

# Raport z opracowania danych metodą tomografii elektrooporowej ERT

Strzegom

Wykonawcy: Wiktoria Jarecka, Paulina Tyc, Weronika Wysocka

Opiekun projektu: dr hab. Radosław Mieszkowski

Marzec 2020



## Spis treści

Opracowanie tekstowe .....	3
1. Wstęp .....	3
2. Badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej.....	4
2.1. Opis metody .....	4
2.2. Metodyka pomiarowa .....	6
2.3. Opracowanie wyników .....	6
3. Podsumowanie .....	6
4. Literatura.....	7
Spis rysunków .....	7
Spis załączników .....	7

## Opracowanie tekstowe

### 1. Wstęp

Przetworzono i zinterpretowano wyniki badań wykonane metodą tomografii elektrooporowej (ERT). Obszar badań zlokalizowany jest na północ od miasta Strzegom, województwo dolnośląskie (Załącznik 1.1). Rzędne terenu wahają się w przedziale od około 220 m n.p.m. do 250 m n.p.m.

Celem badań było rozpoznanie rozkładu oporności elektrycznej górotworu w kontekście wykartowania stropu granitów. Nieinwazyjne badania geofizyczne przeprowadzono wzdłuż 7 profili przedstawionych na mapie dokumentacyjnej przedstawionej w załączniku 1.2. Długości profili przedstawiono w tabeli 1.

Nr profilu	Długość profilu ERT [m]
1	720
2	585
3	400
4	360
5	620
6	700
<b>razem</b>	<b>3950</b>

Tabela 1. Zestawienie długości wykonanych profili geofizycznych

Rejon badawczy w całości znajduje się w obrębie mezoregionu Wzgórza Strzegomskiego (Konradzki, 2002). Wzgórza budują granity oraz granodioryty wieku Karbon górny – Perm dolny. Stoki wzgórz są długie i zbudowane głównie z gliny z rumoszami skalnymi. Obszary dolinne wypełnione są glinami zwałowymi oraz piaskami i żwirami tarasów kemowych, zlodowacenia środkowopolskiego oraz holocenijskimi osadami aluwialnymi. (Przybylski, Cwojdziański, Ihtanowicz, 2016). Obszar Strzegomie na tle Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski przedstawia załącznik 1.3.

Dane archiwalne analizowanego obszaru umożliwiają założenie kontrastu pomiędzy osadami pokrywowymi a granitami. Wartości oporności różnią się od siebie znacząco, ponieważ dla glin zwałowych wynosi ona kilkadziesiąt  $\Omega\text{m}$ , a dla granitów może przyjmować powyżej  $550\Omega\text{m}$ . (Hoover, 1993). Zastosowanie metody tomografii elektrooporowej w tym przypadku sprowadza się do

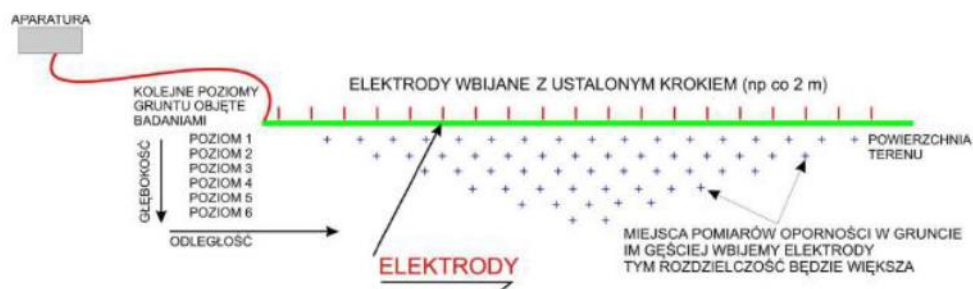
wyznaczenia rozkładu oporności skał podłoża wraz z głębokością. Prospekcja zastosowanych badań geofizycznych sięgnęła do ok 80 m p.p.t.

W ramach niniejszego opracowania przetworzono i zinterpretowano dane z pomiarów terenowych. Profile oraz mapy wynikowe przedstawiono w załącznikach 2, 3.1 i 3.2.

## 2. Badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej

### 2.1. Opis metody

Podstawowym zadaniem, do którego wykorzystywane są metody geofizyczne, jest rozpoznawanie warunków geologicznych oraz geotechnicznych. W tym celu bada się właściwości fizyczne ośrodków skalnych, różniących się od siebie litologią oraz strukturami tektonicznymi. Badania metodą tomografii elektrooporowej umożliwia zbadanie ośrodka skalnego pod względem różnej oporności w kierunku pionowym i poziomym na powierzchni przekroju, wzdłuż linii układu pomiarowego. Obraz elektrooporowy uzyskuje się rozmieszczając wzdłuż linii profilu elektrody prądowe, które rejestrują przepływ sztucznie wywołanego prądu elektrycznego (rysunek 1). Następnie oprogramowanie sterujące pozwala na automatyczne dokonywanie pomiarów oporności w różnych konfiguracjach (AB- elektrod prądowych i MN- elektrod pomiarowych), które są przełączane pomiędzy sobą. Dla wybranej kombinacji elektrod dokonywany jest pomiar oporności pozornej, uwzględniający charakter rozstawu elektrod. Wykonuje się szereg takich pomiarów, wybierając kolejno inne kombinacje rozstawu elektrod. Końcowym etapem jest otrzymanie rozkładu oporności pozornej w zależności od głębokości. (J. Stein 2004). Prospekcja metody ERT zależy od długości profilu pomiarowego (L). Przyjmuje się, że wynosi ona ok. 16 % L (gradient) i ok. 27%L (dipol-dipol).

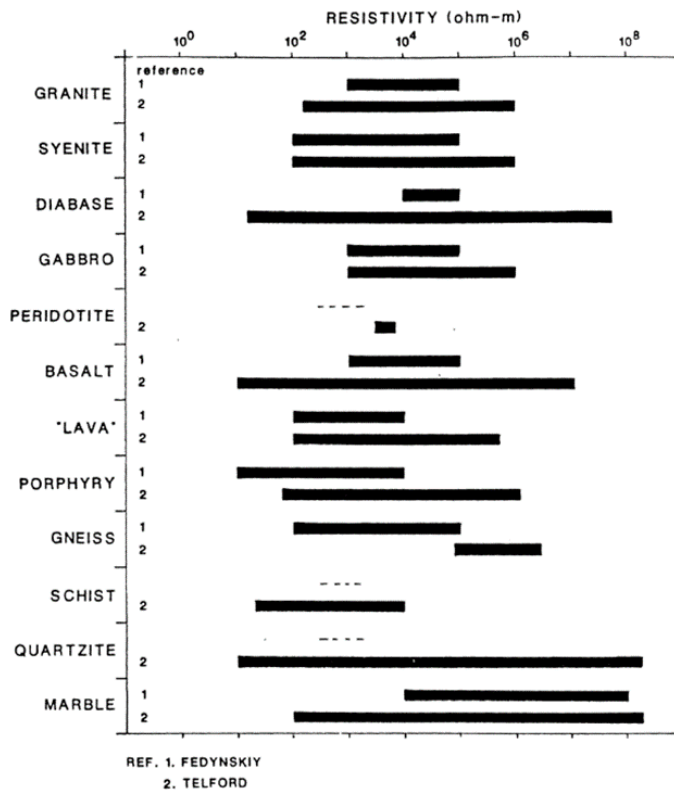


Rysunek 1. Schemat metodyki pomiarów tomografii elektrooporowej ERT (Loke, 2013A)

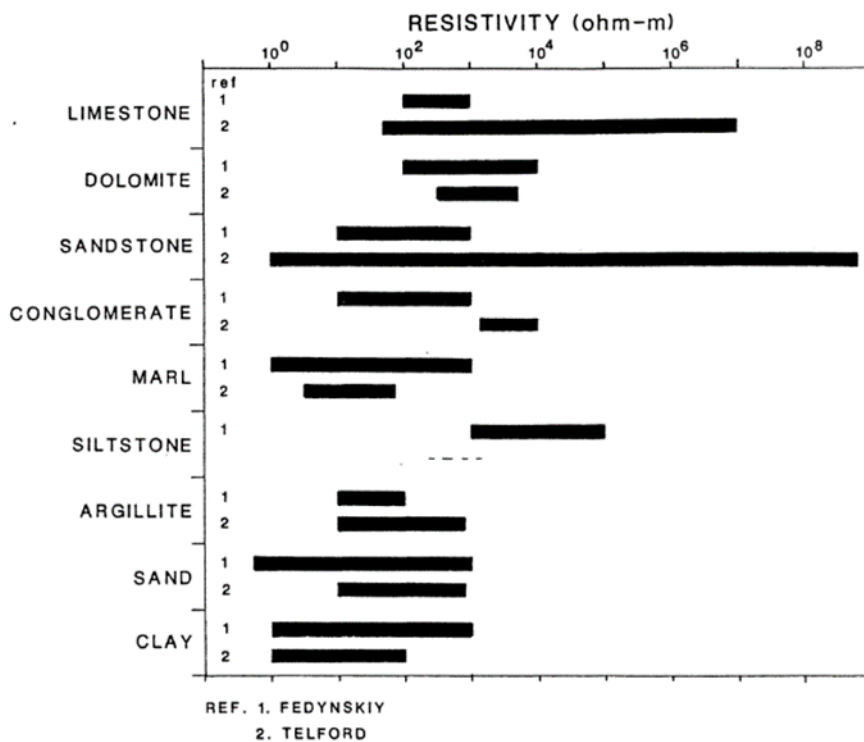
Własności elektrooporowe podłoża zależą zarówno od cech gruntów jak i płynów złożowych zawartych w porach, oznacza to, że oporność nie jest cechą stałą gruntu jak np. gęstość ale może różnić się dla tego samego gruntu. Oporność elektryczna zależy od takich parametrów jak: wielkość i kształt ziaren, skład mineralogiczny, porowatość, rozkład i wielkość porów, wilgotność, przewodność wody złożowej oraz temperatury. (Hoover, 1993).

W przypadku utworów czwartorzędowych oraz w skałach, w obszarach gdzie w środowisku naturalnym wody złożowe wykazują niską mineralizację, badania oporności elektrycznej mogą posłużyć do określenia zmian litologicznych w górotworze.

Zakresy oporności dla skał metamorficznych i osadowych przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Przyjęto, że oporność granitów zawiera się w przedziale 550 ÷ 15000  $\Omega$ m. Oporności glin to 20 ÷ 80  $\Omega$ m. Utwory piaszczyste charakteryzują się opornością w zakresie 80 ÷ 1000  $\Omega$ m.



Rysunek 2. Zakresy oporności dla wybranych skał krystalicznych (Hoover, 1993)



Rysunek 3. Zakresy oporności dla wybranych skał osadowych (Hoover, 1993)

Korelując wyniki z danymi pozyskanymi z otworów wiertniczych, można z dużym prawdopodobieństwem rozpoznać litologię utworów geologicznych,

## 2.2. Metodyka pomiarowa

Nr. profilu	Liczba elektrod	Długość profilu [m]	Rozstaw elektrod [m]	Protokół pomiarowy	Głębokość prospekcji [m p.p.t.]	Błąd inwersji [%]	Liczba punktów pomiarowych	Uwagi
1	147	730	5	GRADIENT XL 4x21	≈80	1,144	3533	Uwzględniono poprawkę topograficzną.  Uzyskano niskie wartości błędu inwersji <5% oznacza to wiarygodny wynik pomiarów ERT.  Uziemienie elektro było korzystne zmierzono ich niskie wartości.
2	117	585	5	GRADIENT XL 4x21	≈ 80	1,748	2468	
3	81	400	5	GRADIENT XL 4x21	≈80	2,754	1379	
4	73	360	5	GRADIENT XL 4x21	≈60	2,557	1099	
5	125	620	5	GRADIENT XL 4x21	≈ 80	1,348	2882	
6	141	700	5	GRADIENT XL 4x21	≈80	1,149	3257	
7	112	555	5	GRADIENT XL 4x21	≈80	1,447	2356	

Tabela 2. Analiza przetwarzania wyników badań metodą ERT.

## 2.3. Opracowanie wyników

Rezultatem wykonanych badań geofizycznych są wizualizacje rozkładu oporności elektrycznej podłoża przedstawione na:

- przekrojach elektrooporowych, które przedstawiono w załączniku nr. 2
- mapach wynikowych – załączniki 3.1 oraz 3.2.

Rozkład wartości oporności uzyskano po przeprowadzeniu inwersji danych pomiarowych.

Przy interpretacji geologicznej otrzymanych wyników przetwarzania danych pomiarowych przyjęto kilka założeń, wynikających z ogólnej znajomości mechaniki gruntów na danym terenie oraz podstaw metody elektrooporowej.

Założono, iż granity charakteryzują się podwyższonymi wartościami oporności elektrycznej w zakresie  $>550 \Omega\text{m}$ , a oporności poniżej  $80 \Omega\text{m}$  są charakterystyczne dla glin.

Wizualizację rozkładu oporności na wybranych głębokościach przedstawiono w załącznikach 3.1 i 3.2. Kierunek zmienności elektrycznej zbliżony jest do ukształtowania górotworu, a warstwy o podwyższonej oporności zapadają w kierunku południowego zachodu.

## 3. Podsumowanie

W ramach opracowania wykonano 7 profili geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej (ERT) o łącznej długości 3950 m. Prospekcja metody sięgnęła około 80 m p.p.t.

Analityczna część wyników badań geofizycznych przedstawiona została na 7 przekrojach zaprezentowanych w załączniku 2 oraz 18 slajdach rozkładu oporności na głębokościach w przybliżeniu od około 5 m p.p.t. do 80 m p.p.t. przedstawionych na załącznikach 3.1 oraz 3.2.

Przy interpretacji badań geofizycznych założono, że wartości oporności granitów przekraczają  $550 \Omega\text{m}$ .

Zastosowana metoda tomografii elektrooporowej jest metodą nieinwazyjną wykonywaną z powierzchni terenu. Zarejestrowany obraz nie pozwala na jednoznaczną identyfikację uzyskanych anomalii rozkładu oporności elektrycznych. Ostateczna weryfikacja powinna być wykonana przy użyciu bezpośrednich metod np. poprzez otwory geologiczne.

#### 4. Literatura

HOOVER D.B., HERAN W.D., HILL P.L., 1993, The Geophysical Expression of Selected Mineral Deposit Models, DIANE Publishing, 129

KONDRACKI J., 2002, Geografia regionalna Polski, PWN, Warszawa

LOKE M.H., 2013a, Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys

PRZYBYLSKI B., CWOJDZIŃSKI S., IHTANOWICZ A., 2016, Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 Arkusz Świdnica (798), PIG, Warszawa

PRZYBYLSKI B., CWOJDZIŃSKI S., IHTANOWICZ A., 2017, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 Arkusz Świdnica (798), PIG, Warszawa

STEIN J., 2004, Geofizyka Geologiczna Przewodnik do zajęć dla studentów Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa

#### Spis rysunków

Rysunek	Nazwa rysunku
1.	Schemat metodyki pomiarów tomografii elektrooporowej ERT (Loke, 2013A)
2.	Zakresy oporności dla wybranych skał krystalicznych (D. B. Hoover, 1993)
3.	Zakresy oporności dla wybranych skał osadowych (D. B. Hoover, 1993)

#### Spis załączników

Załącznik	Nazwa załącznika
1.1	Mapa lokalizacji
1.2	Mapa dokumentacyjna
1.3	Wycinek szczegółowej mapy geologicznej Polski, Arkusz Świdnica – 798, B. Przybylski, S. Cwojdzński (2009)
2	Rozkład oporności R wzdłuż profili 1 – 7
3.1	Mapy oporności elektrycznej R na głębokościach około 5 – 30 m p.p.t.
3.2	Mapy oporności elektrycznej R na głębokościach około 30 – 80 m p.p.t.