

HENRYK MARUSZCZAK
Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej

**W SPRAWIE STOSOWANIA WYNIKÓW DATOWANIA TERMOLUMINESCENCYJNEGO
PRZY USTALANIU STRATYGRAFII UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH**

UKD 549.903.12:549.1.001.8

W dniach 18–20.X.1984 r. odbyło się w gmachu Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego sympozjum nt.: „Stratygrafia czwartorzędu Polski”, zorganizowane przez Sekcję Stratygrafii i Paleogeografii Plejstocenu Komitetu Badań Czwartorzędu PAN. W referatach prezentujących nowe schematy stratygraficzne o zasięgach lokal-

nych, regionalnych i krajowym wielu autorów dokumentowało swoje opracowania wynikami datowania metodą termoluminescencyjną (TL). Sposób wykorzystania tych wyników, a szczególnie ich interpretacji stratygraficznej, budził różne wątpliwości wyrażane w dyskusji. Ponieważ program sympozjum przeciążony był częścią referatową,

brak było czasu na bardziej systematyczną dyskusję, dlatego też należałoby ją kontynuować na łamach odpowiednich czasopism.

Podjęcie dyskusji „publikowanej” wydaje się w tym przypadku szczególnie pilne i niezbędne. Wyniki dyskusji prowadzonych na konferencjach docierają bowiem do części zainteresowanych, a przy tym nierzadko tylko selektywnie. W rezultacie w drukowanych opracowaniach niektórych autorów znajdują one tylko częściowe odzwierciedlenie. Takie nieświadome pomijanie, a niekiedy tylko „wybiórcze” uwzględnianie wyników dyskusji w przypadku stratygrafii czwartorzędu obecnie wydaje się dość niebezpieczne. Szybki postęp ilościowy w datowaniach TL w Polsce, obserwowany w ostatnich latach, zachęca bowiem do podejmowania różnych prób porządkowania zjawisk w czasie, a więc i prezentowania nowych schematów stratygraficznych. Wobec niemożliwości ustalenia ogólnie obowiązujących zasad, poszczególni autorzy stosują przy tym kryteria różne i nie zawsze konsekwentnie dobrane. Nie ulega wątpliwości, że opracowywanie nowych schematów stratygrafii jest pożyteczne dla postępu badań nad najmłodszym okresem dziejów Ziemi. Jeśli jednak nie poddamy ich odpowiedniej analizie krytycznej może powstać znaczne i niepotrzebne zamieszanie.

Datowania osadów czwartorzędowych metodą TL prowadzone są obecnie w naszym kraju w czterech ośrodkach. Według kolejności podjęcia pracy są to: 1) Laboratorium Wieku TL, które w latach 70-tych istniało w ramach organizacyjnych Wydziału Geografii, a następnie Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, a obecnie jest jednostką niezależną działającą na zlecenie różnych instytucji (kierownik i główny specjalista w zakresie datowania – doc. dr Marek Prószyński); 2) Zakład Geografii Fizycznej UMCS w Lublinie (specjalista w zakresie datowania – dr Jerzy Butrym); 3) Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu Uniwersytetu Gdańskiego (specjalista w zakresie datowania – mgr Stanisław Fedorowicz); 4) Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach (specjalista w zakresie datowania – mgr Andrzej Bluszcz).

Wymienione laboratoria posługują się różną aparaturą, stosują metodę analiz TL w różnych odmianach, różnie dobierają frakcję ziarna osadów i różnymi sposobami przygotowują te ziarna do pomiarów. Różne są wreszcie sposoby interpretacji podstawowych danych analitycznych przy ustalaniu wieku. Informacje o sposobach postępowania w czterech wymienionych laboratoriach są opublikowane w: a) „Sprawozdania z badań naukowych Komitetu Badań Czwartorzędu PAN”, nr-y od 2 do 5, 1978, 1980, 1981, 1983; b) „Geochronometria”, nr 1, 1984, Politechnika Śląska w Gliwicach. Pomimo tego często zapomina się o istotnych różnicach technik dochodzenia do „datowania” i wynikających z tego konsekwencji. Świadczą o tym przykłady prac już opublikowanych, czy też prezentowanych na różnych konferencjach. W szczególności należy podkreślić, że raczej niedopuszczalne jest łączenie w jeden szereg dat pochodzących z różnych laboratoriów, bez odpowiedniego komentarza interpretacyjnego.

Specjaliści korzystający z wyników datowań TL muszą zdawać sobie sprawę z tego, że wyniki te obciążone są różnymi błędami, których wielkości często nie można w ogóle określić. Laboratoria podają zwykle tylko statystycznie ujęte błędy natury techniczno-instrumentalnej. Główne przyczyny błędów, a więc i różnic wyników uzyskiwanych w poszczególnych laboratoriach są następujące:

1. Błąd pomiarów wynikający z samej techniki labo-

ratoryjnej, który jest najłatwiejszy do określenia. Ponieważ techniki te są różne, więc błąd ten obliczany jest różnie i zwykle podawany systematycznie, łącznie z ustalonym wiekiem badanego osadu. Wielkość tego błędu, informująca o skali odchylenia w plus oraz w minus, waha się w granicach 10–20%, a najczęściej 12–15%.

2. Najtrudniejszy do określenia jest błąd wynikający z założenia, że analizowane ziarna osadów są nośnikami skutków promieniowania, które zaczęły się w nich gromadzić dopiero od momentu depozycji w złożu, z którego je pobrano do analiz. Zwykle przyjmujemy, że w tym momencie ładunek był równy zeru, zakładając, że w czasie transportu ziarna do obecnego złoża ładunek z poprzedniego etapu depozycji został „skasowany”. Miało to być następstwem działania czynników atmosferycznych oraz wzajemnego tarcia ziarn w trakcie przenoszenia – transportu (tryboluminescencja). Założenie takie prawdopodobnie jest najpełniej słuszne w przypadku ziarn lessów, które podlegały transportowi eolicznemu. Ziarna z innych środowisk sedymentacyjnych miały większą szansę do zachowania tzw. „promieniowania reszkowego”, ukrytego w najgłębszych „pułapkach” siatki krystalicznej. Wielkości tej nie można jednak określić w obecnym stanie badań w sposób jednoznaczny.

3. Duży wpływ na wyniki datowania ma skład mineralny. Najdogodniejsze pod tym względem są utwory charakteryzujące się dominacją ziarn kwarcu. Udział tego składnika jest jednak znacznie zróżnicowany zależnie od wielkości analizowanej frakcji. Dla przykładu – w lessach eolicznych w Polsce we frakcjach ok. 100 mikrometrów zawartość kwarcu często przekracza 90%, a we frakcjach poniżej 10 mikrometrów spada do 25% i poniżej. W rezultacie stosowania do analiz różnych frakcji, wyseparowanych z tej samej próbki, możemy uzyskać różne wyniki datowania w tym samym laboratorium. Dla wyeliminowania tego źródła błędów (różnic w datowaniu) w niektórych laboratoriach dokonuje się odpowiedniego sortowania, w celu uzyskania wtórnych próbek monomineralnych. W laboratoriach polskich na razie analizuje się jednak pełną zawartość wybranej frakcji.

4. Bardzo istotne znaczenie ma także sposób preparacji ziarn do analiz. Dla pomiaru pełnego ładunku i dawki napromieniowania powinny one być odpowiednio oczyszczone z różnych nalotów otulających. Dokonuje się tego różnymi sposobami – głównie przez wytrawianie w odpowiednich kwasach lub też mechanicznie. Niekiedy analizuje się ziarna nie oczyszczone (np. laboratorium w Kijowie, z którego pochodzą niektóre wyniki podawane w polskich pracach publikowanych). Ziarna trawione w kwasach tracą nie tylko błonki otulające, ale także do kilkudziesięciu procent własnej masy mineralnej. W takich przypadkach pomiar dawki napromieniowania jest zaniżony. Wielkość tego „zaniżenia” jest różna – zależna m.in. od wielkości analizowanej frakcji. Przy podawaniu wyników datowania nie określa się wielkości błędów wynikających z tego tytułu.

5. W niektórych laboratoriach uwzględnia się „wilgotność naturalną” badanych utworów, stosując odpowiednie współczynniki przeliczeniowe przy ustalaniu ich wieku. Odpowiednio do przyjętej wilgotności współczynniki są różne, w rezultacie czego dla tej samej próbki podawane są niekiedy różne wyniki. Uwaga ta odnosi się chyba przede wszystkim do laboratorium warszawskiego, w którym zaczęto ostatnio systematycznie uwzględniać wilgotność naturalną próbki. Wiąże się to z dokonywaną ogólną „weryfikacją metody stosowanej w tym laboratorium”, co wymagałoby reinterpretacji opublikowanych już wyników

wcześniej uzyskanych (M. Prószyński – „Sprawozdania z badań naukowych Komitetu Badań Czwartorzędu PAN” 1981 nr 4 s. 96).

Dotychczasowa praktyka posługiwania się wynikami datowań TL wskazuje, że szczególnie niebezpieczne jest wyciąganie wniosków natury stratygraficznej na podstawie pojedynczych danych, nawet wtedy, gdy najbardziej krytycznie je oceniamy. Gdy dysponujemy wiekiem określonym tylko dla jednej próbki, wnioskowanie natury stratygraficznej powinno być dokonywane za pomocą innych, odpowiednich kryteriów. Sama próba analizy wielkości błędu całkowitego, jakim jest obciążony wynik datowania, jest bowiem nieprzekonująca, gdyż wielkości tej nie można określić jednoznacznie. Dlatego też należy posługiwać się całym seriami datowań TL, dokonywanymi dla różnych warstw z danego profilu, nawet wówczas, gdy mamy do czynienia z utworami jednorodnymi pod względem litologicznym. Można wtedy zakładać, że przynajmniej relacje wzajemne wieku kolejnych próbek są poprawnie ujęte. Nawet wówczas, gdy dysponujemy całym seriami datowań możemy „poruszać” się pewnie tylko w zakresie jednostek chronostratygraficznych młodszego plejstocenu, tzn. do ok. 300 tys. lat BP. W przypadku utworów liczących około pół miliona lat już sama wielkość błędu technicznego pomiarów, podawana przez laboratorium, jest zbliżona do czasu trwania przeciętnego cyklu glacialnego (ok. 100 tys. lat.).

Te uwagi ogólne należałoby jeszcze uzupełnić niektórymi krytycznymi spostrzeżeniami odnośnie do nowych schematów chronostratygraficznych plejstocenu Polski, prezentowanych na sympozjum wymienionym we wstępie.

Wyniki datowań TL uwzględnione zostały w szerokim zakresie przede wszystkim przez doc. L. Lindnera, który przedstawił „Główne epizody glacialne i interglacialne w czwartorzędzie Polski”. Opracowanie to ukazało się wcześniej w wersji publikowanej w „Acta Geologica Polonica”, vol. 34, no 1–2. Istotnym novum tego opracowania jest potraktowanie czterech „ocipełń”, od dawna wyodrębnionych przez prof. S.Z. Różyckiego w okresie tzw. wielkiego interglacjału, w randze odrębnych interglacjałów. Miały one być przedzielone trzema nasunięciami lądolodu na obszar Polski środkowej, które wg L. Lindnera reprezentują trzy różne cykle glacialne. Datowanie tych cykli zostało wydedukowane na podstawie wyników analiz TL różnych utworów, raczej tylko pośrednio wskazujących na występowanie warunków glacialnych.

O tym jak istotne były konsekwencje takiego postępowania najwymowniej chyba świadczy fakt, że czas trwania „wielkiego interglacjału” (okresu między Sanianem i Odranianem) wydłużył się z ok. 180 tys. lat (S.Z. Różycki 1978) do 300 tys. lat (L. Lindner 1984). Takie ujęcie budzi wiele poważnych wątpliwości. Zwracam uwagę tylko na te, które wiążą się ze sposobem wykorzystania wyników datowań TL. Wątpliwości te wynikają głównie z tego, że: 1) L. Lindner zestawił w jednym szeregu interpretacyjnym datowania TL pochodzące z różnych laboratoriów oraz 2) pominął przy tym rozbieżności między proponowanym ujęciem chronostratygraficznym i wynikami różnych datowań opublikowanych przez innych autorów. Szczegółowsze omówienie tych wątpliwości prezentuję na dwu przykładach.

W schemacie stratygraficznym L. Lindnera uwzględniony jest interglacjał ferdynandowski. Jego pozycja chronologiczna ok. 510–490 tys. lat BP została określona pośrednio, w nawiązaniu do opublikowanych wyników datowań TL utworów badanych w kopalni Bełchatów. W ten

sposób interglacjał ten został skorelowany z 13 stadiem wyróżnionym na krzywej izotopów tlenu w osadach oceanicznych wg Shackletona i Opdyke (1973). Takie ujęcie chronologiczne jest wyraźnie zaniżone w stosunku do datowań TL osadów interglacialnych z profilu Ferdynandów; wyniki tych datowań znane były doc. L. Lindnerowi, jak to stwierdził w dyskusji po swoim referacie w dniu 20.X.1984 r. Wielkość zaniżenia mieści się całkowicie w granicach błędu in minus, podawanego przy wynikach datowań TL. Taka interpretacja jest więc w pełni dopuszczalna. Jako zupełnie równorzędną należałoby jednak uwzględnić interpretację wiekową in plus. Wtedy pozycję chronologiczną omawianej jednostki stratygraficznej określałby interwał ok. 570–590 tys. lat BP, odpowiadający 15 stadiem krzywej izotopów tlenu. Wybór jednego z tych dwu równorzędnych wariantów interpretacyjnych powinien być uzasadniony za pomocą innych kryteriów i wtedy być może nie budziłby wątpliwości.

Drugi przykład wiąże się z przyjętą przez L. Lindnera pozycją chronostratygraficzną zlodowacenia Sanian 680–600 tys. lat BP. Wydaje się, że wynika ona przede wszystkim z przesunięcia dolnej granicy czasowej wielkiego interglacjału w nowym, proponowanym przez tego autora ujęciu. W opublikowanym opracowaniu i w referacie nie podano bowiem żadnych datowań odnoszących się bezpośrednio do utworów glacialnych zaliczanych do Sanianu. Wiadomo jednak, że takie datowania TL były wykonane, a wyniki ich częściowo są już opublikowane („Kenozoik LZW”, wydawnictwo sympozjum 9–11 IX 1984, UMCS, Lublin; „Zlodowacenie środkowopolskie na wyżynach południowopolskich i terenach przyległych”, przewodnik konferencji 19–23 IX 1984, Uniw. Śląski, Katowice). Wyniki te wskazują, że dolna granica wieku utworów glacialnych Sanianu nie przekracza 580 tys. lat. Przy interpretacji stratygraficznej można więc dokonać przesunięcia in plus nawet o 100 tys., tzn. tak jak proponuje to L. Lindner. Należałoby jednak uzasadnić dlaczego jest to przesunięcie in plus a nie in minus.

Autor drugiego „Chronostratygraficznego podziału czwartorzędu Polski” prof. J.E. Mojski w znacznie mniejszym stopniu posłużył się wynikami datowań TL. Wydaje się, że służyły one przede wszystkim do określania ram czasowych jednostek wyodrębnionych na podstawie innych kryteriów, w wersji bardziej zgeneralizowanej niż w ujęciu L. Lindnera. Przy zaznaczającej się tendencji do generalizowania w schemacie J.E. Mojskiego zwraca uwagę wyodrębnienie „nowego” zlodowacenia Wilgi przy równoczesnym pomijaniu od dawna już wyróżnianego zlodowacenia Warty. Zlodowacenie Wilgi wiązane jest przy tym z interwałem 500–400 tys. lat BP. Wydaje się to rozbieżne z wynikami datowań osadów glacialnych, występujących w Kotlinie Sandomierskiej, wśród których mamy kilka ok. 500 tys. lat, w tym także opublikowane.

Jak już podkreślono przy interpretacji stratygraficznej datowań TL dla utworów liczących około pół miliona lat można je umieszczać w tabelach ze znacznym przesunięciem in plus lub in minus. Należy jednak uzasadnić dlaczego wybieramy taki a nie inny wariant interpretacyjny. W konkretnym przypadku omawianym wydaje się to o tyle istotne, że nazwa zlodowacenia Wilgi nie miałaby sensu, gdyby w przypisywanym jej interwale czasowym znalazły się utwory glacialne występujące w Kotlinie Sandomierskiej. Można jeszcze dodać, że gdybyśmy przyjęli wyniki datowań TL „z całym dobrodziejstwem inwentarza”, tzn. bez zmian interpretacyjnych, zlodowacenie Wilgi można byłoby traktować jako reprezentujące stadiały postmaksymalne zlodowacenia Sanu.