

PROGNOZOWANIE MODELU PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ GEOELEKTRYCZNYCH

GRZEGORZ PACANOWSKI

PAWEŁ CZARNIAK

PRZEMYSŁAW SOBÓTKA

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Geotermia płytka (niskotemperaturowa) cechuje się temperaturą od kilkunastu stopni do ok. 20°C.

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.

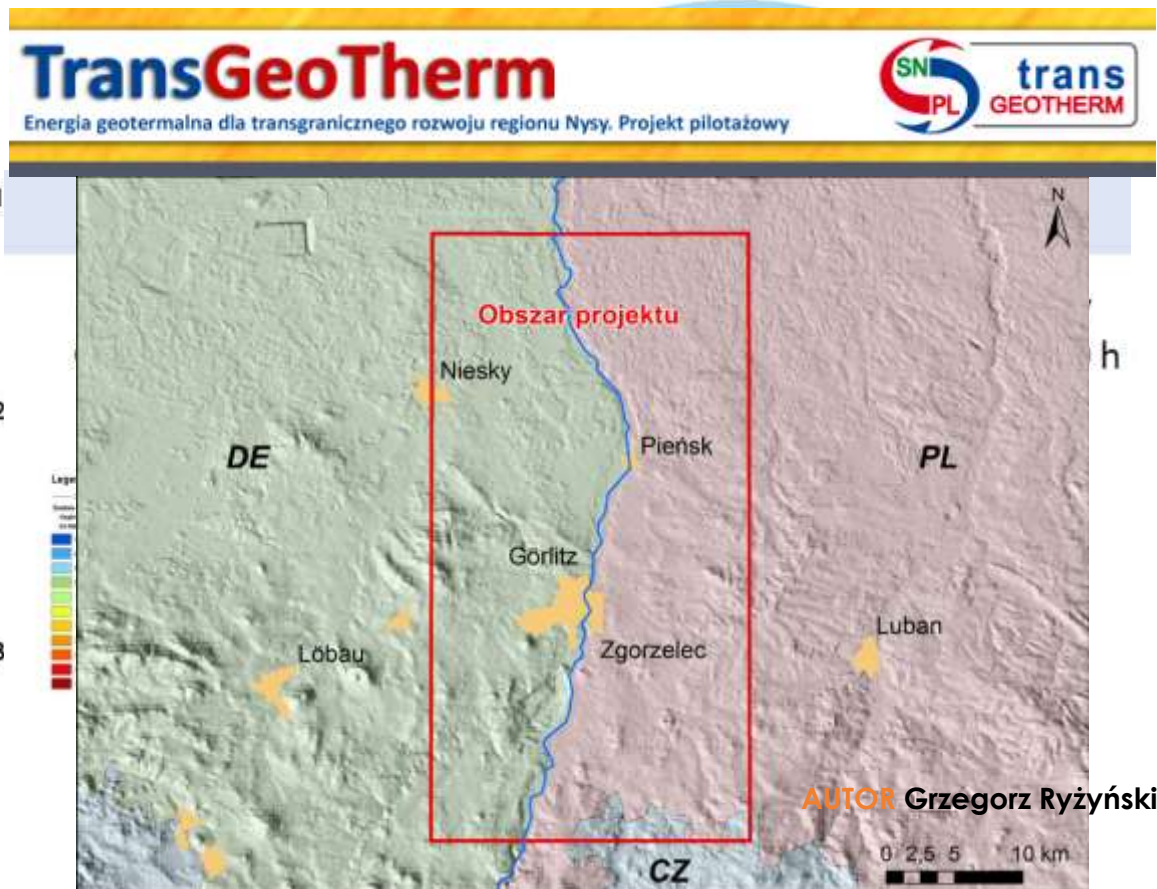
Odbiór energii realizowany jest przez **pompy ciepła** (wymienniki ciepła). System ten najczęściej ma zastosowanie w ogrzewaniu pojedynczych budynków.

Dla tej płytkiej przestrzeni opracowuje się **mapy potencjału energii geotermalnej** oraz **mapy wskazujące obszary występowania zagrożeń hydrogeologicznych i geośrodowiskowych**, gdzie wykonywanie otworowych wymienników ciepła powinno być ograniczone lub niedozwolone.

Realizowane obecnie mapy potencjału geotermicznego zawierają informacje o maksymalnej ilości energii geotermalnej, którą da się uzyskać z podłoża gruntowego.

ENERGIA GEOTERMALNA = OZE

<http://www.transgeotherm.eu/>



PROJEKT: OCENA POTENCJAŁU GEOTERMII NISKOTEMPERATUROWEJ I UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH (zadanie PIG-PIB)



OBSZAR WARSZAWA

(AGLOMERACJA WARSZAWSKA
9 ARK. SMGP)



OBSZAR WROCŁAW

(AGLOMERACJA WROCŁAWSKA
4 ARK. SMGP)



OBSZAR ŻYWIEC

(KARPATY - 3 ARK. SMGP)



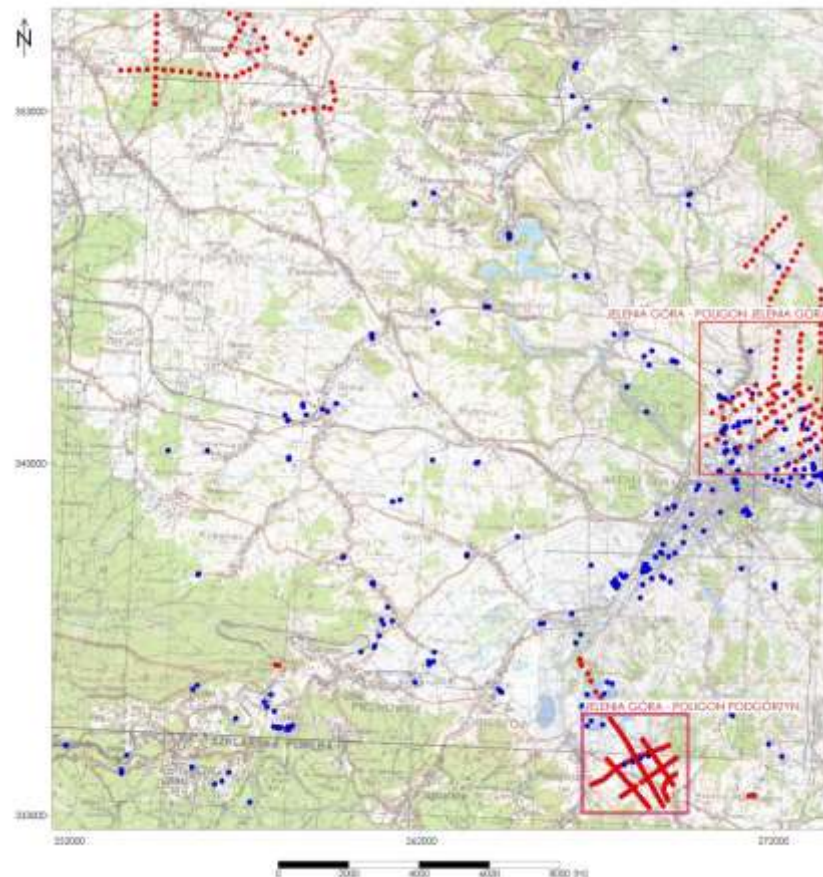
OBSZAR JELENIA GÓRA

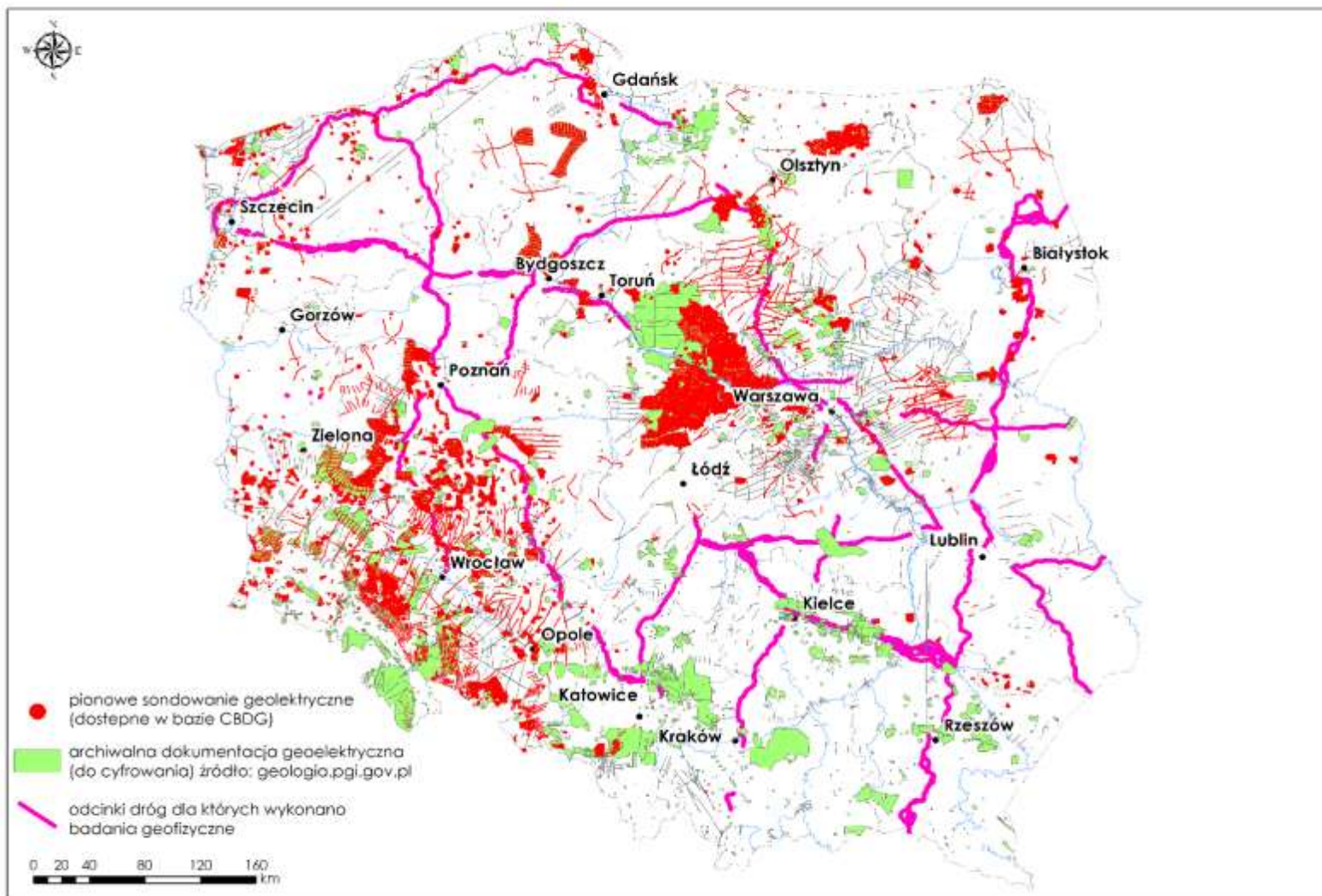
(SUDETY ZACHODNIE
1 ARK. SMGP)

Czas realizacji zadania: 2017 – 2021

Planowane efekty rzeczowe:

- Instrukcja wykonywania map
- Ogólnokrajowa baza danych GIS
- Warstwy informacyjne dla 6 obszarów kraju
- Portal Internetowy

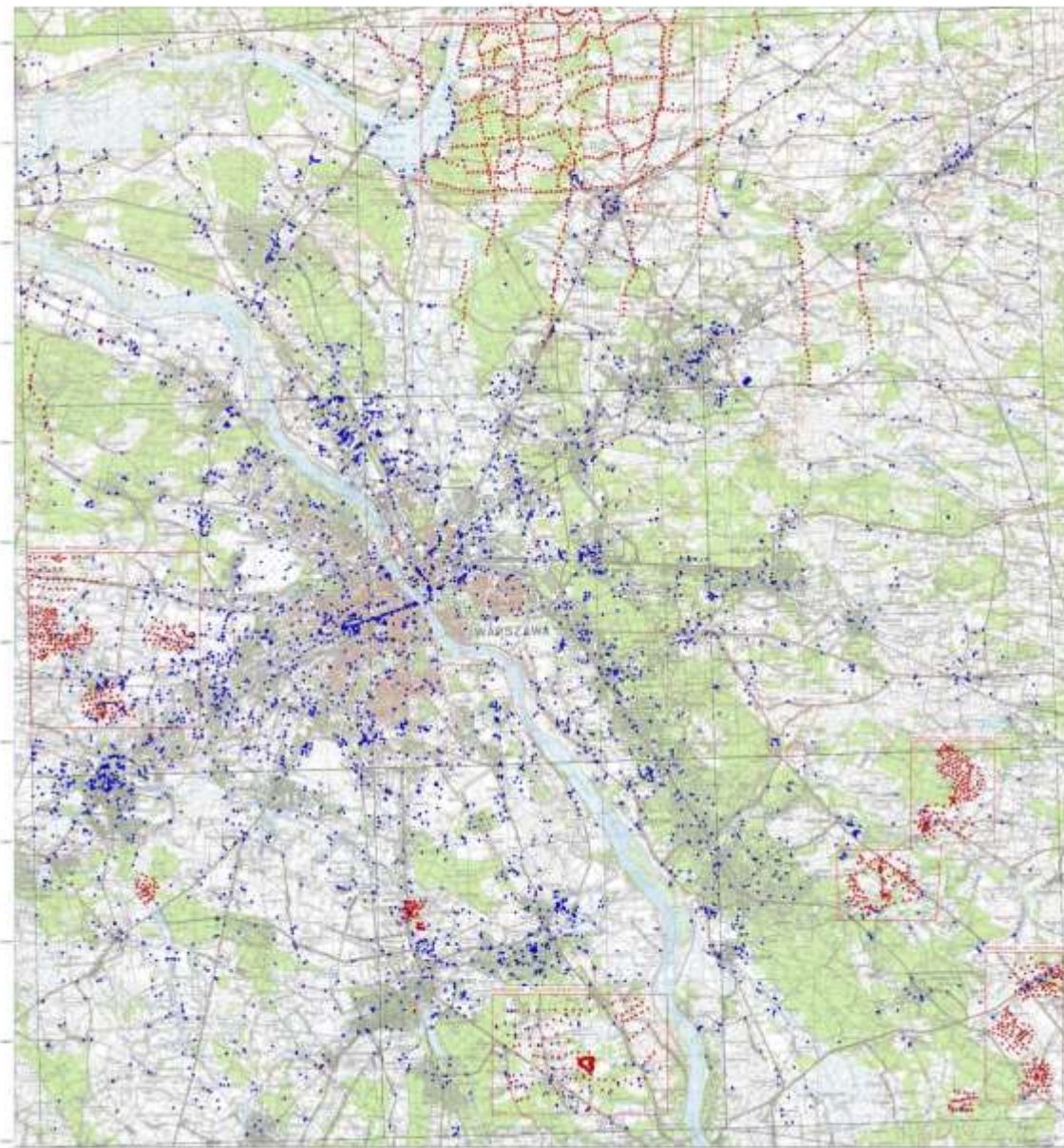




Ilość krzywych VES w bazie CBDG – 150 000

Ilość krzywych VES które pozostały do cyfrowania – 150 000

Rozmieszczenie badań elektrooporowych w Polsce wg Banku Danych Elektrooporowych-ARGEOL (1996) i CBDG (2021), kolorem czerwonym zaznaczono krzywe które zostały zcyfrowane i znajdują się w CBDG



Obszar Warszawa:

- poligon Radzymin
- poligon Ożarów
- poligon Wola Ducka
- poligon Baniocha
- poligon Kołbiel

Dane archiwalne

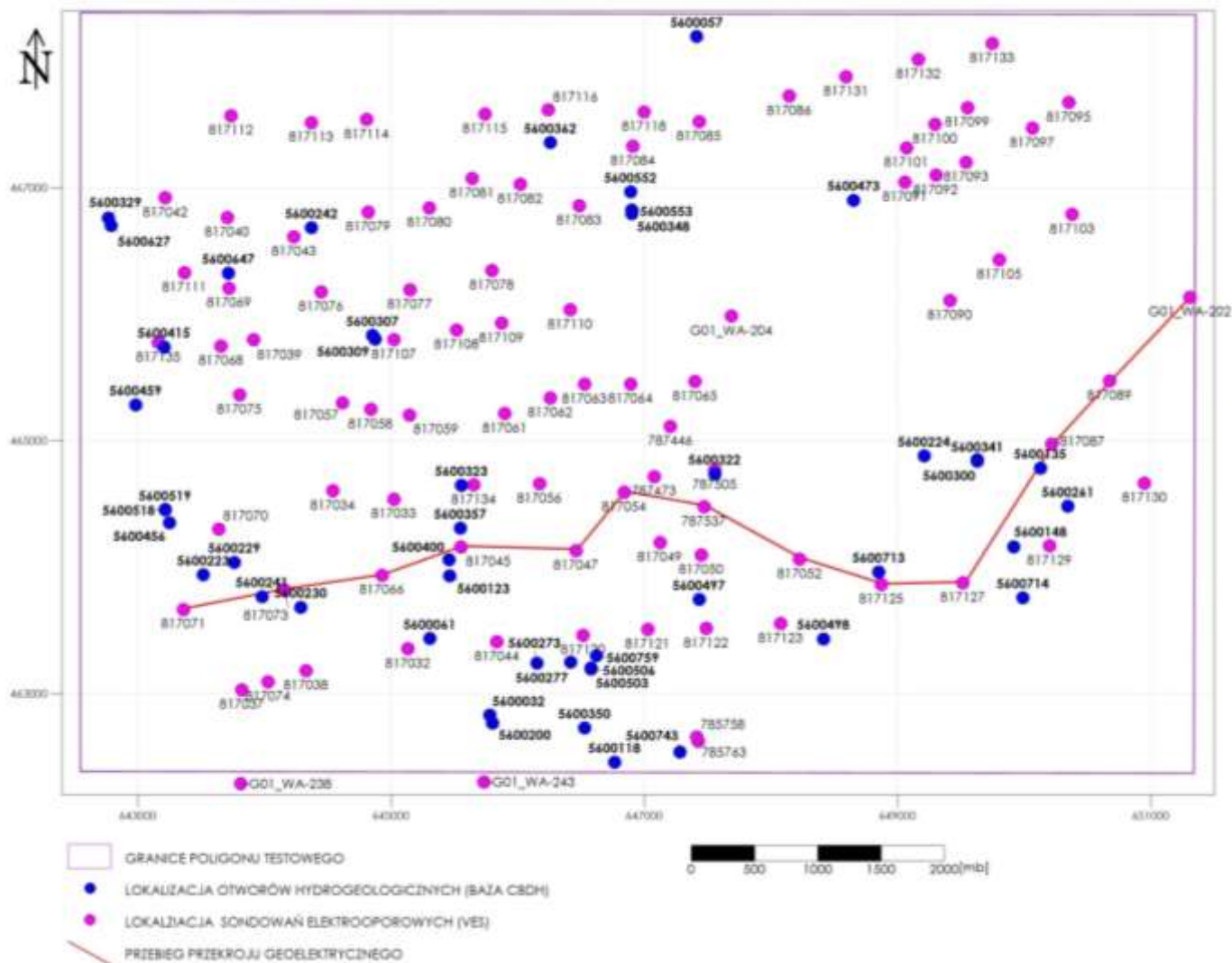
Dane archiwalne pobrane zostały z bazy CBDG (Centralna Baza Danych Geologicznych), na potrzeby realizacji projektu. Dane pochodzą z różnych dokumentacji (wykonywanych w latach 70, 80 i 90). Wszystkie charakteryzują się tym, iż mają współrzędne (X, Y), oraz wartości oporności polowych. Dało to możliwość wykorzystywania ich na potrzeby projektu.

Dysponując dużym zasobem danych archiwalnych, podjęto działania, mające na celu opracowanie metodyki dla wykorzystania tych danych.

Skupiono się tu w pierwszej kolejności na obszarach o dużej miąższości czwartorzędu, obszarem testowym była aglomeracja Warszawska, teren odpowiadający 9 arkuszom SMGP. Na obszarze tym zlokalizowane było ok **4529** otworów hydrogeologicznych oraz **3100** sondowań VES.

Rozkład otworów i sondowań jest nierównomierny. Duża ilość otworów hydrogeologicznych znajduje się na obszarze gdzie występuje zabudowa miejska i podmiejska, natomiast w obszarach rolniczych, leśnych otworów jest zdecydowanie mniej. Jest to ogólna zasada, której schemat będzie podobny na obszarze całego kraju.

POLIGON TESTOWY BANIOCHA



Dla obszaru poligonu Baniocha ilość danych była następująca:

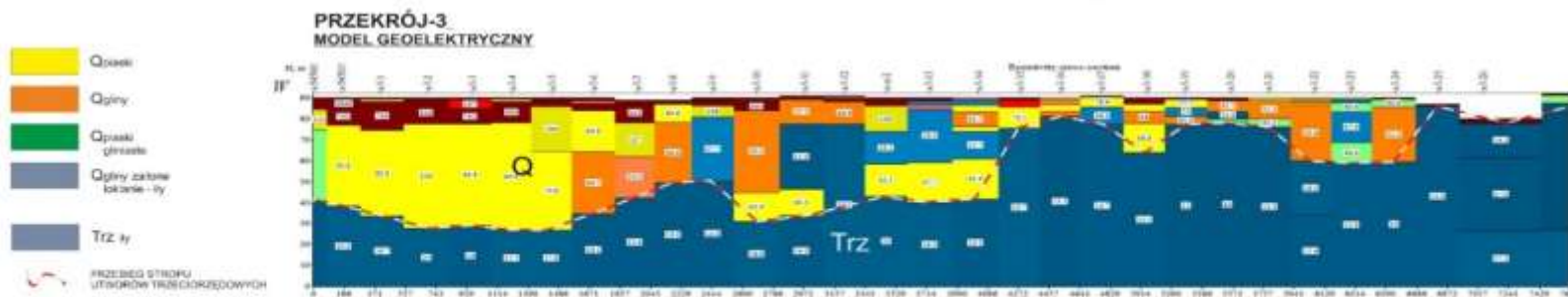
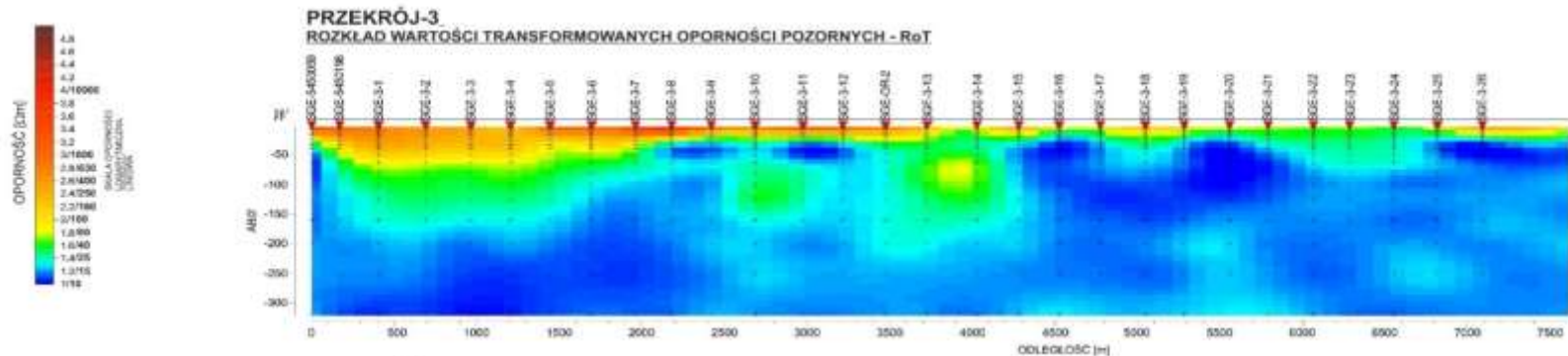
- Obszar poligonu - 8 km x 6 km – 48 km²,
- Ilość sondowań VES – 94 – **ok 2 VES na 1 km²**,
- Ilość otworów – 48 – **ok 1 otworu na 1 km²**,

* przy czym trzeba podkreślić, że wraz ze wzrostem głębokości, ilość otworów które można było wykorzystać w modelu ulega zmniejszeniu

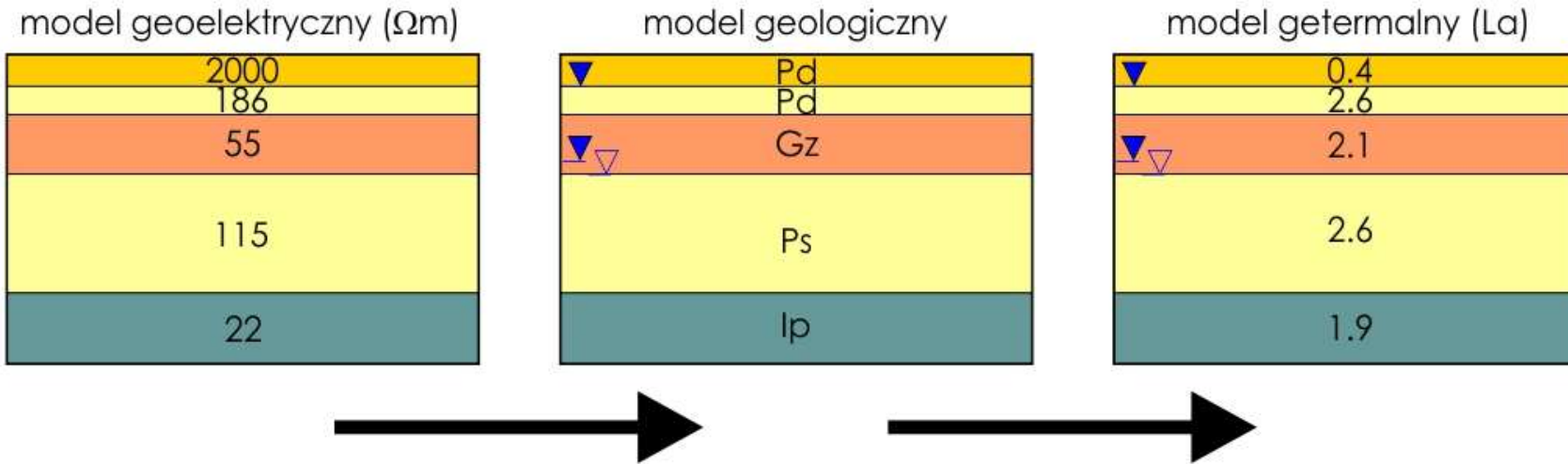
Obszar ten charakteryzuje się stosunkowo dużą ilością danych archiwalnych, zarówno w postaci VES, jak również otworów hydrogeologicznych,

Ponadto rozkład danych jest w miarę równomierny..

PRZEKROJE GEOELEKTRYCZNE



IDEA PRZELICZENIA OPORNOŚCI NA PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ



Model geologiczny można rozważać w uogólnieniu jako przestrzenny rozkład

$$MG = f(x, z), MG = f(x, y, z)$$

Budowa geologiczna (model geologiczny) narzuca przestrzenny rozkład własności fizycznych – rozkład oporności $\rho(x, y, z)$

$$MG(x, y, z) \rightarrow \rho(x, y, z)$$

W zadaniu odwrotnym model geoelektryczny określa model geologiczny, a ten z kolei przyporządkowuje wartości przewodności cieplnej.

$$\rho(x, y, z) \rightarrow MG(x, y, z) \rightarrow La(x, y, z)$$

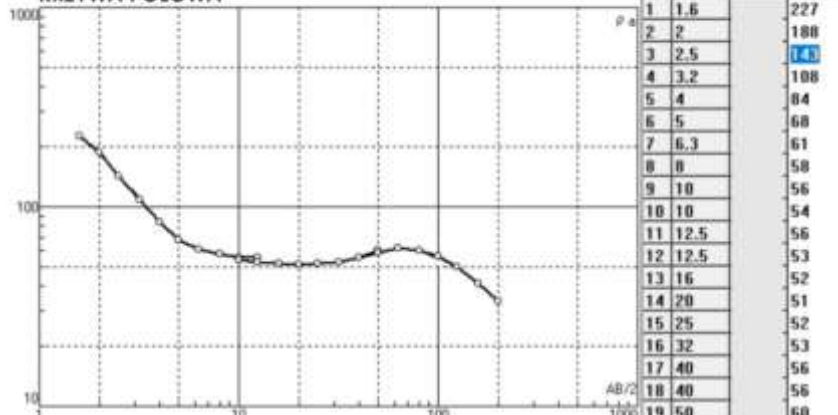
Można dyskutować, czy w procesie tym można pominąć wiedzę o geologii badanego terenu. Mówiąc inaczej przejść z oporności na La .

IDEA PRZELICZENIA OPORNOŚCI NA PRZEWODNOŚCI CIEPLNE

INTERPRETACJA KRZYWEJ VES - WERSJA I
METODA MANUALNA, NAJMNIEJSZA MOŻLIWA ILOŚĆ
WARSTW DLA DOPASOWANIA MODELU DO KRZYWEJ



KRZYWA POŁOWA

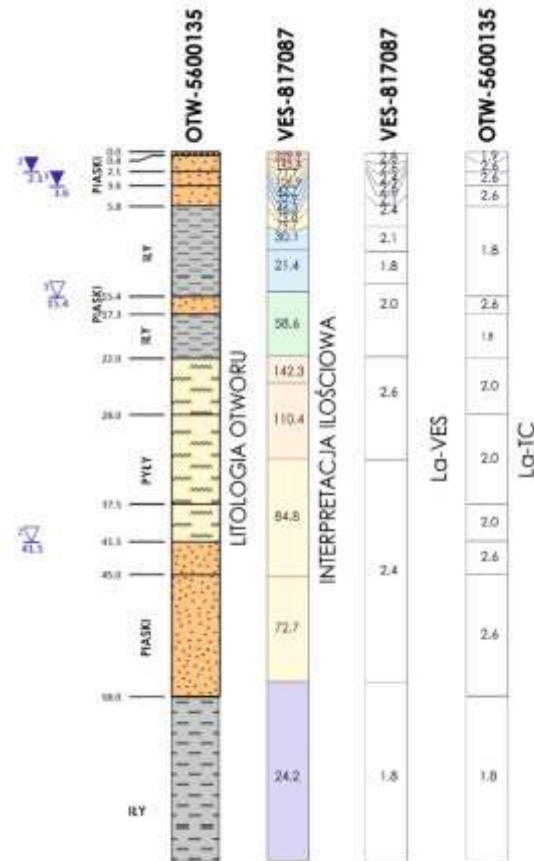


WARTOŚCI OPORNOŚCI

INTERPRETACJA KRZYWEJ VES - WERSJA II
METODA PÓŁAUTOMATYCZNA
ZAKŁADANA DUŻA ILOŚĆ WARSTW (20-25)



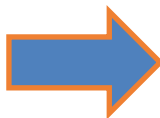
OPORNOŚĆ [Ωm]	PROGNOZOWANA LITOLOGIA	KLASA PRZEWODNOŚCI
<25	Ił	A
25-50	Gлина zwięzła	B
50-70	Pył	C
70-90	Gлина piaszczysta, piasek gliniasty	D
90-200	Piasek zawodniony	E
200-400	Piasek zawodniony ze żwirem	F
>400	Piasek suchy	G



METODA OCCAMA

IDEA PRZELICZENIA OPORNOŚCI NA PRZEWODNOŚCI CIEPLNE

LITOLOGIA	LAMBDA SUCHA	LAMBDA MOKRA
Glina	1.3	2.1
Glina ciężka	1.3	2.1
Glina piaszczysta	1.3	2.4
Glina pylasta	1.3	2.4
Glina zwałowa	1.3	2.1
Ił	1.3	1.8
Ił piaszczysty	1.4	1.9
Ił pstry	1.3	1.8
Ił pylasty	1.4	1.9
Ił warwowy	1.3	1.8
Magle	1.6	2.4
Mułki	1.2	1.9
Mułki piaszczyste	1.2	1.9
Mułowce	1.8	2.3
Namuł	1.2	1.9
Nasyp	1.1	2
Otoczaki	1.1	2
Otoczaki ze żwirem	1.1	2
Piasek	0.4	2.6
Piasek glaukonitowy	0.3	2.6
Piasek gliniasty	0.3	2.6

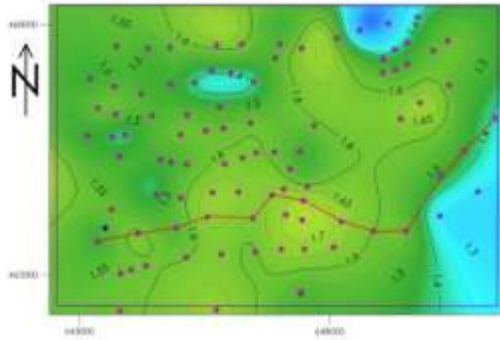


NR VES	GLĘBOKOŚĆ	OPORNOŚĆ WYINTERPRETOWANA	KLASA	LA
G01_817112	0	1432	G	0.4
G01_817112	-0.132	1432	G	0.4
G01_817112	-0.264	1432	G	0.4
G01_817112	-0.396	1432	G	0.4
G01_817112	-0.528	1432	G	0.4
G01_817112	-0.66	1432	G	0.4
G01_817112	-0.792	1432	G	0.4
G01_817112	-0.8	3685	G	0.4
G01_817112	-0.86732	3685	G	0.4
G01_817112	-0.93464	3685	G	0.4
G01_817112	-1.00196	3685	G	0.4
G01_817112	-1.06928	3685	G	0.4
G01_817112	-1.1366	3685	G	0.4
G01_817112	-1.20392	3685	G	0.4
G01_817112	-1.208	230	F	2.6
G01_817112	-1.30964	230	F	2.6
G01_817112	-1.41128	230	F	2.6
G01_817112	-1.51292	230	F	2.6
G01_817112	-1.61456	230	F	2.6
G01_817112	-1.7162	230	F	2.6

(...)

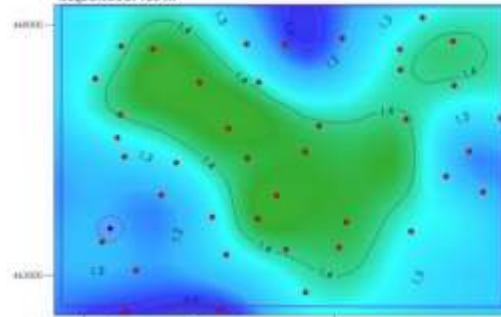
WYNIKI PRAC

MAPA ROZKŁADU WARTOŚCI OPORNOŚCI POZRONYCH DLA AB/2=250 m

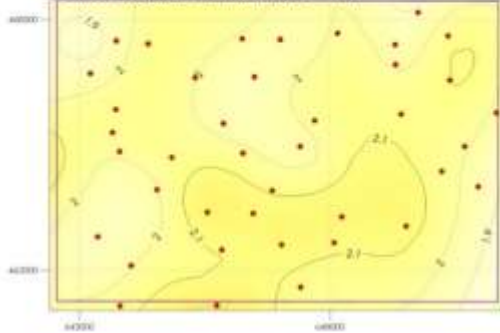


AB/2=250 m ODPOWIADA GŁĘBOKOŚCI OK 100 m

MAPA ROZKŁADU WARTOŚCI OPORNOŚCI WYINTERPRETOWANYCH NA GŁĘBOKOŚCI 100 m



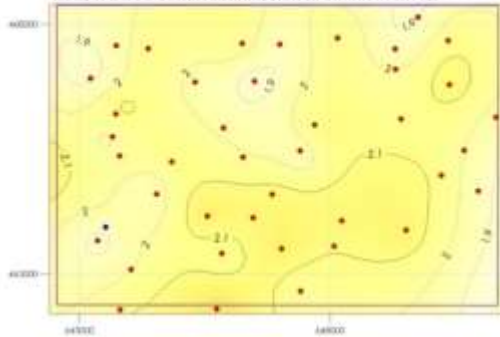
MAPA ROZKŁADU ŚREDNIEJ WARTOŚCI PRZEWODNOŚCI CIEPŁEJ DO GŁĘBOKOŚCI 100 m, OPRACOWANA NA PODSTAWIE WYINTERPRETOWANYCH WARTOŚCI OPORNOŚCI VES (INTERPRETACJA METODĄ OCAMMA)



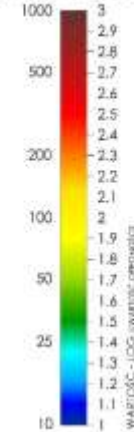
MAPA ROZKŁADU ŚREDNIEJ WARTOŚCI PRZEWODNOŚCI CIEPŁEJ DO GŁĘBOKOŚCI 100 m, OPRACOWANA NA PODSTAWIE DANYCH OTWOROWYCH



MAPA ROZKŁADU ŚREDNIEJ WARTOŚCI PRZEWODNOŚCI CIEPŁEJ DO GŁĘBOKOŚCI 100 m, OPRACOWANA NA PODSTAWIE DANYCH OTWOROWYCH I VES



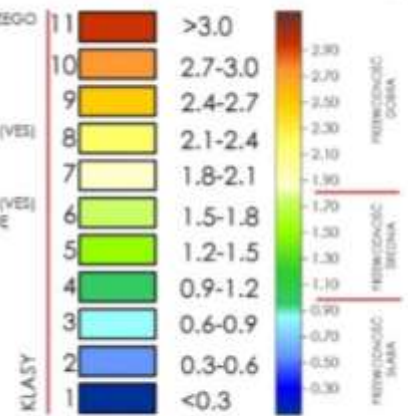
SKALA OPORNOŚCI (Ωm)



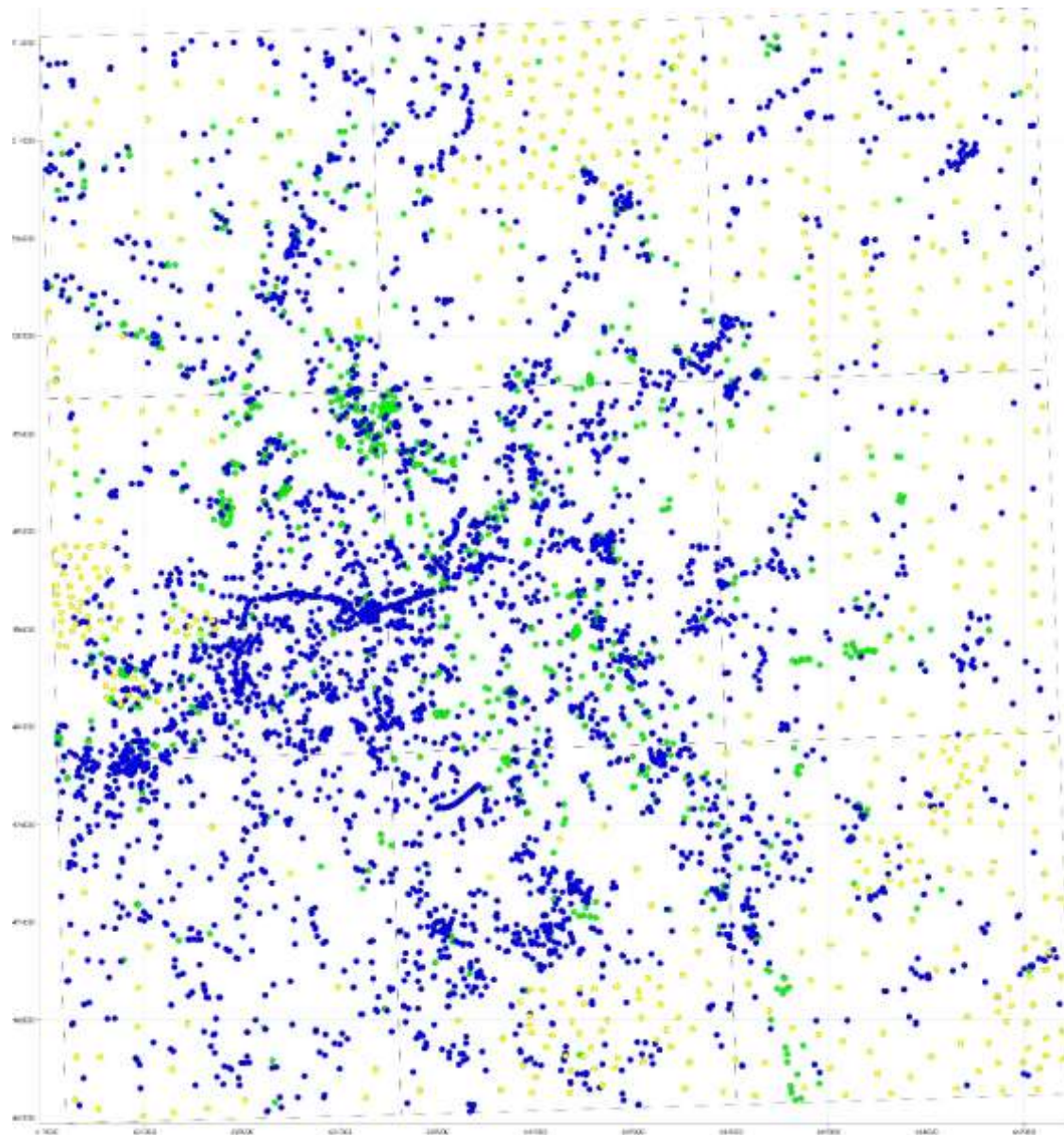
OBJAŚNIENIA

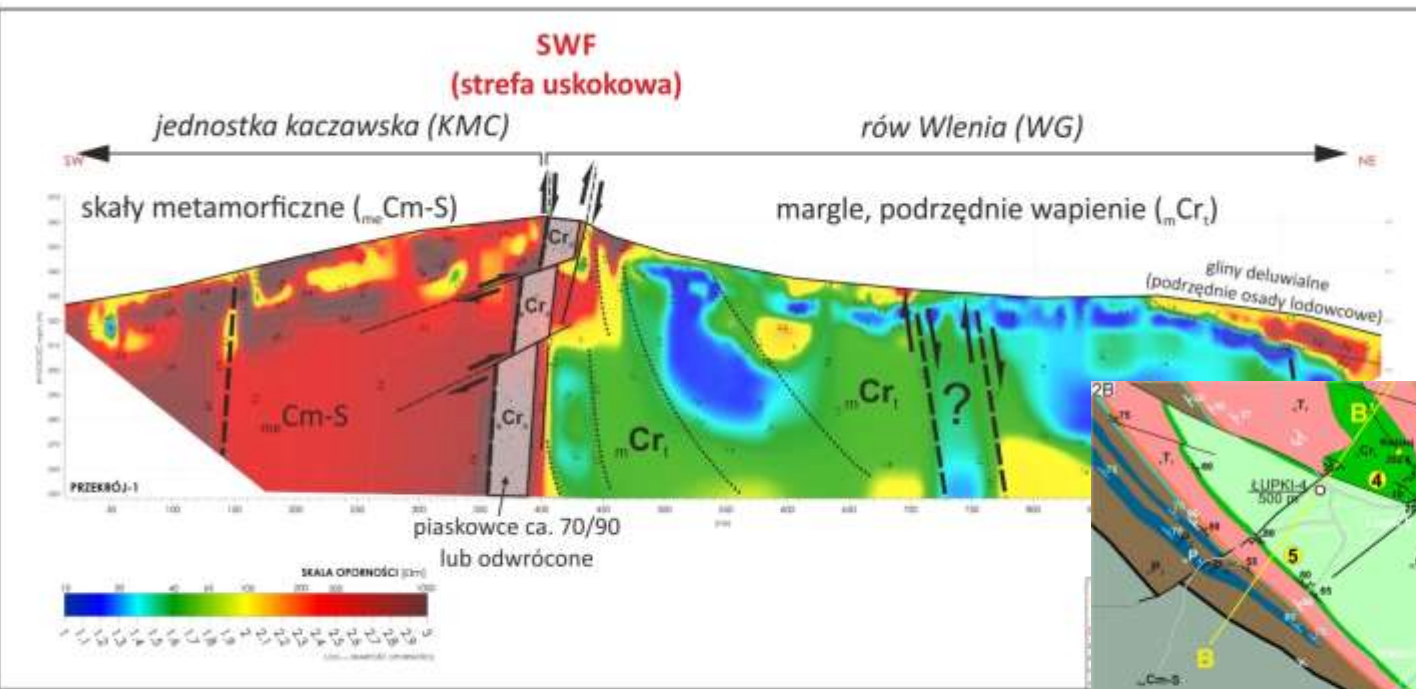
- GRANICA OBSZARU POLIGONU BADAWCZEGO
- LOK. ARCHIWALNYCH OTWORÓW WEDŁUG BAZY (CBDH) O GŁĘBOKOŚCI POWYŻEJ 20 m
- LOK. SONDOWAŃ ELEKTROOPOROWYCH (VES) (DANE ARCHIWALNE (CBDG) ORAZ WYKONANE W RAMACH PROJEKTU)
- LOK. SONDOWAŃ ELEKTROOPOROWYCH (VES) DLA KTÓRYCH WYKONANO INTERPRETACJĘ
- - IŁY
- - GLINY
- - PYŁY I MUŁKI
- - GLINY PIASZCZYSTE
- - PIASKI
- - PIASKI I ŻWIRY

ŚREDNIA WARTOŚĆ PRZEWODNOŚCI CIEPŁEJ GRUNTÓW (W)

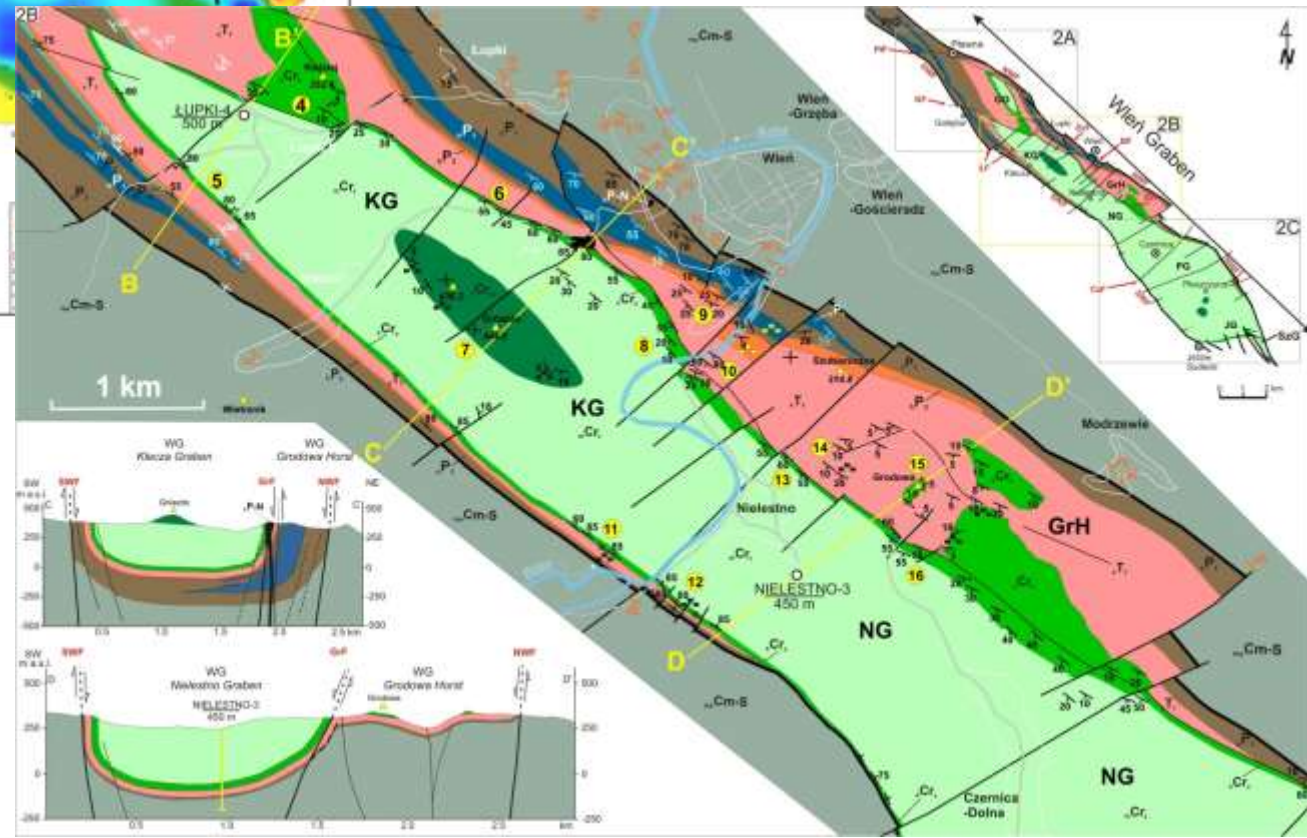


WYNIKI PRAC





AUTOR ALEKSANDER KOWALSKI



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ