

DOBÓR OPTIMALNYCH METOD TERENOWEGO I LABORATORYJNEGO OZNACZANIA PRZEWODNOŚCI TERMICZNEJ GRUNTÓW, SKAŁ I ZWIETRZELIN NA BAZIE DOŚWIADCZEŃ W REALIZACJI MAP POTENCJAŁU GEOTERMII NISKOTEMPERATUROWEJ

Aleksandra Łukawska¹, Ewa Jagoda¹, Kajetan Wczelik¹

¹ Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa
autor korespondencyjny: aleksandra.lukawska@pigi.gov.pl

CEL BADAŃ

Celem prowadzonych badań jest dostarczenie **wytycznych** dotyczących wyboru metod badawczych stosowanych w **pomiarach właściwości termicznych podłoża gruntowego**.

Z uwagi na duże zróżnicowanie środowiska geologicznego, indywidualny dobór metody badawczej dla różnych typów litologicznych gruntów i skał jest warunkiem koniecznym do uzyskania wysokiej jakości, wiarygodnych parametrów, które następnie wykorzystywane są do scharakteryzowania **regionalnego potencjału termicznego** poszczególnych warstw profilu geologicznego.

W Państwowym Instytucie Geologicznym-PIB wyniki przedmiotowych badań stanowią podstawę do opracowywania **Map Potencjału Geotermii Niskotemperaturowej (MPGN)** dla wybranych obszarów w Polsce.

METODYKA

W doborze metod rekomendowanych dla poszczególnych typów litologicznych wzięto pod uwagę:

- możliwość **poboru reprezentatywnej próby** oraz jej **transportu** do badań laboratoryjnych,
- **wielkość i jakość pobranej próby,**
- **możliwości techniczne przygotowania próby do badań,**
- **specyfikacja techniczna** oraz **zakres pomiarowy dostępnej aparatury,**
- **właściwości mechaniczne** i **stopień zwiertzenia** masywu skalnego.

W procesie klasyfikacji posłankowano się aktualnie obowiązującymi normami ISO o statusie norm krajowych w zakresie badań geotechnicznych:

PN-EN ISO 14689:2018-05 oraz **PN-EN ISO 14688-2:2018-05**.

MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

W toku realizacji MPGN pomierzone zostały próby gruntów, skał i zwiertzelin z odrębnych pod względem budowy geologicznej obszarów kraju: **Niżu Polskiego, Niziny Śląskiej, Beskidów Zachodnich i Środkowych** oraz **Sudetów i Pogórza Sudeckiego**.

Parametryzacja termiczna gruntów i skał w PIG-PIB prowadzona jest w **laboratorium geotermalnym** w **Centrum Badań Gruntów i Skał (CBGS)**.

Pomiary przewodności termicznej w CBGS prowadzone są metodą igły termicznej w stanie nieustalonym (**non-steady state**) oraz w stanie ustalonego przepływu ciepła (**steady-state**).

POMIARY PRZEWODNOŚCI TERMICZNEJ IN SITU

metoda igły termicznej w stanie nieustalonym (**non-steady state**)



analizator właściwości termicznych **Tempos**



miernik przewodności termicznej **Hukseflux**



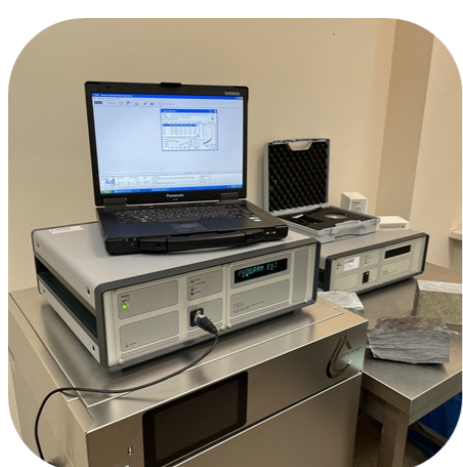
POMIARY PRZEWODNOŚCI TERMICZNEJ W LABORATORIUM

metoda igły termicznej w stanie nieustalonym (**non-steady state**)

pomiar w stanie ustalonego przepływu ciepła (**steady-state**)



analizator właściwości termicznych **Tempos**



miernik przewodności termicznej **TK04**



sonda stacjonarna **FOX50**

REZULTATY

Wytyczne względem doboru optymalnych metod oznaczania przewodności termicznej gruntów, skał i zwiertzelin zestawiono w formie **tabel** (Tab. 1, Tab. 2).

Dla poszczególnych typów litologicznych wyróżniono **zalecane metody badawcze (+)**, **metody użyteczne w wybranych przypadkach (+/-)** oraz **metody niezalecane (-)**.

Tabela 1 Zalecane metody wyznaczania przewodności termicznej gruntów i skał w zależności od litologii i rodzaju badania

RODZAJ BADAŃ	LITOLOGIA	METODY BADAWCZE						
		Metoda igły termicznej w stanie nieustalonym (non-steady state)					Pomiar przewodności termicznej w stanie ustalonym (steady state)	
		analizator właściwości termicznych Tempos		miernik przewodności termicznej TK04		miernik przewodności termicznej Hukseflux	sonda stacjonarna FOX50	
		sonda igłowa typu TR	sonda igłowa typu RK	sondy dyskowe typu HLQ	sonda igłowa typu VLQ			
TERENOWE (in situ)	wyrzymałość materiału skalnego na jednoosiowe ściskanie wg PN-EN ISO 14689:2018-05	skrajnie słaba bardzo słaba umiarkowanie słaba	-	+	n/d	n/d	-	n/d
		średnio mocna mocna bardzo mocna skrajnie mocna	-	+	n/d	n/d	-	n/d
	grupa gruntów wg PN-EN ISO 14688-2:2018-05	drobnoziarniste	+	-	n/d	n/d	+	n/d
		gruboziarniste	+	+/-	n/d	n/d	+	n/d
LABORATORYJNE	wyrzymałość materiału skalnego na jednoosiowe ściskanie wg PN-EN ISO 14689:2018-05	skrajnie słaba bardzo słaba umiarkowanie słaba	-	+	+/-	-	n/d	-
		średnio mocna mocna bardzo mocna skrajnie mocna	-	+	+	-	n/d	+
	grupa gruntów wg PN-EN ISO 14688-2:2018-05	drobnoziarniste	+	-	-	+	n/d	+
		gruboziarniste	+	+	-	+	n/d	-

Tabela 2

Zalecane metody oznaczania wartości przewodności termicznej gruntów i skał na próbkach zwiertzanych i spękanych

RODZAJ BADAŃ	Określenie	Stopień	Stopień zwiertzenia masywu skalnego wg PN-EN ISO 14689:2018-05	METODY BADAWCZE					
				Metoda igły termicznej w stanie nieustalonym (non-steady state)					Pomiar przewodności termicznej w stanie ustalonym (steady state)
				analizator właściwości termicznych Tempos		miernik przewodności termicznej TK04		miernik przewodności termicznej Hukseflux	sonda stacjonarna FOX50
		sonda igłowa typu TR	sonda igłowa typu RK	sondy dyskowe typu HLQ	sonda igłowa typu VLQ				
TERENOWE (in situ)	świeży	0	-	+	n/d	n/d	-	n/d	
	słabo zwiertzały	1	-	+	n/d	n/d	-	n/d	
	średnio zwiertzały	2	-	+	n/d	n/d	-	n/d	
	silnie zwiertzały	3	+	-	n/d	n/d	+	n/d	
	całkowicie zwiertzały	4	+	-	n/d	n/d	+	n/d	
	grunt rezydualny	5	+	-	n/d	n/d	+	n/d	
LABORATORYJNE	świeży	0	-	+	+	-	n/d	+	
	słabo zwiertzały	1	-	+	+	-	n/d	+	
	średnio zwiertzały	2	-	+	+	-	n/d	+	
	silnie zwiertzały	3	+	-	-	+	n/d	-	
	całkowicie zwiertzały	4	+	-	-	+	n/d	-	
	grunt rezydualny	5	+	-	-	+	n/d	-	

PODSUMOWANIE

Dobór właściwej metody oznaczania parametrów termicznych gruntów i skał jest podstawą do zrozumienia i wykorzystania potencjału geotermii niskotemperaturowej. Proponowane wytyczne umożliwią poprawne prowadzenie badań, a co za tym idzie, dokładne określenie przewodności termicznej płytkich warstw górotworu, która jest kluczowym parametrem do **zaprojektowania efektywnych instalacji gruntowych pomp ciepła**.

Proponowane zestawienia rekomendowanych badań zostały zawarte w **Instrukcji wykonywania map potencjału i uwarunkowań środowiskowych geotermii niskotemperaturowej** (PIG-PIB, 2022).