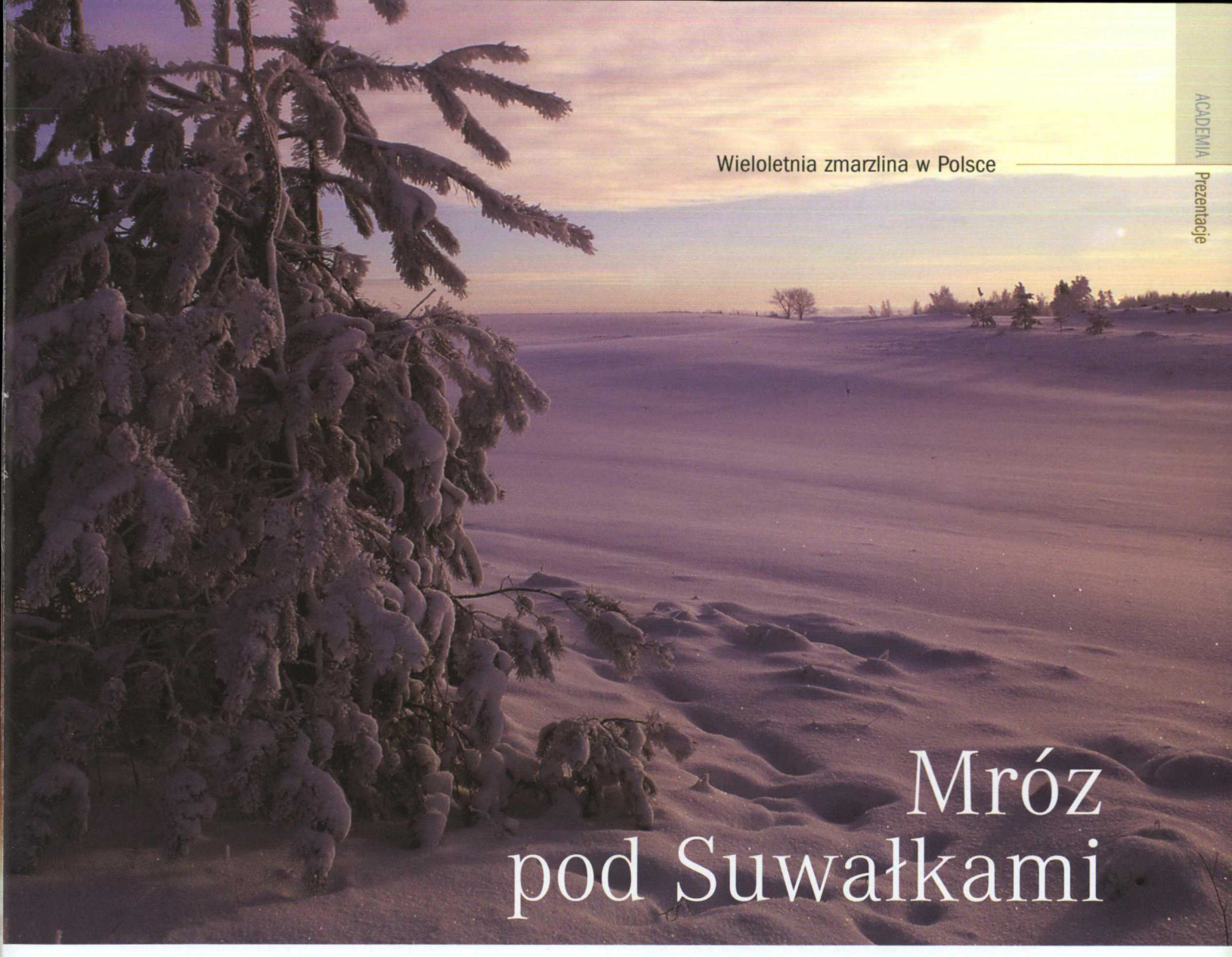


Mróz pod Suwałkami

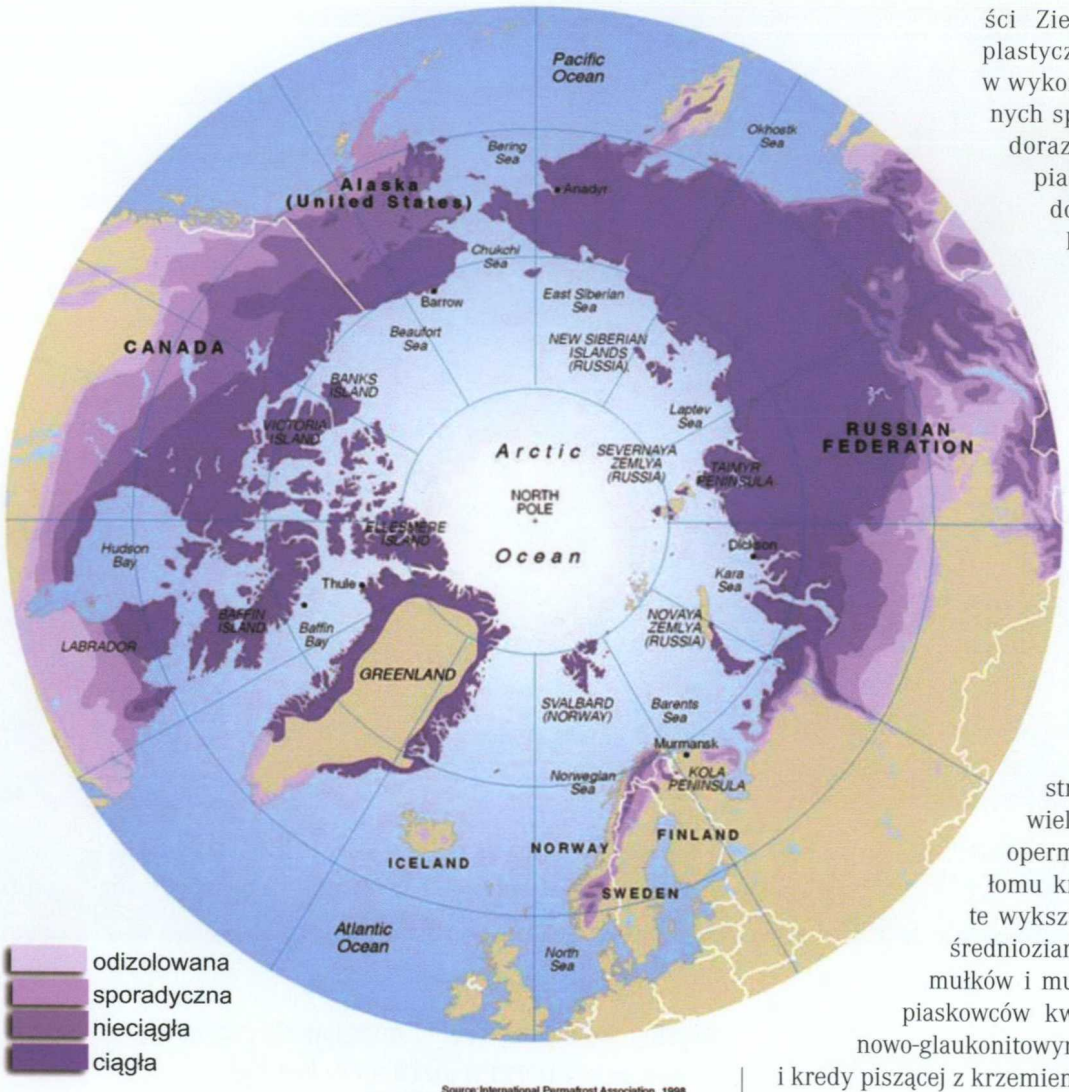
JOANNA RYCHEL
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
joanna.rychel@pgi.gov.pl
Mgr Joanna Rychel pracuje w Programie Kartografii Geologicznej PIG-PIB. Prowadzi badania geologii i stratygrafii osadów czwartorzędowych w północno-wschodniej Polsce. Zajmuje się geoedukacją, jest autorką opracowań geologicznych, kartograficznych i geoturystycznych.

MARCIN HONCZARUK
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
Mgr Marcin Honczaruk pracuje w Programie Zagrożenia i Ochrony Wód Podziemnych PIG-PIB. Zajmuje się interpretacją badań geofizycznych dla potrzeb Państwowej Służby Hydrogeologicznej.

BARBARA WORONKO
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski
Dr hab. Barbara Woronko pracuje w Zakładzie Geologii Klimatycznej Instytutu Geologii Podstawowej. Prowadzi badania procesów eolicznych i fluwialnych, cech teksturalnych osadów, a w tym mikromorfologii powierzchni ziaren kwarcowych. Zajmuje się geomorfologią eoliczną, glacjalną i peryglacjalną oraz geoarcheologią.

Występowanie wieloletniej zmarzliny stwierdzono w rejonie wsi Udryń w 2010 roku. Jest ona pozostałością warunków klimatycznych, jakie panowały na kuli ziemskiej w przeszłości geologicznej, towarzysząc kolejnym lądolodom, które w plejstocenie tj. 1-0,001 mln lat temu obejmowały znaczną część lądów półkuli północnej. Jej miąższość była najprawdopodobniej duża, dlatego dzisiaj rejestrujemy jej ślady głęboko, bo 357 m poniżej poziomu gruntu. Jak to się stało, że przetrwała do dziś?

Wieloletnia zmarzlina (permafrost) to zjawisko utrzymującego się nie krócej niż kolejne dwa lata, niezależnie od pór roku, zamarznięcia osadów i zgromadzonej w nich wody. Zamarzanie skorupy ziemskiej możliwe jest tylko wtedy, gdy jej temperatura spadnie poniżej 0 stopni Celsjusza. A utrzymanie tych warunków doprowadza do coraz głębszego jej przemarzania. Nie dziwi zatem fakt występowania wieloletniej zmarzliny na obszarach sąsiadujących z kołem podbiegunowym, np. na Alasce, w Kanadzie, na wschodniej Syberii,



Source: International Permafrost Association, 1998. Circumpolar Active-Layer Permafrost System (CAPS), version 1.0.

Rozmieszczenie wieloletniej zmarzliny na obszarach arktycznych, północnego koła podbiegunowego (wg Rekacewicz, 2005; UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library)

w północnej Mongolii, w Górach Skandynawskich czy na Grenlandii. Ale u nas? Tajemnica tkwi w sposobie jej konserwacji.

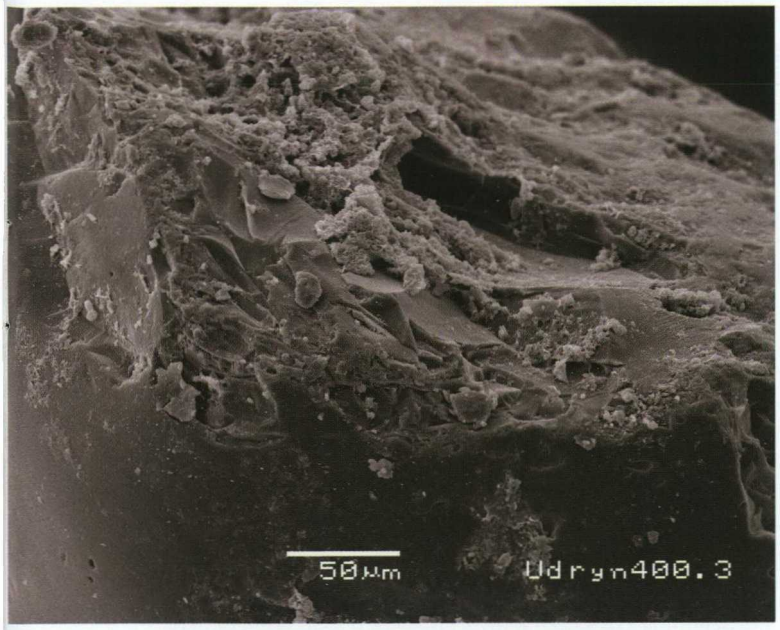
Dyskretna obserwacja

Zaburzenia termiczno-hydrogeochemiczne, które mogą mieć związek z okresem plejstoceńskich zlodowaceń, monitorowane są przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną. Na terenie części Suwalszczyzny, gdzie w głębokim podłożu ok. 800 m od powierzchni terenu występuje magmowa intruzja anortozytowa (struktura powstała 1550 mln lat temu na skutek wdarcia się plastycznej magmy z głębszych części Ziemi między twarde, mniej plastyczne skały), zaobserwowano w wykonywanych profilach termicznych spadek temperatury. I to każdorazowo w obrębie tych samych piaszczystych utworów kredy dolnej, mających ok. 100 mln lat. Niezależnie od tego, badania hydrogeologiczne potwierdziły istnienie wód wgłębnych z wyraźnymi śladami przeobrażeń kriogenicznych, typowych dla głębokiej wieloletniej zmarzliny. Te przesłanki doprowadziły do wykonania w gminie Szypliszki wiercenia mającego na celu potwierdzenie występowania i określenie stopnia zachowania wieloletniej zmarzliny.

Osady, w których zarejestrowano obecność reliktowej wieloletniej zmarzliny - (paleopermafrostu) - pochodzą z przełomu kredy dolnej i górnej. Utwory te wykształcone są w formie piasków średnioziarnistych glaukonitowych, oraz mułków i mułowców (alb - 112 mln lat), piaskowców kwarcowych o spoiwie węglanowo-glaukonitowym (cenoman - 99 mln lat) i kredy piszącej z krzemieniami (turon - ok. 93 mln lat).

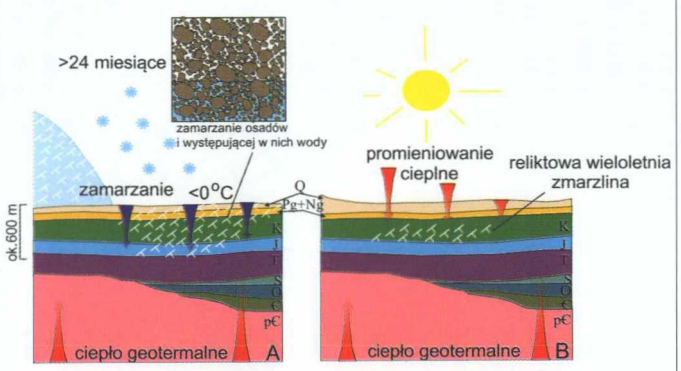
Dowody

Aby jednoznacznie stwierdzić, czy osady, w których zarejestrowano temperaturę poniżej 0°C, podlegały przeobrażeniom pod wpływem mrozu, wykonano analizę powierzchni ziaren kwarcu w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM). Ziarna kwarcu są mniej odporne na działanie mrozu niż na przykład skalenie. Wynika to między innymi z obecności w nich ciekło-gazowych inkluzji. Najintensywniejsze efekty wietrzenia mrozowego, czyli rozsadzania lub rozkruszania skały w wyniku wielokrotnego zamarzania i odmarzania wody zawartej w jej szczelinach, obserwowano w utworach występujących w interwale głębokości 396,75-401,75 m. Badane ziarna podlegały niszczeniu w warunkach peryglacjalnych na skutek działania dwóch typów wietrzenia mrozowego: P i F. Pierwszy jest związany z obecnością soczewek lodu segregacyjnego (śródskalnego) w gruncie, które powstają w wyniku migracji niezamarzniętej wody



Fragment ziarna kwarcu w SEM z widoczną mikrostrukturą typu breakage blocks świadczącą o zamarzaniu osadu (wg Woronko, 2011)

do centrum zamarzania. Ponadto, zamarzając, woda zwiększa swoją objętość o 9%, powodując wzrost soczewki lodu. Następstwem tego procesu jest wzrost nacisku jednego ziarna na drugie, czemu towarzyszy dyskretne przemieszczanie są ziaren piasku względem siebie i ich niszczenie. Wietrzenie mrozowe typu F jest efektem rozsadzania mikrostruktur wklęsłych istniejących na powierzchni ziarna przez zamarzającą np. w rowkach czy mikropęknięciach wodę. Obecność mikrostruktur związanych z wietrzeniem mrozowym świadczy o tym, że badane osady podlegały wielokrotnemu zamarzaniu i odmarzaniu, co najintensywniej zachodziło w najbardziej zewnętrznych warstwach obecnej reliktowej wieloletniej zmarzliny. To oznacza, że odnaleziony na Suwalszczyźnie paleopermafrost



Schemat powstawania reliktowej wieloletniej zmarzliny (paleopermafrostu) w rejonie Udrynia na Suwalszczyźnie (wg Rychel, 2014)

jest pozostałością kilku kolejnych plejstoceńskich zlodowaceń, a nie tylko ostatniego z nich, tj. zlodowacenia Wisły.

Inwersja termiczna

Ciepło z wnętrza Ziemi (geotermalne) uniemożliwia zamarzanie głęboko położonych warstw skalnych. Zachowanie się wieloletniej zmarzliny w rejonie Udrynia jest związane z niską wartością strumienia cieplnego odpowiedzialnego za ograniczenie, a może nawet uniemożliwienie przedostawania się ciepła geotermalnego w wyższe warstwy skorupy ziemskiej. Za tę wartość odpowiada magmowa intruzja masywu anortozytowego, która pełni funkcję izolatora cieplnego. Dlatego w wykonanym otworze i we wcześniej przeprowadzonych profilowaniach termicznych stwierdzono spadek temperatury wraz z głębokością - czyli inwersję termiczną. W otworze Udryń PIG-1 wykonanym w centrum masywu suwalskiego na głębokości ok. 357 m zanotowano rekordowo niską (jak na taką głębokość) wartość temperatury: -0,395°C. Pomiary temperatury w otworze były wykonywane kilkakrotnie, zarówno w czasie wiercenia, jak i po jego zakończeniu, przez osiem kolejnych miesięcy. Rejestrowane w okresie stabilności temperatury (wartości od -0,34 do -0,39°C) odpowiadają temperaturze przemiany fazowej lód-woda w warunkach występującego tu ciśnienia hydrostatycznego. Całkowita miąższość (grubość) zamarzniętych skał w badanym otworze jest nie mniejsza niż 93 metry.

Tak głęboki permafrost mógł powstać i zachować się tylko dzięki niskiej wartości wgłębnego strumieniacieplnego występującego nad masywem anortozytowym, co jest związane z jego bardzo niską promieniotwórczością naturalną, czyli wysyłaniem energii pochodzącej z jonizacji - naelektryzowania, i obecnością pierwiastków radioaktywnych, Inną istotną przyczyną może też być bardzo wysoka porowatość osadów nadkładu.

Idąc tym tropem, można przypuszczać, że również na innych obszarach Polski, gdzie występuje podobny „izolator" cieplny w postaci masywnych intruzji magmowych, może do dziś być zachowany paleopermafrost. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Pochocka-Szwarc K., Przasnyska J., Tekielska A., Rychel J. (2014). *Mapa geologiczno-turystyczna Suwalski Park Krajobrazowy skala 1:35 000 ISBN.*

Szewczyk J., Nawrocki J. (2011). *Deep - seated relickt permafrost in northeastern Poland.* Boreas, 10.1111/j.1502-3885.2011.00218.x.

Woronko B., Hoch M. (2011). The Development of Frost-weathering Microstructures on Sand-sized Quartz Grains: Examples from Poland and Mongolia. *Permafrost and Periglacial Processes 22*, 3: 214-227, DOI: 10.1002, 725.