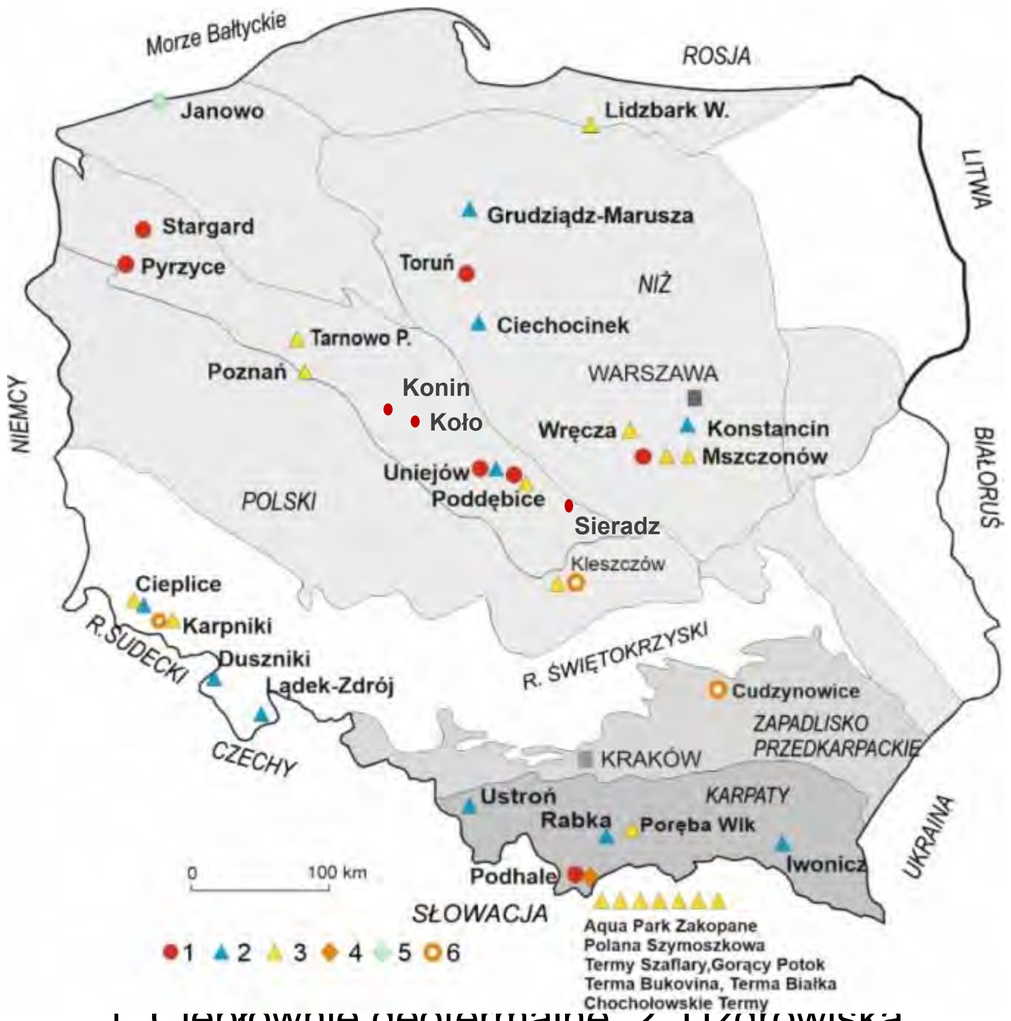
Gospodarowanie zasobami geotermalnymi w Polsce w kontekście zróżnicowanych uwarunkowań hydrogeotermalnych

Konferencja końcowa Projektu GeoModel
Warszawa, 22.01.2025

Beata Kępińska
IGSMiE PAN

22/01/2025

Polska – zagospodarowanie energii geotermalnej, 2024



1. Ciepłownie geotermalne, 2. Uzdrowiska, 3. Ośrodki wypoczynkowe, 4. Suszenie drewna, 5. Hodowla ryb, 6. Ciepłownictwo indywidualne *(Kępińska, Hajto, 2023; uzupełnione)*

- Ciepłownictwo c.o.: 10 instalacji (3 nowe w 2024)
- Balneoterapia, rekreacja: 12 uzdrowisk, 16 „term” / spa
- Pojedyncze zastosowania:
  m.in. hodowla łososia atlantyckiego; suszenie drewna; odzysk soli kąpielowych, CO_2; podgrzewanie murawy boiska, kilku chodników, parkingu; produkcja kosmetyków; przetwórstwo rolno-spożywcze; woda pitna
- Parametry wód geotermalnych:
  T = 20–92°C, M = 0,1–160 g/L, Q = kilka – 550 m³/h / 1 otwór

Ciepłownictwo geotermalne:

10 zakładów / 2024 → 12 – 15 / 2025 → 50 / 2040

Rozwój badań, wierceń, inwestycji do 2030 / 2040 finansowany zasadniczo z publicznych programów priorytetowych (od 2016). Zawarty m.in. w „Mapie drogowej rozwoju geotermii w Polsce” (2022)

Obszary perspektywiczne i wsparcie publiczne dla pozyskania wód geotermalnych I i II nabór wniosków o dofinansowanie wiercenia otworów (program „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”, 2022, 2023)

Niż Polski - zbiornik kredy dolnej i jury dolnej (wg Góreckiego, red., 2006)

Klecka Podhalańska – zbiornik paleogeńsko-mezozoiczny (wg Góreckiego, red., 2011, 2012, 2013)

Karpaty Zewnętrzne – zbiorniki paleogeńsko-mezozoiczne i zapadlisko przedkarpackie – zbiorniki neogeńskie, mezozoiczne i paleozoiczne (wg Góreckiego, red., 2011, 2012, 2013)

Sudety i blok przedsudecki

otwory pozytywnie zaopiniowane w I naborze wniosków w programie priorytetowym "Udostępnianie wód termalnych w Polsce"

otwory opiniowane w II naborze wniosków w programie priorytetowym "Udostępnianie wód termalnych w Polsce"

istniejące ciepłownie geotermalne

Źródło: „Mapa drogowa geotermii w Polsce” (MKiS, 2022). Prezentacja P. Dziadzio – Działania szkoleniowe, EOG KeyGeothermal, 25.04.2023, Warszawa. Aktualizacja 2025 (3 nowe ciepłownie)

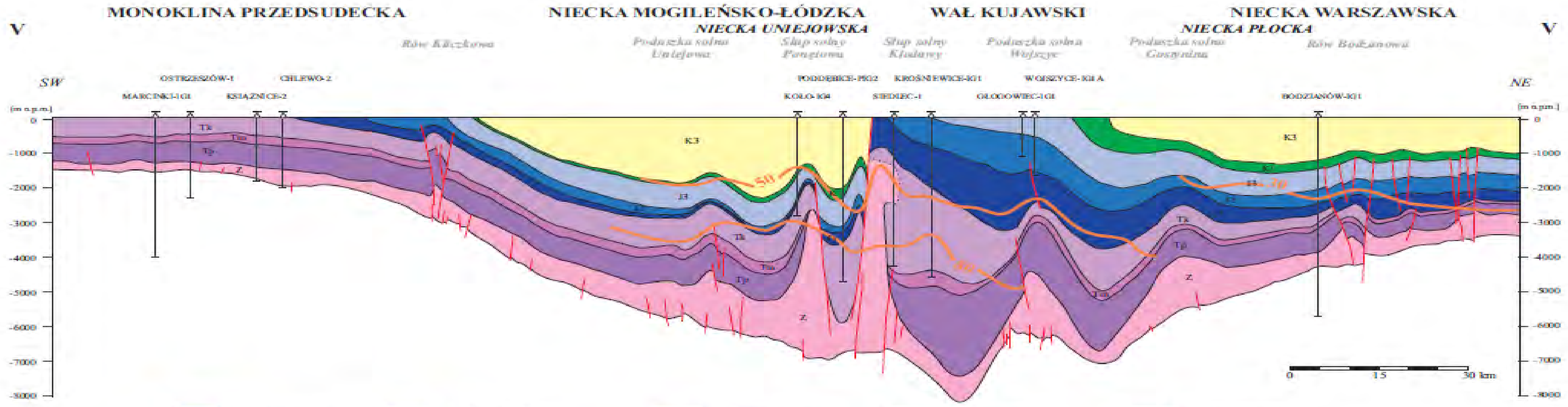
Wody geotermalne w Polsce – zróżnicowane warunki geologiczne, hydrogeologiczne, temperatury, mineralizacja, właściwości fizykochemiczne

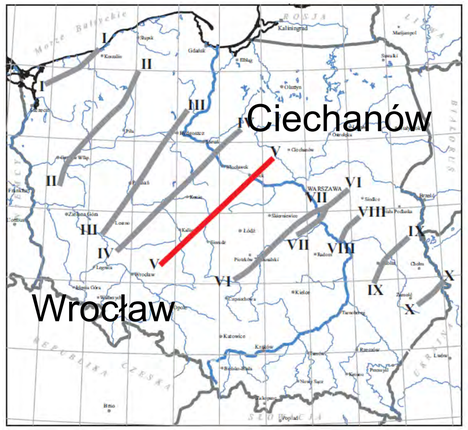
Źródło: M. Hajto, A. Sowiżdżał

1. **Niż Polski** / Polish Lowlands

- Skały zbiornikowe: piaskowce (dolna jura J_3, dolna kreda Cr_3)
- Wydajności wód: 40 – 350 m^3/h
- Temperatury wód na wypływach: 30-100ºC
- Mineralizacje wód: 0,4 – 160 g/L (często >35 g/ L - **solanki**)
- Warunki na ogół subartezyjskie
- Typy zbiorników: porowe, rzadziej porowo-szczelinowe
- Eksploatacja (obecna, przewidywana): potrzebne na ogół otwory produkcyjne i chłonne
- Problemy (obecne, przewidywane): kolmatacja / skaling, korozja, spadki poziomu zwierciadła wody, chłonności (> zatłaczanie, właściwa lokalizacja otworów, in.)
- Potrzebne m.in. zrównoważona eksploatacja, monitoring, „przyjazne” narzędzia obliczeniowe

Budowa geologiczna, tektonika – przykład z Niżu Polski





Kz — **Kenozoik** *Cenozoic*

K3 — **Kreda górna** *Upper Cretaceous*

K1 — **Kreda dolna** *Lower Cretaceous*

K1 +K3 — **Kreda dolna i górna** *Lower & Upper Cretaceous*

J3 — **Jura górna** *Upper Jurassic*

J2 — **Jura środkowa** *Middle Jurassic*

J1 — **Jura dolna** *Lower Jurassic*

K3 — **Kreda górna** *Upper Cretaceous*

K1 — **Kreda dolna** *Lower Cretaceous*

K1 +K3 — **Kreda dolna i górna** *Lower & Upper Cretaceous*

T3 — **Trias górny** *Upper Triassic*

T2 — **Trias środkowy** *Middle Triassic*

T1 — **Trias dolny** *Lower Triassic*

Kz — **Kenozoik** *Cenozoic*

Z — **Cechsztyn** *Zechstein*

Geoizoterma [°C] *Geoisotherm [°C]*

T_p - **Pstry piaskowiec** *(Bundsandstein)*

T_m - **Wapień muszlowy** *(Muschelkalk)*

T_k - **Kajper** *(Keuper)*

Przekrój: Górecki, Hajto i in., 2006

(„Atlas zasobów wód i energii geotermalnej na Niżu Polskim”)

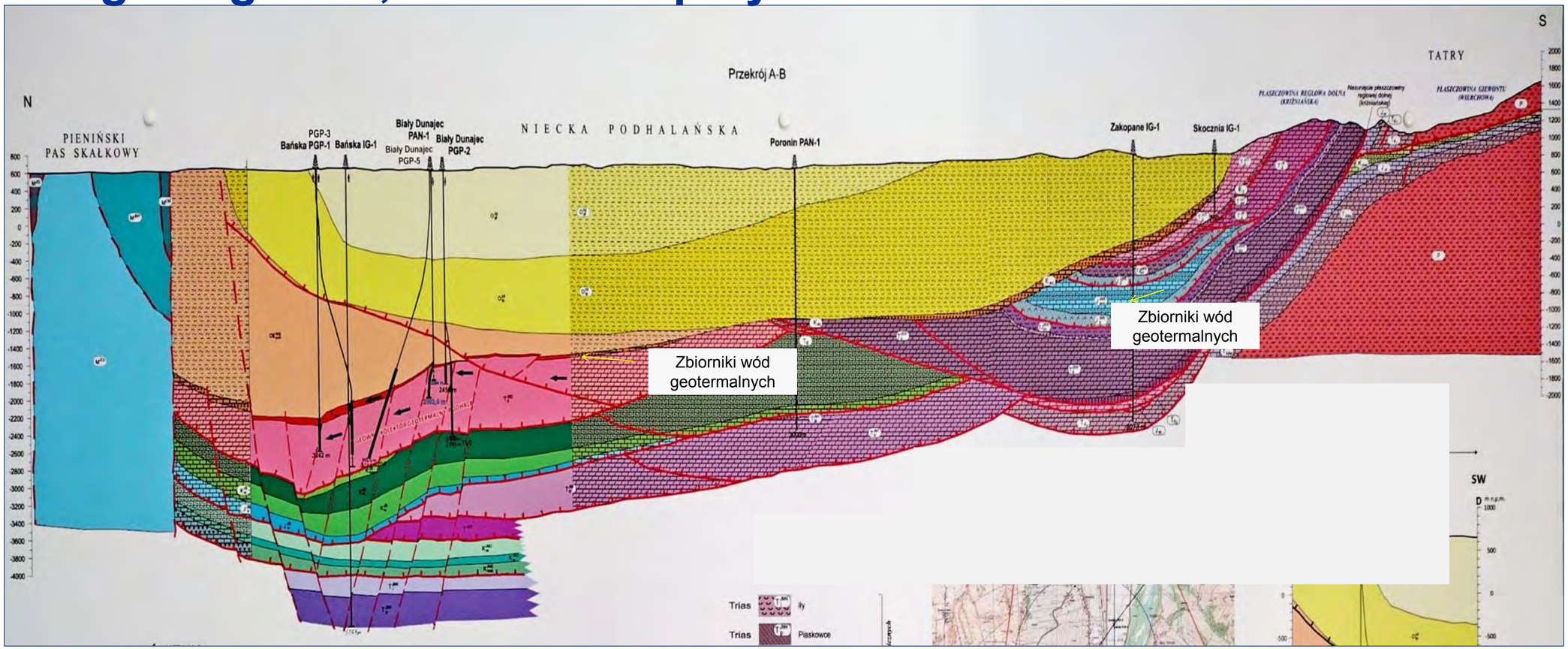
2. Prowincja Karpacka: Karpaty zewnętrzne, Karpaty wewnętrzne – Podhale

Podhale:

- Skały zbiornikowe: wapienie, dolomity (trias środkowy T_2, eocen środkowy E_2)
- Wydajności wód: 20 – 550 m^3/h
- Temperatury wód na wypływach: 20-92ºC
- Mineralizacje wód: 0,2 – 3 g/L
- Warunki na ogół artezyjskie
- Typy zbiorników: szczelinowe (szczelinowo - porowe)
- Eksploatacja (obecna, przyszła): otwory produkcyjne i chłonne (Geotermia Podhalańska 3/3, Termy Chochołowskie 1/1/. Inne instalacje – planowane otwory chłonne
- Problemy (obecne, przewidywane): spadki ciśnienia na głowicach, spadki chłonności, możliwe oddziaływanie (interferencja) na sąsiednie otwory, także transgraniczne
- Potrzeba zrównoważonej eksploatacji
- Monitoring, model całego złoża w obszarze Podhala

Źródło: M. Hajto, A. Sowiżdżał

Budowa geologiczna, tektonika – przykład z Podhala



Przekrój geologiczny Tatry – Podhale – pieniński pas skałkowy

Opracowywany przez lata w miarę przybywania informacji z kolejnych otworów wiertniczych, badań sejsmicznych (OG Podhale 1) i in., z dowiązaniem m.in. do elementów przekroju autorstwa prof. S. Sokołowskiego bazującego na otw. Zakopane IG-1 dla południowych stoków Tatr i rejonu Zakopanego (1973), J. Sokołowskiego i in. (1992)

Źródło: PEC Geotermia Podhalańska SA

Źródło: M. Hajto, A. Sowiżdżał

3. Zapadlisko przedkarpackie / *Carpathian Foredeep*

Mało perspektywiczne dla „klasycznego” ciepłownictwa geotermalnego (ewent. nowe generacje ciepłownicze)

4. Region sudecki / *Sudetes Region*

- Skały zbiornikowe: krystaliczne /granitoidy i metamorficzne (prekambr i starsze, karbon
- Wydajności wód: 20 – 50 m^3/h
- Temperatury wód na wypływach: 20-97ºC
- Mineralizacje wód: 0,3 – 1 g/L
- Typ zbiorników: szczelinowe (strefy tektoniczne)

Mało perspektywiczny dla „klasycznego” ciepłownictwa geotermalnego (ewent. nowe generacje ciepłownicze)

Na ukończeniu: „Atlas zasobów geotermalnych regionu sudeckiego” (styczeń 2025)

Zróżnicowane uwarunkowania hydrogeotermalne w Polsce – wpływ na gospodarowanie zasobami geotermalnymi (m.in.)

- Zasada: zrównoważone gospodarowanie (stabilny poziom produkcji i chłonności przez wystarczający czas, ograniczanie spadków ciśnień / poziomów zwierciadła wody w otworach, właściwe planowanie i prognozowanie przyszłej eksploatacji, lokalizacji następnych otworów, in., z uwzględnieniem kwestii finansowych, in.)

- Eksploatacja wód na ogół w układach zamkniętych (lub przynajmniej z częściowym zatłaczaniem).

  Systemy ciepłownicze – idziemy w kierunku kilku (2-4) otworów produkcyjnych i kilku chłonnych (1 produkcyjny / 2 chłonne – zwłaszcza Niż Polski)

- Zróżnicowana budowa geologiczna, warunki hydrogeotermalne, tektonika –> ważne ograniczanie ryzyka, m.in. na etapie lokalizacji otworów (dzięki odpowiednim metodom, także tym proponowanych przez Projekt)

- Konieczność monitorowania eksploatacji – dla potrzeb bieżącej i długofalowej eksploatacji, jej planowania, prognozowania, modelowania, coraz lepszego poznawania zbiornika, lokalizacji kolejnych otworów, in.

- Konieczność stosowania wielu metod i badań – dla właściwego oszacowania parametrów hydrogeologicznych i in., interpretacji ich wyników, planowania rozwoju i prognozowania eksploatacji, in.

Wybrane informacje: ciepłownie geotermalne, otwory wykonane i planowane, Polska

Miejscowość	Skały zbiornikowe	Temperatury wody, wypływ [°C]	Wydobycie wody [m^3/h]	Mineralizacja wody [g/dm^3]	Liczba otworów prod./chłon.	Liczba otworów, plany
Ciepłownie geotermalne						
Mszczonów	Piaskowce, Cr3	42	60	0,5	1/1	
Poddębice	Piaskowce, Cr3	68	252	0,4	1/0	Otwór chłonny w planach
Podhale	Węglany, T2, E2	82-86	1070	2,5	3/3	Będą kolejne otwory
Pyrzyce	Piaskowce, J3	61	200	121	1/4	Mogą być kolejne otwory
Stargard	Piaskowce, J3	89-90	~600	> 140	2/5	j.w.
Toruń	Piaskowce, J3	61	320	120	1/1	j.w.
Uniejów	Piaskowce, Cr3	68	120	6-8	1 / 2	j.w.
Koło	Piaskowce, Cr3	92	260	~ 120	1/1	j.w.
Sieradz	Piaskowce, J3		Ok. 100	~100	1 / ?	j.w.
Konin	Piaskowce, J3		Ok. 100	~ 150	1/1	j.w.
Otwory wykonane do 2024 (dotacje)						
Różne	Piaskowce, J3 czasem Cr3, in.	30 – 80		do 50 – 160	Na razie po 1 (czasem 2)	Potrzebne kolejne otwory (w tym chłonne)
Otwory planowane do 2040						
Różne	j.w.	30 – 100		do 50 – 150		j.w.

(wg autorki, danych z „Mapy zagospodar. wód podziem. […], 2022, in. źródeł)

Zróżnicowane uwarunkowania hydrogeotermalne w Polsce – wpływ na gospodarowanie zasobami geotermalnymi (m.in.)

- Zarówno w związku z potrzebami pracujących instalacji geotermalnych (ciepłowni), jak i w perspektywie kolejnych - będzie potrzeba zwiększenia kadry zarządzającej, realizującej / obsługującej praktycznie eksploatację, planowanie i zarządzanie tymi instalacjami. Potrzebne są w związku z tym także przeznaczone dla nich „przyjazne w obsłudze” metody i narzędzia obliczeniowe, które mogliby stosować bezpośrednio (na co dzień) sami operatorzy / pracownicy i korzystać z ich możliwości (bez konieczności częstej konsultacji z ekspertami zewnętrznymi).

- Niektóre takie narzędzia opracowano w ramach Projektu GeoModel, z myślą zarówno o potrzebach kadry w już funkcjonujących, jak i nowych instalacjach geotermalnych – na Islandii, w Polsce, w innych krajach.

Dziękuję za uwagę!

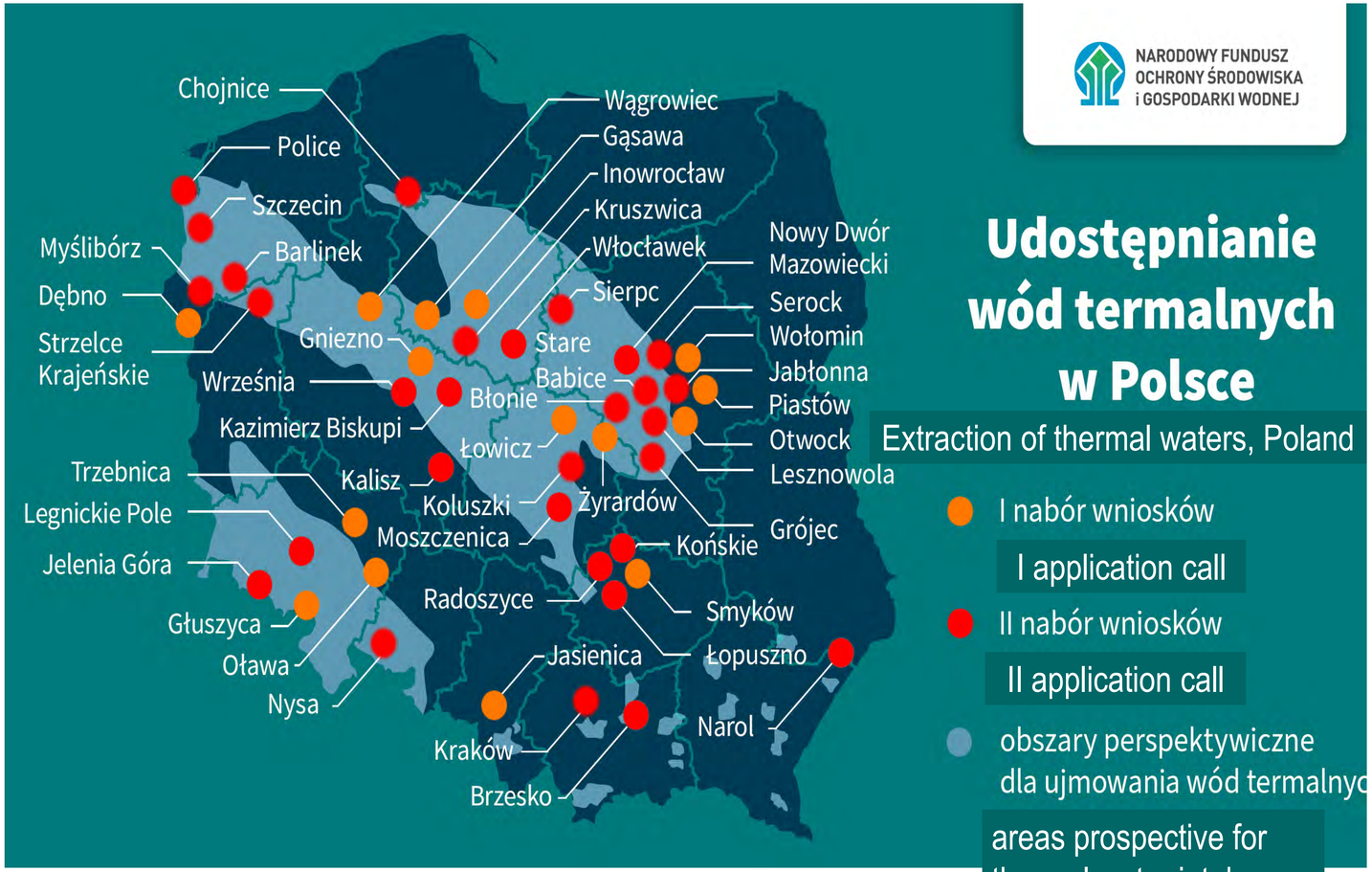
Thank you for the attention!

geomodel.pl

Temat opracowano jako część Projektu „Optymalne zarządzanie niskotemperaturowymi złożami geotermalnymi – polsko-islandzka współpraca w zakresie modelowania złóż” (2022-2025) 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

The presented topic is a part of the Project "Optimal management of low-temperature geothermal reservoirs – Polish-Icelandic cooperation on reservoir modelling” (2022-2025) under the Fund for Bilateral Relations through the European Economic Area Financial Mechanism (EEA FM) and the Norwegian Financial Mechanism (NFM) 2014-2021, the Environment, Energy and Climate Change Programme

Obszary perspektywiczne i wsparcie publiczne dla pozyskania wód geotermalnych I i II nabór wniosków o dofinansowanie wiercenia otworów (program „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”, 2022, 2023), cd.



Rezultaty, inwestycje w trakcie, m.in. (koniec 2024):

- ~20 otworów wykonanych, kilka w realizacji, decyzje o finansowaniu następnych
- Kilka instalacji ciepłowniczych w realizacji

Od 2016: wydano ponad 50 pozytywnych opinii ws. wiercenia otworów geotermalnych. Część została już zrealizowana

Mapa: NFOŚiGW, B. Kuś i in. 2024. Konferencja końcowa Projektu EOG KeyGeothermal (keygeothermal.pl)

Wieloletni Program Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce – „Mapa drogowa” rozwoju geotermii w Polsce

- Opracowany w 2021 r. z inicjatywy MKiŚ z udziałem ekspertów. Prognoza rozwoju geotermii na lata 2022-2040, w niektórych obszarach do 2050 r.
- Podstawowe filary: badania, realizacja instalacji pilotażowych oraz wdrożenia, działania edukacyjne i promocyjne
- Łączne szacowane koszty dofinansowania dla 9 obszarów tematycznych na 2022-2050: ok. 12,7 mld zł. Finansowanie: środki MKiŚ, NFOŚiGW, NCBiR, BOŚ, Skarb Państwa, KPO, źródła nowej perspektywy finansowej np. FENIKS, fundusz modernizacyjny
- Rozwój geotermii w oparciu o kapitał prywatny może osiągnąć 49,3 mld zł do 2050 r.

Slajd: MKiS (KeyGeothermal, 2023)