  Dane geomechaniczne
-  Dane hydrogeologiczne
-  Dane geochemiczne
-  Dane geodezyjne (interferometryczne i teledetekcyjne)
-  Dane górnicze



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
 państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl

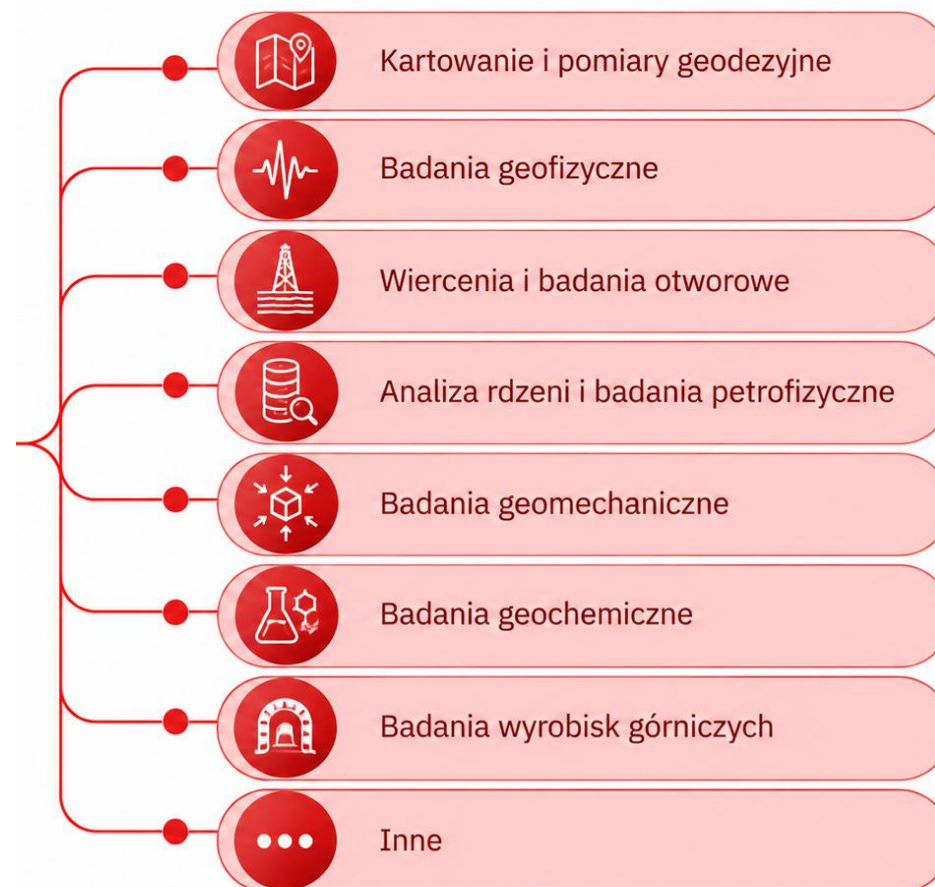
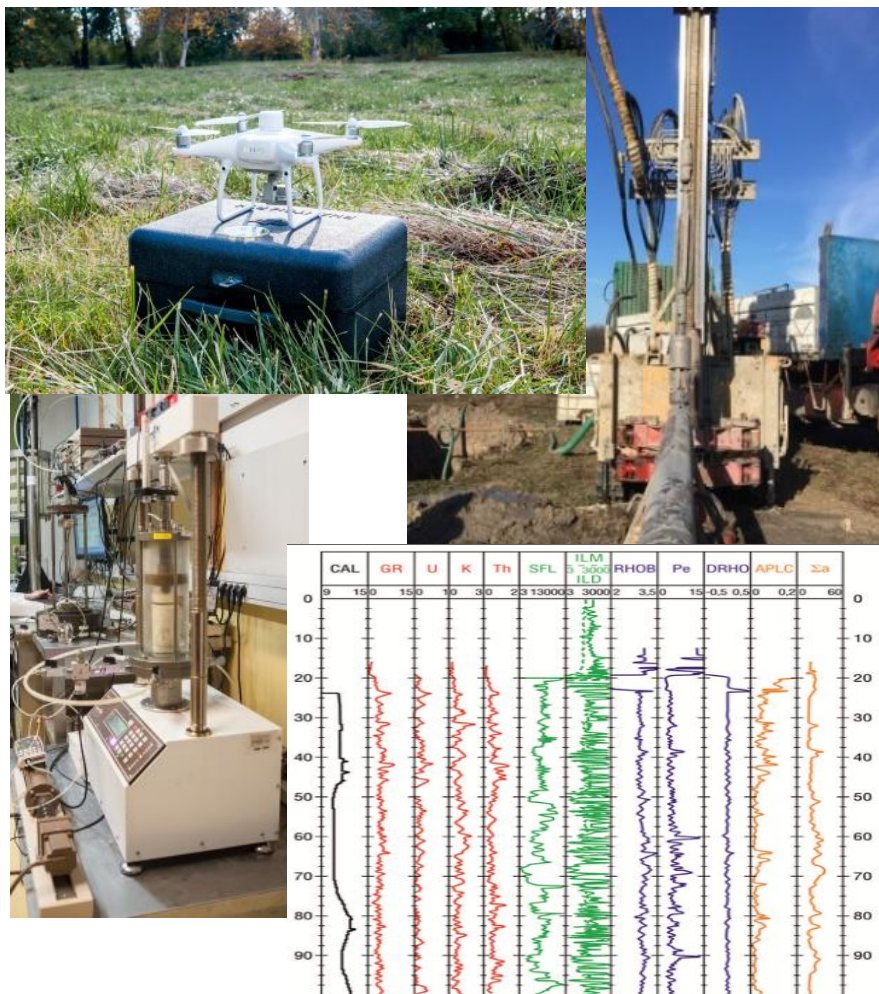
<https://geologia.pgi.gov.pl/>
<https://dokumenty.pgi.gov.pl>



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
 i GOSPODARKI WODNEJ

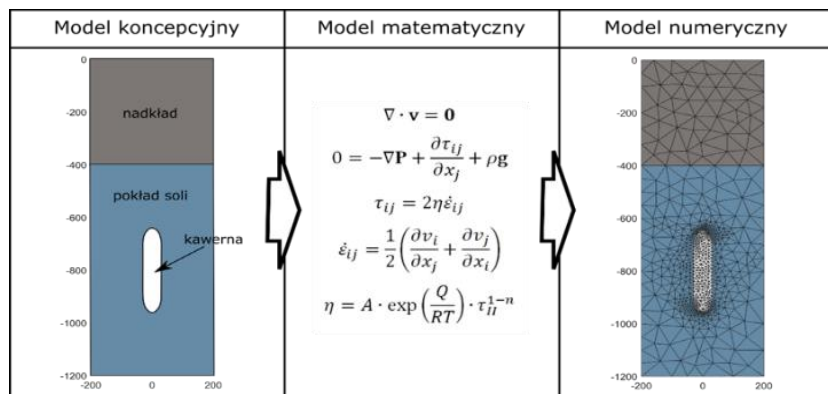
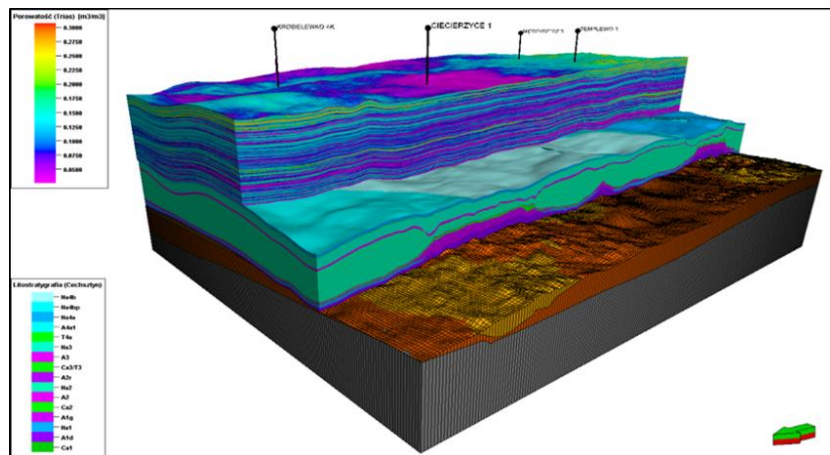
Cz. II

➤ Projektowanie i metodyka badań geologiczno-inżynierskich



Cz. II

➤ Modelowanie numeryczne



Podstawy modelowania



Modelowanie strukturalne i parametryczne



Modelowanie przepływów w warstwach zbiornikowych



Modelowanie geomechaniczne zatlaczania płynów



Modelowanie geomechaniczne dla kawern solnych



Modelowanie procesu ługowania kawern w solach



Prawa materiałowe dla soli

Obiekt	Parametry		
górotwór (formacja/struktura, w której planuje się zlokalizować magazyn/składowisko)	geometryczne	układ przestrzenny warstw, głębokość zalegania, miąższość, obecność nieciągłości (spękania, uskoki) i niejednorodności	
	fizyczne	Gęstość, naprężenia, ciśnienie, ścisłość	
	mechaniczne	sprężyste	moduł Younga (ściskanie), moduł ścinania (moduł Kirchhoffa) (ściskanie)
		lepkie	moduł Helmholtza (ściśłość objętościowa), współczynnik Poissona
		plastyczne/ wytrzymałościowe	pełzanie
	chemiczne	ciężar właściwy, rozpuszczalność	
	termiczne	Temperatura, gradient geotermalny, przewodność cieplna, rozszerzalność cieplna, pojemność cieplna, dyfuzyjność cieplna	
magazyn/składowisko	geometryczne	kolektor	wielkość i kształt, warstwy kolektorskie, warstwy osłonowe, izolacyjne
		kawerna	wielkość i kształt, głębokość posadowienia, miąższość półki stropowej/spągowej, grubość filarów międzykomorowych i bocznych
	operacyjne i techniczne	ilość cykli napełniania i opróżniania komory, długość cyklu zatłaczania i odbioru, minimalne i maksymalne ciśnienie substancji magazynowej, średnice zarurowania	
magazynowana substancja/ składowany odpad/ składowany dwutlenek węgla	fizyczne	Gęstość, ciśnienie, ścisłość	
	chemiczne	ciężar właściwy, rozpuszczalność	
	termiczne	Temperatura, przewodność cieplna, rozszerzalność cieplna, pojemność cieplna, dyfuzyjność cieplna	





Cz. II

➤ Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

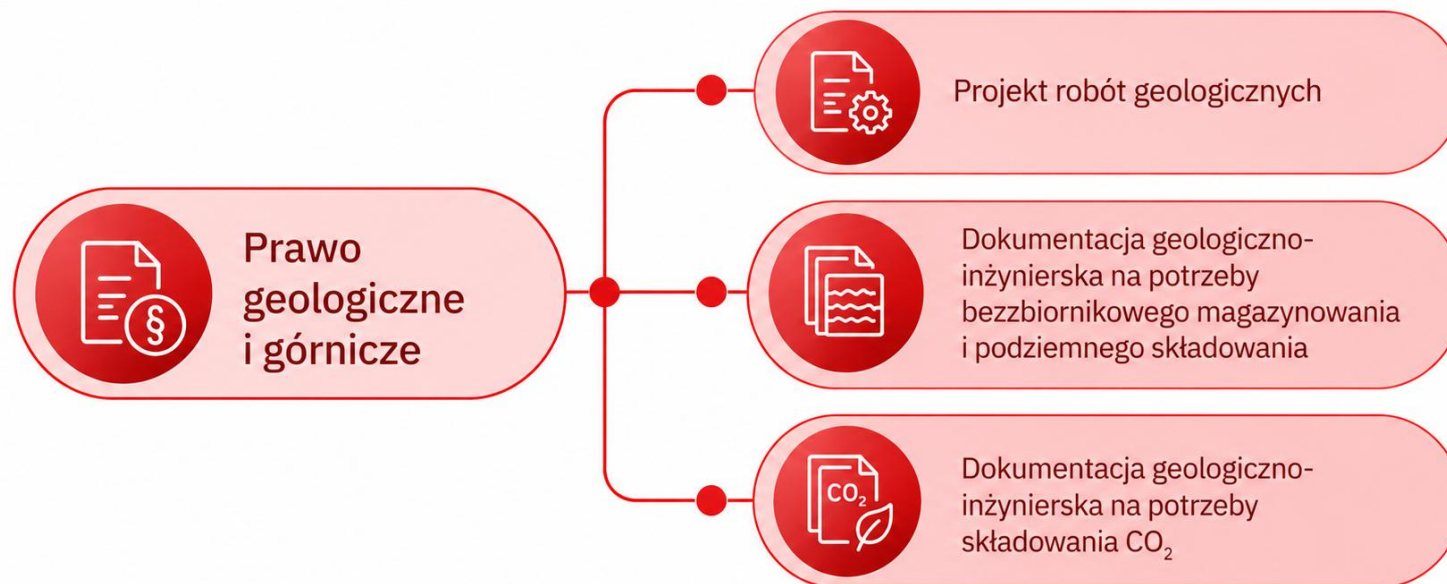


Warunki geomechaniczne, warunki geotermalne, warunki geologiczno-inżynierskie	Obiekty podziemne w warstwach porowatych		Obiekty podziemne w specjalnie wykonanych komorach solnych		Obiekty podziemne w specjalnie wykonanych komorach skalnych i wyrobiskach kopalń	
	warstwy zbiornikowe (kolektor)	warstwy uszczelniające (izolacyjne)	warstwy skał solnych, w których		warstwy skał, w których	
			będą zlokalizowane komory	są zlokalizowane komory po ługowaniu	będą zlokalizowane komory	są zlokalizowane wyrobiska kopalni
Uwarunkowania termiczne	określić gradient termiczny w lokalizacji obiektu z uwagi na jego zmienność i wpływ na pracę obiektu					
	opisać procesy termodynamiczne jakie mogą zachodzić w trakcie magazynowania/składowania, głównie możliwości wymiany ciepła z otaczającym górotworem					
	określić, czy występuje odpowiednia temperatura umożliwiająca magazynowanie/składowanie substancji/odpadu	n.d.	określić, czy występuje odpowiednia temperatura umożliwiająca magazynowanie/składowanie substancji/odpadu			
	określić, czy może dochodzić do zmian temperatury w wyniku pracy obiektu np. reakcji chemicznych		określić, czy może dochodzić do zmian temperatury w wyniku pracy obiektu np. reakcji chemicznych			
	określić wartości przewodności i dyfuzyjności cieplnej skał		określić wartości przewodności i dyfuzyjności cieplnej skał			
	określić możliwości powstawania naprężeń termicznych w związku z gradientem temperatury i zmiennymi właściwościami termicznymi skał		określić możliwości powstawania naprężeń termicznych w związku z gradientem temperatury i zmiennymi właściwościami termicznymi skał			
	określić temperaturę wód podziemnych					



Cz. II

➤ Zawartość wymaganych opracowań



Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej



**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
**NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

Zawartość PRG

➤ Zawartość DGI

[illegible]

Redakcja: Edyta MAJER, Marta SOKOŁOWSKA

Zespół autorski: Edyta MAJER¹, Marta SOKOŁOWSKA¹, Zbigniew FRANKOWSKI¹, Marta ADAMUSZEK¹, Grzegorz CZAPOWSKI¹, Joanna FAJFER¹, Marek JAROSIŃSKI¹, Krzysztof MAJER¹, Monika SZABŁOWSKA¹, Izabela SAMEL¹, Adam WÓJCICKI¹, Sławomir MAZUREK¹, Joanna ROSZKOWSKA-REMIN¹, Michał CYGLICKI¹, Waldemar KORZENIOWSKI², Dominik ŁUKASIAK³, Ewa JAGODA¹

Konsultacje: Joanna PINIŃSKA³, Jarosław ZACHARSKI¹, Marta WĄGRODZKA⁴, Tobiasz TRACZYK⁴

Współpraca: Michał MALINOWSKI⁵, Tomasz BĄK¹, Malwina JUDKOWIAK¹, Anna STAWICKA¹, Grzegorz RYŻYŃSKI¹

Recenzenci: Paweł ŁUKASZEWSKI, Henryk WOŹNIAK, Piotr ZAWRZYKRAJ

Projekt graficzny okładki: Monika CYRKLEWICZ¹

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

² Akademia Górniczo – Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

³ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii

⁴ Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A.

⁵ Fińska Służba Geologiczna (Geological Survey of Finland)



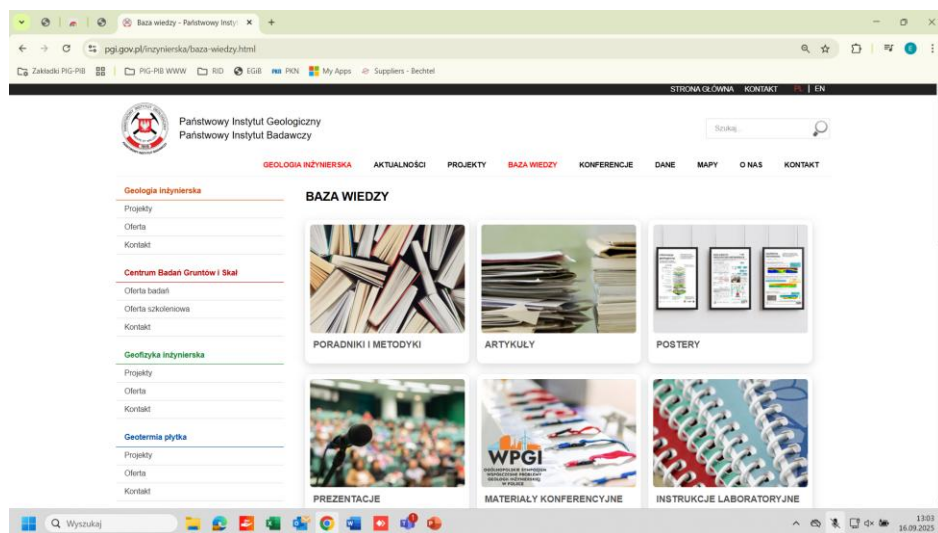
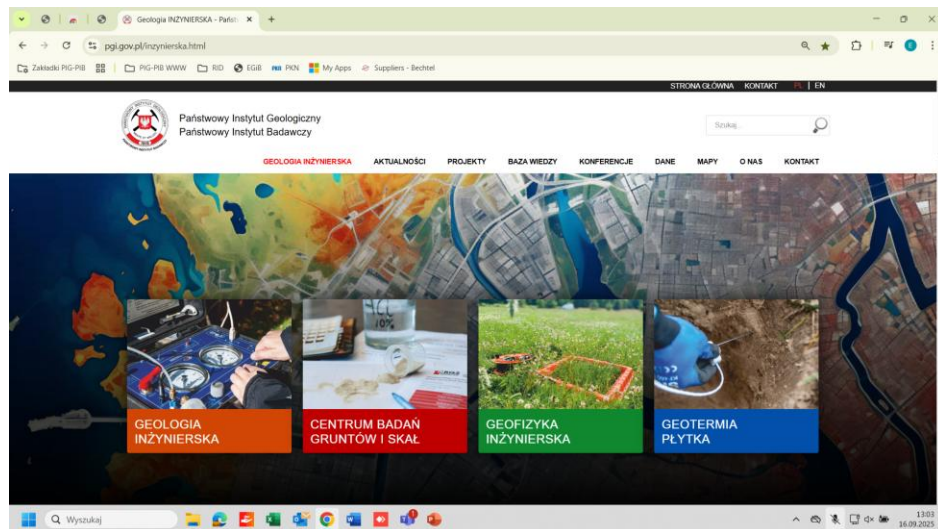
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

<https://www.pgi.gov.pl/inzynierska>



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ



**DZIĘKUJĘ ZA
UWAGĘ!**

© PGI-PIB, Warszawa 2026

**9.WPGI
2027**

**OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM
WSPÓŁCZESNE PROBLEMY GEOLOGII
INŻYNIERSKIEJ**

<https://konferencje.pgi.gov.pl/>



**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**
państwowa służba geologiczna

pgi.gov.pl



Sfinansowano ze środków
**NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**