

13. Zarys koncepcji „Atlasu geotermalnego Sudetów i ich przedpola”

Planowany jako kolejny, ostatni etap realizacji niniejszego zadania państwowej służby geologicznej, Atlas geotermalny Sudetów i ich przedpola (zwany też poniżej w skrócie „atlasem sudeckim”) będzie z założenia w możliwie jak największym stopniu nawiązywać swoim zakresem i formą realizacji do wcześniej wydanych analogicznych atlasów pokrywających niemal cały obszar Polski (nie licząc opracowań obejmujących mniejsze fragmenty naszego kraju, dotychczas wydane zostały obszernie atlasy geotermalne obejmujące obszary Niżu Polskiego (oddzielnie dla utworów mezozoiku i paleozoiku), Karpat Zachodnich, Karpat Wschodnich, Górnego Śląska oraz zapadliska przedkarpackiego, a także obejmujący obszar całej Polski atlas wykorzystania wód termalnych w układach binarnych). W planowanym atlasie uwzględnione zostaną też elementy zawarte w ciekawszych zagranicznych osiągnięciach tego typu.

Rozważając przygotowanie Atlasu geotermalnego Sudetów i ich przedpola, należy wziąć pod uwagę fakt, że budowa geologiczna Dolnego Śląska jest zasadniczo odmienna od budowy pozostałych regionów Polski i wiąże się z występowaniem na głębokościach perspektywicznych dla poszukiwania podziemnych wód termalnych głównie nieprzepuszczalnych skał krystalicznych lub silnie zdiagenezowanych w podwyższonych temperaturach i ciśnieniach skał osadowych, gdzie wody podziemne mają niemal wyłącznie charakter wód szczelinowych, których drogi i warunki migracji są trudne do bliższego rozpoznania i gdzie wskutek braku perspektyw występowania złóż węglowodorów stosunkowo niewiele jest danych geologicznych dotyczących głębokiego podłoża, jego struktury i warunków dla cyrkulacji wód. Dla porównania, w innych regionach Polski wody podziemne głębokiego krążenia cyrkulują głównie wzdłuż przepuszczalnych kolektorów warstwowych o generalnie dobrym stanie wgłębnego rozpoznania ich rozprzestrzenienia i właściwości w efekcie wieloletnich prac poszukiwawczych i rozpoznawczych prowadzonych zwłaszcza przez przemysł naftowy. Te istotne różnice w budowie geologicznej, w stopniu jej rozpoznania, a zwłaszcza w formie występowania głębokich wód podziemnych, wymuszają znaczne różnice w zakresie danych i zagadnień do przedstawienia w Atlasie geotermalnym Sudetów i ich przedpola w stosunku do atlasów już istniejących i mocno ograniczają możliwość oparcia się na podobnie obfitym materiale wiertniczym i obszernym wolumenie danych sejsmicznych i hydrogeologicznych, które stanowią główne źródła danych w tamtych wydawnictwach.

Specyfikę budowy geologicznej w aspekcie poszukiwania głębokich wód termalnych obszaru objętego zasięgiem atlasu sudeckiego dobrze odzwierciedlać będzie, stanowiąca jedną z jego podstawowych warstw informacyjnych, nieobecna w atlasach innych regionów Polski, powierzchniowa mapa sieci nieciągłości strukturalnych (mapa tektonicznych struktur kruchych). Mapa ta, w dużej mierze (choć nie wyłącznie) odzwierciedlająca efekty neotektonicznej aktywności obszaru Dolnego Śląska, będzie przedstawiać możliwie pełny inwentarz odsłaniających się na powierzchni uskoków i stref spękaniowych różnych klas wielkości (długości i szerokości, przekładających się na głębokość) oraz budowy wewnętrznej

(w tym prognozowane strefy o szczególnie korzystnych parametrach przepuszczalności, tzw. korytarze spękaniowe). Tym samym wspomniana mapa będzie w założeniu przedstawiać w możliwie wyczerpujący sposób dla całej powierzchni obszaru objętego zasięgiem Atlasu sieć „młodych stref tektonicznych” badanych dotychczas punktowo w ramach realizowanego zadania, jako struktur, które w swych podziemnych partiach warunkują cyrkulację szczelinowych wód głębokiego krążenia, a tym samym perspektywicznych dla poszukiwań wód termalnych. Mapa nieciągłości strukturalnych Sudetów i ich przedpola będzie stanowić nowoczesną, wersję wcześniejszych, znacznie ogólniejszych map neotektonicznych i map fotolineamentów tego obszaru i w dużej mierze będzie oparta na wysokorozdzielczych danych skaningu laserowego (LIDAR), przy uwzględnieniu dotychczasowych map i opracowań z tego zakresu, a także regionalnych danych geologiczno-strukturalnych i geofizycznych.

Atlas będzie w możliwie szerokim zakresie przedstawiał wyniki badań mających związek z występowaniem podziemnych wód termalnych, wykonanych metodami geofizycznymi i geologicznymi na całym obszarze jego zainteresowań. Wyniki te będą prezentowane na mapach regionalnych i szczegółowych – ze szczególnym uwzględnieniem wspomnianej mapy sieci nieciągłości strukturalnych, na przekrojach geologicznych i geofizycznych, różnego typu wykresach i diagramach. Będą one oparte na materiałach archiwalnych i literaturowych, a zwłaszcza obejmować będą rezultaty pozyskane w ramach realizacji dwóch etapów zadania państwowej służby geologicznej pn. „Młode strefy tektoniczne a warunki geotermalne w Sudetach w świetle badań geochronologicznych, strukturalnych i termometrycznych”. Przedstawione materiały obejmą wyniki profilowań przecinających wybrane strefy nieciągłości tektonicznych, potencjalnie infiltrowane przez wody szczelinowe głębokiego krążenia. Będą to wyniki głębokich profilowań magnetotellurycznych, płytkich profilowań elektrooporowych i sejsmicznych oraz powierzchniowych profilowań spektrometrycznych i radiofalowych (VLF). Prezentacji wyników będzie towarzyszyło omówienie wynikających z nich wniosków.

Ze względu na niewystarczającą, jak dotąd, ilość wyżej wymienionych danych (a zwłaszcza wyników głębokich profilowań magnetotellurycznych CPMT) dla odpowiedniego pokrycia nimi w Atlasie obszaru Dolnego Śląska, oprócz nagromadzenia celem wykorzystania wszystkich wiarygodnych materiałów archiwalnych, niezbędne będzie w początkowej fazie prac nad Atlasem znaczące zwiększenie ilości wykonanych profili magnetotellurycznych i towarzyszących im przypowierzchniowych profili sejsmicznych, elektrooporowych, oraz spektrometrycznych rejestrujących emisję radonu, jako wskaźnika występowania głębokich nieciągłości strukturalnych drożnych dla migracji płynów. Łącznie planuje się wykonanie 110-400 km profili CPMT oraz podobnej łącznej ilości profili sejsmicznych i elektrooporowych, a także 40-60 km profili spektrometryczno-radonowych.

Planuje się również wykonanie i przedstawienie w Atlasie 2-3 wysokorozdzielczych serii profili (gridów) pomiarowych wykonanych z powietrza metodą radiofalową (VLF) w połączeniu z pomiarami natężenia pola magnetycznego na wybranych perspektywicznych niewielkich obszarach celem zaprezentowania potencjału tej metody w detekcji maskowanych

pokrywą młodych osadów stref nieciągłości podłoża mogących stanowić kolektory głębokich wód termalnych. Łącznie planuje się wykonanie 80-120 km powietrznych profili VLF.

Przetawione zostaną wyniki badań własnych oraz opartych na literaturze przedmiotu, nad budową i zróżnicowaniem kruchych nieciągłości strukturalnych wykształconych w granitoidach sudeckich wraz z wnioskami dotyczącymi warunków filtracji wód w poszczególnych typach geometrycznych tych nieciągłości i zależności efektywnej przepuszczalności hydraulicznej od gęstości ich występowania. Wypracowane w toku realizacji zadania „Młode strefy tektoniczne a warunki geotermalne w Sudetach...” procedury badawcze zostaną zastosowane przy analizie szczegółowych danych strukturalnych dotyczących anatomii zawodnionych stref tektonicznych pozyskanych z wykonywanych aktualnie lub planowanych do wykonania w niedalekiej przyszłości przez inne podmioty głębokich odwiertów geotermalnych przy użyciu zaawansowanych metod geofizyki wiertniczej (skanery i imagery formacyjne oraz pokrewne sondy otworowe). Spodziewane jest również pozyskanie z tych odwiertów danych dotyczących współczesnych regionalnych naprężeń tektonicznych, mających zasadnicze znaczenie dla stanu drożności stromych nieciągłości tektonicznych o określonej orientacji w podłożu skalnym. Wyniki tych analiz wraz z danymi archiwalnymi i literaturowymi oraz omówieniem ich znaczenia, zostaną również przedstawione w atlasie geotermalnym.

W ramach przygotowania Atlasu geotermalnego Sudetów i ich przedpola planuje się także przeprowadzenie terenowych i laboratoryjnych pomiarów radiometrycznych zawartości izotopów promieniotwórczych ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th w masywach krystalicznych (głównie granitoidowych) Sudetów w celu oszacowania produkcji ciepła radiogenicznego, którym towarzyszyć będą precyzyjne pomiary pozostałych parametrów termicznych skał: współczynnika przewodności cieplnej, ciepła właściwego i gęstości. Planowanych jest 300-700 punktów obserwacyjnych do przeprowadzenia oznaczeń wymienionych parametrów, w tym badań na dostępnych rdzeniach z otworów wiertniczych.

Wspomniane badania, po uzupełnieniu o dane archiwalne, pozwolą uzyskać i przedstawić w Atlasie geotermalnym, w postaci tabel, wykresów i map rozkładu:

- wartości parametrów termicznych skał wybranych masywów granitoidowych Sudetów (K , eU , eTh , ciepło radiogeniczne, przewodność cieplna, ciepło właściwe, gęstość) i wyniki ich statystycznych analiz,
- interpolowane mapy powierzchniowego rozkładu w/w parametrów dla wytypowanych rejonów,
- mapy trójskładnikowe zawartości K , eU , eTh , pokazujące też ich wzajemne stosunki (wg rekomendacji Międzynarodowej Agencji Atomistyki, publikacja: IAEA 2003);
- profile pokazujące wgłębny rozkład K , eU , eTh , ciepła radiogenicznego oraz przewodności cieplnej dla wybranych otworów wiertniczych (w zależności od dostępności i możliwości wykorzystania rdzeni archiwalnych).

Przedstawione zostaną profile temperaturowe szeregu otworów wiertniczych płytkich i głębokich z całego obszaru zainteresowań Atlasu oraz obliczone na ich podstawie wartości gradientów temperaturowych. Zweryfikowane i skorygowane otworowe profile temperaturowe posłużą do skonstruowania map ścieżca poziomego temperatury podłoża

skalnego (z uwzględnieniem jakości danych wsadowych), a w otworach z oznaczeniami przewodności cieplnej wyznaczona zostanie też gęstość strumienia ciepłego.

Przedstawione i omówione zostaną również wyniki badań geochronologicznych produktów wulkanizmu kenozoicznego na Dolnym Śląsku, oparte na literaturze, danych archiwalnych oraz badaniach własnych, przeprowadzonych w ramach I etapu realizacji zadania pn. „Młode strefy tektoniczne a warunki geotermalne w Sudetach...”. W oparciu o przeprowadzone modelowania stygnięcia intruzji bazaltoidowych i jego wpływu na warunki termiczne litosfery, uzasadniony zostanie prawdopodobny brak wpływu efektów tego wulkanizmu na temperaturę wód głębokiego krążenia na Dolnym Śląsku.

W atlasie geotermalnym przewiduje się także ogólną ocenę możliwości pozyskiwania na obszarze sudeckim energii „suchych gorących skał” (*hot dry rocks*) z odwiertów geotermalnych o znacznej głębokości i zastosowania jej w systemach zamkniętych, z wykorzystaniem wyników badań wcześniej wykonanych w tym zakresie przez państwową służbę geologiczną oraz danych archiwalnych i literaturowych.

Ponadto w planowanym atlasie geotermalnym przedstawione zostaną – m.in. w postaci map potencjału - wyniki opracowań warunków i możliwości wykorzystania energii niskiej entalpii na obszarze zainteresowań Atlasu w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych w PIG-PIB w ramach innych zadań państwowej służby geologicznej (psg) oraz projektów międzynarodowych (TransGeoTherm i GeoPLASMA CE). Wykonana zostanie kompilacja i synteza map potencjału dla rejonów Zgorzelca, Wałbrzycha, Jeleniej Góry i Wrocławia. Dla pozostałych części Dolnego Śląska zostanie wykonana punktowa mapa potencjału na bazie dostępnych otworów o głębokości > 100 m wraz z oszacowaniem statystycznym wyników.

Planuje się również przedstawienie w Atlasie zwięzłej charakterystyki funkcjonujących w Sudetach i na ich przedpolu obiektów geotermalnych (m.in. omówienie na ich przykładzie wykorzystania wód termalnych dla celów leczniczych i rekreacyjnych, przedstawienie uwarunkowań ekonomicznych tych inwestycji i ich zwrotu), a także „studiów przypadków” (*case studies*) dla kilku funkcjonujących odwiertów geotermalnych (profile temperaturowe, wyniki pompowań, historia zmian wyników eksploatacyjnych w trakcie użytkowania).