

## WIEK MOREN WARCIAŃSKICH I ODRZAŃSKICH

UKD 550.93:551.332.52:551.793(438.112)

W Pracowni Chronostratygrafii Towarzystwa Geograficznego dr H. Prószyńska-Bordas przeprowadziła szczegółową analizę statystyczną prac laboratoryjnych W. Stańskiej-Prószyńskiej, dotyczących wieku termoluminescencyjnego moren z trzech profilów wiertniczych Instytutu Geologicznego, mianowicie z okolicy Helenowa, Kownacic i Pogorzela (arkusz „Łaskarzew” Szczegółowej mapy geologicznej). Autorka opracowania statystycznego zestawiała wyniki poszczególnych pomiarów w zbiorczej tabeli, zawierającej dane w formie uogólnienia statystycznego z marginesami prawdopodobnych błędów, które nie przekraczają 5%, jeśli idzie o odtworzenie wielkości naturalnych dawek promieniowań jonizujących i dawek rocznych w poszczególnych badanych warstwach, a od 6% do 9%, jeśli idzie o określenia wieku geologicznego (średnio 7,6%).

## WIEK MORENY WARCIAŃSKIEJ Z HELENOWA I WIEK ZŁODOWACENIA WARTY

Według danych zawartych w tabeli wiek próbki pobranej z głęb. 2,2–3,2 m w Helenowie przyjmuje się za warciański, gdyż nawet w razie przyjęcia, jako prawdopodobnego, wieku zwiększonego o szerokość „marginesu błędu” otrzymuje się wartość o co najmniej kilka tysięcy lat mniejszą od najmłodszego „prawdopodobnego” wieku innych próbek (którym przypisano wiek starszy od zlodowacenia Warty).

W rzeczywistości wiek moreny warciańskiej z Helenowa nie odpowiada ani górnej, ani dolnej granicy wieku próbki wyrażonej w formie odchyłań prawdopodobnych w omawianej tabeli, może natomiast odpowiadać wartości pośredniej. Wskazują na to następujące fakty.

Zlodowacenie warciańskie mogło osiągnąć maksymalny zasięg dopiero po przekroczeniu momentu minimum insolacji, co według wykresów komputerowych A.L. Bergera

z 1976 i 1978 r.\* zaszło – jeśli chodzi o miesiące letnie – 187 lub 188 000 lat przed czasem dzisiejszym, gdy na półkuli północnej na szerokości 60–65° temperatura solarna była o około 8°C niższa niż w dobie obecnej, a temperatura terenów pokrytych śniegiem opadała wskutek zwiększonego albedo jeszcze o kilka stopni. Ale bezpośrednio przed tym pessimum klimatycznym nie było warunków umożliwiających utworzenie się zlodowacenia sięgającego do okolic Helenowa i powstania tam moreny. Nieprawdopodobny jest wiek tej moreny określony jako „181+11 ka”, 192 000 lat przed czasem dzisiejszym temperatura solarna według danych Bergera była w sierpniu o 6° wyższa niż obecnie, a temperatury solarne półrocza letniego i półrocza zimowego były w średnich dokładnie takie, jak obecnie, a poprzednio – 4000 lat wcześniej – w lipcu panowały temperatury solarne prawie o 12° wyższe niż w czasach obecnych. Przed datą 187 ka zlodowacenie niżowe wytworzyć się nie mogło.

Również najmłodsza „prawdopodobna” data tej moreny, przedstawiona w tabeli jako „181–11 ka”, a wyliczona według zasad stosowanych w statystyce, jest z punktu widzenia paleoklimatologii nie do przyjęcia, gdyż 170 000 lat przed dobą obecną trwał jeszcze ciepły okres kotzebuan z transgresją datowaną uranem przez Blancharda na podstawie próbki z Alaski, o czym wzmiankował Emiliani. Na północnej półkuli panowała wówczas całoroczna posucha, która spowodowała wysychanie Wielkiego Jeziora Słonego i powstanie zwietrzliny i gleby (głęb. około 86 stóp w rdzeniu z Burmester z 1970 r.\*\*). Największe upały czerwcowe wystąpiły o kilka tysięcy lat wcześniej: 176–175 000 lat temu; solarna temperatura dobową była w tym

\* Quatern. Res. 9/1978, 139–167 i 11 Nuovo Cimento vol. 20 no 1 1978 63–87.

\*\* Geol. Soc. of Am. Bull. vol. 84, pp. 211–215.

miesiącu na równoleżniku 60° N średnio o 13°C wyższa niż w dobie obecnej. Także średnia temperatura solarna całego półrocza letniego była wówczas na tej szerokości bardzo wysoka (o około 4° wyższa od dzisiejszej). Przyjmujemy więc, że 176 000 lat przed czasem obecnym zlodowacenie warciańskie już całkowicie stopniało. Na niżu zlodowacenie to mogło istnieć w granicach między 186 a 176 ka, a więc jego datę należy podawać następująco:

$$181 \pm 5 \text{ ka}$$

Margines niepewności datowania termoluminescencyjnego w tym przypadku okazał się dla Helenowa węższy niż  $\pm 3\%$ , a nie tak szeroki, jak w tabeli opracowanej przez dr H. Prószyńską-Bordas, gdzie stanowi on 6% uśrednionego wieku.

Datowanie termoluminescencyjne opiera się na laboratoryjnych seriach pomiarów termoluminescencji. W czasie trwania tych pomiarów zdarzają się różne, nie dające się ściśle określić, zakłócenia w instalacji elektrycznej i elektronicznej, a także w toku samej manipulacji laboratoryjnej, dlatego w niektórych przypadkach odrzucamy wyniki skrajnie różniące się od wyników średnich, stosujemy więc pewną selekcję, ale znaczną większość użytkowych danych jest po prostu uśredniana i przyjmowana w tej formie do wstępnych obliczeń, których wyniki stanowią pierwsze przybliżenie, umożliwiające prawidłowe ustalenie warunków dla następnej serii doświadczeń, prowadzonych w kilku wersjach. Z całego zbioru wyników znów eliminujemy te przypadki, w których wzrost termoluminescencji wywołanej napromienieniem kalibracyjnym odbiega, przy stopniowym ogrzewaniu w zakresie wysokotemperaturowym, od termoluminescencji naturalnej badanej równolegle na tej samej frakcji ziarnowej. Wybiera się przypadek całkowitej zgodności, tj. przypadek nakładania się na automatycznie kreśloną krzywą termoluminescencji naturalnej drugiej krzywej, kreślonej też automatycznie, przedstawiającej termoluminescencję wzbudzoną sztucznie przez trafnie dobrane napromienienie znanej mocy. Ta zgodność musi występować na długim odcinku w zakresie wysokotemperaturowym, a obejmować musi całą wiązkę (serię) krzywych uzyskanych z danego preparatu, a głównie centralną oś wiązki, gdyż pojedyncze krzywe zawsze mają drobne przypadkowe odskoki i odchylenia, które uważamy za zakłócenia aparaturowe i błędy przypadkowe spowodowane m.in. niejednorodnością materiału ziarnistego w preparatach. Uważamy, że tylko uśrednione wartości pomierzonej termoluminescencji charakteryzują próbkę jako całość i że tylko one są przydatne do datowania. Drobne odchylenia pojedynczych krzywych mogą wprowadzać do obliczeń wieku element chwilowych błędów aparaturowych: skoków napięcia wstrząsów mechanicznych i zmian oporu na stykach, spowodowanych zmianami temperatury; dlatego tylko główną oś wiązki krzywych przyjmujemy za podstawę datowania utożsamiając ją z wartością średnią całej serii krzywych. Z tych względów w pierwszej tabeli wyników datowania próbek przedstawionej Instytutowi Geologicznemu, pominięliśmy dane dotyczące marginesów przedstawiających wielkość odchyżeń.

Ścisłe określenie stopnia dokładności poszczególnych części postępowania analitycznego na stosowanej aparaturze musiałyby być oparte na długotrwałych badaniach porównawczych, a do prowadzenia takich badań brak odpowiednich warunków. O wielkości możliwych błędów datowań możemy obecnie wnioskować tylko drogą pośrednią przez konfrontację wyników datowań z danymi chronologicznymi z wylczeń astronomicznych, dotyczących zmian klimatu rejestrowanych w postaci moren. Tą właśnie metodą uzyskano potwierdzenie, że data termoluminescencyjna

próbki z głębokości 2,2–3,2 m z Helenowa jest ściśła w ramach požądanej dokładności do paru tysięcy lat.

## WIEK MORENY ODRZAŃSKIEJ Z HELENOWA I WIEK ZLADOWACENIA ODRY

Nazwę Odry wiążemy z moreną, która jest odsłonięta w wielu miejscach płytko pod powierzchnią terenu między Pilicą a Radomką i dalej w kierunku południowym, a także w górnym dorzeczu Odry, np. na Płaskowyżu Głubczyckim. Wiek tej moreny jest już znany, ale tylko w kilku punktach, w próbkach z Jakubowic, z Głogówka, z Korwinowa pod Częstochową, z Wilczyc pod Sandomierzem, spod osadów interglacjalnych z Białej Podlaskiej oraz z kilku płytkich sondowań z okolic Warki, a także z Łopatek pod Nałęczowem.

Próbka pobrana z moreny odrzańskiej z głęb. 12–12,5 m w Helenowie, pod Łaskarzewem, ma w tabelce opracowanej przez H. Prószyńską-Bordas przypisany wiek „231 ± 19 ka”, opierając się jednak na ustaleniach paleoklimatycznych Milankowicza z 1930 i 1941 r., na opublikowanym w 1953 r. wykresie Van Voerkoma, na nowych danych liczbowych i wykresach Szaraf i Budnikowej opublikowanych w 1969 r. oraz na wykresach A.L. Bergera z 1976 r. opublikowanych w 1978 r. przyjmujemy, że na szerokości około 60°N od 238 000 lat do 226 000 lat półrocza letnie były zimniejsze niż obecnie. Minimum temperatury solarnej półroczy letnich północnej półkuli przypadało ok. 231 000 lat przed terażniejszością, mniemamy więc, że zlodowacenie odrzańskie nie mogło objąć rejonu Helenowa przed tą datą, a w takim razie morena odrzańska z Helenowa nie może okazać się starsza od 231 000 lat. Nawet ta data wydaje się mało prawdopodobna, a może być przyjęta raczej jako najstarsza granica możliwego wieku, jeśli mamy na myśli akumulację materiału transportowanego przez lód do okolic Helenowa.

Z paleoklimatologicznego punktu widzenia nie można też uznać prawdopodobieństwa wydedukowanego minimalnego „wieku termoluminescencyjnego” wynoszącego rzekomo „231–19 ka” (czyli 212 000 lat przed terażniejszością). Ażebymy akumulować materiał morenowy jeszcze 212 000 lat temu, łądołód odrzański musiałyby przetrwać cały interglacjał middletonian, w którym temperatura solarna lipca 218 000 lat temu była wyższa o ponad 16°C od temperatury solarnej lipca z 1950 r. na równoleżniku 60°N! Fakt istnienia transgresji oceanicznej zwanej middletonian datowanej metodą uranową przez Blancharda wyklucza trwanie zlodowacenia odrzańskiego w okresie 220–212 000 lat przed dniem dzisiejszym. W okolicy 60° szerokości północnej już 222 000 lat temu średnia temperatura solarna maja i czerwca była o 11°C wyższa niż obecnie w tych miesiącach, można więc wyrazić przypuszczenie, że w tym czasie deglacjacja zlodowacenia odrzańskiego była zakończona. W takim razie granicami chronologicznymi zlodowacenia odrzańskiego byłyby prawdopodobnie: faza początkowa z temperaturą półrocza letniego o 3° niższą od dzisiejszej w czasie około 235 000 lat temu i ze wzrastającymi opadami śniegu na północy, z powodu wzrastających południkowych gradientów temperatury; faza końcowa ze znacznie zwiększoną insolacją w najgorętszej porze roku i z bardzo gwałtowną deglacjacją w porze letniej i bardzo suchą zimą, przy czym należałoby przyjąć, że wielkie roztopy przypadały na okres od 225 000 lat a szczególnie podczas 223 000 lat.

Czas prawdopodobnego istnienia zlodowacenia odrzańskiego, tj. stopniowego rozwoju, a następnie stabilizacji

mimo zwiększającej się insolacji letniej, ale z opadami śniegu, a wreszcie gwałtownego zaniku:

$228 \pm 6$  ka.

Ponieważ z analiz TL wypośrodkowaliśmy wiek średni moreny Odry 231 ka, a obecnie przyjmujemy 228 ka, znaczyłoby to, że błąd oznaczenia termoluminescencyjnego wyniósł 1,3% w kierunku postarzenia.

### S U M M A R Y

A detail statistical analysis of laboratory works connected with thermoluminescence datings of moraines from the vicinities of Helenów, Kownacice, and Pogorzelec, was made in the Chronostratigraphic Laboratory of the Polish Geographic Society. The glacial deposits were dated on the basis of core material from three Geological Institute drillings. Results of individual measurements and statistical treatment of the data are given in a summative table. Possible errors in estimations of size of natural

doses of ionizing radiation and annual doses for individual layers are below 5%, and in datings of the rocks – from 6 to 9% (7.6% at the average).

### Р Е З Ю М Е

В Лаборатории Хроностратиграфии Географического Общества был проведен подробный статистический анализ лабораторных работ касающихся термолюминесцентного возраста морен из трёх буровых разрезов Геологического Института (из окрестностей Хеленова, Ковнациц и Погожельца). Результаты отдельных измерений составлены в сводной таблице, содержащей данные в форме статистического обобщения с вероятными ошибками не превышающими 5% в области реконструкции величины естественных доз ионизирующих излучений и годовых доз в отдельных исследованных пластах и с 6 до 9% в области определения геологического возраста (в среднем 7,6%).