Iceland Liechtenstein Norway grants

Norway grants

Optymalne zarządzanie niskotemperaturowymi zbiornikami geotermalnymi - polsko-islandzka współpraca w zakresie modelowania złóż

Krótkie wprowadzenie do projektu GeoModel

Maciej Miecznik
IGSMiE PAN

GeoModel konferencja końcowa, Warszawa, 22.01.2025

O czym jest projekt GeoModel?

- Celem projektu GeoModel jest poprawa zarządzania nisko- i średniotemperaturowymi zasobami geotermalnymi poprzez ułatwienie dostępu do odpowiednich narzędzi do modelowania złóż oraz promowanie korzyści płynących z regularnego i skrupulatnego monitorowania zasobów.
- Ograniczenie barier z dostępem do oprogramowania powinno przyczynić się do tego celu. Dlatego też, w ramach projektu GeoModel zostały opracowane darmowe narzędzia, które poszerzą możliwości analizowania historycznych danych z otworów, jak i tworzenie wiarygodnych prognoz, przy możliwie niedużym nakładzie pracy.
- Narzędzia te wymagają wysokiej jakości zapisów pomiarów historycznych – zwłaszcza ciśnienia, przepływu i temperatury, aby móc wykalibrować model, a następnie opracowywać wiarygodne prognozy.

Oczekiwane rezultaty projektu

- Zestaw narzędzi obliczeniowych wspomagający eksploatację i zarządzanie zasobami geotermalnymi, w tym wsparcie na etapie określania optymalnej lokalizacji dla nowych otworów.
- Operatorzy systemów geotermalnych uzyskają informacje na temat prognozowanych długoterminowych wartości ciśnienia (lub poziomu zwierciadła wody) i temperatury – kluczowych parametrów dla utrzymania zrównoważonej eksploatacji zasobów.
- Narzędzia, które są przyjazne w obsłudze dla użytkownika, a jednocześnie zapewniają więcej możliwości lub dostarczają więcej informacji.

Jak to zostało (zostanie) osiągnięte?

- W ramach projektu są rozwijane narzędzia wspomagające kalibrację modeli numerycznych służących symulacji transportu ciepła i przepływu płynów w zbiornikach o dużym zasoleniu (np. na Niżu Polskim).
- Narzędzia te będą pomocne przy obliczaniu parametrów na głowicach odwiertów, a także wesprą proces podejmowania decyzji odnośnie optymalnej lokalizacji przyszłych odwiertów.
- Narzędzia opracowane w ramach projektu są obecnie testowane na rzeczywistych danych z monitoringu wybranych systemów geotermalnych w Polsce i Islandii. Dane te zostaną wykorzystane do sprawdzenia, czy narzędzia opracowane w ramach projektu GeoModel pozwalają na tworzenie wiarygodnych prognoz eksploatacji dla różnych typów zbiorników.

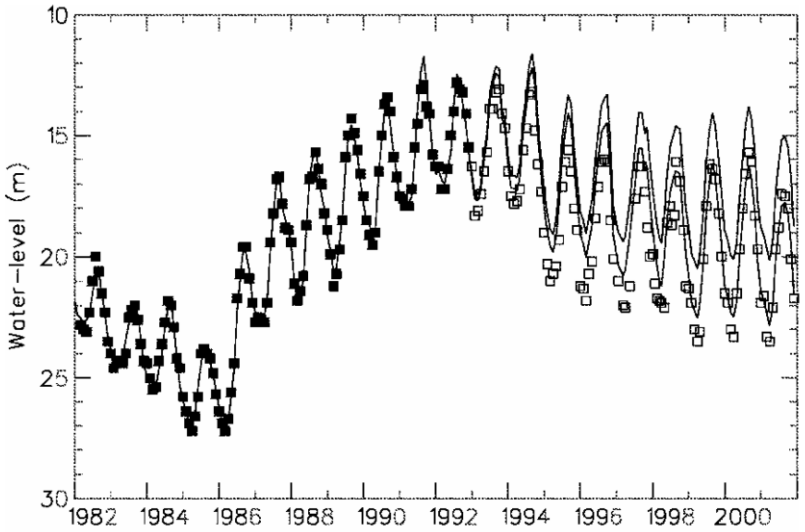
Jak to zostało (zostanie) osiągnięte?

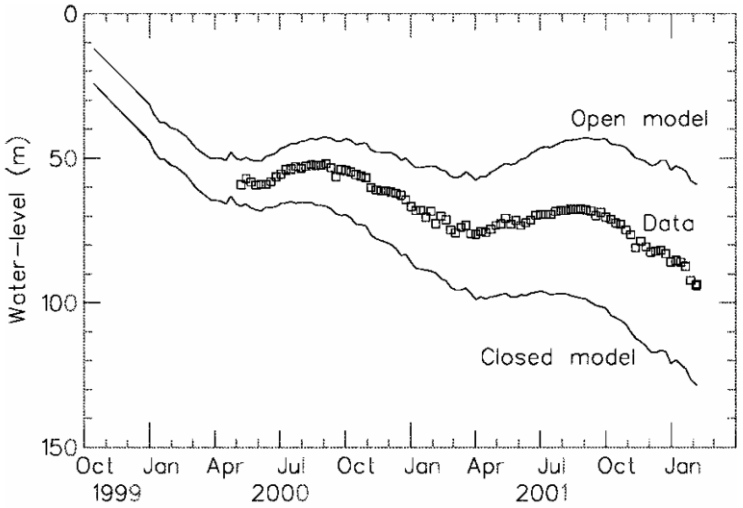
Lumpfit++: program ten, rozwiązując problem odwrotny (dopasowanie modelu systemu geotermalnego do danych obserwacyjnych), pozwala na kalibrację modelu, a następnie na wykonanie prognoz dla dalszej eksploatacji (zmiana poziomu wód zwierciadła wód w funkcji natężenia przepływu i czasu).

Lumpfit++ służy do szybkiego tworzenia modelu o parametrów skupionych. Nowa wersja kodu umożliwi indywidualną reprezentację każdego odwiertu w systemie geotermalnym, dzięki czemu możliwe będzie jeszcze dokładniejsze skalibrowanie modelu złoża geotermalnego i tworzenie jeszcze bardziej wiarygodnych prognoz dla dalszej eksploatacji.

Modele o parametrach skupionych (ang. lumped models)

- Proste modele wymagające minimalnego czasu konfiguracji
- Udokumentowane doświadczenie w wiarygodnym przewidywaniu zmian poziomu zwierciadła wody podczas długofalowej eksploatacji.



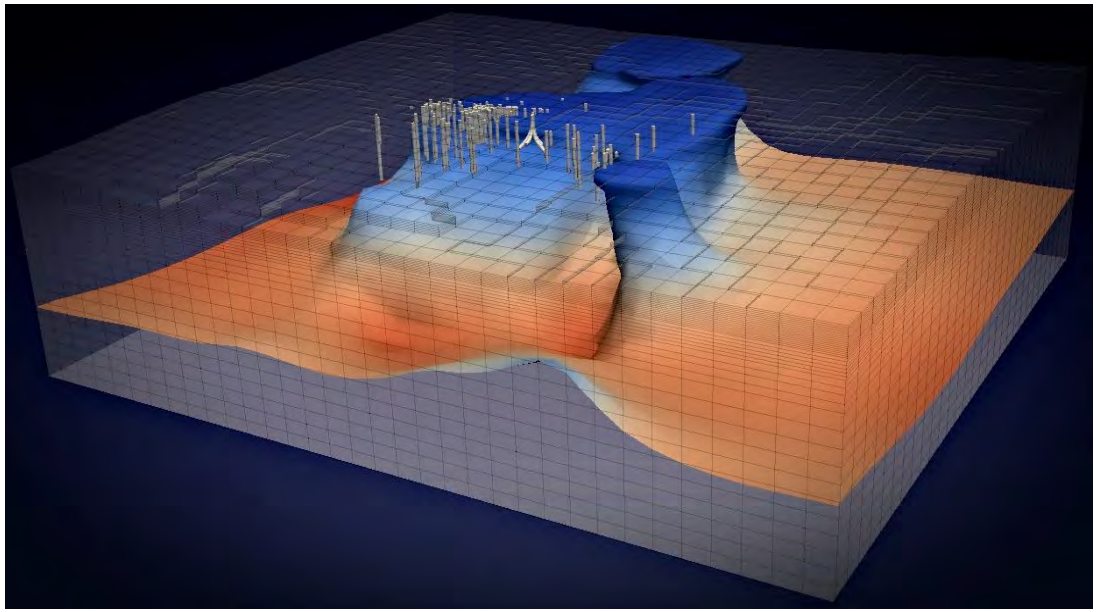


Po lewej: Model dopasowany do danych z systemu geotermalnego Hamar w Islandii (wypełnione pola) wraz z dopasowanym modelem (linia ciągła). Otwarte pola to dane, które nie zostały uwzględnione w kalibracji modelu i służą do porównania prognozy z rzeczywistymi pomiarami.

Po prawej: Porównanie danych pomiarowych z systemu geotermalnego Hofstadir z prognozą zmian położenia lustra wody dla modelu otwartego i zamkniętego. Otwarty system posiada znaczne zasilanie. Zazwyczaj, modele otwarte i zamknięte reprezentują dwa ekstrema w przewidywanym poziomie zwierciadła wody.

Jak to zostało (zostanie) osiągnięte?

Waiwera (https://waiwera.github.io/): jest symulatorem złożowym, open-source, opracowany na Uniwersytecie w Auckland w Nowej Zelandii, w celu tworzenia modeli 3D do kompleksowego obrazowania systemów geotermalnych przed- i w trakcie eksploatacji. Ponieważ jest to program przeznaczony do tworzenia modeli 3D, do jego kalibracji wymagany jest rozkład przestrzenny parametrów zbiornikowych oraz historyczne dane z monitoringu pracy instalacji.



https://waiwera.github.io

W ramach projektu GeoModel planujemy rozszerzyć możliwości oprogramowania Waiwera, tworząc integralne lub niezależne komponenty:

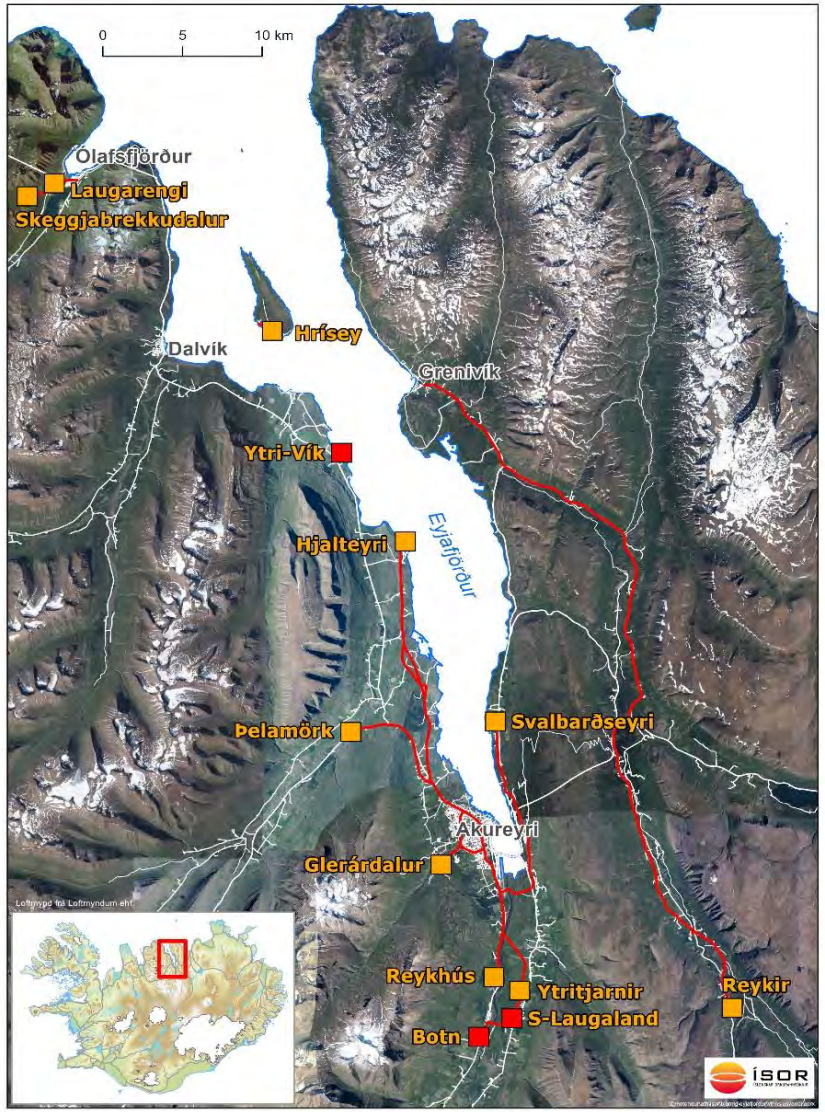
- opracowanie algorytmu, który zautomatyzuje proces obliczania wielu modeli (dziesiątek lub setek), w celu wskazania optymalnej lokalizacji dla nowych otworów,
- opracowanie programu eliminującego efekt termodźwigu (wygrzewania otworu) z danych z głowicowych;
- opracowanie programu do wyznaczania parametrów fizycznych płynu w trakcie eksploatacji otworu geotermalnego – głównie temperatury głowicowej.

Obszary testowe w Polsce

System geotermalny	Pyrzyce	Stargard
Temperatura w złożu	65	~90
Mineralizacja [g/dm ^{3}]	121	> 140
Otwory produkcyjne	1	2
Otwory chłonne	4	5
Rozpoczęcie eksploatacji	1997	2005/2012
Operator	Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	G-Term Energy Sp. z o.o.

Obszary testowe w Islandii

System geotermalny	Botn	Hjalteyri	S-Laugaland
Temperatura w złożu	91 / 78	87	93-95
Otwory produkcyjne	2	3	3
Otwory chłonne	0	0	1
Rozpoczęcie eksploatacji	1981	2002	1976
Operator	Norðurorka	Norðurorka	Norðurorka



Odbiorcy projektu GeoModel

- Operatorzy systemów geotermalnych, inżynierzy złożowi
- Środowisko naukowe
- Studenci

Informacje o projekcie:

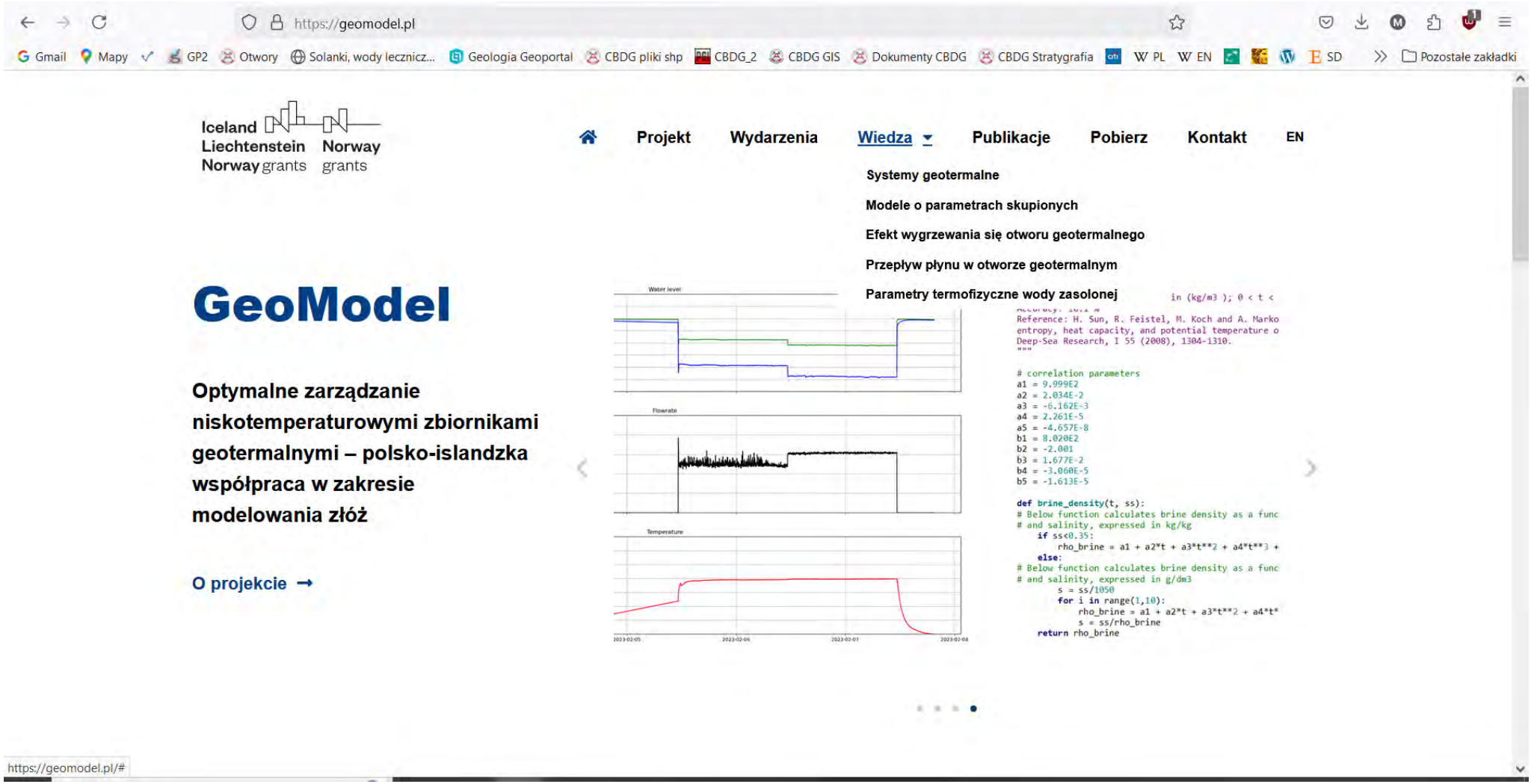
- **Partnerzy:**
  - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (IGSMiE PAN) – Beneficjent
  - Iceland GeoSurvey (ISOR) – Partner
- **Operator programu :** Ministerstwo Klimatu i Środowiska
- **Projekt predefiniowany** w ramach programu „Środowisko, Energia, Zmiany Klimatu”
- **Całkowita wartość projektu:** 1 654 012,69 zł = 362 229,58 € (100% dofinansowania)
- **Finansowanie:**
  - MF EOG : 812 947,24 zł = 178 035,84 euro (49,15% całości grantu)
  - NMF: 841 065,45 PLN = 184 193,74 EUR (50,15%)
- **Czas trwania projektu:** 1 października 2022 r. – 28 lutego 2025 r.
- **Rzeczywisty początek projektu:** styczeń 2023 r.

Mineral and Energy Economy Research Institute
Polish Academy of Sciences

ÍSOR

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Strona internetowa projektu : www.geomodel.pl



Dziękuję za uwagę.

www.geomodel.pl
miecznik@min-pan.krakow.pl

Projekt „Optymalne zarządzanie niskotemperaturowymi złożami geotermalnymi – polsko-islandzka współpraca w zakresie modelowania złóż” (2022-2025) jest finansowany w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej za pośrednictwem MF Europejskiego Obszaru Gospodarczego (MF EOG) i Norweskiego Mechanizmu Finansowego (NMF) 2014-2021, Program Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu. Umowa nr 2/UoD/FWD/2022.