# Geological and reservoir conditions for geothermal heating in Central Poland in a view of an updated state of exploration

Warunki geologiczno-złożowe dla ciepłownictwa geotermalnego w Polsce centralnej w świetle uaktualnionego stanu rozpoznania

A. Sowiżdżał, M. Hajto, B. Papiernik, K. Mitan, E. Hałaj – AGH UST

AGH University of Science and Technology
Faculty of Geology, Geophysics
and Environmental Protection
Department of Fossil Fuels

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geologii, Geofizyki
i Ochrony Środowiska
Katedra Surowców Energetycznych

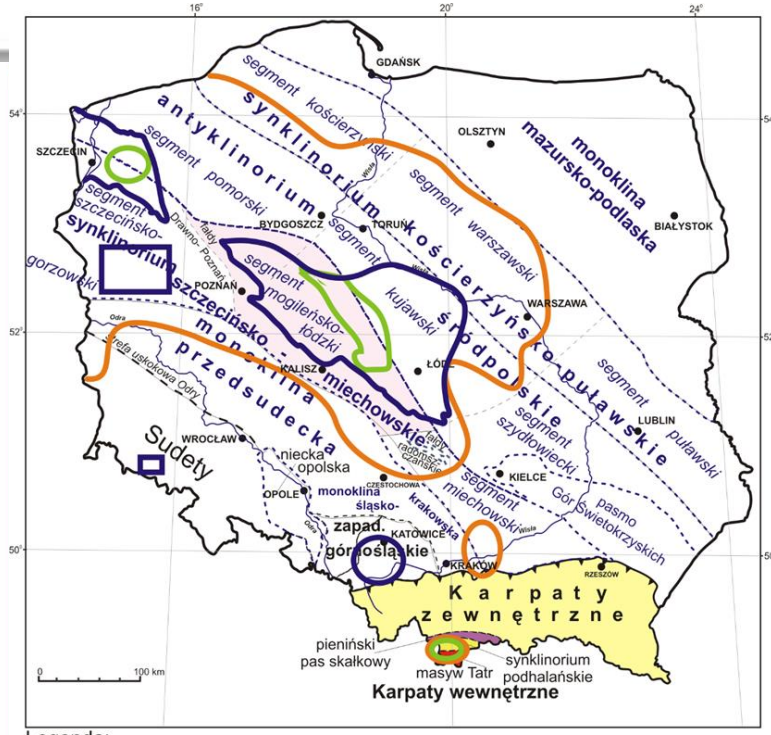
Konferencja podsumowująca / Summary Conference, Warszawa, 24.10.2017

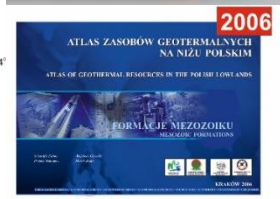
# Geothermal research in AGH UST – Department of Fossil Fuels

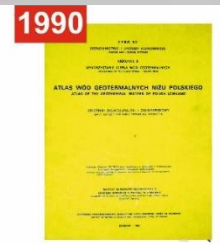
## Badania geotermalne w Katedrze Surowców Energetycznych AGH

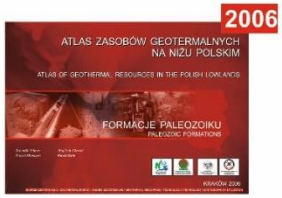
The most perspective area for geothermal energy utilization in Poland

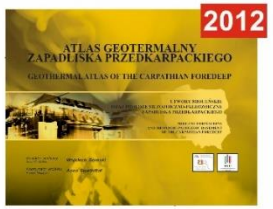
Perspektywiczne rejony dla wykorzystania zasobów geotermalnych w Polsce

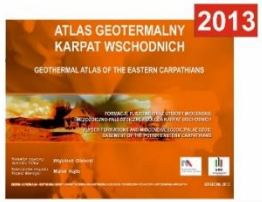


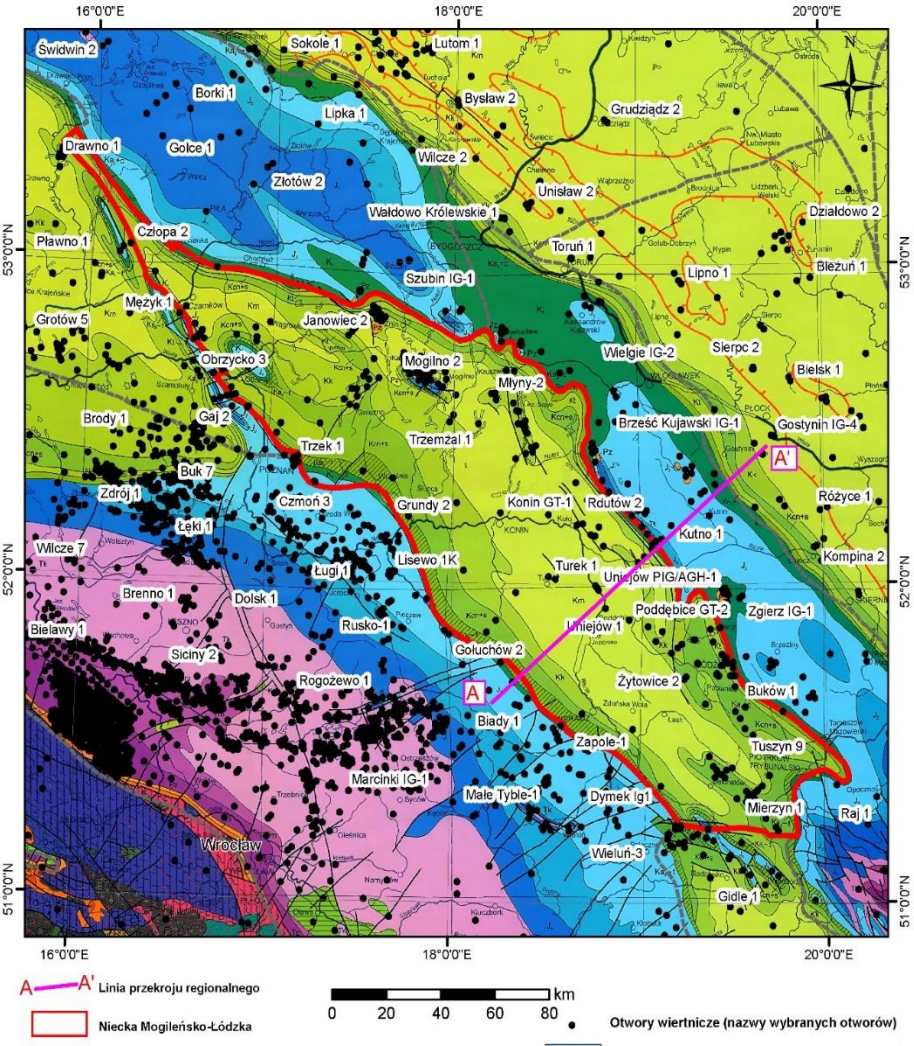



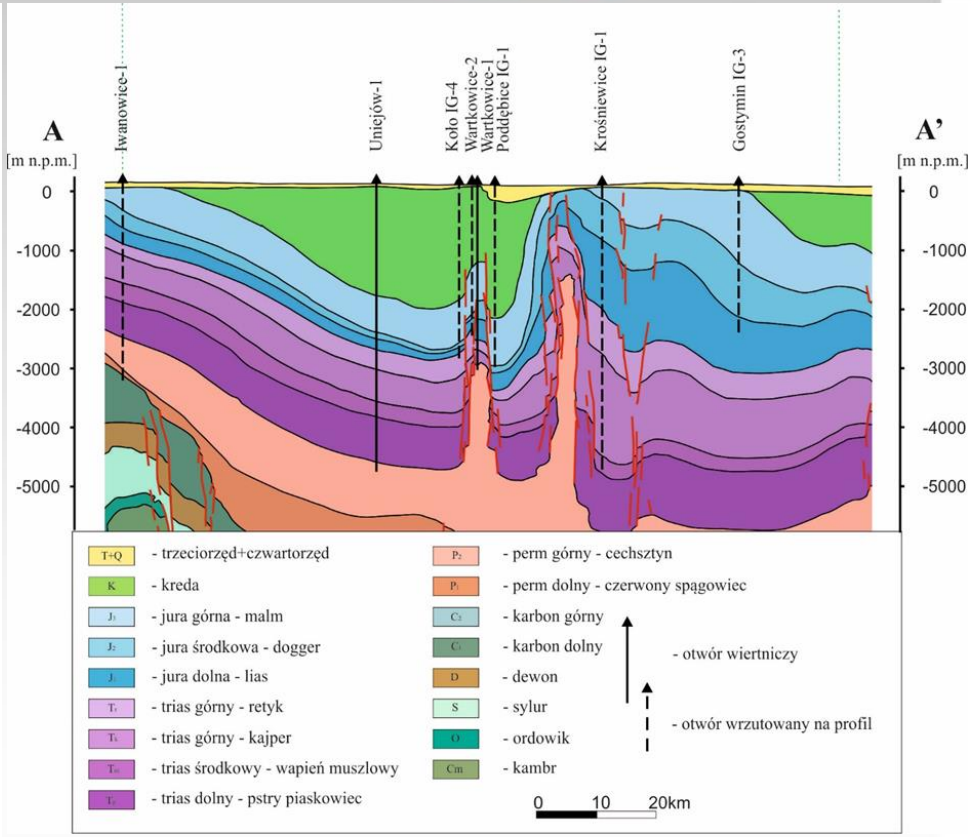




# Analiza parametrów geologicznych i hydrogeotermalnych dolnokredowego i dolnojurajskiego zbiornika geotermalnego w rejonie niecki mogileńsko-łódzkiej

## Analysis of geological, hydrogeological and geothermal parameters and estimation of geothermal resources within the Mogilno-Łódź Trough for the location of new geothermal heat plant installations

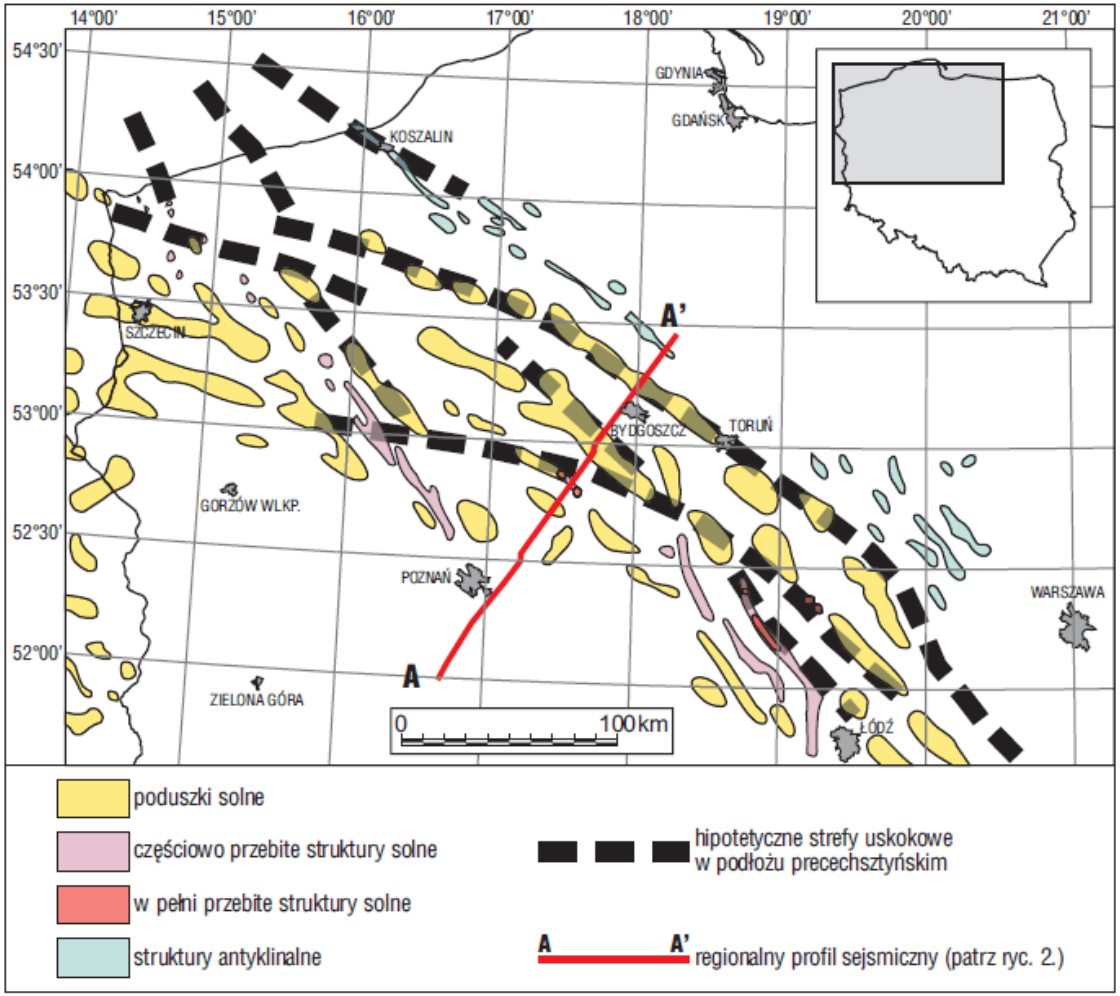


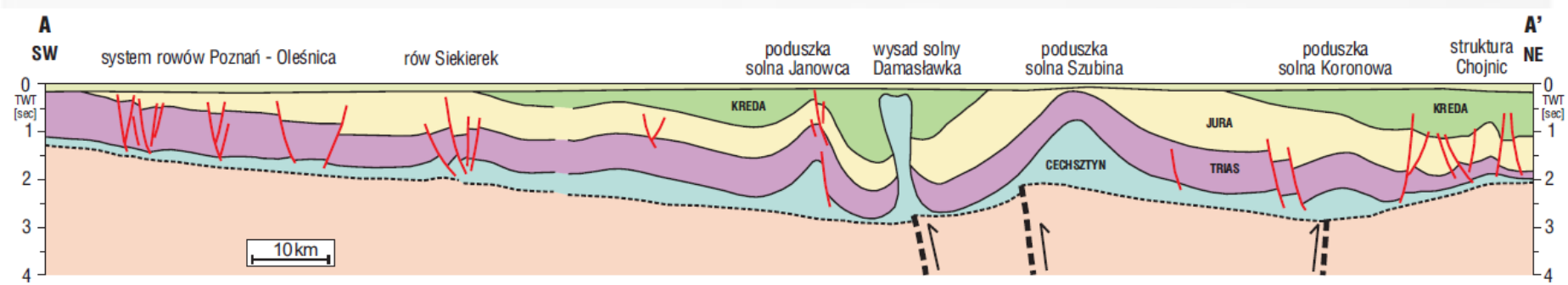

(wg P. Karnkowskiego,1977)

Przekrój geologiczny przez rejon niecki mogileńsko-łódzkiej

Geological cross-section - Mogilno-Łódź Trough




Iceland
Liechtenstein
Norway grants




na podstawie Krzywiec, 2006

# Obecny stan zagospodarowania zasobów geotermalnych

## The current state of geothermal resources development

*Parametry funkcjonujących ciepłowni geotermalnych na obszarze niecki mogileńsko-łódzkiej*
*Parameters of geothermal heating plant in the area of the Mogillno-Lodz Through*
*(based on/na podstawie Kępińska, 2016, Kępińska i in, 2017)*

| Lokalizacja | Rok uruchomienia | Temperatura wody [°C] | Wydajność wody [m³/h] | Minera-lizacja wody [g/L] | Moc z geotermii [$MW_{Th}$] | Całkowita moc zainstalo-wana [$MW_{th}$] | Sprzedaż ciepła z geotermii w 2015 r. [TJ] | Udział geotermii w całkowitej sprzedaży ciepła (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poddębice | 2013 | 68,4 | 252 | 0,4 | 10 | 10 | 15 | 100 |
| Uniejów | 2006 | 68 | 120 | 6,6 | 3,2 | 7,4 | 19,2 | 80 |

**Zbiornik geotermalny – piaszczyste utwory kredy dolnej**
*Geothermal reservoir – Lower Cretaceous sandstones*

Projekty w różnych fazach rozwoju/plany:
Projects in various phases of development/plans:

- Konin - Geotermia Konin – **Konin GT-1**

- Konstantynów Łódzki
- Sieradz
- Koło
- Zgierz
- i inne

**Zbiornik geotermalny – piaszczyste utwory jury dolnej**
*Geothermal reservoir – Lower Jurassic sandstones*

**Celem eksploatacji geotermalnej jest uzyskanie wód:**

- **o największej temperaturze złożowej i eksploatacyjnej,**
- **maksymalnej wydajności w warunkach artezyjskich**
- **o najniższej mineralizacji**

***Exploitation of geothermal reservoir aims to produce water of highest possible reservoir and working temperature, and of highest discharge (possibly under artesian conditions) at the lowest TDS.***

## Czynniki wpływające na opłacalność wykorzystania zasobów geotermalnych

**1. Warunki hydrogeotermalne:**

✓wydajność eksploatacyjna wód podziemnych

✓temperatura wód geotermalnych

✓głębokość zalegania warstwy wodonośnej

✓skład chemiczny wody/mineralizacja

**2. Projekt instalacji:**

✓roczny współczynnik obciążenia instalacji - czas wykorzystania pełnej mocy cieplnej ujęcia
✓stopień schłodzenia wody geotermalnej
✓odległość geotermalnych otworów wiertniczych od odbiorcy ciepła
✓koncentracja zapotrzebowania na ciepło na obszarze jego odbioru

## *The cost effectiveness of geothermal waters utilization is controlled by several factors:*

***1. Hydrogeotermal conditions:***

✓ *discharge of groundwaters*
✓ *temperature of geothermal waters*
✓ *depth to groundwater reservoir*
✓ *chemical composition of groundwaters (TDS)*

***2. Mode of installation load:***

✓ *annual load coefficient for installation - time of operation under full thermal power*
✓ *cooling degree of geothermal water*
✓ *distance from geothermal well to energy consumers*
✓ *concentration of heat demand in the area*

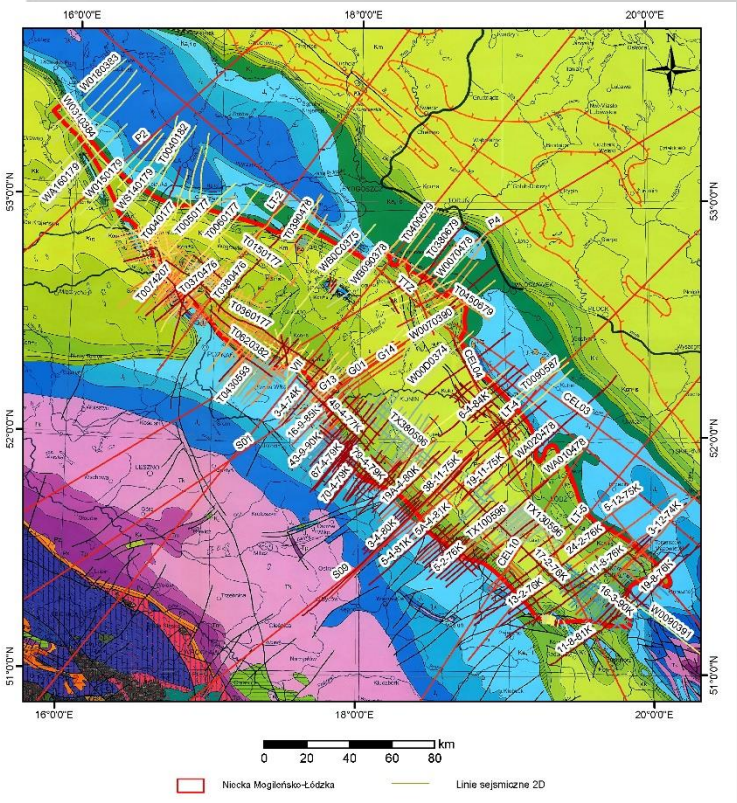
# Rozpoznanie obszaru badań/ Recognition of the research area

Dane wykorzystane do analiz:

- Dane archiwalne
- Dane otworowe
- Interpretacje sejsmiczne
- Geofizyka wiertnicza

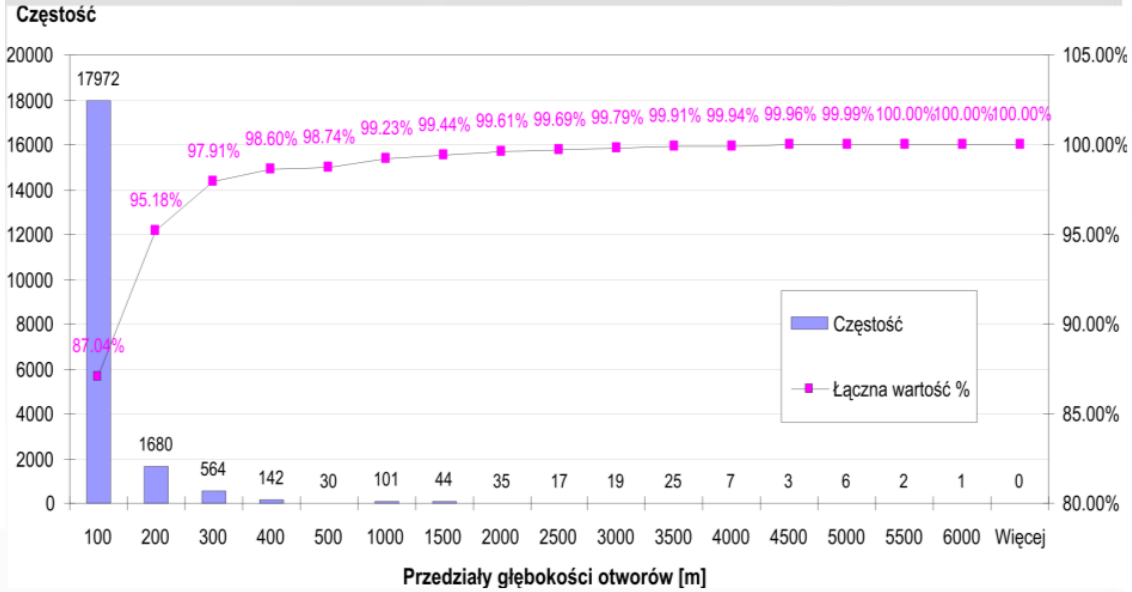
Input data:

- Archival data
- Well data – stratygraphy, litology, laboratory measurements etc.
- Seismic interpretations
- Well logs




**20 648** – ilość otworów, number of wells

- 115 –>1500 m
- 7 –>3000 m

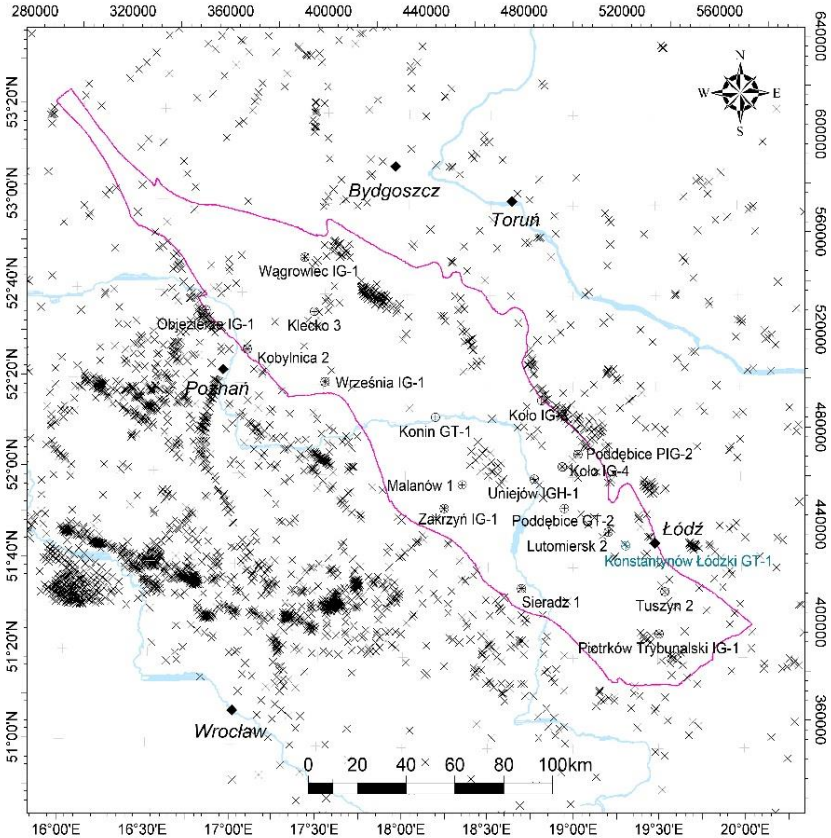


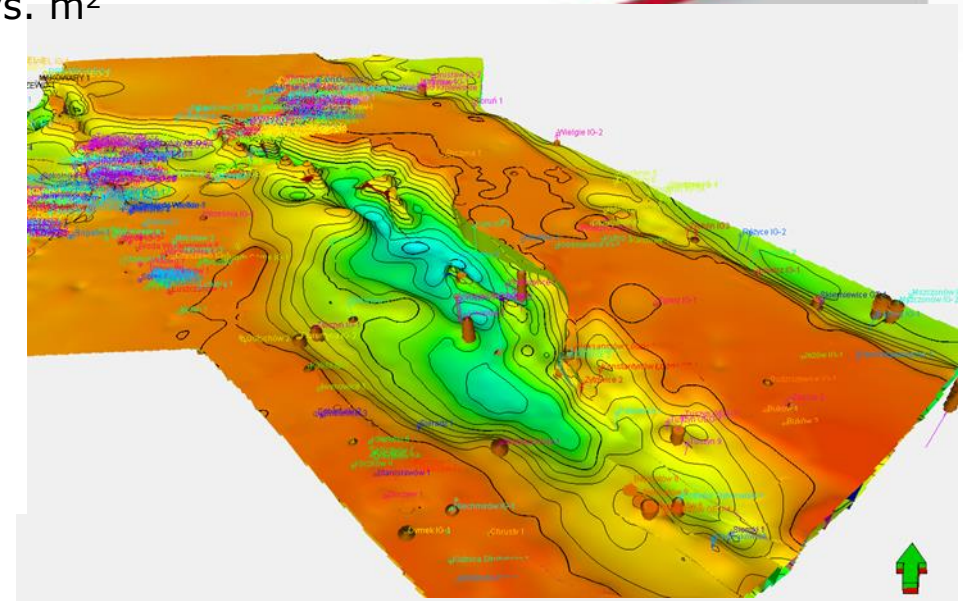

Histogram rozkładu ilości otworów w przedziałach głębokościowych, w rejonie niecki mogileńsko-łódzkiej na podstawie informacji CBDG

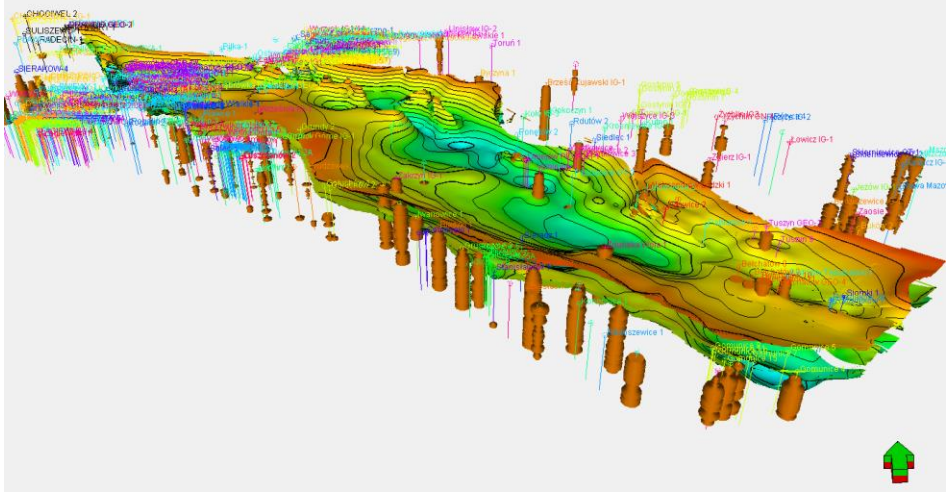
# Trójwymiarowy model geologiczny niecki mogileńsko-łódzkiej

## 3D geological model of Mogilno-Łódź Trough

Obszar modelowania/modeling area – ok. 55 tys. m$^2$
Obszar niecki/ Trough area – ok. 18 tys. m$^2$



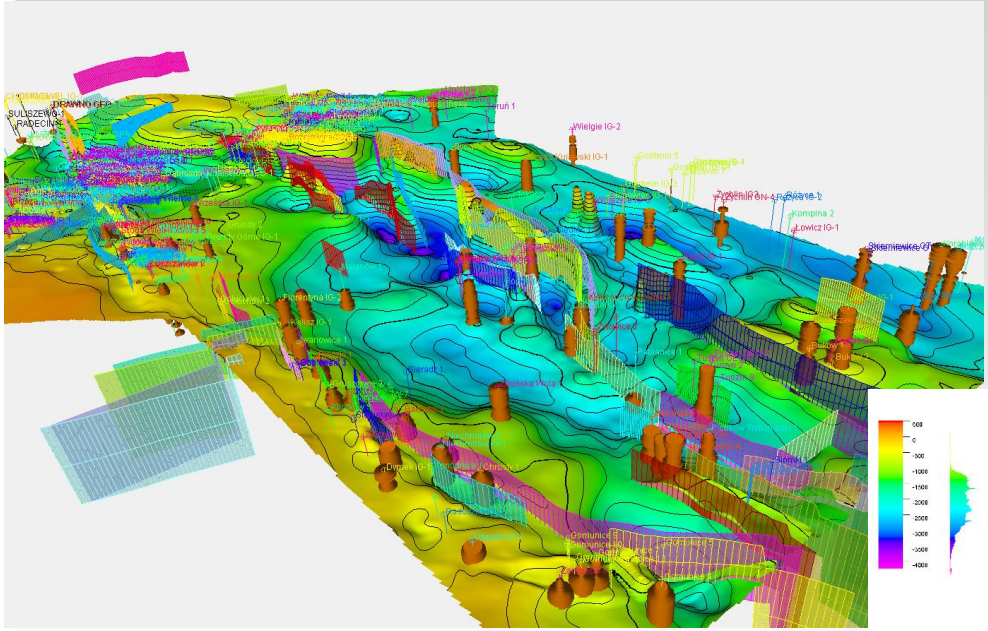





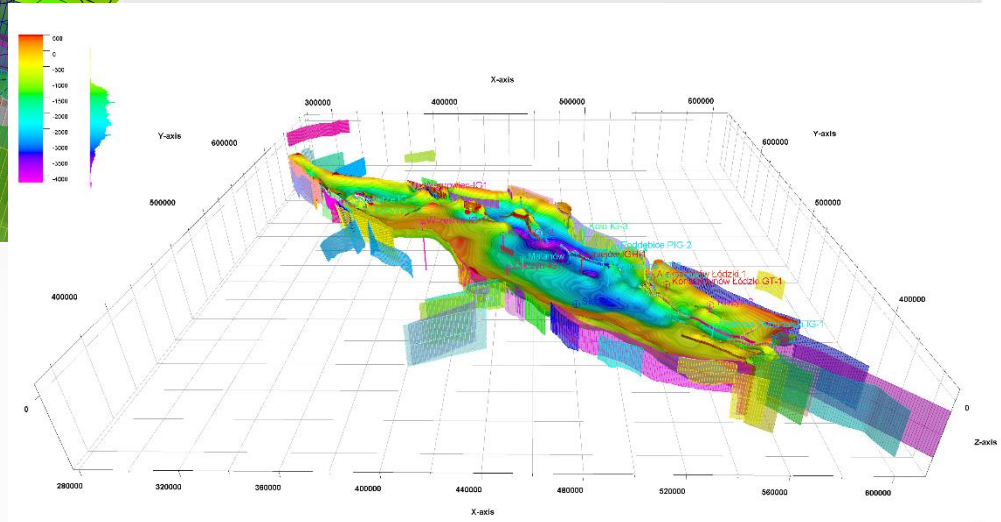
**K1-120**
**J1-105**

# Trójwymiarowy model geologiczny niecki mogileńsko-łódzkiej
# 3D geological model of Mogilno-Łódź Trough

## Model strukturalny/ Geological model



Model uskokowy/ Fault model
73 uskoki /faults

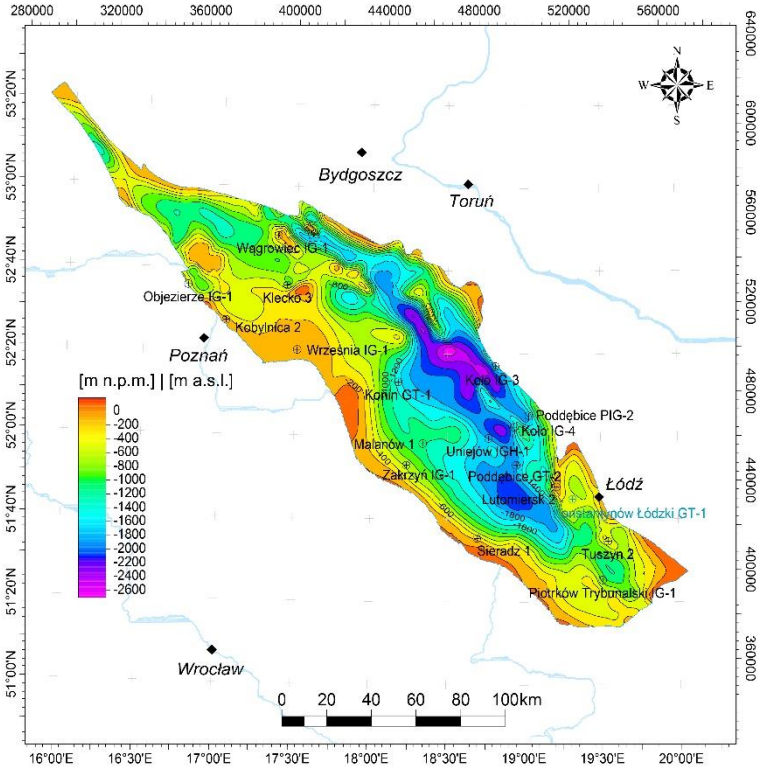


# Trójwymiarowy model geologiczny niecki mogileńsko-łódzkiej - wyniki

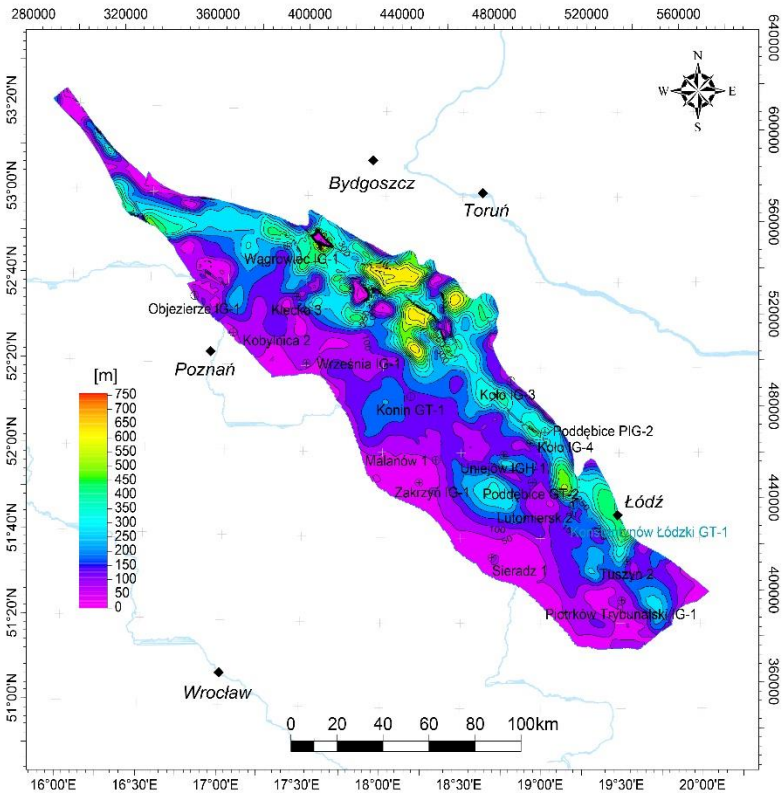
## 3D geological model of Mogilno-Łódź Trough - results

**K1**

Strop/Top of the aquifer




Miąższość całkowita/Total thickness

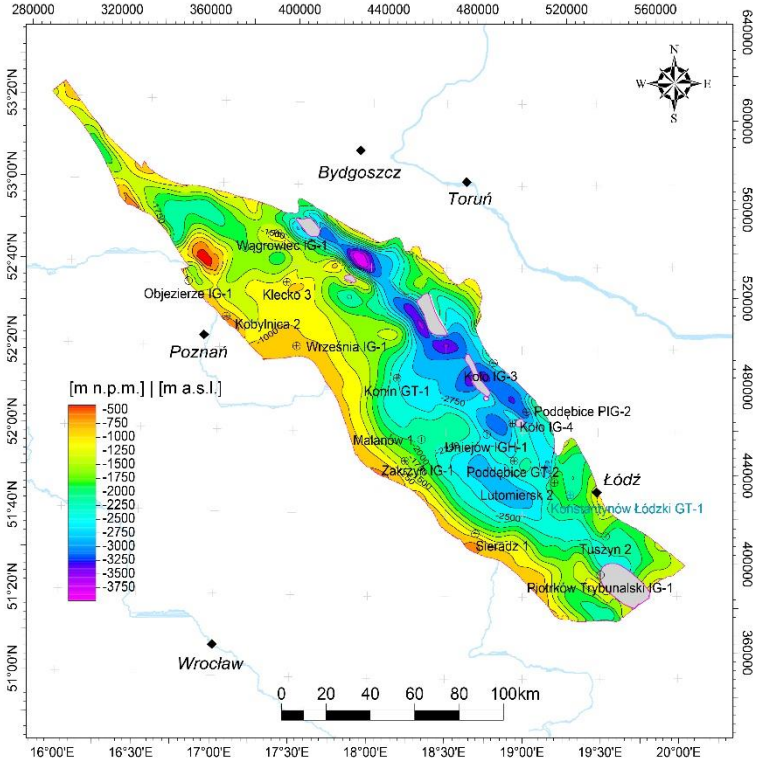


# Trójwymiarowy model geologiczny niecki mogileńsko-łódzkiej - wyniki

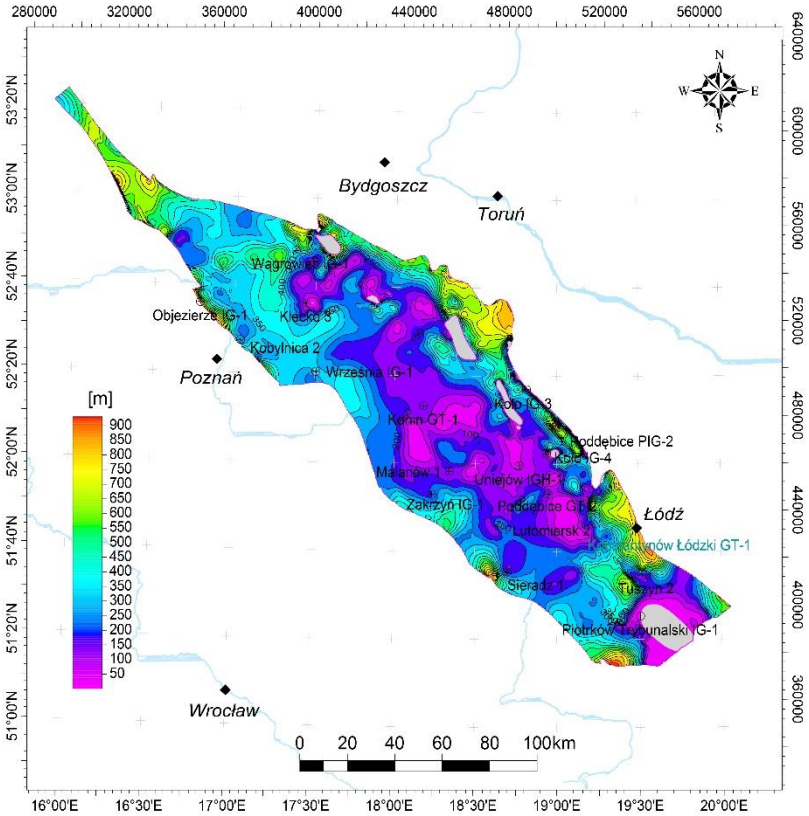
## 3D geological model of Mogilno-Łódź Trough - results

**J1**

Strop/Top of the aquifer

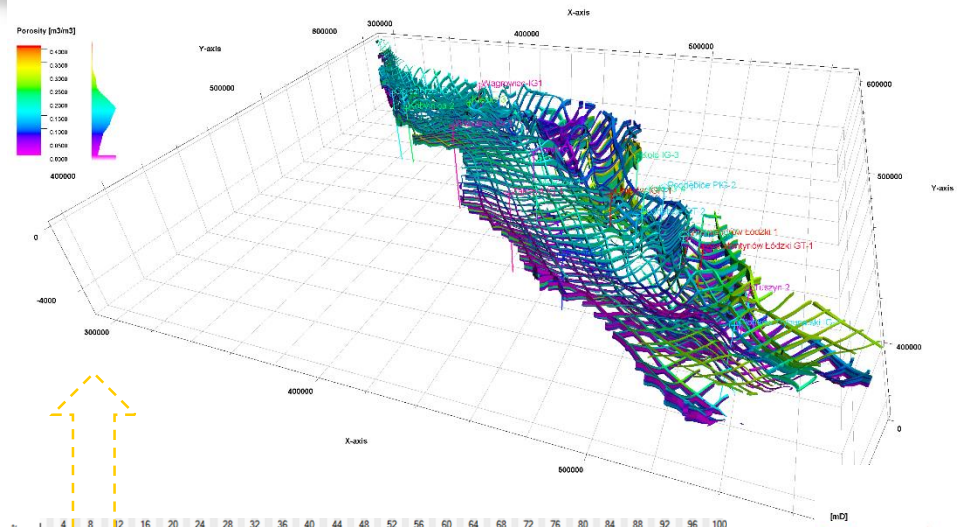


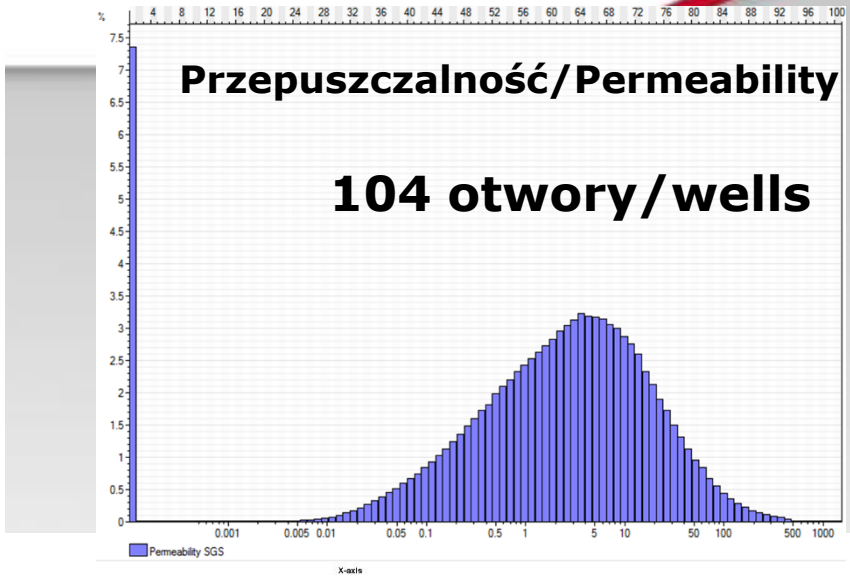

Miąższość całkowita/Total thickness

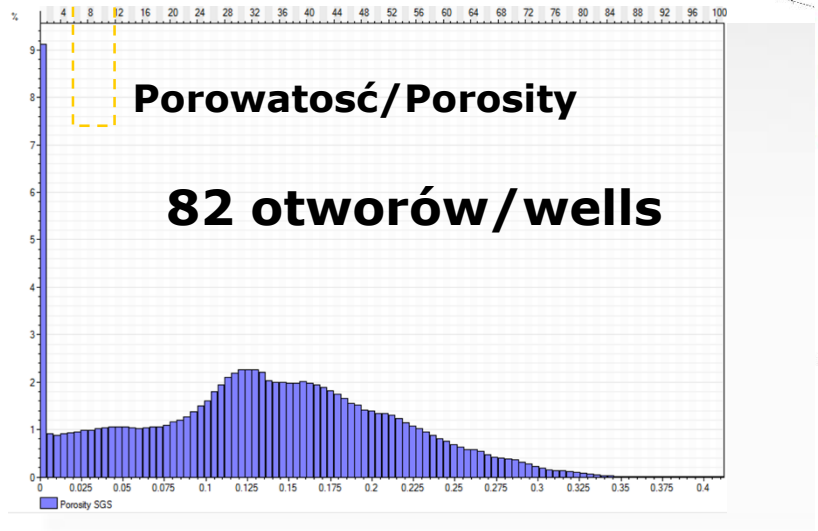


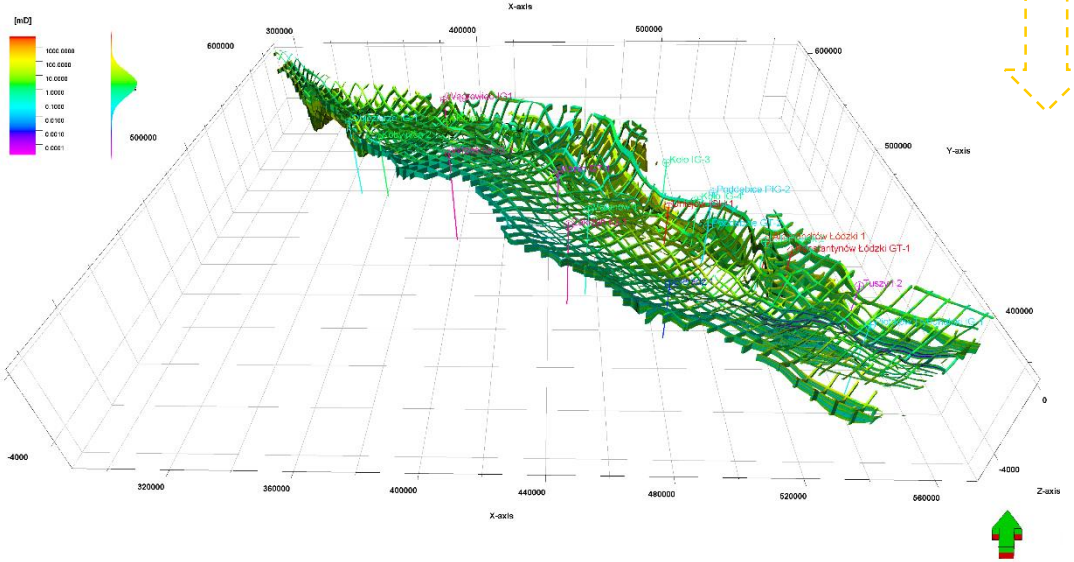
# Trójwymiarowy model parametryczny niecki mogileńsko-łódzkiej

## 3D parametric model of Mogilno-Łódź Trough

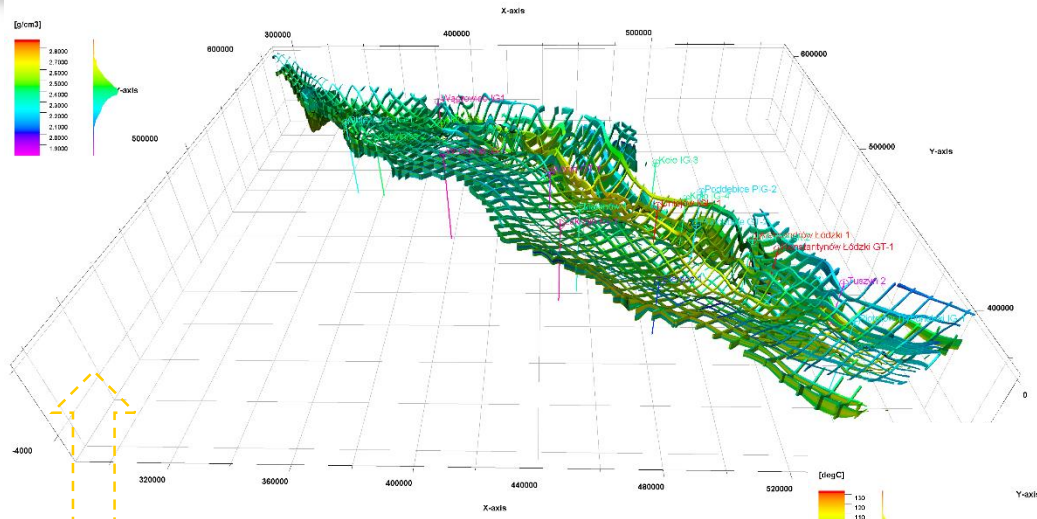


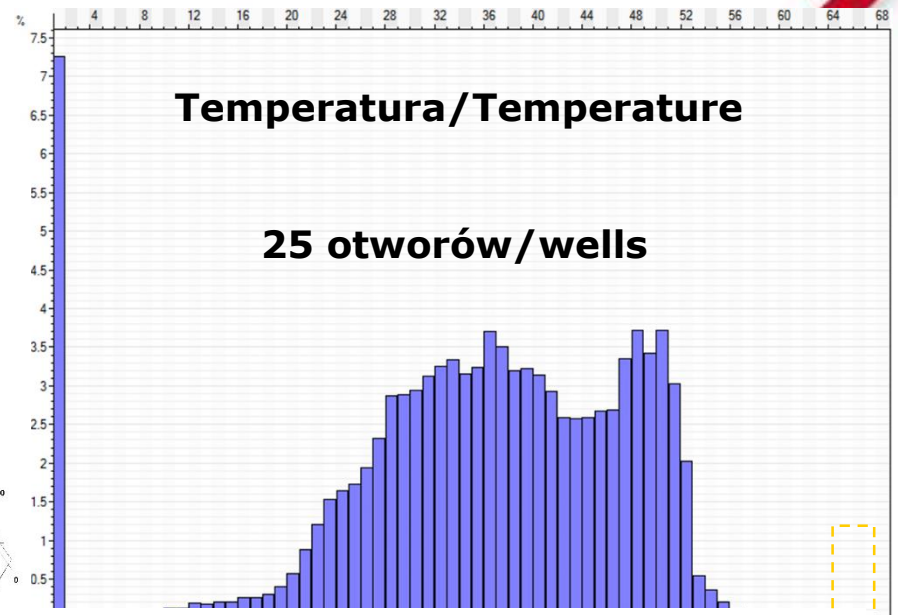



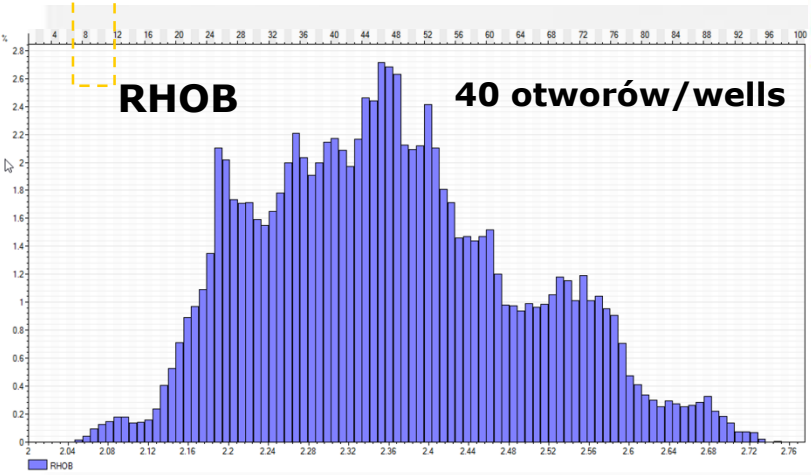



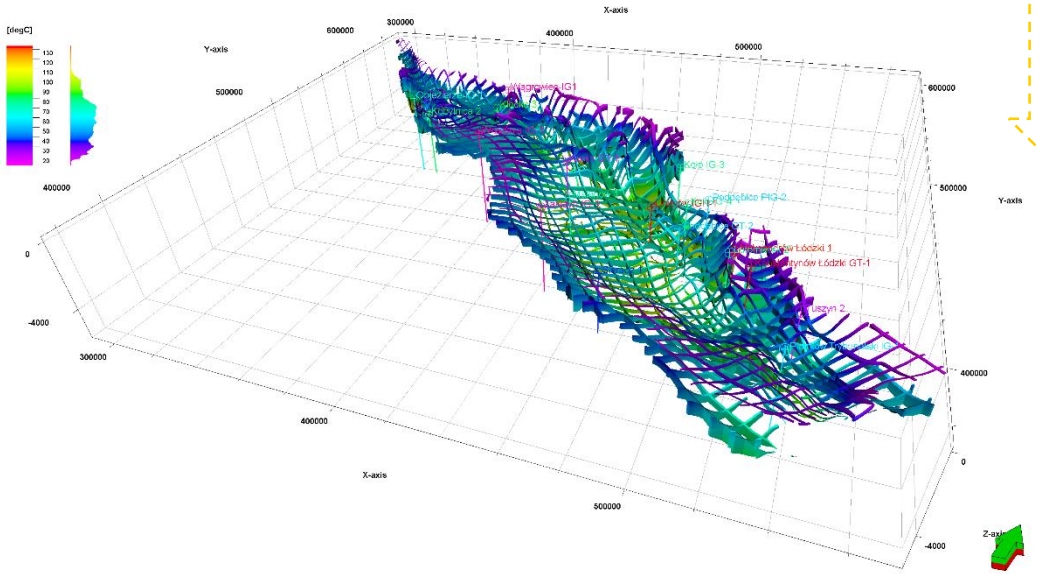



# Trójwymiarowy model parametryczny niecki mogileńsko-łódzkiej
## 3D parametric model of Mogilno-Łódź Trough



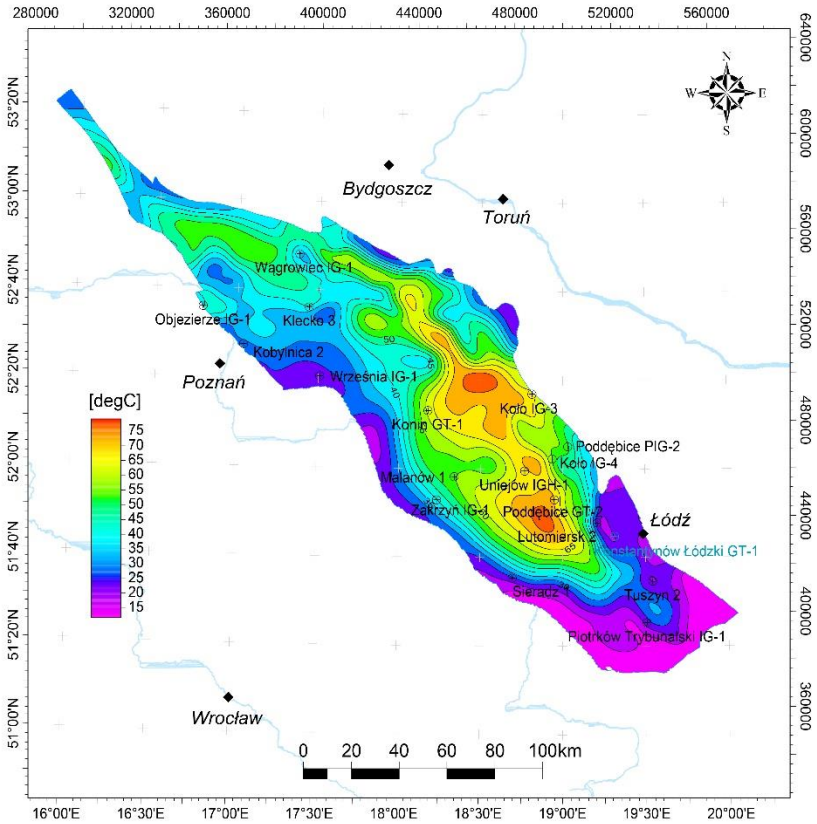



# Charakterystyka termiczna obszaru

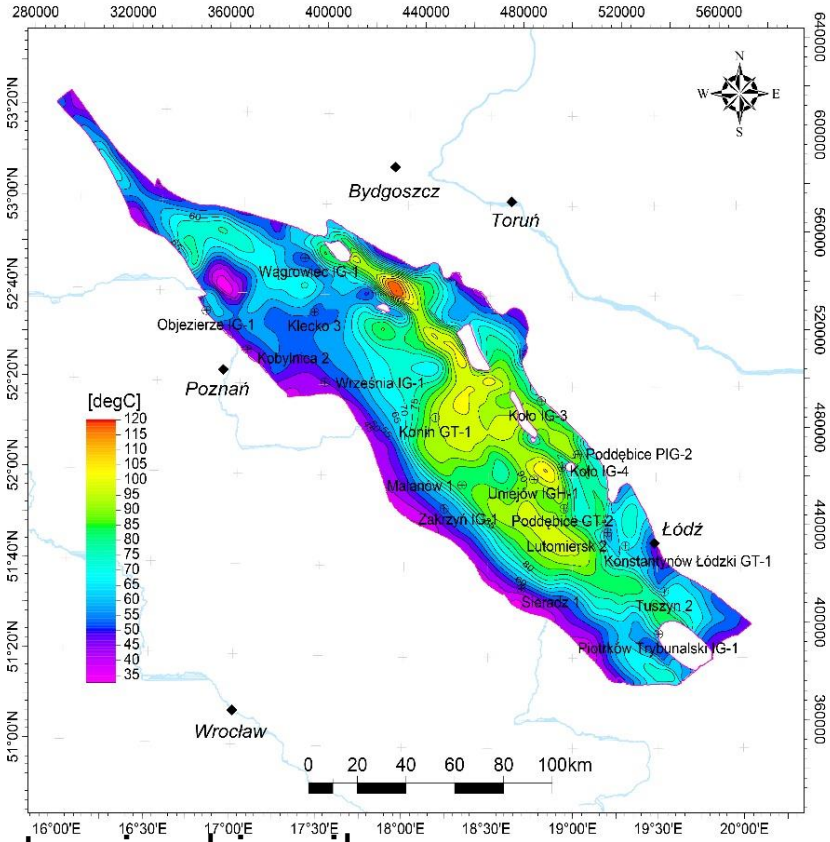
Thermal characteristics of the area

**Gęstość strumienia cieplnego** Heat flow density**: 75-85 mW/m2**
**Gradient geotermiczny** Geothermal gradient**: 2.5-3.5°C/100m (Września IG-1 -3.51)**

**K1**




**J1**



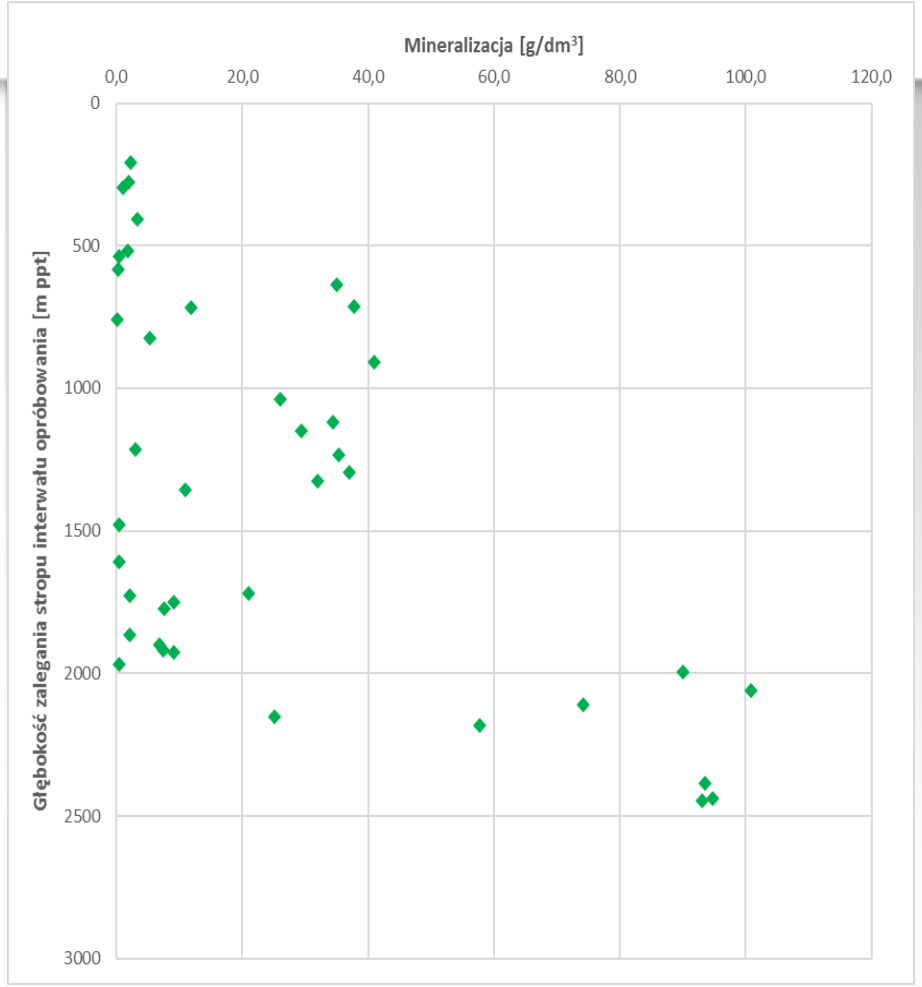

Mapy rozkładu temperatury w stropie zbiornika

Maps of temperature distribution in the top of aquifer

# Parametry fizyko-chemiczne wód niecki mogileńsko-łódzkiej – zbiornik dolnokredowy

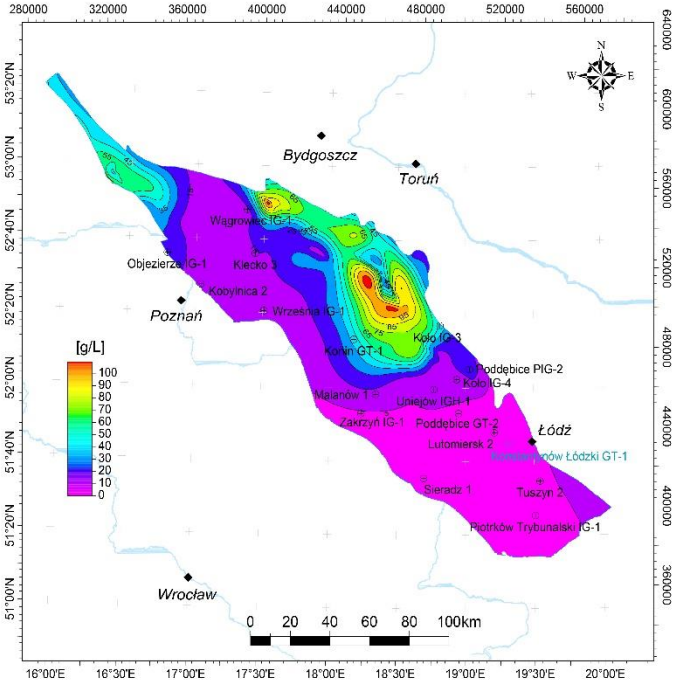
Physical and chemical parameters - Lower Cretaceous aquifer

**K1**




Wykres zależności mineralizacji próbek wody z utworów kredy dolnej od głębokości interwału opróbowania

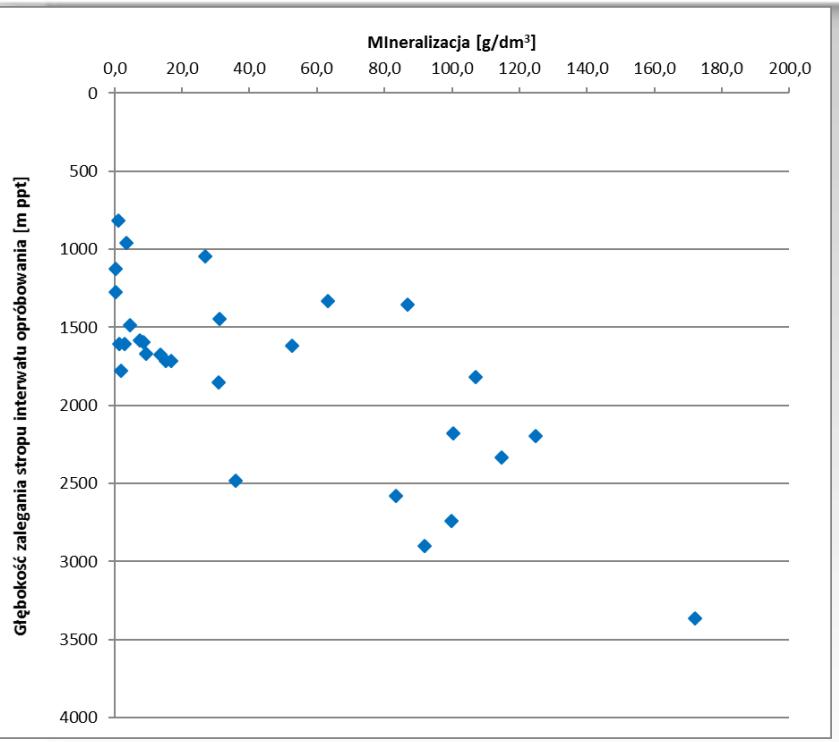
Typ chemiczny wód/
Chemical type of water: Na-Cl, Na-Cl-HCO3, Ca-Na-HCO3, Na-Ca-HCO3-SO4, Na-Ca-HCO3
Mineralizacja wód/ TDS: 0.2 do 100 g/L



# Parametry fizyko-chemiczne wód niecki mogileńsko-łódzkiej – zbiornik dolnojurajski

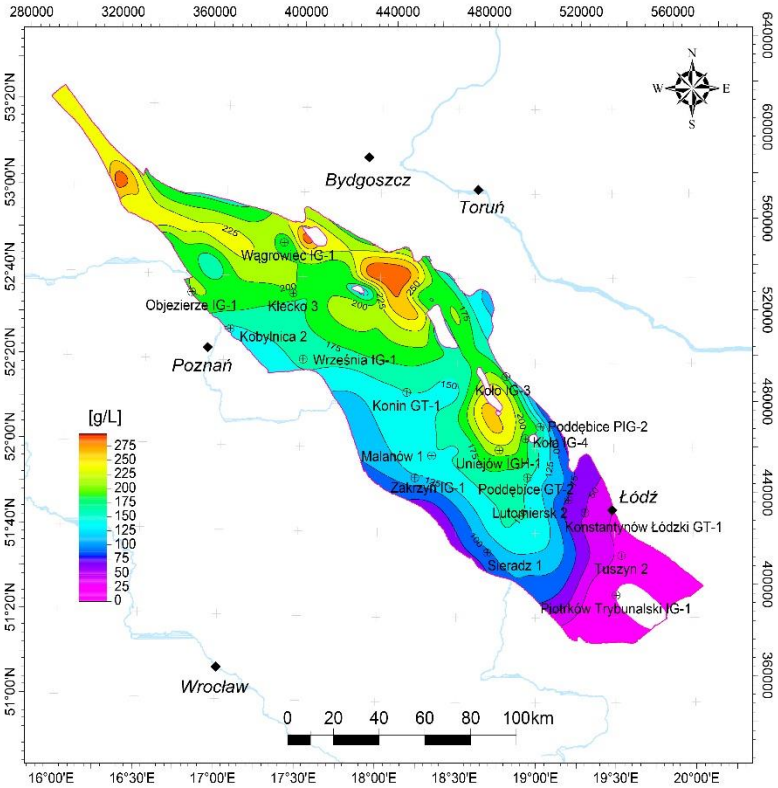
## Physical and chemical parameters - Lower Jurassic aquifer

**J1**




Wykres zależności mineralizacji próbek wody z utworów jury dolnej od głębokości interwału opróbowania

Typ chemiczny wód/ Chemical type of water:
Na-Cl, Na-Mg-Cl, Na-Cl-SO4
Na-HCO3-SO4-Cl, Na-HCO3, Na-Ca-SO4
Mineralizacja wód/ TDS: 0.4 do 172 g/L
przeważnie/mostly >100g/L



# Potencjalna wydajność otworów wiertniczych

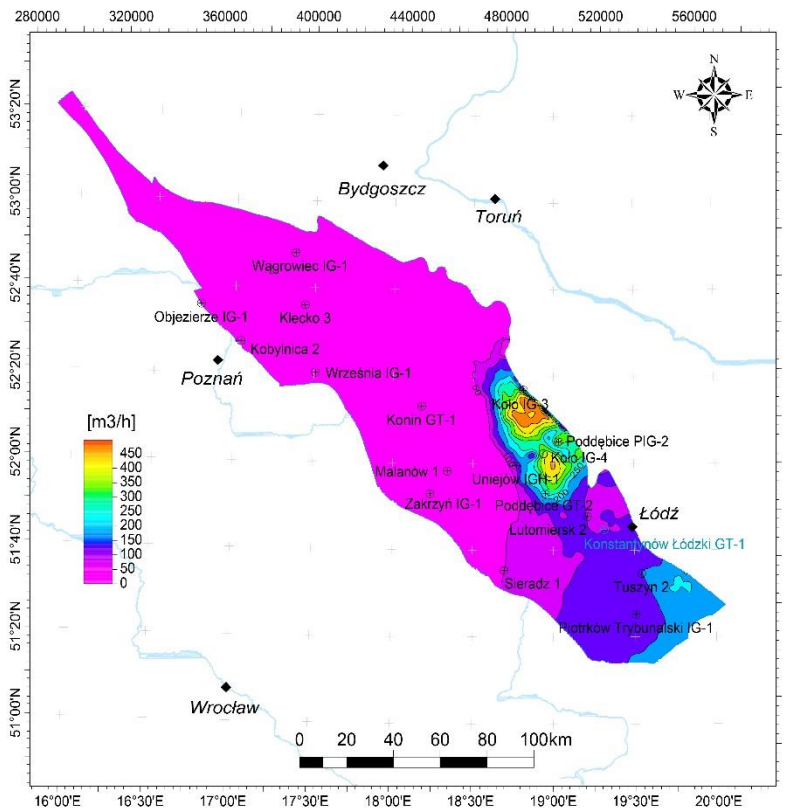
Potential discharge of wells

$$Q = 2\pi * k * m * \frac{S}{\ln \frac{R}{r}}$$

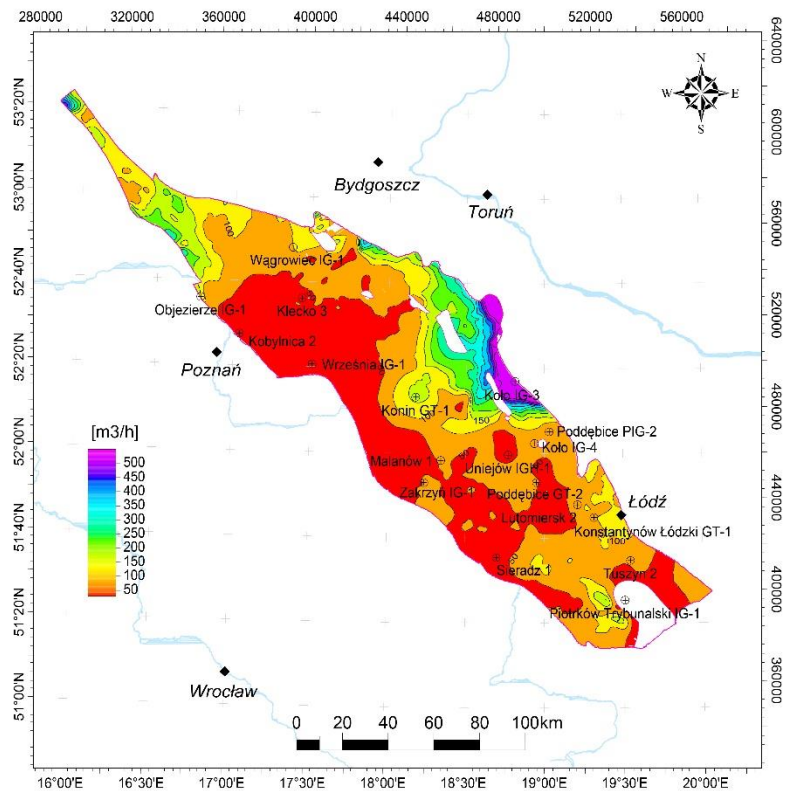
Równanie Darcy-Dupuit'a

Q - wydajność otworu eksploatacyjnego, [m$^3$/s];
k - współczynnik filtracji, [m/s];
m - miąższość utworów wodonośnych, [m];
S – depresja, [m];
r - promień filtra eksploatacyjnego, [m];
R - promień leja depresji, [m];

## K1



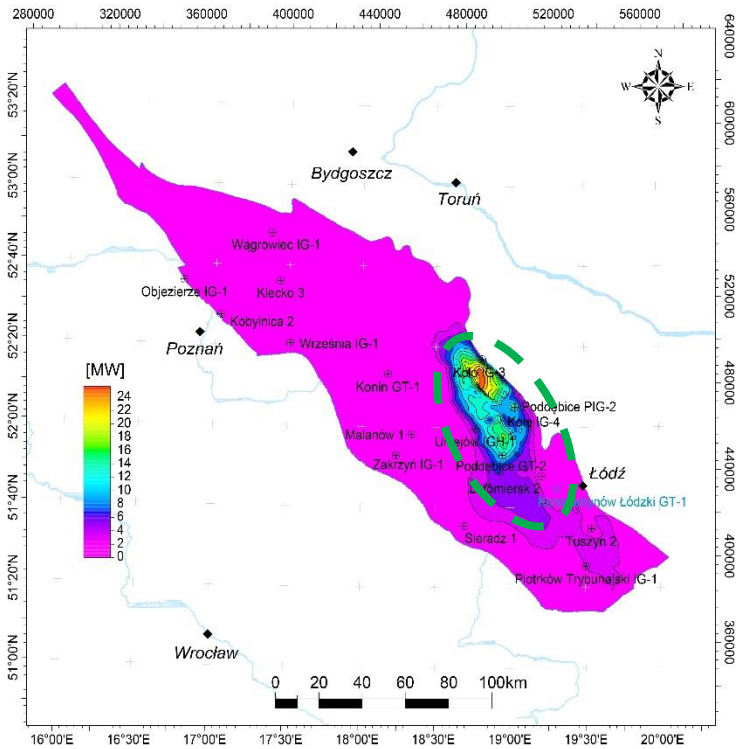

## J1



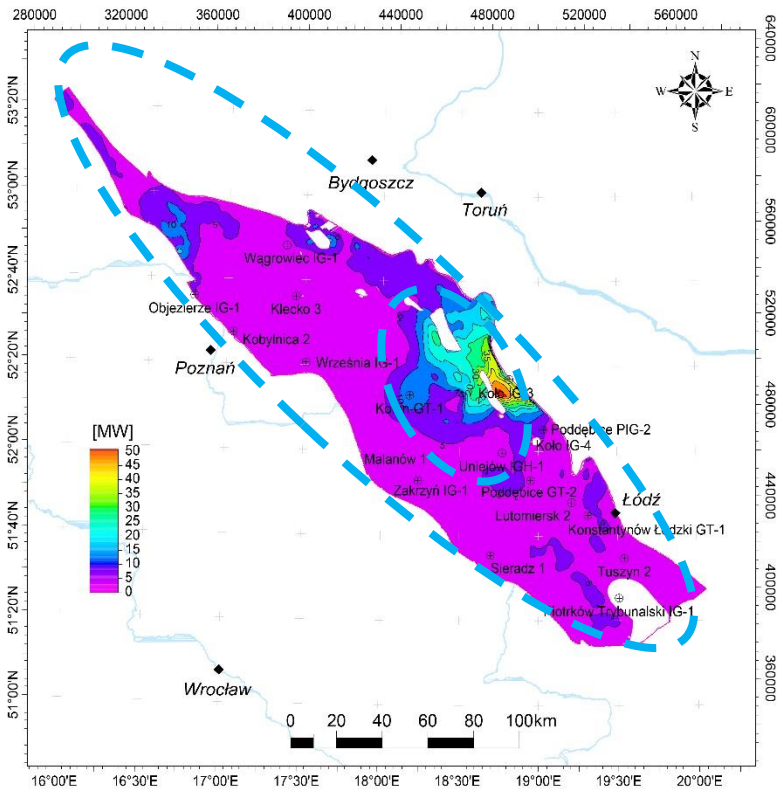
# Przewidywana moc cieplna potencjalnych instalacji geotermalnych

## Expected thermal power of potential geothermal installations

### K1




### J1



# Wnioski/rekomendacje na przyszłość

## Conclusions / recommendations for the future

Iceland Liechtenstein Norway grants

- Rejon niecki mogileńsko-łódzkiej to jeden z najbardziej perspektywicznych rejonów w Polsce dla efektywnego wykorzystania zasobów geotermalnych i najbardziej perspektywiczny w rejonie Niżu Polskiego
- Na obszarze Niżu Polskiego występują także inne regiony, dla których celowe jest zagospodarowanie zasobów geotermalnych – niecka warszawska, niecka szczecińska, lokalnie także inne obszary
- Lokalizacje perspektywiczne dla wykorzystania wód geotermalnych poziomu dolnokredowego nie występują w całej niecce, jedynie w jej części
- Większy potencjał energetyczny związany jest z wodami zbiornika dolnojurajskiego. W przypadku ich wykorzystania należy mieć na uwadze wysoką mineralizacje wód tego zbiornika - systemy dwuotworowe
- Oprócz warunków hydrogeotermalnych dla powodzenia inwestycji znaczenie ma także maksymalizacja wykorzystania potencjału geotermalnego– tzw. kaskadowe wykorzystanie – doświadczenia Partnerów zagranicznych
- Konieczne jest zrównoważone zagospodarowanie zasobów geotermalnych – monitoring parametrów eksploatacyjnych i złożowych

- ✓ *The area of Mogilno-Łódź Syncline is one of the most prospective regions in Poland for effective use of geothermal resources and the most prospective on the Polish Lowland*
- ✓ *On the area of the Polish Lowland there are also other regions, where geothermal resources should be used, namely Warszawa Syncline, Szczecin Syncline, and locally, other areas*
- ✓ *Prospective locations for Lower Cretaneous geothermal water use do not occur in the whole syncline, but only in some part of it*
- ✓ *Higher energy potential relates to Lower Jurassic reservoir waters. If they are used, high water mineralisations of that reservoir should be borne in mind – geothermal dublets*
- ✓ *Apart from hydrogeothermal conditions, maximised use of the geothermal potential, the so-called cascade use, is also significant for the investment success; foreign Partners' experience*
- ✓ *Sustainable management of geothermal resources, including monitoring of exploitation and reservoir parameters, is necessary*

Iceland Liechtenstein Norway grants

Dziękujemy za uwagę!

Thanks for the attention!

eeagrants.org
www.eeagrants.agh.edu.pl