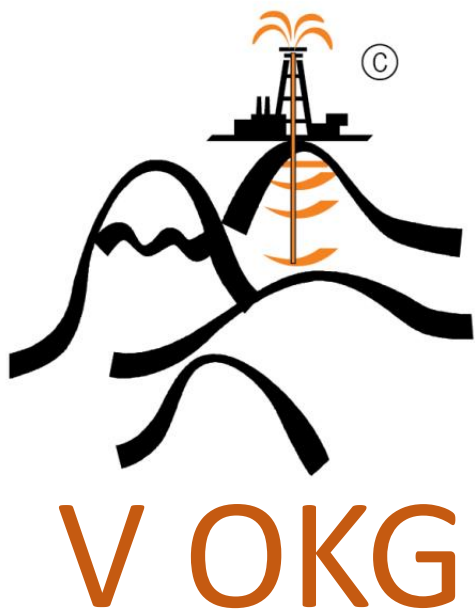




# Planowanie lokalizacji i optymalizacja wydajności instalacji gruntowych pomp ciepła w obiegu zamkniętym za pomocą map geotermicznych. Wyniki projektu *TransGeoTherm*

---

dr Maciej KŁONOWSKI, dr Wiesław KOZDRÓJ

Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



[www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl)

# Plan prezentacji:

- Projekt *TransGeoTherm* – informacje ogólne;
- Położenie terenu badań;
- Opracowanie modelu geologicznego 3D;
- Opracowanie map geotermicznych;
- Zastosowanie i udostępnianie map;
- Podsumowanie.



# TransGeoTherm – Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy. Projekt pilotażowy

To projekt zrealizowany wspólnie przez PIG-PIB OD oraz LfULG



**Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy  
Oddział Dolnośląski**

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
**SACHSEN**



---

V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów

# TransGeoTherm – Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy. Projekt pilotażowy

Projekt był współfinansowany ze środków EFRR UE

w ramach Programu Operacyjnego Współpracy Transgranicznej SN - PL 2007-2013



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

okres realizacji to 01.10.2012 – 31.12.2014



V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów

# Wspólny personel projektu:

## PIG-PIB OD – Partner Wiodący:



*Wiesław Kozdrój, Maciej Kłonowski, Adam Mydłowski, Urszula Domańska,  
Małgorzata Ziółkowska-Kozdrój, Janusz Badura, Bogusław Przybylski, Dorota Russ,  
Karol Zawistowski, Paweł Karamański, Dariusz Czerski, Jolanta Duczmańska - Kłonowska*

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN

## LfULG – Partner Projektu:

*Ottomar Krentz, Karina Hofmann, Peter Riedel,  
Silke Reinhardt, Mario Bretschneider*



---

V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów

# Główne założenia projektu:

- Celem projektu było wykonanie map geotermicznych jako narzędzia do optymalizacji lokalizacji i parametrów niskotemperaturowych instalacji geotermalnych, tzw. „pomp ciepła”;
- Osiągnięte rezultaty projektu mają pozytywny wpływ na upowszechnienie i zwiększenie wykorzystania niskotemperaturowej energii geotermalnej , a co za tym idzie zmniejszenie emisji pyłów i CO<sub>2</sub> w transgranicznym obszarze SN-PL;



# Główne założenia projektu:

- Realizacja projektu polegała na zastosowaniu zaawansowanej technologii analizy i interpretacji danych geologicznych, hydrogeologicznych i geotermalnych do wykonania modelu numerycznego 3D właściwości geotermalnych podłoża i wynikowych map geotermicznych.

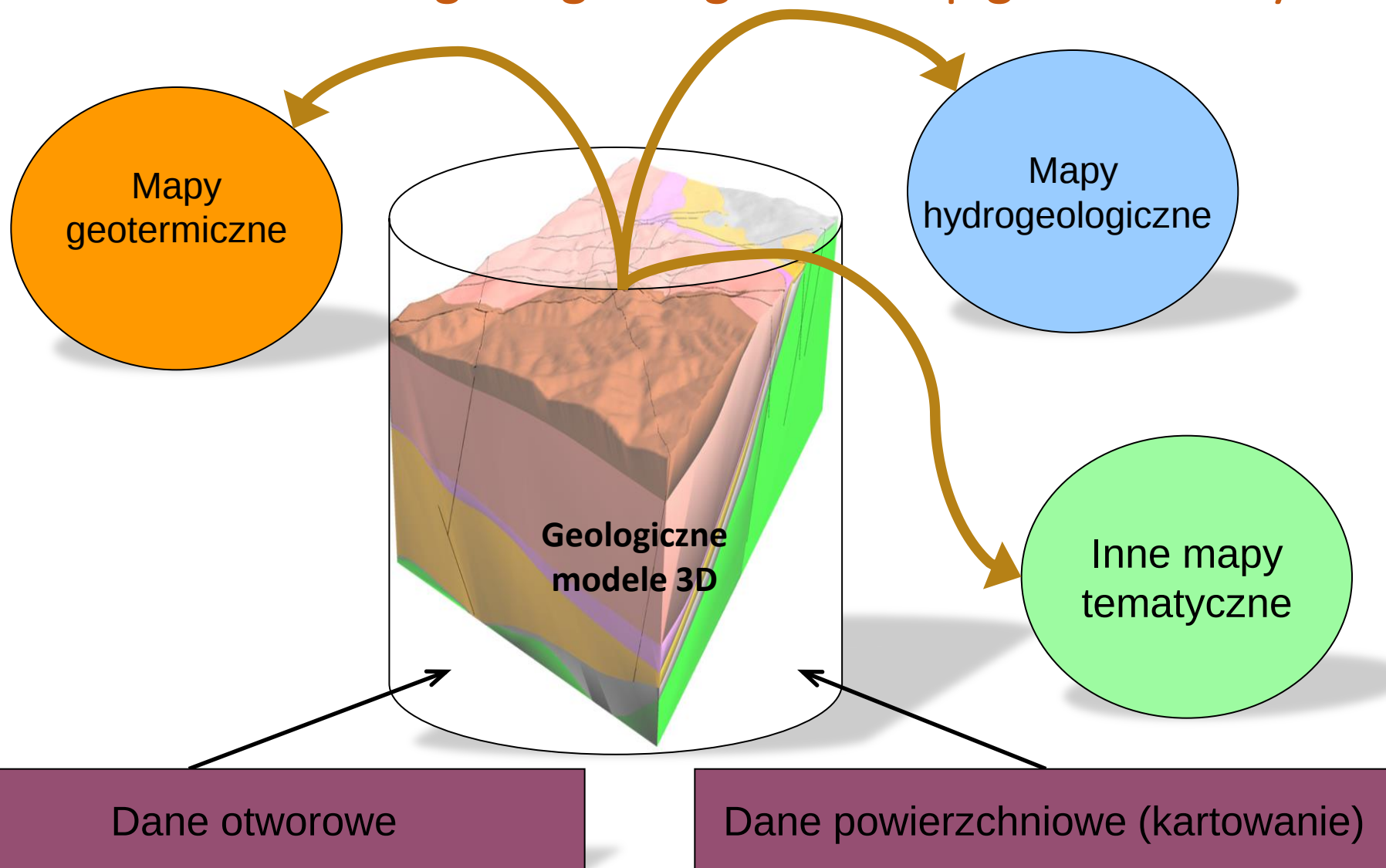


# Lokalizacja obszaru projektu:

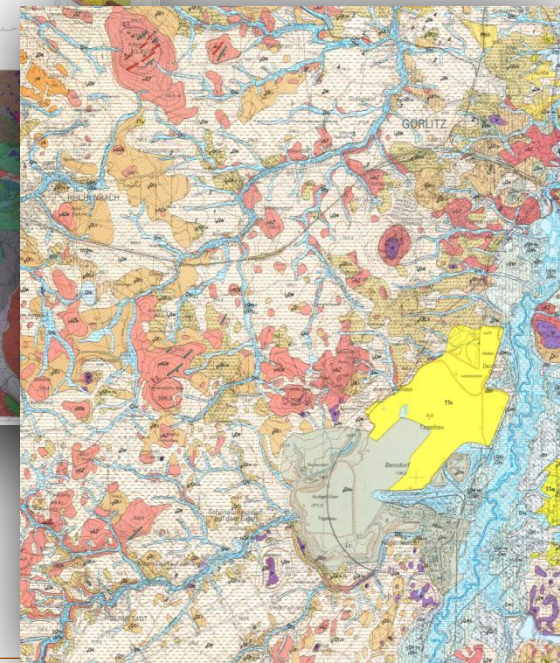
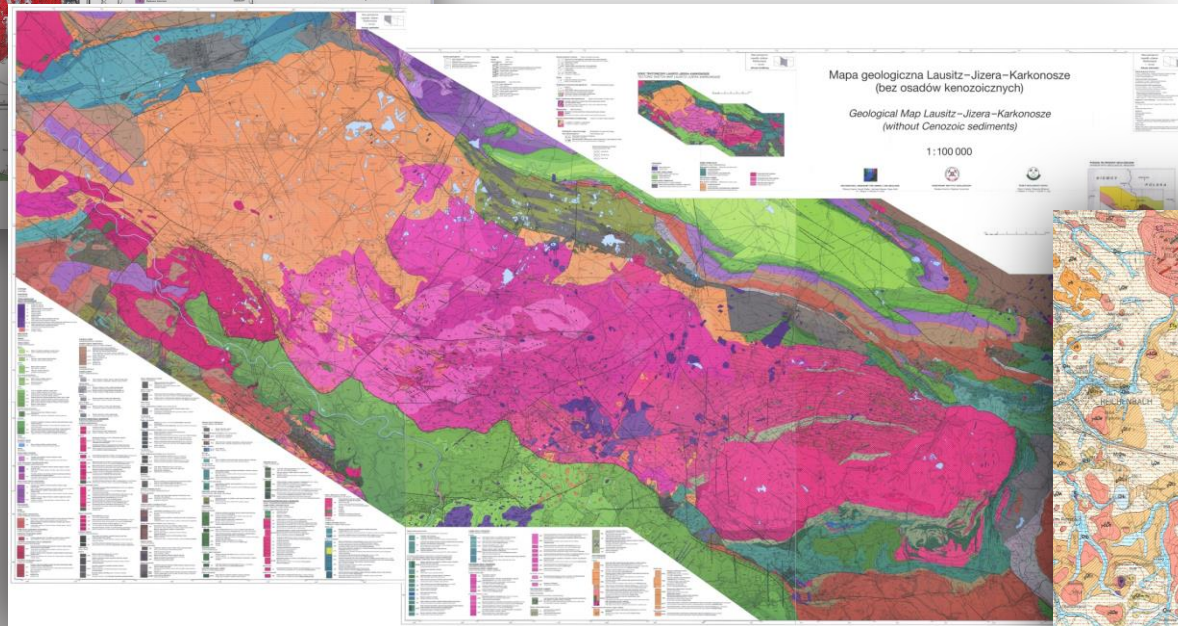
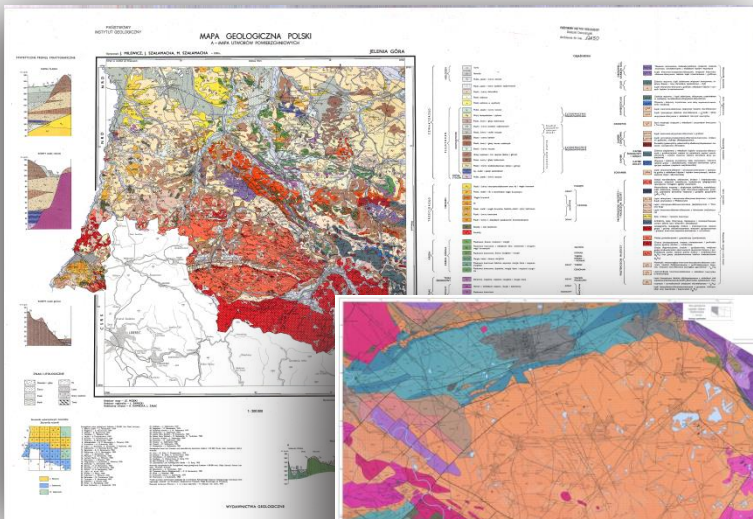
Das Fördergebiet entspricht der statistischen Ebene NUTS III  
Obszar wsparcia odpowiada poziomowi NUTS 3



# Opracowanie modelu geologicznego 3D i map geotermicznych



## Dane źródłowe – mapy geologiczne i hydrogeologiczne w różnej skali



**V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów**

# Dane źródłowe otworowe

## Otworki wiertnicze pochodzące z:

- Centralnej Bazy Danych Geologicznych
- Regionalna Baza Danych Hydrogeologicznych

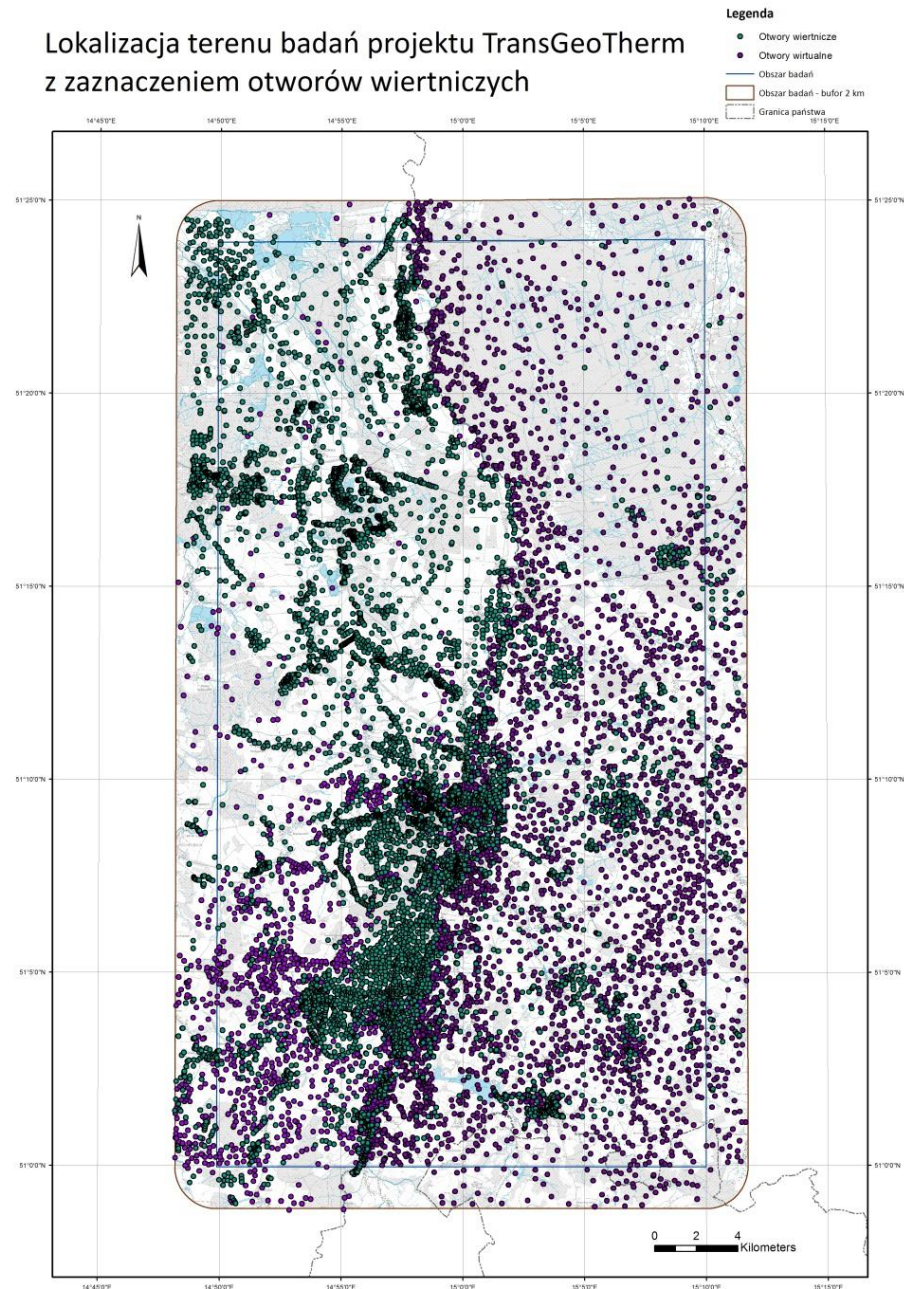
- a) zbiór kart otworów
- b) zbiór danych litologicznych
- c) zbiór danych stratygraficznych

## Razem na obszarze całego projektu:

5 146 otworów wiertniczych  
5 168 otworów wirtualnych  
20 483 warstw litologicznych w otworach



## Lokalizacja terenu badań projektu TransGeoTherm z zaznaczeniem otworów wiertniczych



# Kodowanie i przetwarzanie danych

| ID  | HYE   | Strat_Key           | strat                 | HGK_shrtnmDE               | HGK_shrtnmEN                          | HGK_shrtnmPL                                     | sort |
|-----|-------|---------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|------|
| 3   | 11100 | KZQh.....an.....    | Kz Q Holozän - -      | Anthropogene Bildungen     | anthropogenic fillings                | utwory antropogeniczne                           | 0001 |
| 4   | 11400 | KZQh.....           | Kz Q Holozän - -      | Organogene Bildungen       | organic sediments                     | osady organiczne                                 | 0002 |
| 6   | 11310 | KZQh.....Aul.....   | Kz Q Holozän - -      | Auenlehm                   | haugh                                 | gliny aluwialne                                  | 0003 |
| 11  | 11360 | KZQh.....Au.....    | Kz Q Holozän - -      | Kiesantell der Auenbildung | sands and gravels of alluvial meadows | piaski i żwirny rzeczne dolin średniej wielkości | 0004 |
| 15  | 12210 | KZQpJWe.....d....   | Kz Q Pleistozän - We  | Gehängelehm                | slopeloam                             | gliny deluwialne (stokowe)                       | 0005 |
| 16  | 12200 | KZQpJWe.....e....   | Kz Q Pleistozän - We  | Löss                       | loess                                 | lessy                                            | 0006 |
| 17  | 12700 | KZQpJWe.....e....   | Kz Q Pleistozän - We  | Dünensand                  | dune sands                            | piaski eoliczne w wydmach                        | 0007 |
| 18  | 12110 | KZQpJWe.....N.I.... | Kz Q Pleistozän - We  | Tallemh                    | prior loamy valley deposits           | gliny aluwialne                                  | 0008 |
| 22  | 12800 | KZQpJWe.....d....   | Kz Q Pleistozän - We  | Blockschutt                | boulder                               | glazowiska                                       | 0009 |
| 24  | 12510 | KZQpJWeH.Nt....     | Kz Q Pleistozän - We  | Tiefere Niederterrasse     |                                       |                                                  |      |
| 28  | 12550 | KZQpJWeF.Nh....     | Kz Q Pleistozän - Sae | Höhere Niederterrasse      |                                       |                                                  |      |
| 30  | 12940 | KZQpJWeIg.....      | Kz Q Pleistozän - Sae | Beckenbildungen            |                                       |                                                  |      |
| 31  | 14260 | KZQp.mSaD..322..    | Kz Q Pleistozän - Sae | Glazifluviale Bildungen    |                                       |                                                  |      |
| 32  | 14270 | KZQp.mSaD..31h..    | Kz Q Pleistozän - Sae | Grundmoräne F1             |                                       |                                                  |      |
| 34  | 14280 | KZQp.mSaD..31t..    | Kz Q Pleistozän - Sae | Beckenbildungen            |                                       |                                                  |      |
| 35  | 14510 | KZQp.mSaF.Mt....    | Kz Q Pleistozän - Sae | Tiefere Mittelterrasse     |                                       |                                                  |      |
| 37  | 14930 | KZQp.....           | Kz Q Pleistozän - Sae | Beckenbildungen            |                                       |                                                  |      |
| 42  | 16155 | KZQp.meI2h.....     | Kz Q Pleistozän - Els | Stauchendmoräne            |                                       |                                                  |      |
| 39  | 16130 | KZQp.meI2.....      | Kz Q Pleistozän - Els | Glazifluviale Bildungen    |                                       |                                                  |      |
| 41  | 16150 | KZQp.meI2h.....     | Kz Q Pleistozän - Els | Grundmoräne E2             |                                       |                                                  |      |
| 43  | 16160 | KZQp.meI2.....      | Kz Q Pleistozän - Els | Beckenbildungen            |                                       |                                                  |      |
| 45  | 16190 | KZQp.meI2Mm.....    | Kz Q Pleistozän - Els | Mittlere Mittelterrasse    |                                       |                                                  |      |
| 48  | 16230 | KZQp.meI2.....      | Kz Q Pleistozän - Els | Glazifluviale Bildungen    |                                       |                                                  |      |
| 51  | 16350 | KZQp.meI1h.....     | Kz Q Pleistozän - Els | Grundmoräne E1             |                                       |                                                  |      |
| 52  | 16360 | KZQp.meI1.....      | Kz Q Pleistozän - Els | Beckenbildungen            |                                       |                                                  |      |
| 53  | 16380 | KZQp.meI1.....      | Kz Q Pleistozän - Els | Glazifluviale Bildungen    |                                       |                                                  |      |
| 54  | 16410 | KZQp.meIf.Mh....    | Kz Q Pleistozän - Els | Höhere Mittelterrasse      |                                       |                                                  |      |
| 55  | 19110 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-Obermiß  | Kjessant, Töne             |                                       |                                                  |      |
| 56  | 22150 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-Obermiß  | Sand, Ton, Braunkohle      |                                       |                                                  |      |
| 57  | 22221 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-Obermiß  | Sand, Ton, Braunkohle      |                                       |                                                  |      |
| 58  | 22232 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-miozän   | Sand                       |                                       |                                                  |      |
| 59  | 22233 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-miozän   | Sand, Schluff, Ton         |                                       |                                                  |      |
| 60  | 22236 | KZB.....            | Kz Tr Mittel-miozän   | Braunkohle, unter Sand     |                                       |                                                  |      |
| 130 | 22329 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Sand, Schluff, Ton         |                                       |                                                  |      |
| 61  | 22322 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Sand, untergeordnet        |                                       |                                                  |      |
| 62  | 22324 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Schluff, untergeordnet     |                                       |                                                  |      |
| 63  | 22332 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Sand, Schluff, Ton         |                                       |                                                  |      |
| 64  | 22334 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Schluff, Ton, Braunkohle   |                                       |                                                  |      |
| 128 | 22338 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Sand, untergeordnet        |                                       |                                                  |      |
| 129 | 23126 | KZB.....            | Kz Tr Unter-miozän    | Sand, gewöhnlich Kies      |                                       |                                                  |      |
| 66  | 22330 | KZB.....            | Kz Tr - -             | Kies, Sand, Schluff        |                                       |                                                  |      |
| 132 | 22010 | KZB.....            | Kz Tr miozän - Rador  | Schluffe, Tone             |                                       |                                                  |      |
| 133 | 22011 | KZB.....            | Kz Tr miozän - Rador  | Braunkohle mit Ton         |                                       |                                                  |      |

Formik\_01

Arkusz    Otwór

wybierz otwór [0683]

TGT - formularz obsługi otworów wiertniczych

Metryczki   Litologia   Chronostratygrafia   HYE   PET   Błędy   GOCAD

nr arkusza [0683]   nr otworu [W010]   rok [1959]

Nazwa otworu [JAGODZIN W-23]   ID z CBDG [34060]

Wybrana warstwa: 0683 W010 > 34060 < JAGODZIN W-23   w: 7.5 - 41.8

Opis warstwy

Wybierak warstwy

Korekta opisu warstwy:

prawidłowość tej masyżności może być gładzi granica pomiędzy płaskimi tarasami wysokiego a starszymi osadami piaszczystymi wodnolodowcowymi

Autor wpisu:

Bogusław P.

HYE nr: 12550

Stratygrafia Kz Q Pleistozän - Weichselkaltzeit -

HYE PL osady piaszczysto-żwirowe górnych niskich tarasów w małych i średniej wielkości dolinach

HYE EN low terraces - higher part

HYE DE Höhere Niederterrasse (HNT): kleine und mittlere Flüsse

x (UTM): 503655.867502

y (UTM): 5690175.6116

Notatka

Legende

Kanozoikum

Quartär

Stratygrafia czwartorzędowa

Holozän

11100 utwory antropogeniczne

11400 osady organogene

11300 FI

11310 giny sławiane

11360 piaski i żwirny rzeczne dolin średniej wielkości

Weichsel-Kaltzeit

12210 giny lodowicze (stokowe)

12200 lessy

12700 piaski eoliczne w wydmachach

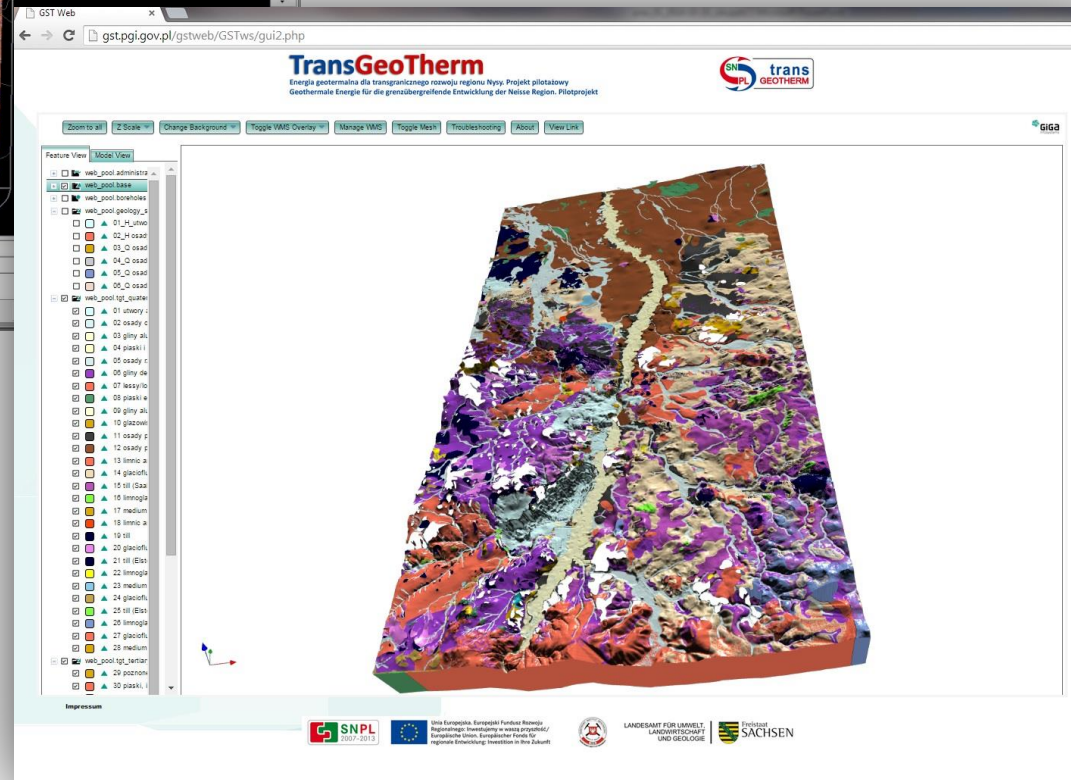
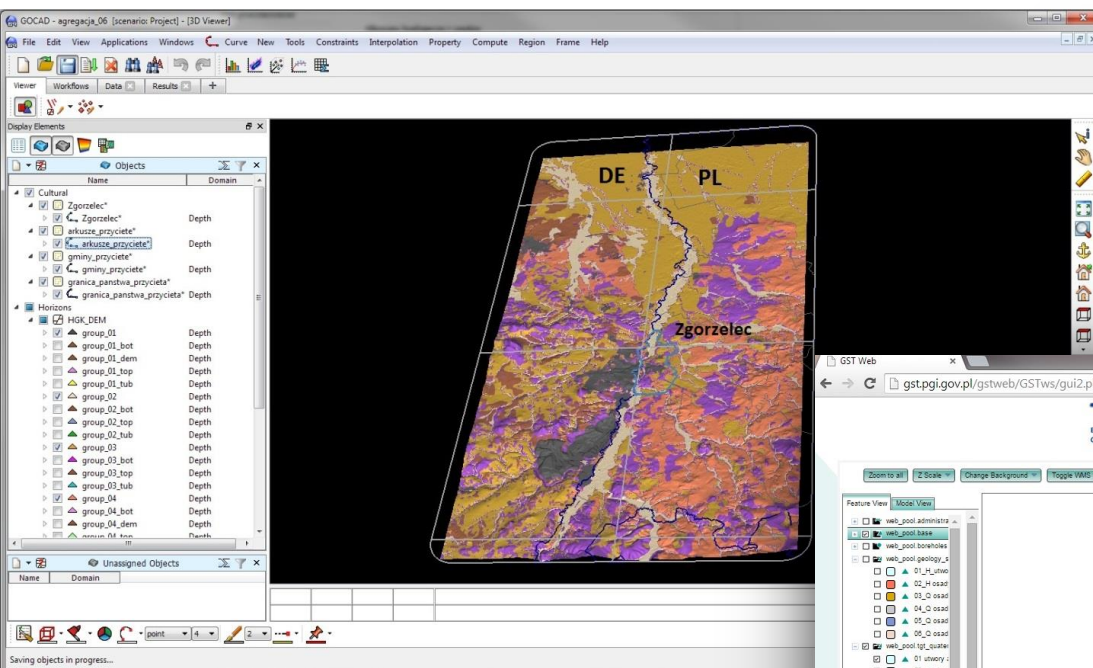
12110 giny sławiane

12800 glazowiska

16155 niżej piaszczysto-żwirowe dolne tarasie w małych i średniej wielkości



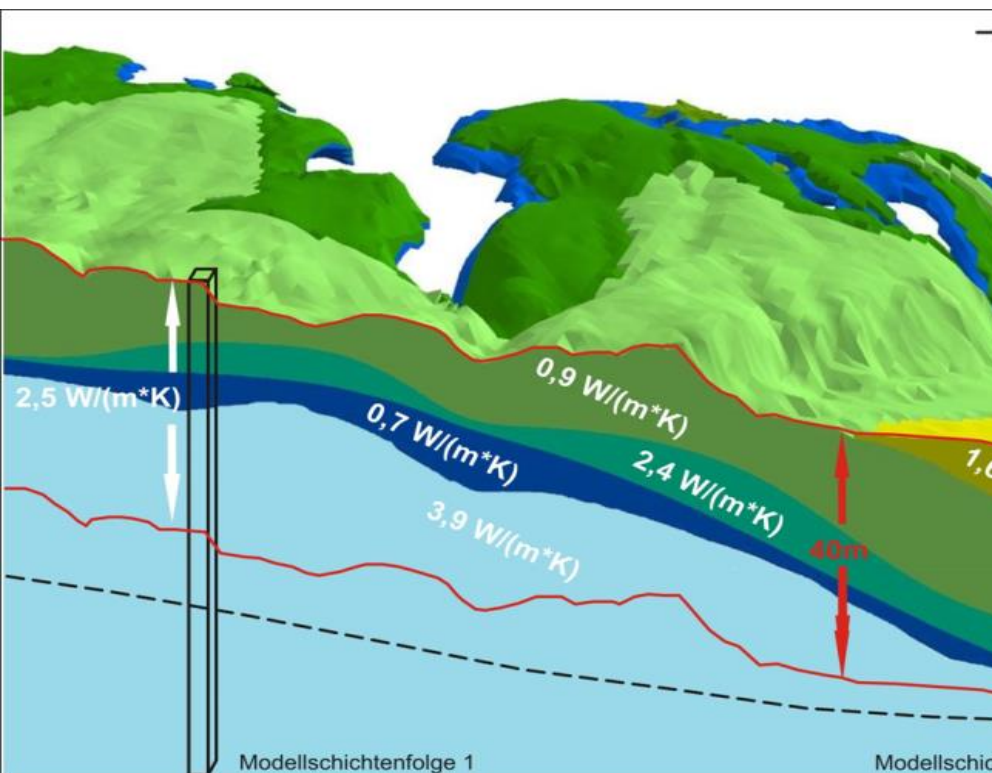
# Opracowanie modelu geologicznego 3D – oprogramowanie GOCAD



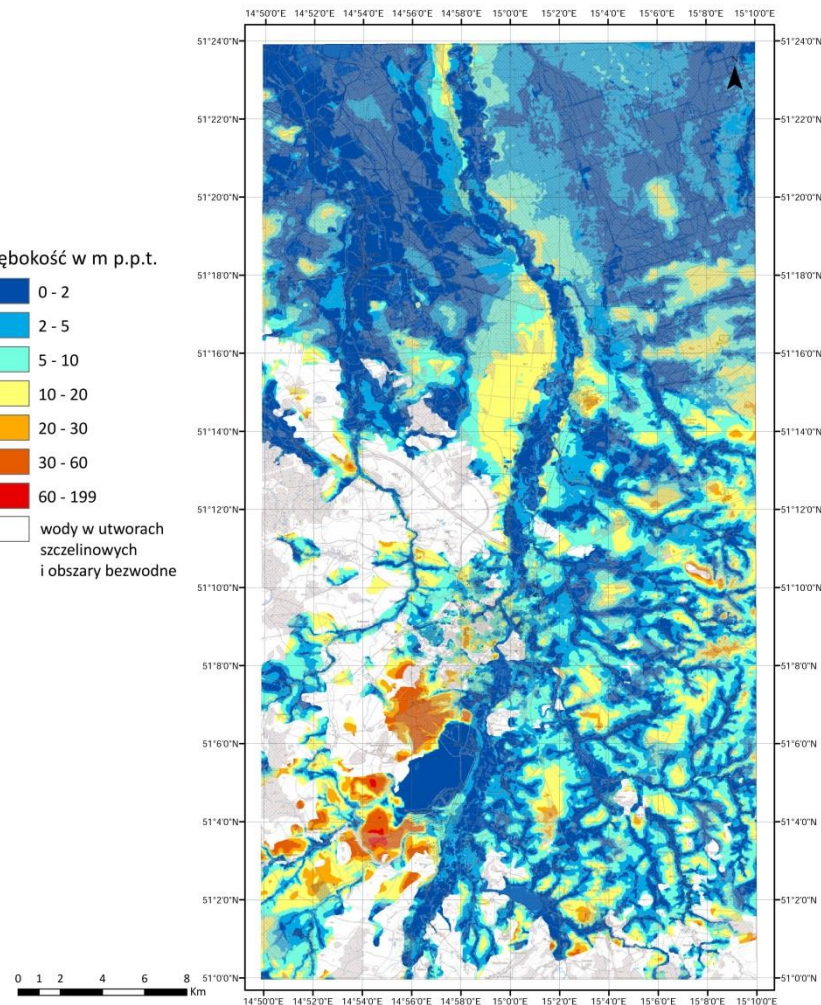
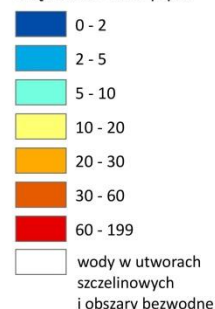
V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów

# Ustalenie głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych

Mapa głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych w m p.p.t.



Głębokość w m p.p.t.



V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów



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

# Przypisanie wartości przewodności cieplnej $\lambda$ dla skał suchych i zawodnionych w poszczególnych otworach

Bazując na właściwościach geotermicznych skał, w każdym otworze wiertniczym i dla każdej jednostki HGE oraz budujących je pojedynczych warstw litologicznych (typu petrograficznego skał) przypisuje się wartości  $\lambda$  dla warstw

| Profil litologiczny otworu |                  | Wartości $\lambda$ dla poszczególnych warstw |                                   | Średnie ważone wartości $\lambda$ dla HGE |                                   |
|----------------------------|------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
|                            |                  | skały suche                                  | skały zawodnione                  | skały suche                               | skały zawodnione                  |
| HGE-5                      | mułki            | 0,9 W/m·K                                    | 1,8 W/m·K                         | 0,9 W/m·K                                 | 1,8 W/m·K                         |
| HGE-10                     | piaski           | $\lambda_{dry}$ : 0,4 W/m·K                  | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 2,4 W/m·K | $\lambda_{dry}$ : 0,4 W/m·K               | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 2,0 W/m·K |
|                            | piaski i żwiry   | $\lambda_{dry}$ : 0,4 W/m·K                  | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 1,8 W/m·K |                                           |                                   |
| HGE-21                     | łupki zwietrzałe | $\lambda_{dry}$ : 0,5 W/m·K                  | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 1,7 W/m·K | $\lambda_{dry}$ : 1,8 W/m·K               | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 2,0 W/m·K |
| HGE-21                     | łupki mułowcowe  | $\lambda_{dry}$ : 2,1 W/m·K                  | $\lambda_{H_2O sat.}$ : 2,1 W/m·K |                                           |                                   |

Obliczenia matematyczne:  
dla każdej części profilu otworu wiertniczego, należącego do danej jednostki HGE dokonuje się interpolacji **średniej ważonej** wartości przewodności cieplnej  $\lambda$

Wynik końcowy obliczeń:  
dla każdej jednostki HGE otrzymuje się dwa zestawy zbiorów danych dla siatek przedstawiających wartości przewodności cieplnej  $\lambda$  odpowiednio dla skał suchych i nasyconych wodą

# Przekształcenie siatek (gridów) przedstawiających wartości $\lambda$ dla skał suchych i nasyconych wodą za pomocą nakładki GIS-extension w celu uzyskania map potencjału geotermalnego

**Berechnung IE Geothermie 3**

**Eingangsdaten**

Auswahl einer Shapedatei nach GIS-Verschneidung (z. B. 'c:\temp\input.shp')

G:\Abt10\Projekte\Geothermie\TransGeoTherm\GIS\GTK50\_KARINA\Output\output.sl

Ausgewählter Datensatz: 10 hydrogeologische Körper im Eingangsdatensatz.

**Eingabewerte**

Nutzungsstunden: 1800 [h]

Teufenbereich: 100 [m u. Gelände]

Ausgabewert: ☐ P Entzug in W/m ☐ P Entzug in W für Teufenbereich ☒ Lambda-Wert

**Ausgabeverzeichnis**

G:\Abt10\Projekte\Geothermie\TransGeoTherm\GIS\GTK50\_KARINA\Output\

**Berechnungsstatus**

Zeit: 13 Sec.

Berechnung der Geothermieebene beendet !  
Hinweis: Berechnung erfolgte ohne Fehler

Schliessen

Wybór pliku (shape)

Wybór typu mapy wg:

- Roczno czasu pracy pompy ciepła : 1800 h lub 2400 h
- Przedziału głębokości: do 40 m, 70 m, 100 m lub 130 m

Wybór typu mapy końcowej: np. dla wartości przewodności cieplnej [W/m\*K] lub wskaźnika mocy cieplnej [W/m]

**Produkt końcowy:** mapy potencjału płytkiej geotermii

# Seria 12 map geotermicznych

## *Wersja publiczna:*

8 map wskaźnika mocy cieplnej [W/m]

1 800 [rbg/rok] pracy pompy ciepła w trybie ogrzewania dla głębokości:

0 - 40 m

0 - 70 m

0 - 100 m

0 - 130 m

2 400 [rbg /rok] pracy pompy ciepła tryb ogrzewania + tryb przygotowania ciepłej wody dla głębokości:

0 - 40 m

0 - 70 m

0 - 100 m

0 - 130 m

## *Wersja profesjonalna:*

4 mapy przewodności cieplnej [W/m\*K] dla głębokości:

0 - 40 m

0 - 70 m

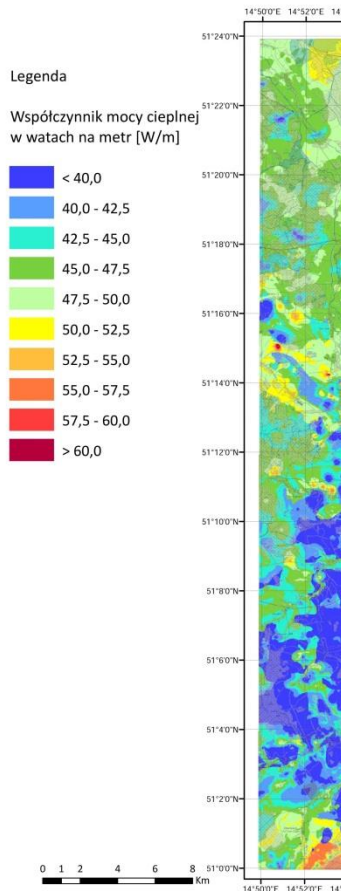
0 - 100 m

0 - 130 m

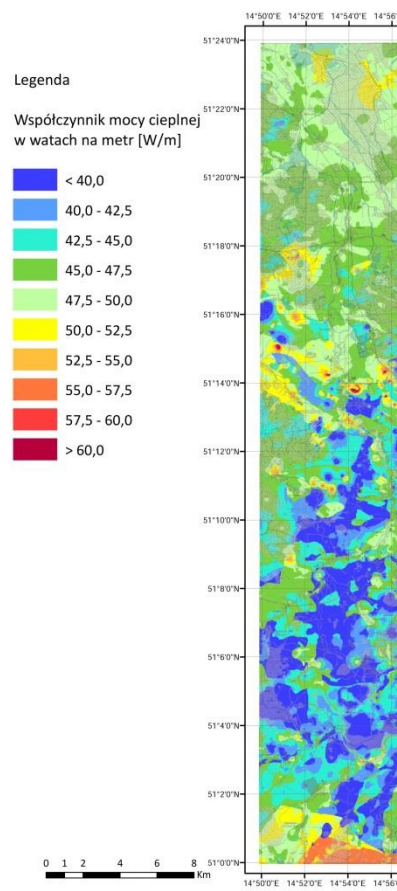


# Przykłady 4 map geotermicznych w wersji publicznej

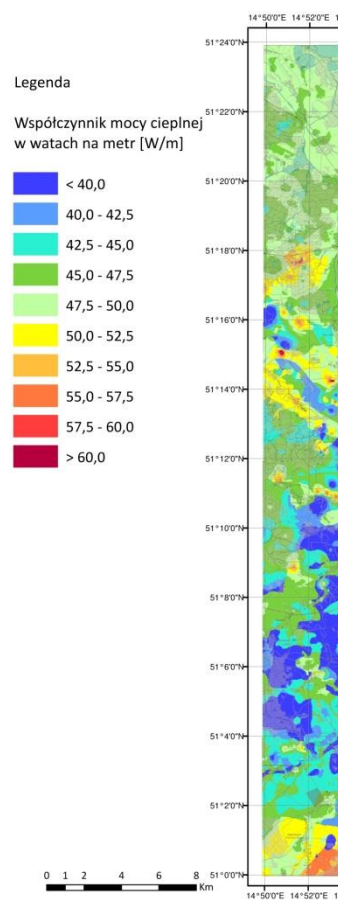
Współczynnik mocy ciepła  
wyliczony dla otworu wier  
i dla 2400 godzin roczne



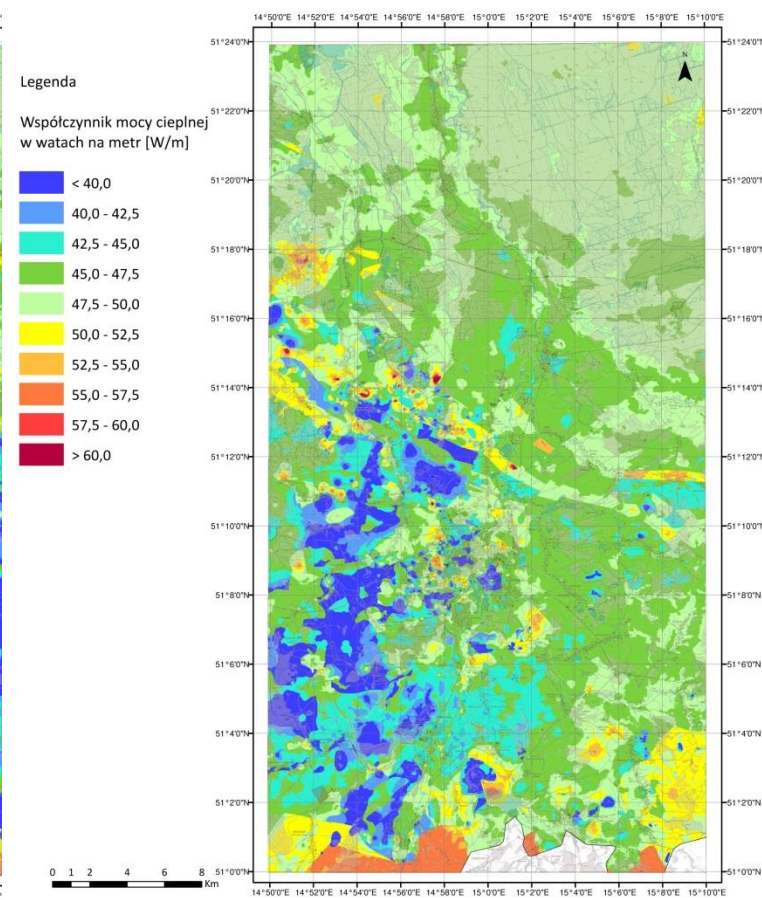
Współczynnik mocy ciepła w  
wyliczony dla otworu wiertniczej  
i dla 2400 godzin rocznej prac



Współczynnik mocy ciepła  
wyliczony dla otworu wier  
i dla 2400 godzin roczne



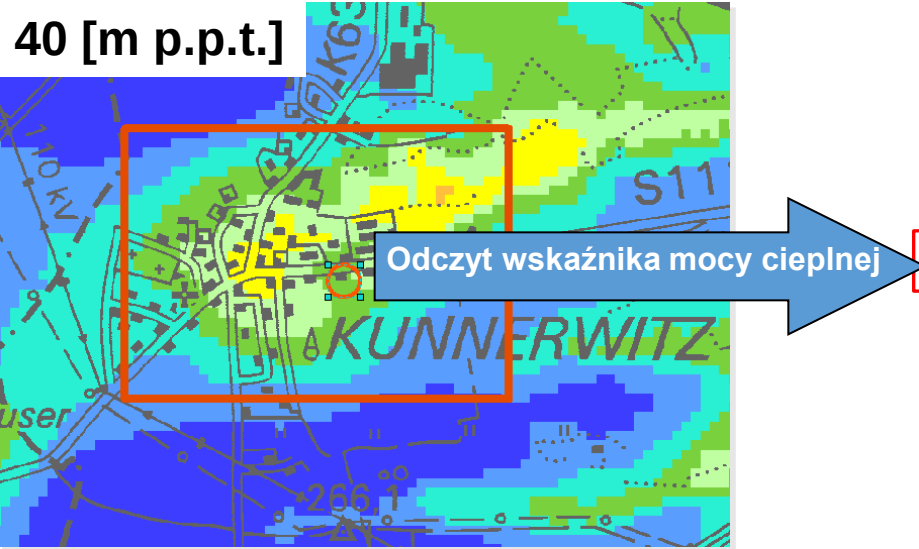
Współczynnik mocy ciepła w watach na 1 metr [W/m]  
wyliczony dla otworu wiertniczego o głębokości 130 metrów  
i dla 2400 godzin rocznej pracy gruntu pompy ciepła



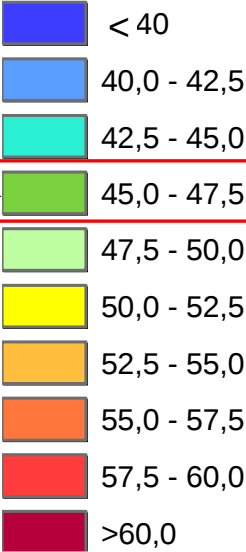
# Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji publicznej”

## Kalkulacja ilości i głębokości otworów wiertniczych dla instalacji gruntowej pompy ciepła

**Przykład zastosowania:**  
Dom jednorodzinny, 12 kW  
zapotrzebowania mocy, tylko dla ogrzewania



**Legenda:**  
Wskaźnik mocy cieplnej w watach na metr [W/m]  
do głębokości 40 [m] i dla 1800 [rbg/rok] pracy pompy ciepła



$45,0 - 47,5 \times 40 [m] = 1800 \dots 1900 [W]$

$=$   
 $1,8 \dots 1,9 [kW]$

$12 [kW] \div 1,8 [kW] = 6,6$

**Wynik: do wykonania 7 wierceń na głębokość 40 [m]**

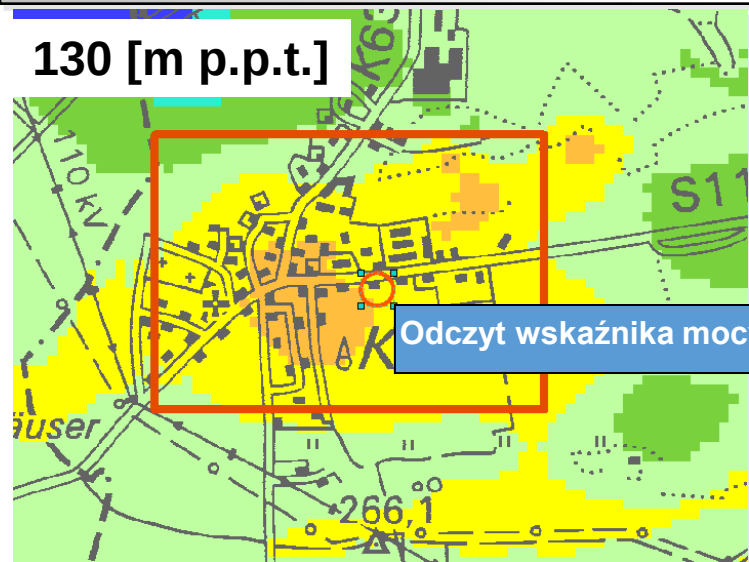
# Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji publicznej”

## Kalkulacja ilości i głębokości otworów wiertniczych dla instalacji gruntowej pompy ciepła

### Przykład zastosowania:

Dom jednorodzinny, 12 kW  
zapotrzebowania mocy, tylko do ogrzewania

130 [m p.p.t.]

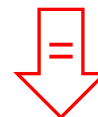


### Legenda:

Wskaźnik mocy cieplnej w watach na metr [W/m] do głębokości  
130 [m] i 1800 [rbg/rok] 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       |

$$50,0 - 52,5 \times 130 \text{ [m]} = 6500 - 6825 \text{ [W]}$$



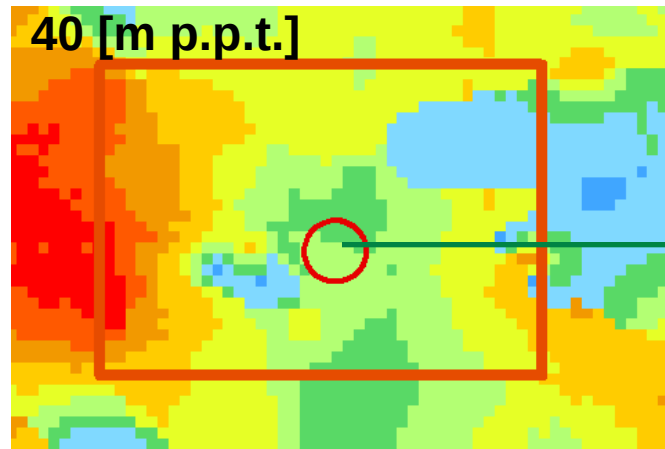
$$6,5 \dots 6,8 \text{ [kW]}$$



$$12 \text{ [kW]} \div 6,5 \text{ [kW]} = 1,8$$

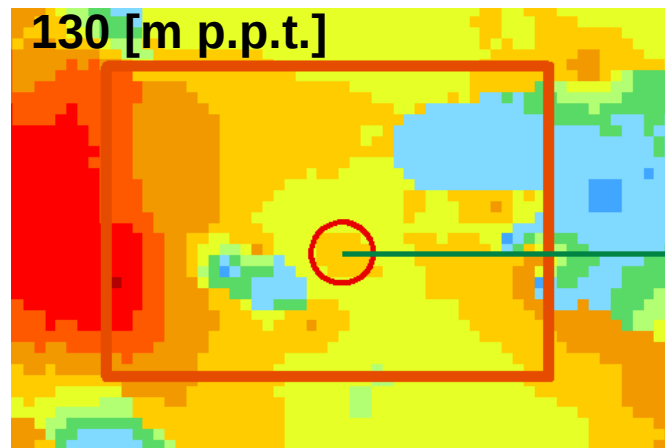
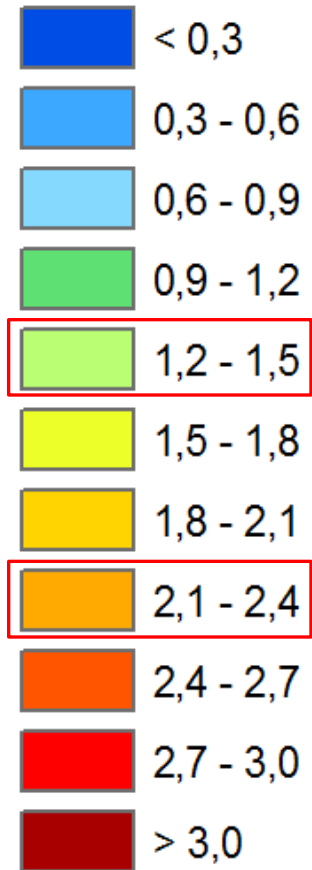
**Wynik: do wykonania 2 wiercenia na głębokość 130 [m]**

# Wykorzystanie mapy geotermalnej w „wersji profesjonalnej”



Średnia przewodność  
cieplna  $\lambda$  w watach na  
metr i kelwin [W/m·K]  
do głębokości 40 [m p.p.t.]

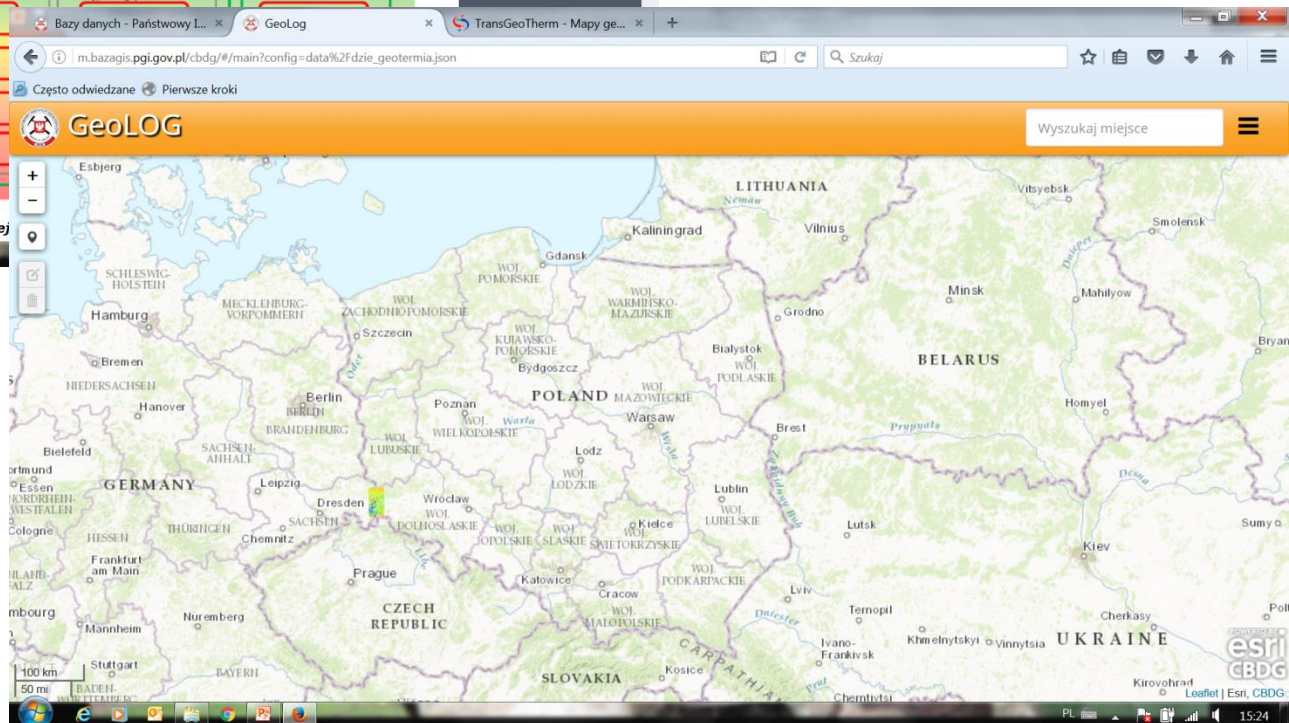
$\lambda$  w [W/m·K]



Średnia przewodność  
cieplna  $\lambda$  w watach na  
metr i kelwin [W/m·K]  
do głębokości 130 [m p.p.t.]

# Udostępnianie map geotermicznych w Internecie

The screenshot shows the TransGeoTherm website. The header features the logo and the text "Energia geotermalna dla transgranicznego rozwoju regionu Nysy. Projekt pilotażowy". A sidebar on the left contains a menu with items like "Projekt", "Aktualności", "Agenda i wydarzenia", "Partnerzy", "Wyniki", "Geotermia niskotemperaturowa", "Geologia", "Mapy geotermalne", "Model 3D", "Publikacje i prezentacje", "Do pobrania", "Galeria", "Linki", and "Kontakt". The main content area is titled "Mapy geotermalne" and contains text about the availability of maps in two versions: "wersja publiczna (public version)" and "wersja profesjonalna (professional version)". Below this text are two boxes: one for the public version (0-40m, 0-70m, 0-100m, 0-130m) and one for the professional version (2400 rbg w roku pracy, tryb ogrzewania, tryb przygotowania ciepłej wody i dla głębokości:).



V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów

# Podsumowanie:

- Projekt *TransGeoTherm* zrealizowany został dzięki dofinansowaniu z EFRR UE w ramach Programu Operacyjnego Współpracy Transgranicznej PL-SN 2007-2013
- Celem projektu było wsparcie wykorzystania płytkiej, niskotemperaturowej energii geotermalnej za pomocą ogólnodostępnych map geotermicznych
- Do wykonania modelu geologicznego 3D i serii map geotermicznych wykorzystano dane i informacje pochodzące z różnych map oraz dane z 5 146 otworów geologicznych
- Opracowano 12 map geotermicznych w cięciach głębokościowych do: 40, 70, 100 i 130 [m p.p.t.], ukazujących rozkład przestrzenny średniej wartości współczynnika mocy cieplnej [W/m] i średniej wartości przewodności cieplnej skał  $\lambda$  [W/m·K]
- Mapy stanowią pomoc w lokalizacji i optymalizacji wydajności instalacji gruntowych pomp ciepła i są dostępne nieodpłatnie na: [www.transgeotherm.eu](http://www.transgeotherm.eu) i [www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl)



Kontakt:

[Maciej.Klonowski@pgi.gov.pl](mailto:Maciej.Klonowski@pgi.gov.pl)

[transgeotherm@pgi.gov.pl](mailto:transgeotherm@pgi.gov.pl)

[www.transgeotherm.eu](http://www.transgeotherm.eu)



[www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl)

Dziękuję za uwagę

Pytania, uwagi komentarze?





---

**V OGÓLNOPOLSKI KONGRES GEOTERMALNY, 11–13.10.2016, Mszczonów**