

Zupełnie niedawno okazało się, że w północno-wschodniej Polsce występuje unikalna w skali naszego kontynentu anomalia geotermiczno-hydrogeochemiczna, a jej badanie poszerza naszą wiedzę o klimacie w epoce zlodowaceń. Okazuje się, że zmiany klimatu i związane z nimi zmiany temperatury powierzchni Ziemi na długo pozostawiają ślady, zarówno w obrębie przypowierzchniowych warstw skalnych, jak i tych położonych znacznie głębiej.

Jak to możliwe? Powodem jest bardzo mała szybkość przemieszczania się energii termicznej w niektórych skałach. Dzięki temu na głębokościach od kilkuset do kilku tysięcy metrów zachowały się informacje o zmianach klimatycznych, które następowały na Ziemi w odległej przeszłości geologicznej (dziesiątki tysięcy lat temu). Okres ostatniego zlodowacenia, który zakończył się przed około 14 000 lat, wpływa do dzisiaj na reżim termiczny zewnętrznych warstw skorupy ziemskiej.

Suwalska anomalia termiczna

Anomalia to odchylenie od wartości typowej lub średniej. Pojęcie jest używane w wielu dziedzinach: np. anomalia termiczna, chemiczna czy magnetyczna. Anomalia termiczna jest tożsama z pojęciem anomalia temperatury. W zwykłych warunkach, na całej kuli ziemskiej, wraz z wzrostem głębokości rośnie również i temperatura – po prostu im głębiej, tym cieplej. Całkiem inaczej jest w rejonie Suwałk.

W połowie lat 70., w podłożu krystalicznym północno-wschodniej części Polski, poszukiwano rud polimetali (żelaza-wanadu-tytanu). Postawiono wiele głębokich wierceń, przeprowadzono różnorodne badania i okazało się, że prócz potwierdzenia występowania rud, zauważono wyraźną anomalię temperatury. Temperatura mierzona we wszystkich otworach wiertniczych, zamiast jak zwykle rosnąć wraz z głębokością, wykazywała w tym rejonie spadek! Minimum wartości temperatury zaobserwowano w piaszczystych, porowatych utworach kredy dolnej, których część stropowa występuje na głębokości od 380 do 440 metrów. Tuż poniżej skał kredy, na głębokości około 840 metrów poniżej powierzchni terenu, znajduje się prekambryjskie podłoże zbudowane ze skał krystalicznych.

Dr Jan Szewczyk z Państwowego Instytutu Geologicznego wysunął wówczas hipotezę, że zjawisko anomalii termicznej mogło być związane z ostatnim zlodowaceniem. Uznano, że przyczyną inwersji temperatury była głęboka penetracja wychłodzonych wód poglacialnych, pochodzących z topniejącego lądolodu lub, być może, nawet obecność wiecznej zmarzliny.

Wiercenie Udryń PIG-1.

Aby dokładniej zbadać to niezwykłe zjawisko, Państwowy Instytut Geologiczny zaproponował wykonanie specjalnego otworu ba-



Fot. G. Olesiek

Zamarznięty czas

W nauce fascynujące jest to, że odkrycia, które laikowi wydają się ciekawostką, często mają istotny wpływ na rozwój wiedzy zarówno o przeszłości, jak i zrozumienie zjawisk dotyczących współczesności.

dawczego w Udryniu koło Szypliszek na Suwalszczyźnie, w obrębie anomalii. W lipcu br. taki otwór odwiercono w ramach szerszego tematu badawczego „Zintegrowany program płytkich wierceń badawczych dla rozwiązania istotnych problemów geologicznych Polski”, kierowanego przez doc. dr. hab. Jerzego Nawrockiego, dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego. Projekt badań, zatwierdzony przez Ministerstwo Środowiska, finansowany był ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

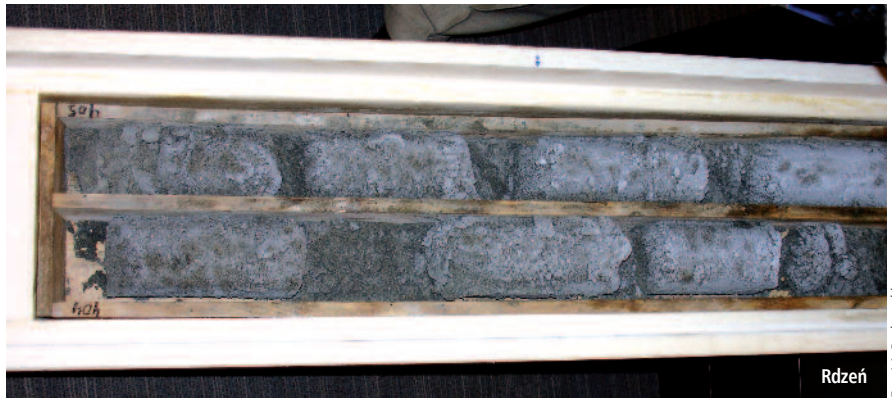
Wiercenie, o głębokości całkowitej 450 m, ukończono 24 lipca 2010 r. Po przerwie

w pracach, koniecznej dla częściowego ustabilizowania temperatury skał, 26 lipca specjaliści przeprowadzili badania geofizyczne – przede wszystkim dokładne pomiary temperatury.

Podstawowym zadaniem otworu wiertniczego było określenie stopnia zachowania pozostałości wieloletniej zmarzliny ponad centralną częścią ukrytego pod powierzchnią ziemi, tzw. masywu suwalskiego, utworzonego przez skały krystaliczne, prekambryjskiego podłoża. Szczególną uwagę zwrócono na temperatury skał i wód na poszczególnych głębokościach, typ wód wgłębnych, ich skład chemiczny, stopień przeobrażeń, a także ich wiek, zachowanie struktur

TABLICA INFORMACYJNA
 BUDOWA: ...
 INWESTOR: ...
 POZWOLENIE NA WYKONANIE: ...
 PROJEKTANT: ...
 KIER. BUDOWY: ...
 NADZOR BUDOWLANY: ...
 INSPEKTOR NADZOR: ...
 PODSTAWY: RATUNKOWE 999, GAZOWE 992, ENERGETYCZNE 991, POLICJA 997, STRAZ POZARNIK 999, INSPEKCJA PRACY

Fot. J. Szewczyk



Fot. M. Rutkowski

Anortozyty

to gruboziarniste lub średnioziarniste skały magmowe, o barwie czarnej, szarej, brązowej lub zielonoszarej. Na świecie występują przede wszystkim w obrębie starych platform. W Polsce znane są z krystalicznego podłoża północno-wschodniej Polski, gdzie tworzą masywy: kętrzyński, suwalski i sejneński. W masywie suwalskim towarzyszą im złoża rud tytanu i wanadu. Wiek anortozytów określono na 1,5–1,55 miliarda lat. Anortozyt żelazny został znaleziony na Wzgórzach Księżycowych na księżycu podczas misji Apollo 16. Księżycowy okaz anortozytu można oglądać na wystawie w Muzeum Historii Naturalnej w Waszyngtonie.

mrozowych w rdzeniach wiertniczych czy parametry termiczne skał. Wyniki tych badań będą stanowiły podstawę m. in. dla wykonania modeli paleoklimatycznych pozwalających na odтворzenie warunków klimatycznych dla okresu późnego plejstocenu (10–14 tys. lat temu).

Wyniki przerosły najsmielsze oczekiwania naukowców: na głębokości 356 m temperatura skokowo spadła do wartości 0,07°C, choć

zwykle, bez anomalii, powinna wynosić przynajmniej kilka stopni więcej. Z całą pewnością można teraz stwierdzić, że na Suwalszczyźnie odkryto kopalną wieczną zmarzlinę sprzed 13 tysięcy lat – najzimniejsze skały w Europie! Co więcej, mimo wielokrotnych prób nie udało się opuścić sondy niżej – na ścianach rury wiertniczej prawdopodobnie narósł korek lodowy – otwór po prostu zamarł...

Podczas próbnego pompowania, po założeniu filtra umożliwiającego oprobowanie warstwy wodonośnej piaskowców kredy dolnej, uzyskano krystalicznie czystą, bardzo nisko zmineralizowaną wodę o temperaturze na wypływie zaledwie 1,9°C. Wody podziemne, poddane tak długiemu oddziaływaniu niskiej temperatury, są obiektem szczególnego zainteresowania hydrogeologów, ponieważ wykazują wiele niezwykłych cech geochemicznych, określanych jako metamorfizm kriogeniczny.

Wyjątkowe suwalskie warunki geologiczne

Analiza czynników mogących wpłynąć na powstanie, a następnie przetrwanie tak głębokiej zmarzliny na Suwalszczyźnie, wskazuje na trzy równoczesne i niezależne powody: Pierwszy z nich, klimatyczny, związany jest z długotrwałym oddziaływaniem zlodowaceń, zwłaszcza ostatniego – zlodowacenia Wisły, które rozpoczęło się 115 tys. lat temu, a zakończyło 13 tys. lat temu. Drugi – z tzw. niską wartością strumienia ciepłego w skałach podłoża. Trzeci – z obecnością leżących bezpośrednio na prekambryjskim podłożu, porowatych i przepelionych wodą wspomnianych już osadowych skał kredy.

Dwa ostatnie związane są bezpośrednio ze specyficzną budową geologiczną tego terenu.

Wspomniana, niska wartość strumienia ciepłego, związana jest z bardzo niską zawartością izotopów promieniotwórczych, czyli z niską radioaktywnością naturalną skał tworzących masyw suwalski. Skały te, zwane przez fachowców anortozytami (patrz ramka) stały się przyczyną „zakonserwowania wiecznej zmarzliny z czasów ostatniego zlodowacenia”. Anortozyty zadziały po prostu jak jedna wielka lodówka. Drugi powód – nadkład osadowych, piaskowcowych skał kredy, predysponowanych do gromadzenia wody, pełnił tu rolę warstwy izolującej. Warstwa ta jednocześnie znacznie opóźniła proces ogrzewania skał od góry, od powierzchni ziemi, jaki zapoczątkowany został w chwili gwałtownego ocieplenia klimatu około 10 tys. lat temu. Dzięki takim warunkom zmarzlina mogła przetrwać do czasów nam współczesnych.

Jak dotychczas jest to jedyne miejsce w Europie Środkowej, w którym stwierdzono bezpośrednio istnienie śladów tak głębokiej wieloletniej zmarzliny, jedyne miejsce, w którym bezpośrednio, choć nie na własne oczy, można obserwować głęboką wieczną zmarzlinę sprzed 13 tysięcy lat.

Odkrycie paleozmarzliny na Suwalszczyźnie ma istotne znaczenie dla nauki. Przede wszystkim jest dowodem na istnienie bardzo niskich średnich rocznych temperatury powietrza na tym obszarze Europy w przeważającym okresie trwania późnego plejstocenu. Badania pozwolą jednocześnie na dokładniejsze modelowanie przyszłych zmian klimatycznych – obserwacje zjawisk z przeszłości geologicznej pomagają w przewidywaniu kolejnych zmian klimatycznych naszego globu.

Prace mają również ważny aspekt praktyczny – umożliwiają wprowadzenie poprawki paleoklimatycznej do map geotermicznych Polski oraz określają parametry związane z przepływem wód podziemnych i szczelnością skał, co ma znaczenie dla wierceń poszukiwawczych i podziemnego składowania CO₂.

◀ Wstępny model zaniku wieloletniej zmarzliny dla obszaru Udrynia obliczony przy współpracy z Instytutem Geofizyki Czeskiej Akademii Nauk

