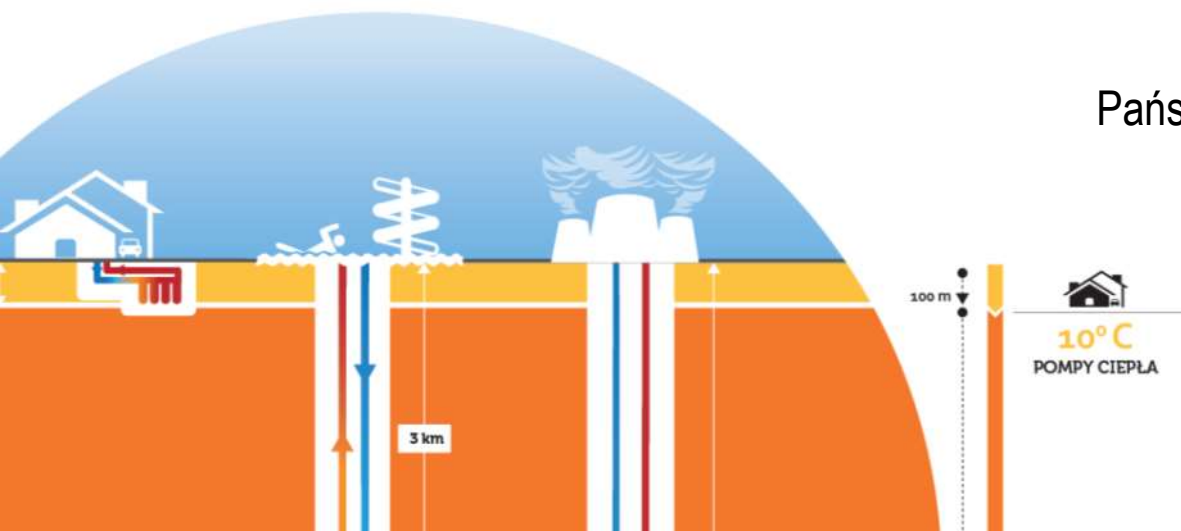


Mapy potencjału geotermalnego wsparciem dla lokalnego rozwoju gruntowych pomp ciepła

Grzegorz Ryżyński
Wiesław Kozdrój

Państwowy Instytut Geologiczny- PIB

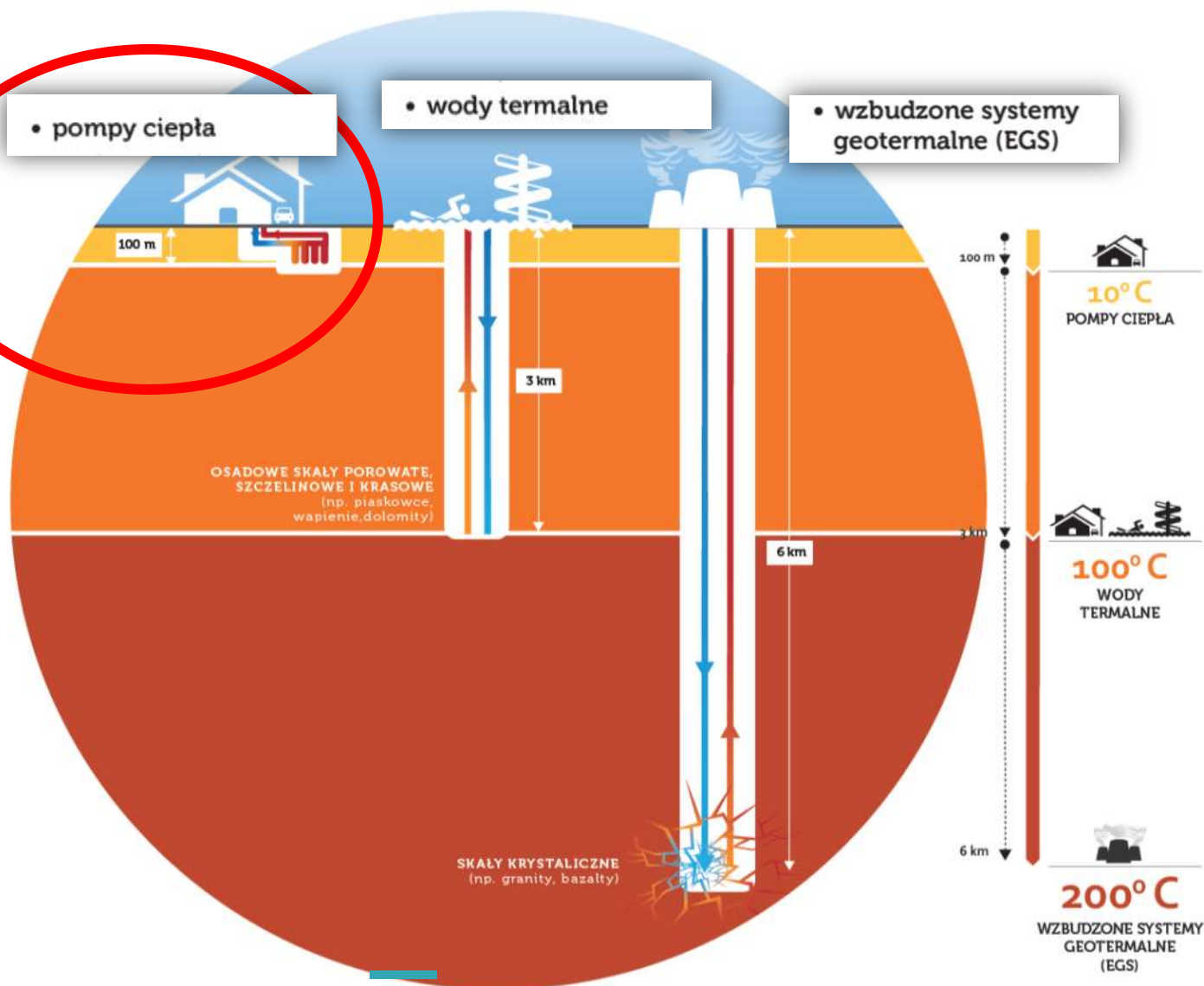


Geotermia = OZE

• pompy ciepła

• wody termalne

• wzbudzone systemy geotermalne (EGS)

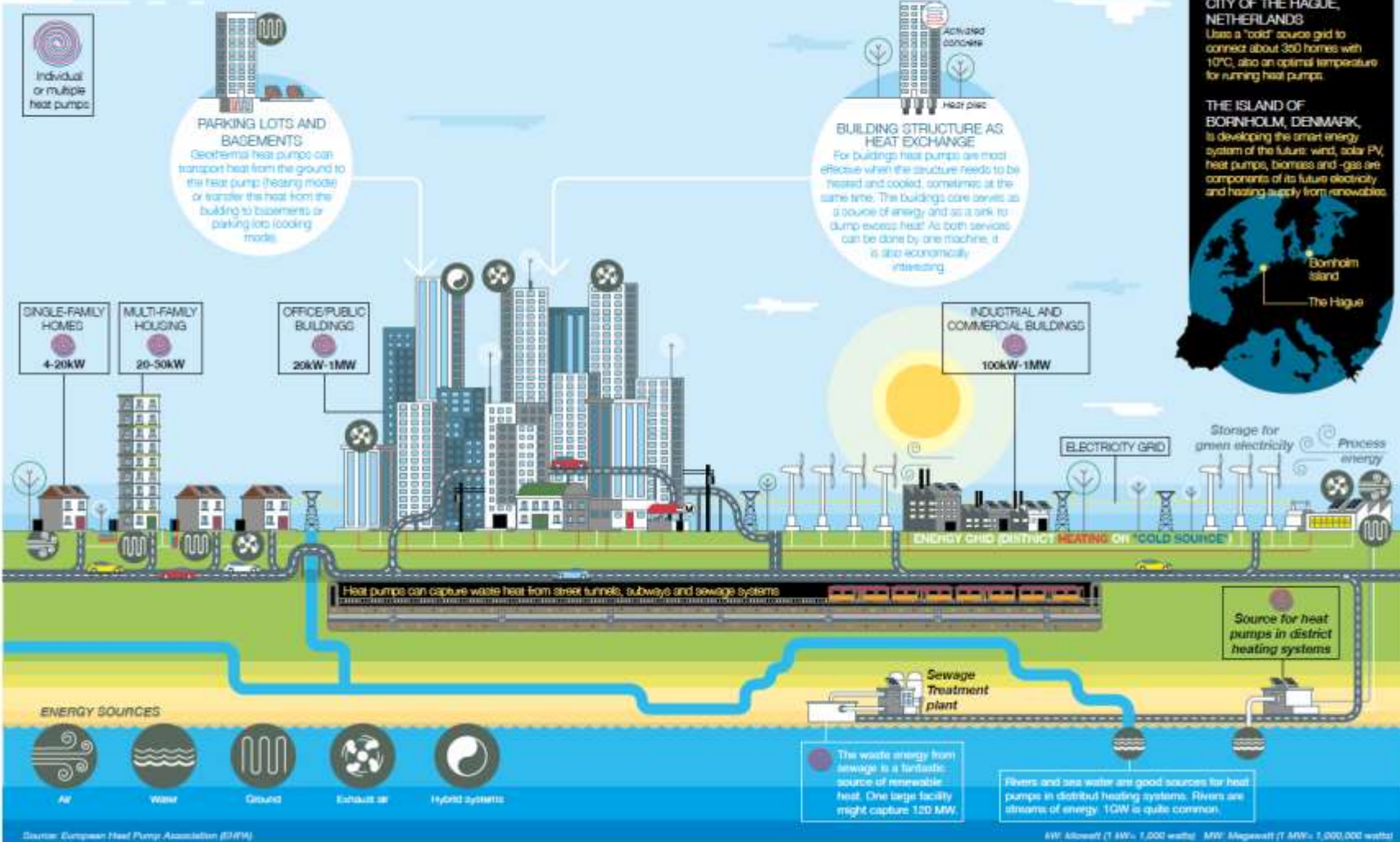


Za **geotermię niskotemperaturową** uznaje się te źródła energii geotermalnej, których temperatura nie jest wystarczająca, aby dokonać jej odzysku (bezpośredniego zastosowania do celów ogrzewania i chłodzenia obiektów) bez zastosowania technologii **pomp ciepła**.

POMPY CIEPŁA – IDEA SMART CITY

HEAT PUMPS CAN BE APPLIED TO EVERY DIMENSION OF PRESENT AND FUTURE CITIES, THUS OPTIMIZING THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FROM AIR, WATER AND THE GROUND.

HEAT PUMPS CAN BE EVERYWHERE



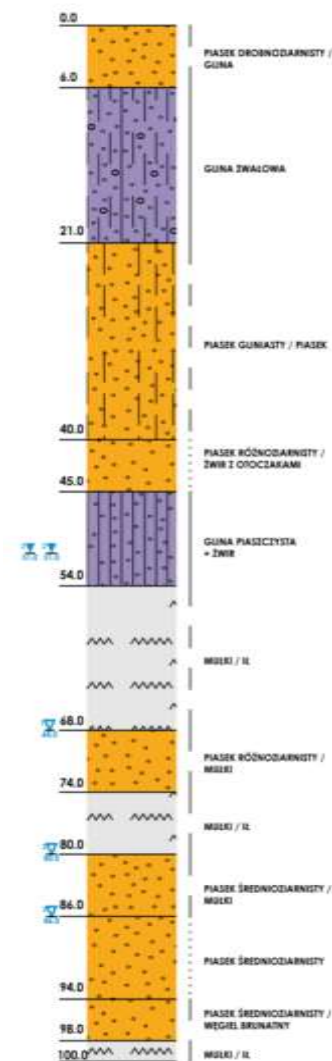
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Czy geologia ma znaczenie ?

Przewidywane profile wyrobisk i otworów

Numer otworu	Typ otworu	Rok wykonania	Rzędna otworu [m n.p.m.]	Głębokość zwierciadła wody [m]	Głębokość otworu [m]
5240002	studnia	1926	84,0	+7,4 (Q) 139,8 (Tr) 200,0 (Tr) 212,0 (Tr) 215,8 (Tr)	240
5240063	studnia	1958	84,4	0,9 (Q) 164,8 (Tr) 173,5 (Tr) 183,0 (Tr) 200,3 (Tr)	230,3
5240226	studnia	1964	83,9	10,7 (Q) 164,8 (Tr) 173,5 (Tr) 183,0 (Tr) 200,4 (Tr)	232
5240269	studnia	1965	84,4	14,6 (Q) 141,3 (Tr) 164,8 (Tr) 173,5 (Tr) 215,5 (Tr)	235,5
5240204	studnia	1963	84,1	6,7 (Q) 11,0 (Q) 147,2 (Tr) 187,0 (Tr) 200,7 (Tr) 218,1 (Tr)	238



Przykład - Wykaz archiwalnych
otworów wiertniczych z Banku HYDRO



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Czy geologia ma znaczenie ?

Wykształcenie litologiczne skał wg przewidywanego profilu geologicznego	Głębokość zalegania [m p.p.t.]	Mięższość [m]	Zwierciadło wody gruntowej [m p.p.t.]	Pobierana jednostkowa moc ciepna q_1 [W/m]
piaski i pyły piaszczyste	0,0 – 5,0	5,0	2,0	45
piaski, pyły, mady rzeczne	5,0 – 46,0	41,0		45
iłły pstry	46,0 – 72,0	26,0		35
piaski i pyły piaszczyste	72,0 – 76,0	4,0	72,0	55
iłły pstry	76,0 – 103,0	27,0		30
piaski i pyły piaszczyste	103,0 – 117,0	14,0	103,0	50
iłły pstry	117,0 – 141,0	24,0		30
piasek drobny	141,0 – 142,0	1,0	141,0	55
węgiel brunatny	142,0 – 146,0	4,0		30
piaski i pyły piaszczyste	146,0 – 160,0	14,0	146,0	40
iłły, pyły i piaski pylaste	160,0 – 170,0	10,0		30

$$q_1 = \frac{(5,0m \cdot 45W / m) + (41,0 \cdot 45W / m) + (26 \cdot 35W / m) + (4,0 \cdot 55W / m) + (27,0m \cdot 30W / m) + (14,0 \cdot 50W / m) +$$

$$(24 \cdot 30W / m) + (1,0 \cdot 55W / m) + (4,0m \cdot 30W / m) + (14,0 \cdot 40W / m) + (10 \cdot 30W / m)}{170}$$

$$q_1 = \frac{225 + 1845 + 910 + 220 + 810 + 700 + 720 + 55 + 120 + 560 + 300}{170,0} = 30,03 \text{ W/m}$$

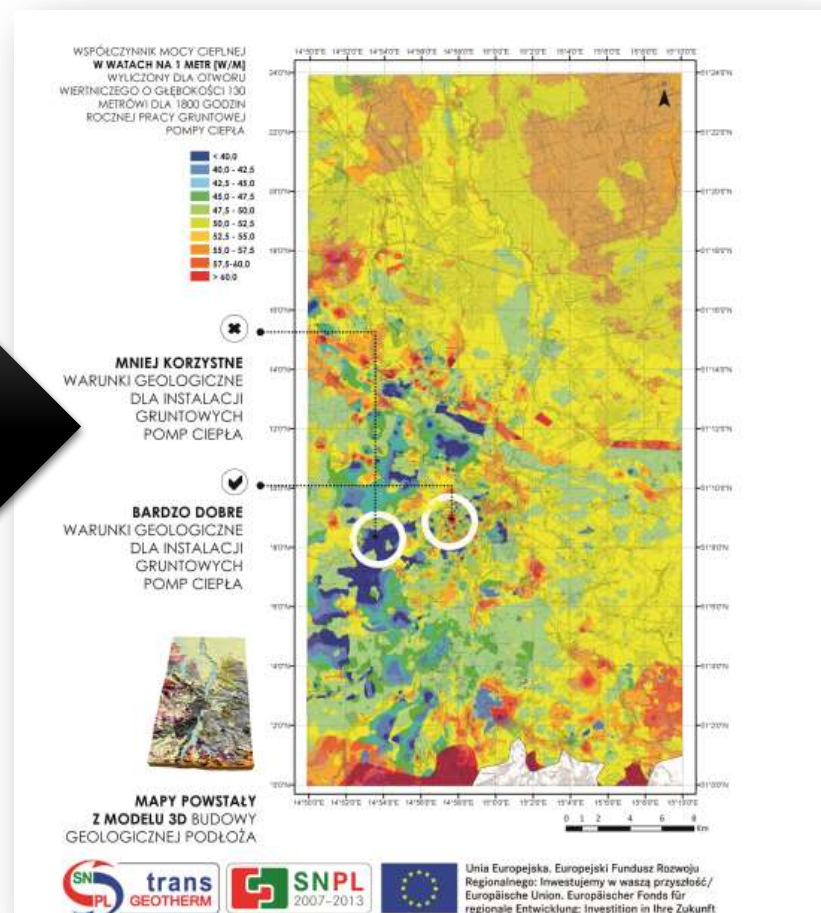
(uśredniony
współczynnik mocy
ciepłej)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

(opis i uzasadnienie liczby wyrobisk i otworów)

→ Podstawa do sporządzania map potencjału geotermii niskotemperaturowej



**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**

Czy geologia ma znaczenie ?

wpływ warunków
geologicznych
na wydajność pomp ciepła



GEOTERMALNE
SYSTEMY ZAMKNIĘTE

ZO INSTALACJE PIONOWE
W OTWORZE WIERTNICZYM

średnica odwiertu 132 + 165 mm
głębokość odwiertów średnio 50 + 100 m
średnica instalacji - 25 + 40 mm
współczynnik mocy cieplnej średnio 20 + 70W/m

BUDYNEK
JEDNORODZINNY

Powierzchnia użytkowa:

> 200 m²

Zapotrzebowanie na moc grzewczą:

> 10 kW

Instalacja geotermalna:

> 2 sondy pionowe w otworach wiertniczych
o głębokości 100 m

Liczba rocznych godzin pracy instalacji:

> 1800

WSPÓŁCZYNNIK MOCY CIEPLNEJ
W WATACH NA 1 METR (W/M)
WYLICZONY DLA OTWORU
WIERTNICZEGO O GŁĘBOKOŚCI 130
METRÓW DLA 1800 GODZIN
ROCZNEJ PRACY GRUNTOWEJ
POMPY CIEPŁA

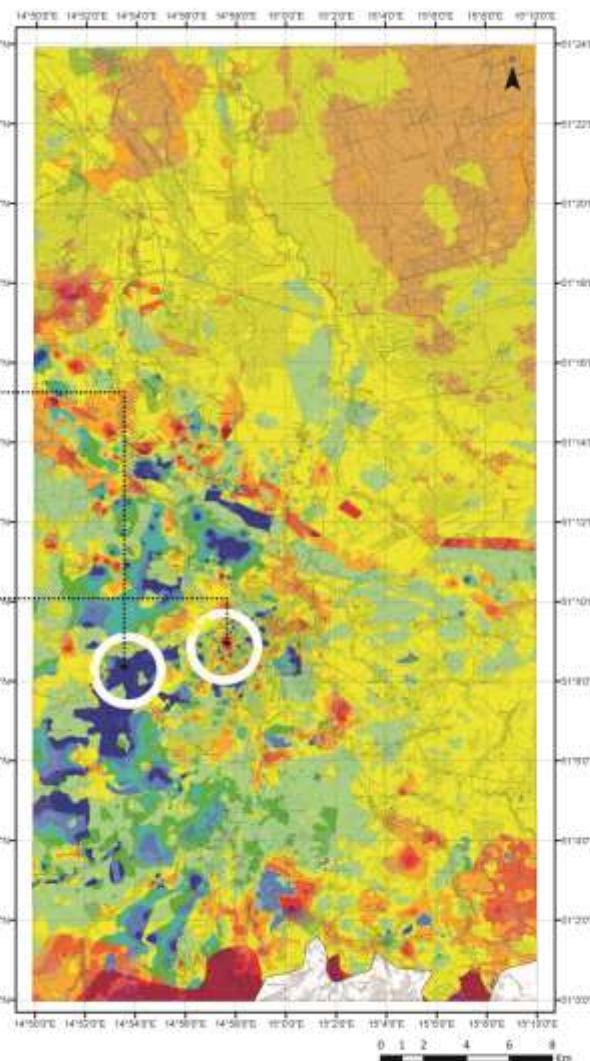


MNIEJ KORZYSTNE
WARUNKI GEOLOGICZNE
DLA INSTALACJI
GRUNTOWYCH
POMP CIEPŁA

BARDZO DOBRE
WARUNKI GEOLOGICZNE
DLA INSTALACJI
GRUNTOWYCH
POMP CIEPŁA



MAPY POWSTAŁY
Z MODELU 3D BUDOWY
GEOLOGICZNEJ PODŁOŻA



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



trans
GEOTHERM



Unia Europejska, Europejski Fundusz Rozwoju
Regionalnego: Inwestujemy w waszą przyszłość/
Europäische Union, Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung: Investition in Ihre Zukunft

Czy geologia ma znaczenie ?

wpływ warunków
geologicznych
na wydajność pomp ciepła

PROJEKTY Z ZAKRESU GEOTERMII NISKOTEMPERATUROWEJ



GEOTERMALNE SYSTEMY ZAMKNIĘTE

ZO INSTALACJE PIONOWE W OTWORZE WIERTNICZYM

średnica odwiertu 132 ÷ 165 mm
głębokość odwiertów średnio 50 ÷ 100 m
średnica instalacji - 25 ÷ 40 mm
współczynnik mocy cieplnej średnio 20 ÷ 70 W/m

BUDYNEK JEDNORODZINNY

Powierzchnia użytkowa:

> 200 m²

Zapotrzebowanie na moc grzewczą:

> 10 kW

Instalacja geotermalna:

> 2 sondy pionowe w otworach wiertniczych
o głębokości 100 m

Liczba rocznych godzin pracy instalacji:

> 1800

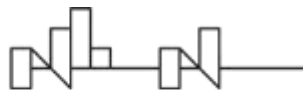
TransGeoTherm

Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy. Projekt pilotażowy



GEO
THERMAL
4 PL

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Norway
grants

Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

GeoPLASMA-CE

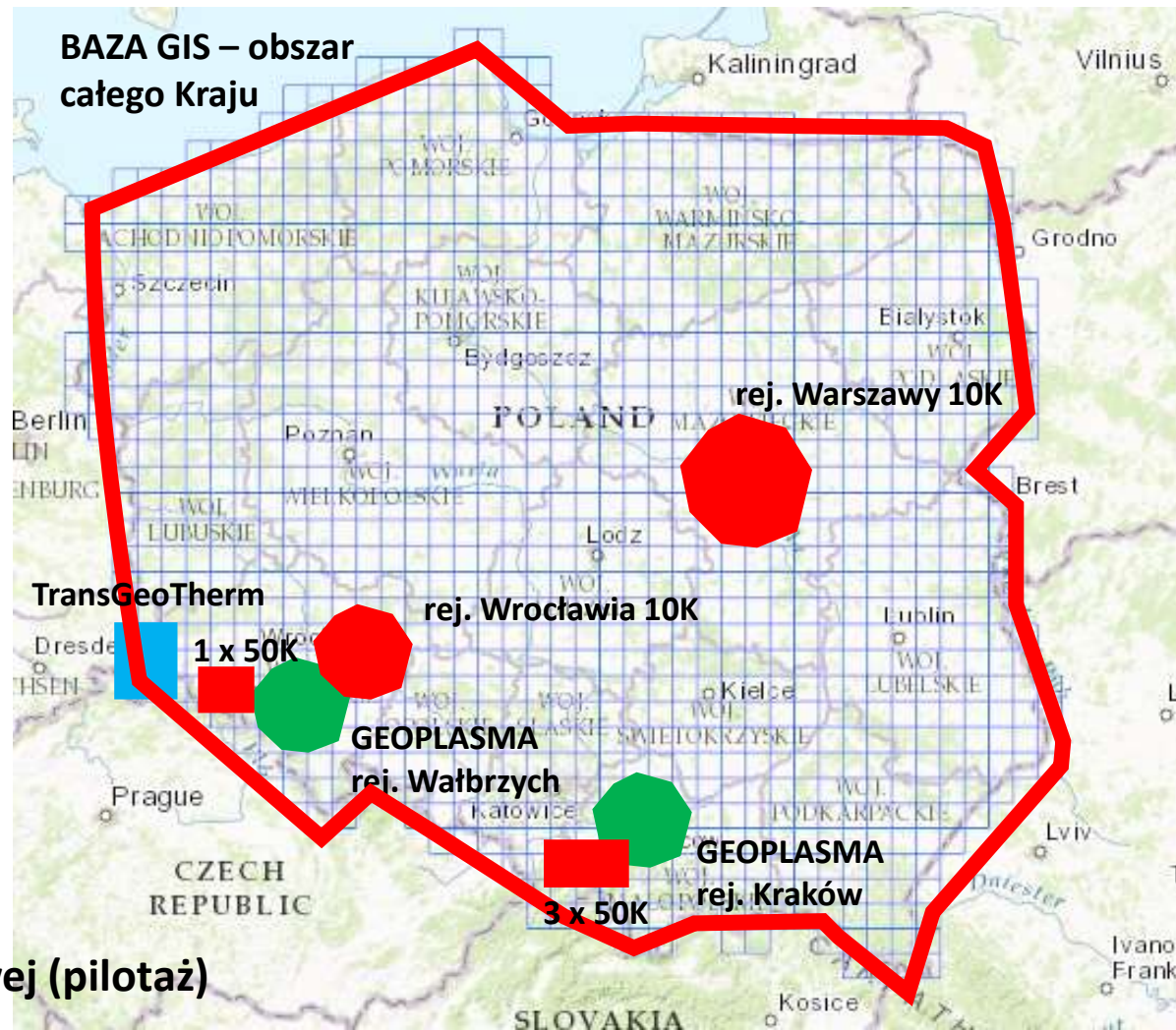


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zadania Państwowej Służby Geologicznej



Projekty z zakresu geotermii niskotemperaturowej realizowane przez PIG-PIB



TansGeoTherm

2014

GEOPLASMA CE

2019

Zadanie PSG

2021

MPGN – Mapa
Potencjału
Geotermii
Niskotemperaturowej (pilotaż)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

CELE OPRACOWANIA MAP POTENCJAŁU PŁYTKIEJ GEOTERMII ?

- MPPG służą oszacowaniu warunków podłoża skalnego pod kątem ich technicznej przydatności dla montażu GPC jak również w celu identyfikacji barier i ograniczeń wynikających np. z istniejącej infrastruktury lub przepisów formalno-prawnych.
- MPPG stanowią istotną pomoc dla :
 - podmiotów gospodarczych i inwestorów indywidualnych wstępnie szacujących efektywność GPC,
 - dla organów administracji geologicznej w podejmowaniu decyzji urzędowych dotyczących projektów geologicznych sporządzonych w celu wykorzystania ciepła Ziemi oraz
 - dla władz samorządowych w tworzeniu lokalnych strategii rozwoju odnawialnych źródeł energii bądź planów ograniczania niskiej emisji.



JAK OPRACOWANO MAPY GEOTERMALNE



trans
GEO THERM



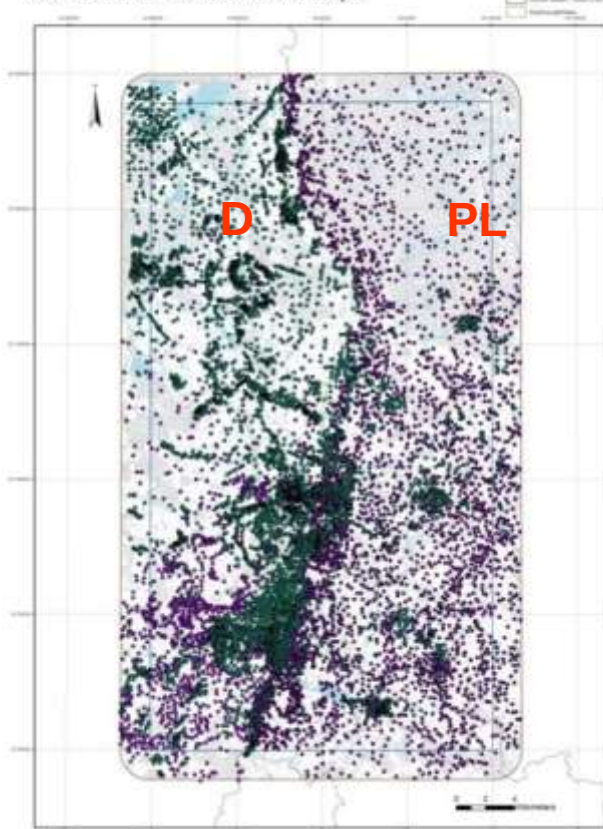
Unia Europejska. Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego: Inwestujemy w waszą przyszłość/
Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung: Investition in Ihre Zukunft



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Trzon bazy danych składa się z opisów profili litologicznych 5146 wybranych otworów wiertniczych i 5168 otworów wirtualnych (pomocniczych); profile litologiczne pogrupowane są w 75 jednostek hydrogeologiczno-geotermalnych (HGE)

Lokalizacja terenu badań projektu TransGeoTherm z zaznaczeniem otworów wiertniczych



Legende



Karbon

Oberkarbon

Altpaläozoikum

Unterkarbon

Devon

Silur

Ordovizium bis Silur

Kambrium-Ordovizium

Kambrium

Proterozoikum bis Paläozoikum

Proterozoikum

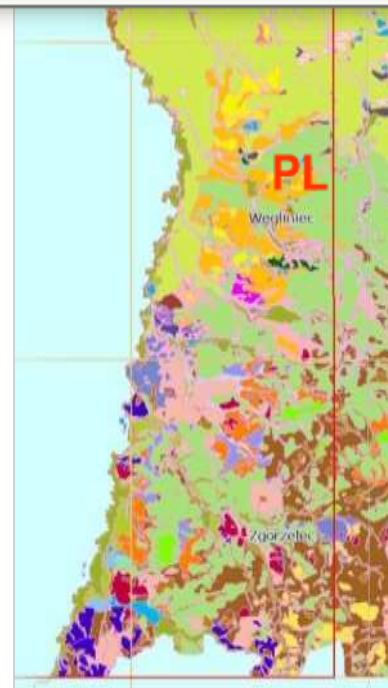
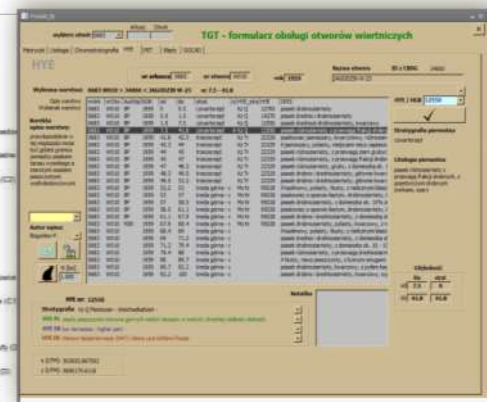
Gänge, Alter unterschiedlich

Tektonische Störungen

(sicher/unsicher)

Hauptstörung 1. Ordnung

Reinstörung 2. Ordnung

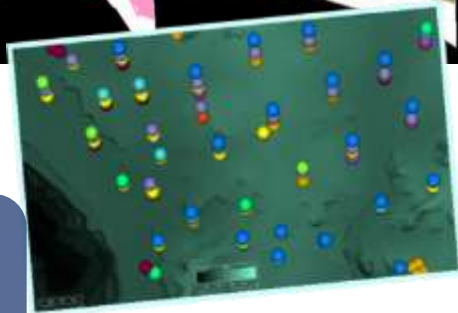
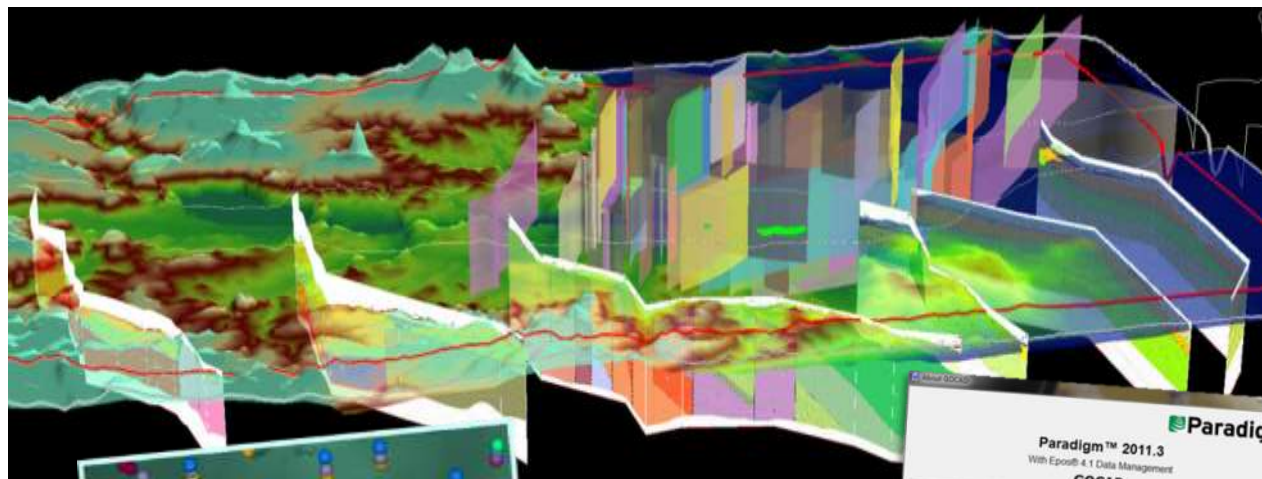
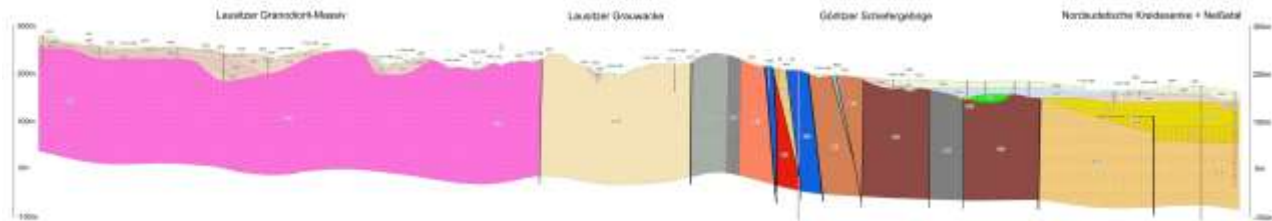
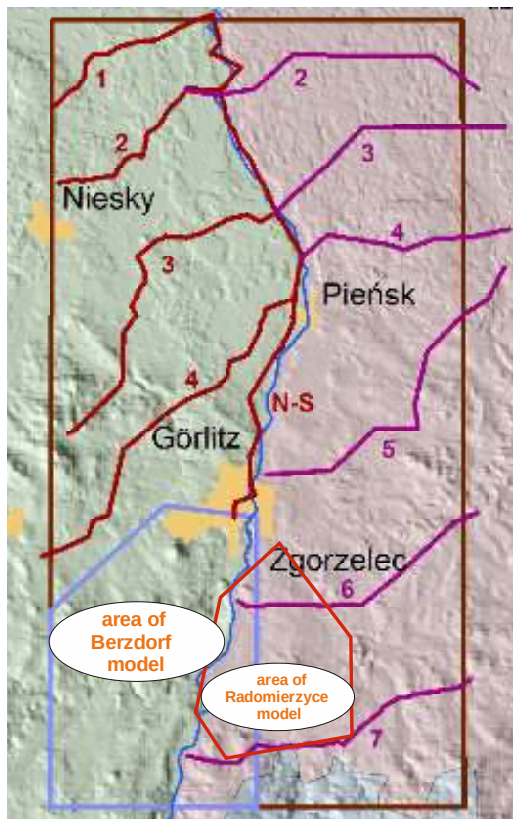


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Unia Europejska, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego: Inwestujemy w waszą przyszłość/
Europäische Union, Europäischen Fonds für regionale Entwicklung: Investition in Ihre Zukunft

Otwory z zakodowanymi profilami litologicznymi (zgodnie z listą HGE) i wyznaczone przekroje geologiczne posłużyły jako osnowa do konstrukcji modelu numerycznego 3D do głębokości do 200 metrów (lokalnie do 340 m) przetworzonego w oprogramowaniu GOCAD,

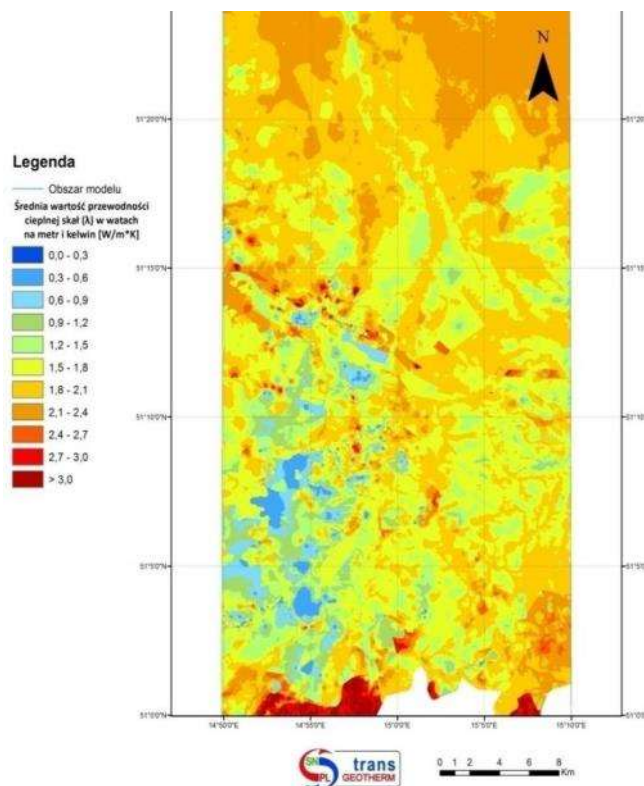


**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**

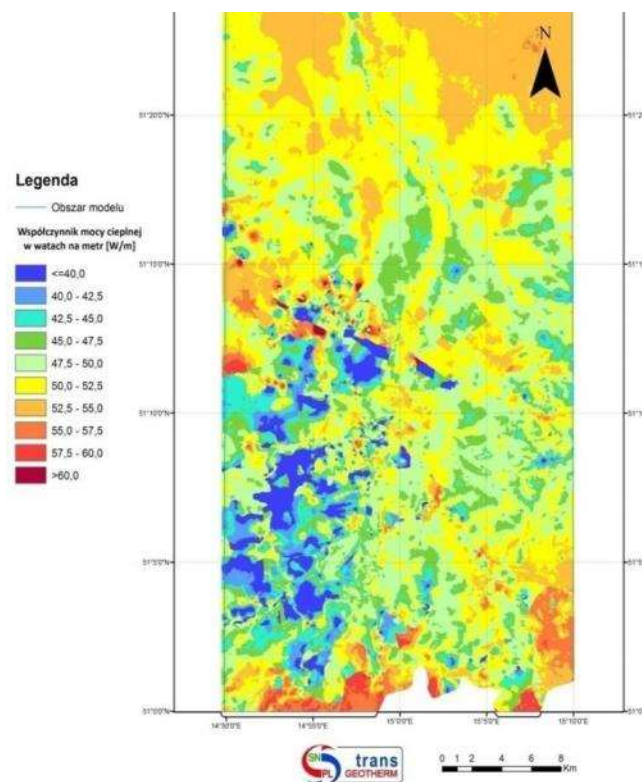
PRZYKŁADOWE MAPY POTENCJAŁU PŁYTKIEJ GEOTERMII

Źródło: projekt TransGeoTherm: www.transgeotherm.eu

Mapa dla przewodności
cieplnej $W/m \cdot K$, 040 m



Mapa dla wskaźnika mocy
cieplnej W/m , 040 m, 1800 h



Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji publicznej”

Kalkulacja ilości i głębokości otworów wiertniczych dla instalacji gruntowej pompy ciepła

Przykład zastosowania:

Dom jednorodzinny, 12 kW
zapotrzebowania mocy, tylko do ogrzewania

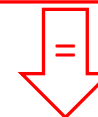


Legenda:

Wskaźnik mocy cieplnej w watach na metr [W/m] do głębokości
130 metrów i 1800 roboczogodzin rocznie pracy pompy ciepła

	< 40
	40,0 - 42,5
	42,5 - 45,0
	45,0 - 47,5
	47,5 - 50,0
	50,0 - 52,5
	52,5 - 55,0
	55,0 - 57,5
	57,5 - 60,0
	>60,0

$$\times \quad 130 \text{ m} = 6500 \dots 6825 \text{ W}$$



$$6,5 \dots 6,8 \text{ kW}$$



$$12 \text{ kW} \div 6,5 \text{ kW} =$$

1,8

**Wynik: do wykonania 2 wierceń
na głębokość 130 m**

www.transgeotherm.eu

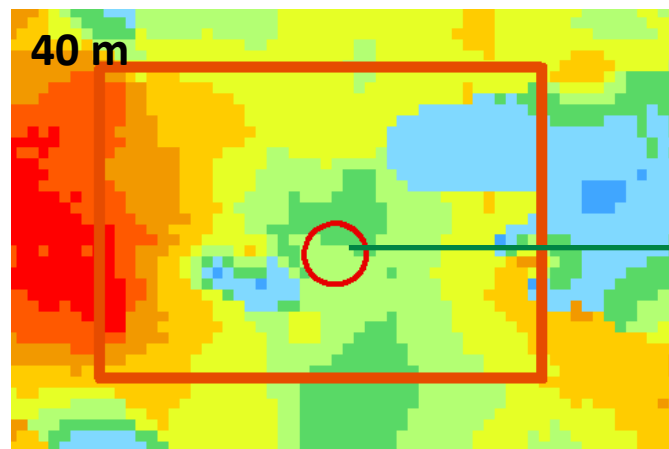


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

opracowała: Karina
Hofmann, mat. projektu
TransGeoTherm



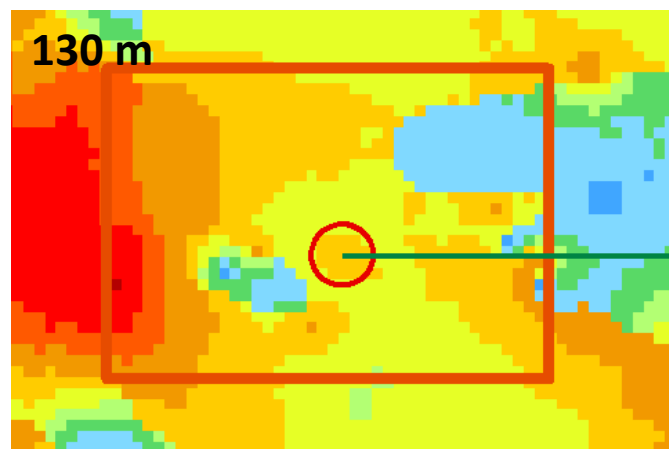
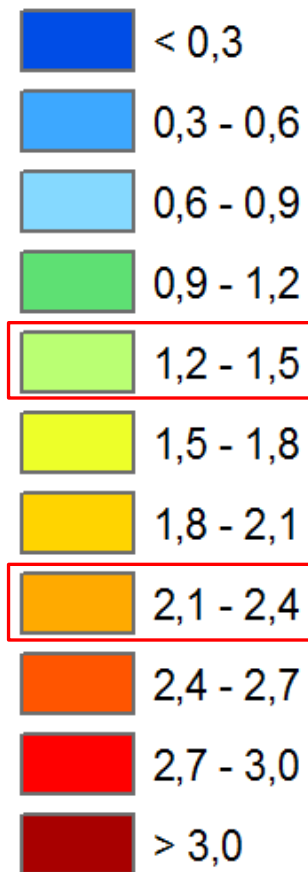
Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji dla profesjonalistów”



Legenda

Średnia przewodność
cieplna w watach na metr
i kelwin ($\text{W/m}\cdot\text{K}$) do
głębokości 40 m

λ w $\text{W/m}\cdot\text{K}$



Legenda

Średnia przewodność
cieplna w watach na metr
i kelwin ($\text{W/m}\cdot\text{K}$) do
głębokości 130 m

opracowała: Karina
Hofmann, mat. projektu
TransGeoTherm



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji dla profesjonalistów”

Wariant: wybór wiercenia o głębokości do 130 m → odczyt $\lambda = 2,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Prawidłowe wymiarowanie instalacji geotermalnej na okres eksploatacji minimum 25 lat

Wymiarowanie instalacji np. za pomocą programu Earth Energy Designer EED

Dane wejściowe np.:

- Dane pompy ciepłej
- Miesięczny bilans energetyczny
- Dane materiałowe odnośnie sondy geotermicznej wypełniająca otworu
- Informacje o danej lokalizacji:
 - Średnia temperatura roczna
 - Pojemność cieplna podłoża
 - **Przewodność cieplna λ podłoża skalnego**

Dane wyjściowe np.:

- Obliczenie średnich temperatur płynu roboczego → warunek po 25 latach $\geq 0^\circ \text{C}$
- Obliczenie niezbędnej głębokości odwiertu i liczby wymienników ciepła



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

opracowała: Karina
Hofmann, mat. projektu
TransGeoTherm



Partnerami stowarzyszonymi projektu dla PIG-PIB są:

- Urząd Miasta Wałbrzysza
- Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego

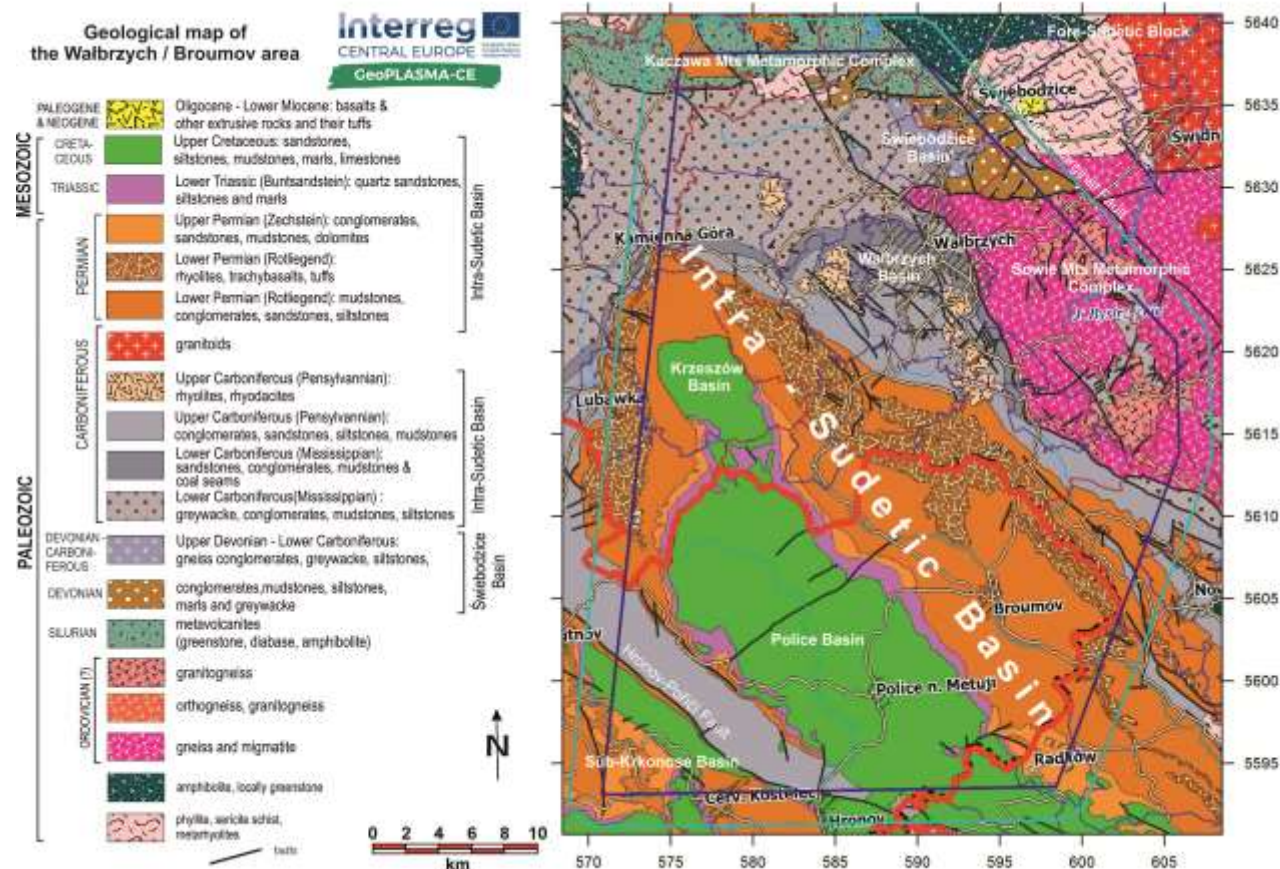
Podczas realizacji projektu GeoPLASMA-CE powstaną nowoczesne narzędzia do planowania i zarządzania dla technologiami płytkiej geotermii:

- Portal internetowy do wsparcia procesu podejmowania decyzji i system informacyjny oparty na modelach geologicznych 3D;
- Internetowa platforma ekspertów przeznaczona do transferu wiedzy i łączenia użytkowników płytkiej geotermii w Europie Środkowej;
- Mapy potencjału geotermalnego, mapy wrażliwości środowiskowej i zintegrowane strategie zarządzania służące wykorzystaniu technologii płytkiej geotermii w wybranych 6. obszarach pilotażowych (**w Polsce: dla powiatu wałbrzyskiego i miasta Krakowa**);
- Zharmonizowane strategie planowania, tworzenia map, zarządzania i monitorowania wykorzystaniem płytkiej geotermii zgodnie ze wspólnymi ponadnarodowymi standardami.



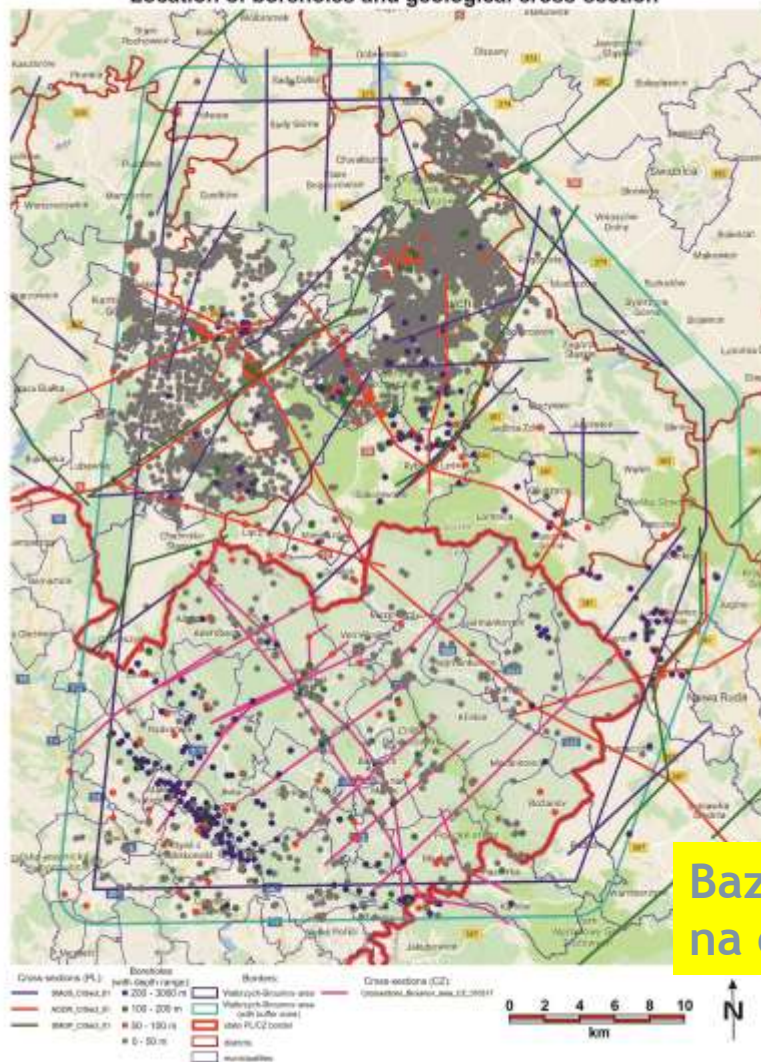
LOKALIZACJA OBSZARU PILOTAŻOWEGO WAŁBRZYCH / BROUMOV NA TLE MAPY GEOLOGICZNEJ

- ✓ Duże zróżnicowanie budowy geologicznej,
- ✓ Skomplikowana tektonika,
- ✓ Jednostki litologiczne różnego wieku i typu skał,
- ✓ Dominujący udział utworów osadowo-wulkanicznych niecki śródsudeckiej (w tym węglonośne osady karbonu górnego),
- ✓ Liczne kamieniołomy permskich skał wulkanicznych,
- ✓ **Korzystne warunki dla instalacji geotermalnych pomp ciepła systemów zamkniętych.**

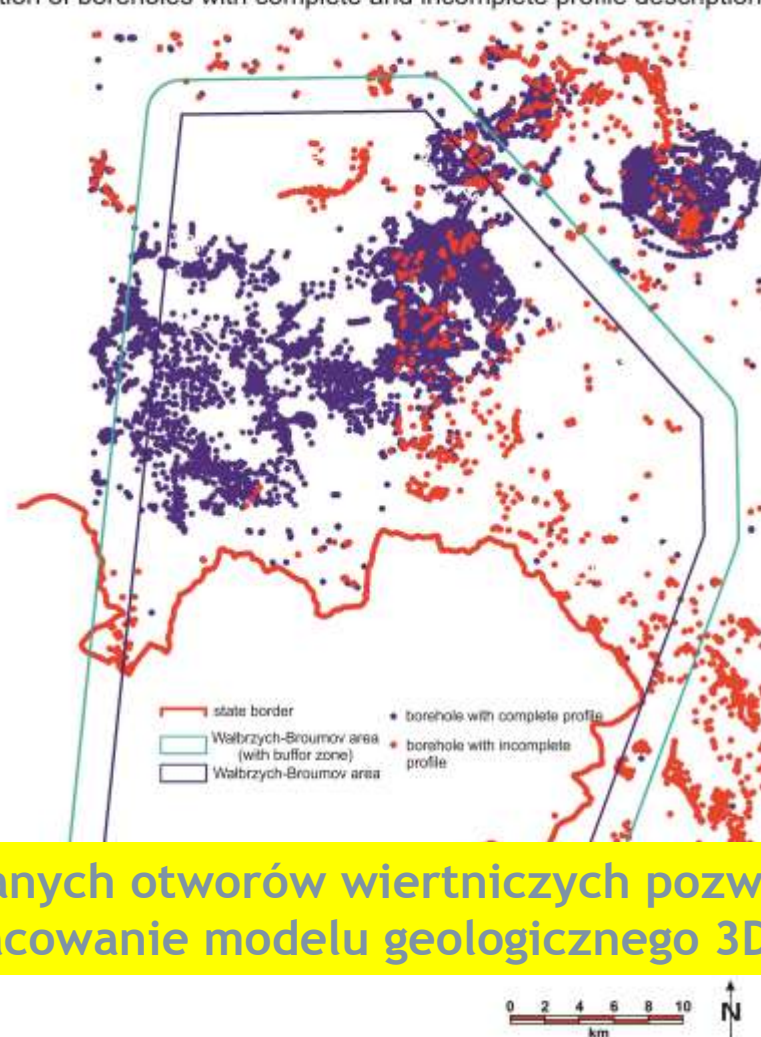


ZEBRANIE I PRZETWORZENIE DANYCH Z OTWORÓW WIERTNICZYCH

Wałbrzych - Broumov area:
Location of boreholes and geological cross-section



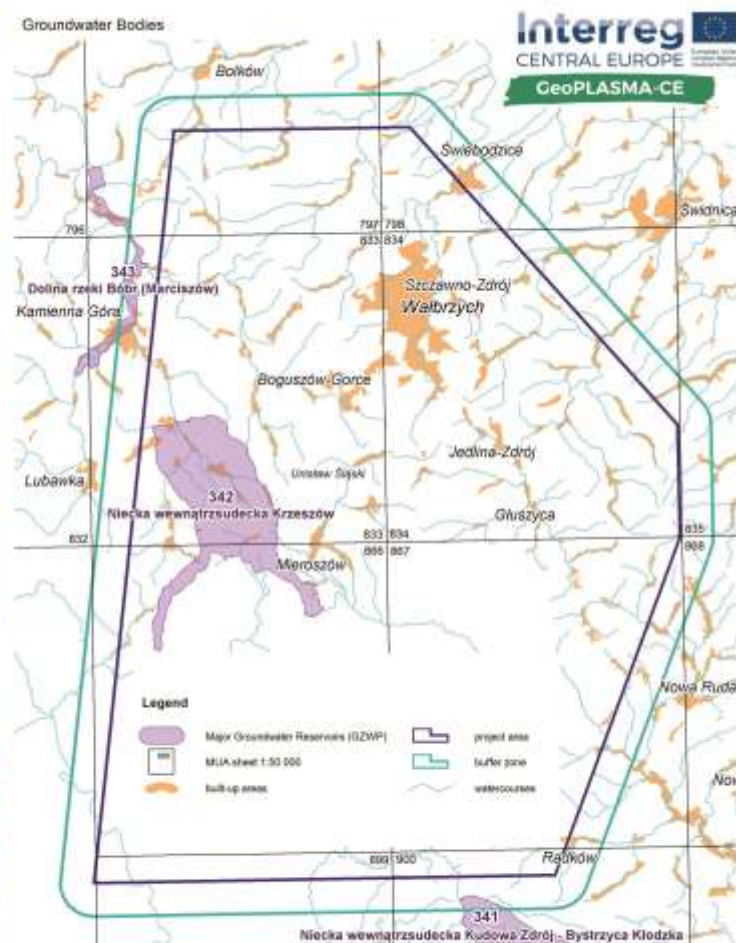
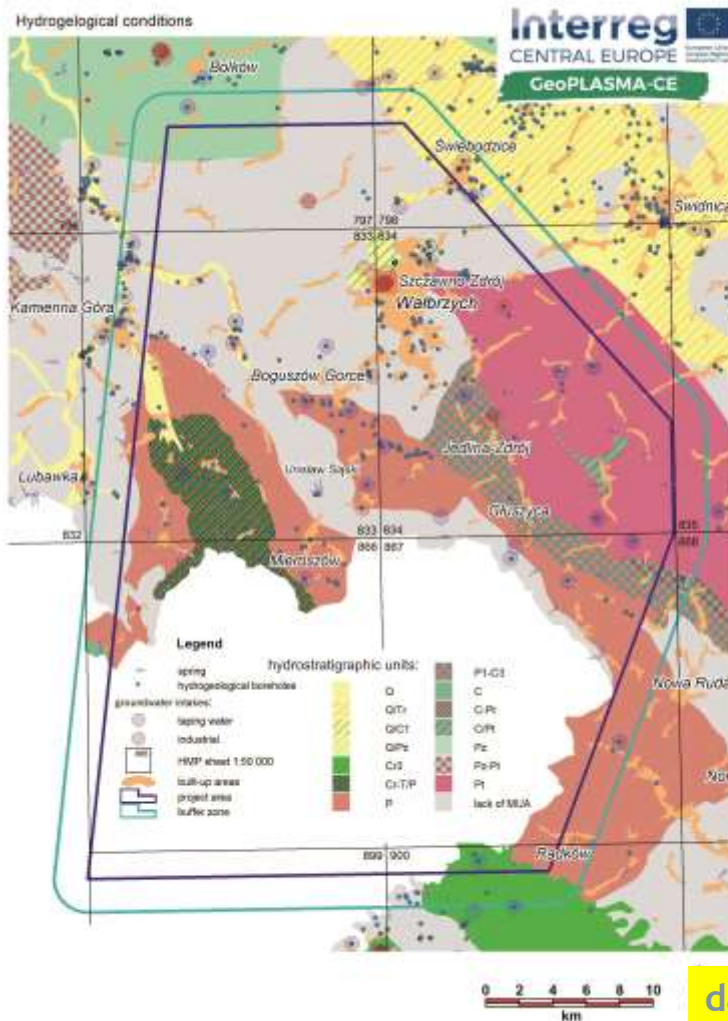
Wałbrzych area:
Location of boreholes with complete and incomplete profile description



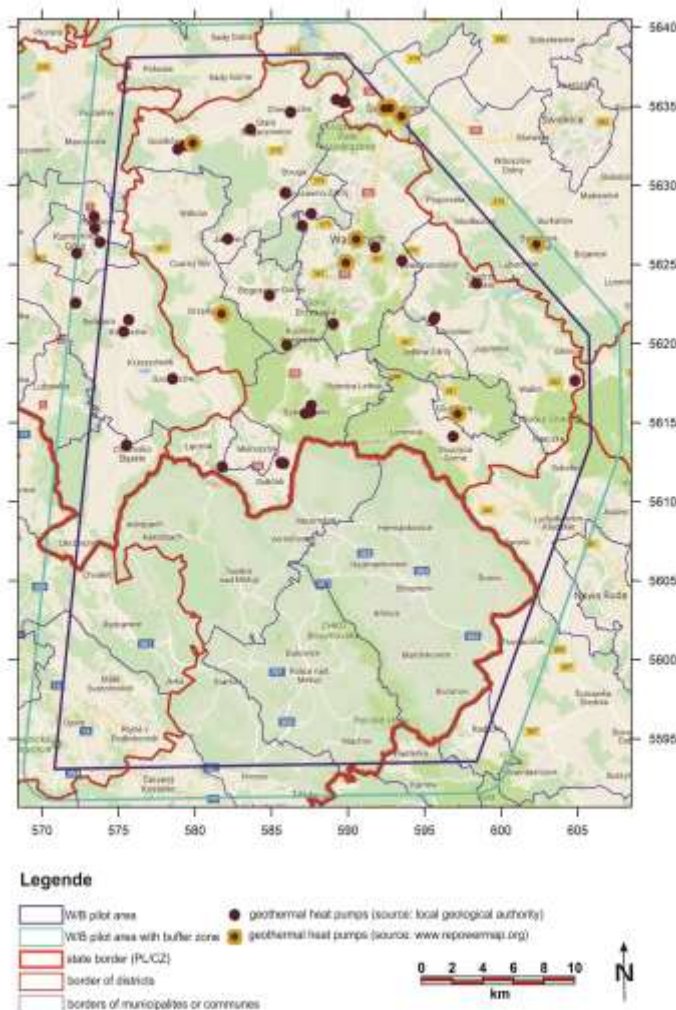
**Baza danych otworów wiertniczych pozwoli
na opracowanie modelu geologicznego 3D**



ZEBRANIE I PRZETWORZENIE DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH



dane dotyczące poziomu zwierciadła wód gruntowych
posłużą do podziału skał podłoża na skały suche i wilgotne



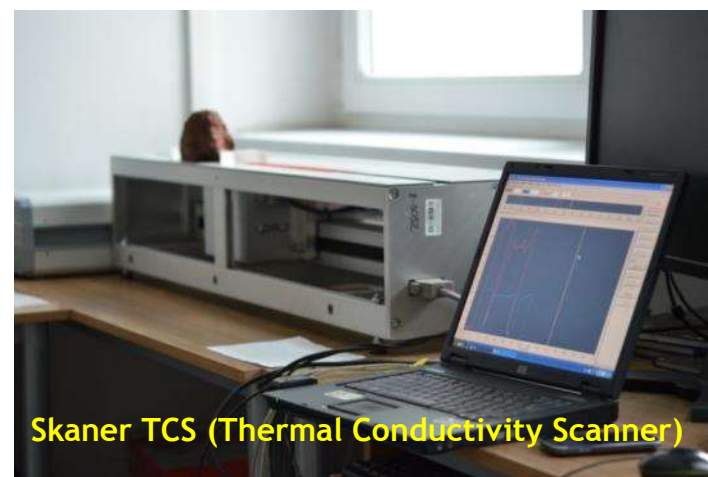
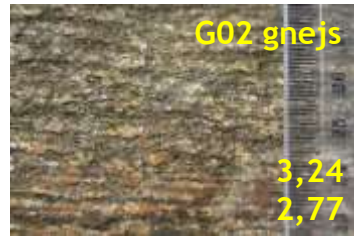
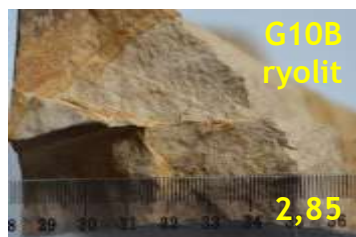
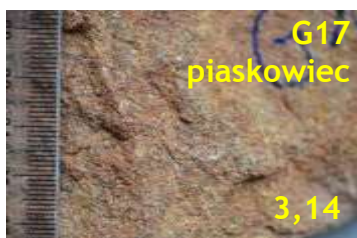
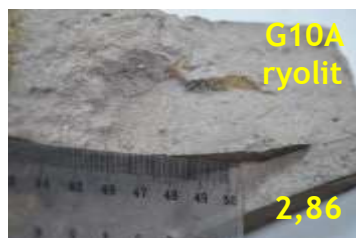
(na podstawie danych zebranych z powiatowych organów administracji geologicznej oraz mapy portalu RePowerMap)

- Łączna liczba GHP w rejonie wałbrzyskim wynosi około 60 instalacji
- Większość GHP jest wykorzystywana do ogrzewania domów jednorodzinnych, a tylko nieliczne do budynków publicznych
- Całkowita moc instalacji: około 1000 kW_t
- Największa instalacja GHP: 117 kW_t



LABORATORYJNE BADANIA PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ SKAŁ

- 75 zebranych prób reprezentujących większość jednostek geologicznych z obszaru Wałbrzycha
- wyniki λ podane w W/m*K
- Wartości termalne skał korzystne dla gruntowych pomp ciepła



opracował: Wiesław Kozdrój



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



LABORATORYJNE BADANIA PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ GRUNTÓW



Inne metody badań λ

- Przewodność cieplną można także badać metodami laboratoryjnymi
- Przykład – Igła termiczna Kd2Pro

Przykładowe wyniki badań przewodności cieplnej λ

Date	Sensor type	Thermal conductivity (λ)	Temp(0)	Test duration	Test mode
		[W/(m·K)]	[°C]	[min]	
2016-05-19 08:04	TR-1	3,068	20,84	5	HPM
2016-05-19 08:19	TR-1	2,832	20,82	5	HPM
2016-05-19 08:34	TR-1	3,214	20,68	5	HPM
2016-05-19 08:49	TR-1	3,045	20,54	5	HPM
...	...	...	...	...	...
2016-05-20 10:17	TR-1	1,884	20,38	5	HPM



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Weryfikacja założeń projektowych - Test reakcji termicznej (TRT)



Badanie TRT wykonywane w celu uniknięcia niedoszacowania lub przeszacowania zdolności gruntu do przekazywania ciepła (zwłaszcza w przypadku projektowania dolnego źródła pomp ciepła do zasilania dużych obiektów).

Badanie „in-situ” wykonywane w otworze pilotażowym, pierwszym z serii przewidzianych do odwiercenia w planowanej inwestycji geotermalnej. **Wartość przewodnictwa cieplnego λ** otrzymywana w wyniku badania TRT jest bardzo wiarygodna, ponieważ oblicza się ją w rzeczywistych warunkach pracy wymiennika ciepła.

Czy geologia ma znaczenie ?

wpływ warunków
geologicznych
na wydajność pomp ciepła



GEOTERMALNE
SYSTEMY ZAMKNIĘTE

ZO INSTALACJE PIONOWE
W OTWORZE WIERTNICZYM

średnica odwiertu 132 ÷ 165 mm
głębokość odwiertów średnio 50 ÷ 100 m
średnica instalacji - 25 ÷ 40 mm
współczynnik mocy cieplnej średnio 20 ÷ 70 W/m

BUDYNEK
JEDNORODZINNY

Powierzchnia użytkowa:

> 200 m²

Zapotrzebowanie na moc grzewczą:

> 10 kW

Instalacja geotermalna:

> 2 sondy pionowe w otworach wiertniczych

o głębokości 100 m

Liczba rocznych godzin pracy instalacji:

> 1800

PROJEKTY Z ZAKRESU GEOTERMII NISKOTEMPERATUROWEJ

Interreg 
CENTRAL EUROPE
European Union
European Regional
Development Fund

GeoPLASMA-CE

[https://www.interreg-
central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html](https://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html)

Zadanie
Państwowej Służby Geologicznej



www.pgi.gov.pl
geologia.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

DZIĘKUJĘ!



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



 www.pgi.gov.pl