

“Spatial distribution of the selected parameters of the terrestrial thermal field within the Polish Carpathians and the Carpathian Foredeep”

Streszczenie: Została zebrana kolekcja 538 profilowań temperatury, z których 388 zlokalizowane jest na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Zebrane pomiary pozyskano w okresie ostatnich ponad 50 lat. Przedstawiono szczegółową charakterystykę tych pomiarów wraz z oceną ich jakości. Znakomita większość wspomnianych profilowań była wykonana w warunkach zaburzonej równowagi termicznej otworu, co spowodowało konieczność dokonania korekt. Zostały opisane i przeanalizowane powszechnie opisywane w literaturze i stosowane w praktyce metody wyznaczania korekt i transformacji pomiarów temperatury w otworach wiertniczych do warunków ustalonej równowagi termicznej otworu. Spośród licznych metod, dla celów tej pracy, wybrano *metodę równowagi* nazywaną dalej także *metodą KUKKONENA-SZEWCZYKA*. Wskazano, że metoda ta jest optymalną dla warunków polskich oraz posiadanego zbioru pomiarów.

Do modelowania parametrycznego wybrano trzy parametry ziemskiego pola termicznego: temperaturę, gradient termiczny oraz stopień geotermiczny. Zostały opisane i umotywowane zastosowane techniki i metody uśredniania oraz generalizacji profilowań temperatury oraz gradientów, a także wybrana metoda interpolacji.

Wynikiem procesu modelowania jest spójny, trójwymiarowy model parametryczny rozprzestrzenienia temperatury, gradientu termicznego i stopnia geotermicznego w interwale od powierzchni Ziemi do powierzchni izotermy 160°C. Opisano dokładność modelu oraz poddano go krytycznej analizie. Model został zilustrowany na szeregu map i przekrojów. Mapy ilustrują zmienność temperatury na wybranych horyzontach głębokościowych i powierzchniach strukturalnych, a także zmiany średniego gradientu geotermicznego oraz interwałowych gradientów geotermicznych obliczonych dla wybranych interwałów. Przekroje prezentują zmiany temperatury i gradientu termicznego wzdłuż arbitralnie wybranych linii: czterech prostopadłych i jednej równoległej do granicy nasunięcia karpackiego.

Proces modelowania pozwolił na wykartowanie dotychczas nieopisanych, w większości pozytywnych, anomalii termicznych w obrębie zapadliska przedkarpackiego.

Wyniki modelowania, a w szczególności pionowa i pozioma zmienność gradientu termicznego zostały skorelowane z innymi zjawiskami geologicznymi takimi jak: budowa strukturalna i tektonika obszaru badań, wykształcenie litologiczne i facjalne jak też zmiany wartości anomalii Bouguer'a czy występowanie akumulacji węglowodorów. Wspomniane interakcje zostały opisane i zinterpretowane. Interpretacje te pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- Korekta profilowań temperatury do warunków ustalonych (równowagi termicznej otworu) jest absolutną koniecznością. Wszystkie profilowania temperatury, niezależnie czy były wykonywane w warunkach równowagi termicznej czy braku tej równowagi, wymagają kalibracji do warunków równowagi. Podstawowym celem kalibracji jest usunięcie wpływu czynników powierzchniowych takich jak pora roku, warunki pogodowe oraz wpływu procesu wiercenia, a w szczególności cyrkulacji płynów wiertniczych na temperaturę przewiercanych formacji skalnych.
- Ilość i rozprzestrzenienie profilowań temperatury w otworach wiertniczych skłania do zastosowania trójwymiarowego modelowania parametrycznego jako narzędzia do badania przestrzennych zmian temperatury i gradientu termicznego.
- Anomalie termiczne, wyrażone w postaci anomalii gradientu termicznego, są związane z budową geologiczną obszaru badań. Wynikają one z pozycji strukturalnej skonsolidowanego podłoża zobrazowanej m.in. w postaci mapy zmian anomalii Bouguer'a, systemu nieciągłości tektonicznych wykartowanych w spągu zapadliska przedkarpacciego i Karpat. Ponadto podlegają wpływowi pionowych zmian wykształcenia litologicznego i facjalnego, a w szczególności obecności sekwencji naprzemiennych warstw o wysokiej i niskiej przewodności termicznej.
- Wyniki modelowania potwierdzają, postawioną we wstępie, hipotezę, iż własności termiczne litosfery, a w szczególności gradient termiczny, zmienia się w sposób nieregularny we wszystkich trzech wymiarach, a zjawisko to ma znacznie bardziej skomplikowany charakter niż sądzono dotychczas.

Ostatni z zaprezentowanych powyżej wniosków skłania do rekomendacji wykonywania profilowań temperatury w każdym otworze, zwłaszcza podczas pomiarów geofizycznych po zakończeniu wiercenia.

Należy kontynuować badania przedstawione w pracy, a w szczególności:

- dokonać nowej kwerendy archiwalnej w celu zebrania podobnego zbioru profilowań temperatury dla obszaru Nizy Polskiego i w konsekwencji rozszerzyć model na obszar całego kraju;
- opracować szczegółową analizę i opis ilościowy relacji pomiędzy gradientem termicznym a litologią i innymi parametrami petrofizycznymi możliwymi do pomierzenia metodami geofizyki otworowej;
- przygotować regionalny model budowy strukturalnej Karpat i zapadliska przedkarpackiego, aby móc zweryfikować hipotezę o powiązaniu zmian gradientu termicznego z wykształceniem strukturalnym badanego obszaru;
- skonstruować parametryczny model litofacjalny w celu wyjaśnienia wpływu zmian litologii na współczesne rozprzestrzenienie parametrów termicznych, a w konsekwencji dokonania detalizacji opisanego w pracy modelu;
- przeprowadzić ilościową analizę relacji pomiędzy zmianami anomalii Bouguer'a oraz średniego gradientu termicznego w celu dokładnego wyjaśnienia wpływu wykształcenia strukturalnego skonsolidowanego, głębokiego podłoża Karpat i zapadliska przedkarpackiego na współczesne pole termiczne Ziemi.
- wykonać szczegółową analizę korelacji pomiędzy występowaniem pozytywnych anomalii termicznych i występowaniem akumulacji węglowodorów celem wyjaśnienia przyczyn tego zjawiska.