

Andrzej BLUSZCZ

Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej
w Gliwicach

WYNIKI DATOWANIA METODĄ TERMOLUMINESCENCYJNĄ OSADÓW
O WIEKU BEZWZGLĘDNYM WYZNACZONYM METODĄ C-14

Streszczenie. Artykuł przedstawia wyniki datowań termoluminescencyjnych próbek autogenicznych gleb kopalnych wykonanych w Laboratorium TL w Gliwicach. Celem pracy była weryfikacja założenia o zerowaniu TL dla gruboziarnistej frakcji kwarcu i określenie przydatności tej frakcji do datowania osadów. Stwierdzono systematyczne zawyżenie wieku TL względem wieku radiowęglowego. Różnice te są szczególnie wyraźne z powodu małych wartości dawek rocznych badanych próbek i interpretuje się je jako rezultat niepełnej redukcji pregenetycznej TL w czasie tworzenia się osadu.

W artykule zamieszczono również wyniki pierwszych pomiarów wieku metodą TL wykonanych w Laboratorium TL w Gliwicach.

1. WSTĘP

Możliwość datowania każdego określonego rodzaju osadu metodą termoluminescencyjną powinna być potwierdzona wynikami badań weryfikujących podstawowe założenia metody (Wintle, Huntley, 1982; Bluszcz, 1985a). Ponieważ z osadu można, w celu wykonania pomiaru TL, wyodrębnić różne minerały o różnej granulacji, badania te w istocie polegają na stwierdzeniu przydatności albo nieprzydatności, konkretnego minerału (lub mieszaniny minerałów) o określonej granulacji do wyznaczania wieku osadu metodą TL. Porównanie wyników datowania termoluminescencyjnego z uzyskanymi standardową metodą C-14 umożliwi wyciągnięcie wniosków o spełnianiu założenia o zerowaniu TL w czasie powstania osadu oraz o przydatności określonej frakcji ziaren mineralnych do datowania.

Z dostępnych w Laboratorium C-14 próbek wybrano sześć próbek kopalnych gleb autogenicznych wytworzonych na eolicznych piaskach wdmowych. Dobrano je ze względu na: jednakowe warunki powstawania, w których, jak się wydaje, promieniowanie słoneczne miało łatwy dostęp do ziaren; znajomość chronologii poziomów glebowych ustaloną metodą C-14 oraz ze względu na fakt, że małe wartości wieku tych próbek ułatwiają wykrycie ewentualnego niespełnienia założenia o zerowaniu TL. Próbki pochodzą z trzech stanowisk wdmowych: Rabsztyn k. Olkusza (Nowaczyk et al., 1982) (4 próbki),

Grodzewe i Laskowo (po 1 próbce). Poziomy gleb kopalnych tych stanowisk były datowane metodą C-14 w Laboratorium C-14 w Gliwicach (Pazdur, 1982; Pazdur et al., 1983).

W artykule zamieszczono również wyniki pierwszych datowań wykonanych w Laboratorium TL w Gliwicach dla siedmiu innych próbek. Są to dwie próbki osadów lessowych ze stanowiska w Kończycach oznaczone: Kończyce 5,5 i Kończyce 6,2 oraz dwie próbki rozmytych śladów ognisk pobrane w silcie w rejonie oazy Qasr el-Sagha w Egipcie. Te cztery wyżej wymienione próbki były wcześniej datowane metodą C-14 w Laboratorium w Gliwicach.

Dalsze trzy próbki pochodzą z piaskowni w okolicach Fromborka i były równocześnie datowane w Laboratoriach TL w Lublinie i Gdyni.

2. POMIARY WIEKU GLEB KOPALNYCH

2.1. Przygotowanie próbek do pomiarów

Ze wszystkich próbek wydzielano w sposób poprzednio opisany (Bluszcz, 1985b) ziarna kwarcu o granulacji 100-150 μm , których zewnętrzna warstwa została usunięta przez 150-minutowe trawienie w 1N HF. Przygotowane próbki ziaren kwarcu podzielono na porcje przeznaczone do pomiaru termoluminescencji naturalnej i termoluminescencji wywołanej dodatkowym naświetleniem dawkami promieniowania gamma bomby kobaltowej. W przypadku badanych próbek zastosowano naświetlenie trzema dodatkowymi dawkami: 10, 30 i 60 Gy. Następnie z każdej porcji wydzielono część przeznaczoną do pomiaru TL zredukowanej działaniem promieniowania ultrafioletowego. W celu uzyskania redukcji TL poszczególne porcje umieszczano na czas 1 doby około 17 cm pod lampą HQV - 125W.

2.2. Pomiary termoluminescencji i wyznaczenie dawki równoważnej

Pomiary termoluminescencji i wyznaczenie dawki równoważnej przeprowadzono w sposób opisany w poprzednim artykule (Bluszcz, 1985b). Przykład krzywych TL dla jednej z próbek przedstawia rys. 4.2a z pracy: Bluszcz, 1985a.

2.3. Dawka roczna i obliczenia wieku

Dawki roczne wyznaczono na podstawie zawartości pierwiastków radioaktywnych Th, U i K w osadach. Koncentracje tych pierwiastków zmierzono scyntylacyjnym spektrometrem γ . W obliczeniach dawki rocznej nie uwzględniono wilgotności próbek. Ponieważ próbki były pobierane wcześniej z przeznaczeniem do pomiarów radiowęglowych, nie było obecnie możliwe wyznaczenie ich wilgotności. Można się jednak spodziewać, że brak poprawki na wilgotność nie wprowadza wielkiego błędu jako że wilgotności piasku w wydmach są niewielkie (nie przekraczają 2-3%). Wiek termoluminescencyjny

obliczano dzieląc wartość dawki geologicznej przez wartość dawki rocznej. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Próbka	Nr lab.	Koncentracja [ppm]			D_r [mGy/rok]	ED [Gy]	Wiek TL [tys. lat] B.P.
		Th	U	K			
Olkusz 79/1	GdTL-8	1,31	0,38	0,41	$0,68 \pm 0,14$	$3,90 \pm 0,17$	$5,7 \pm 1,2$
Olkusz 79/4	GdTL-9	0,70	0,45	0,24	$0,50 \pm 0,10$	$2,79 \pm 0,10$	$5,5 \pm 1,2$
Olkusz 79/5	GdTL-10	0,56	0,58	0,12	$0,43 \pm 0,09$	$4,02 \pm 0,12$	$9,4 \pm 1,9$
Olkusz 79/3	GdTL-12	1,38	0,58	0,37	$0,69 \pm 0,14$	$7,5 \pm 0,7$	$10,8 \pm 2,4$
Grodzewe 78/3	GdTL-11	0,68	0,82	0,73	$1,00 \pm 0,20$	$16,9 \pm 0,6$	$16,8 \pm 3,4$
Laskowo 78	GdTL-13	0,42	0,50	0,59	$0,79 \pm 0,16$	$24,1 \pm 0,5$	$30,5 \pm 6,2$
Metoda R-Γ; wilgotność nieznaną							

2.4. Porównanie dat radiowęglowych i termoluminescencyjnych

Wyniki datowania 6 próbek gleb kopalnych metodami radiowęglową i termoluminescencyjną zebrano w tabeli 2. Wyraźnie jest widoczna różnica między datami dla tej samej próbki, zawsze data TL jest większa od daty C-14.

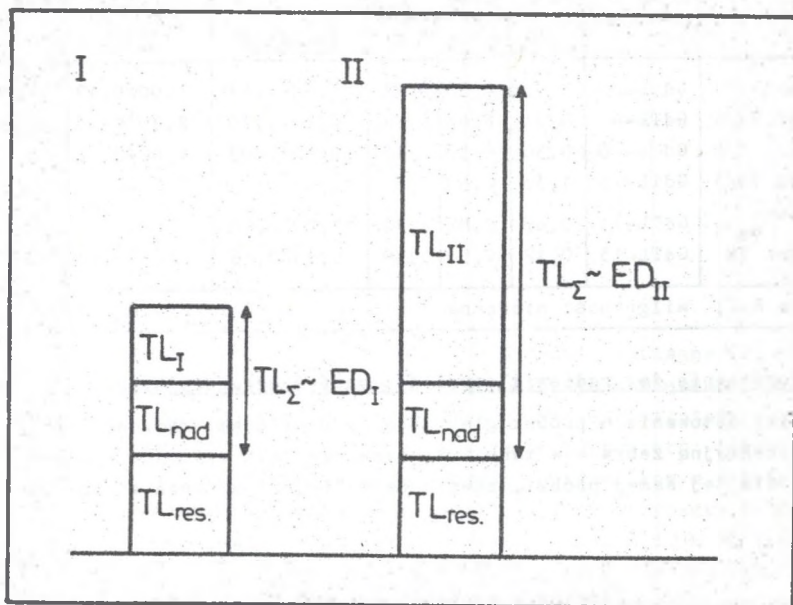
Tabela 2

Różnice w wynikach datowań TL i C-14

Próbka	Wiek TL tys. lat B.P.	Wiek C-14 tys. lat B.P.	ΔT tys. lat
Olkusz 79/1	5,700	0,350	$5,3 \pm 1,2$
Olkusz 79/4	5,500	0,770	$4,7 \pm 1,2$
Olkusz 79/5	9,400	1,420	$8,0 \pm 1,9$
Grodzewe 78/3	16,800	4,060	$12,7 \pm 3,5$
Olkusz 79/3	10,800	6,550	$4,3 \pm 2,4$
Laskowo 78	30,500	11,380	$19,1 \pm 6,2$
Średnia różnica			9 ± 6

Względnie duża, w porównaniu z wiekiem C-14, wartość tej różnicy wynika z następującego powodu: Użyta do badań gruboziarnista frakcja ziaren kwarcu jest bardziej odporna niż frakcja drobna na redukujące działanie promieniowania słonecznego - wymaga znacznie dłuższych czasów naświetlania do redukcji TL do poziomu resztkowego. Jest zatem prawdopodobne, że w czasie tworzenia się osadu ekspozycja na światło była za krótka i ziarna kwarcu

wchodząc w osad posiadały TL większą od TL resztkowej wyznaczanej w laboratorium. Ponieważ zaś wartości dawek rocznych były w tych wypadkach bardzo małe, dało to w rezultacie duże zawyżenie wartości wieku. Ilustracją istotnej roli wartości dawki rocznej na wielkość zawyżenia wieku może być poniższy przykład.



Rys. 1

TL_{res} - termoluminescencja resztkowa wyznaczana w warunkach laboratoryjnych i uwzględniana w obliczeniach, TL_{nad} - nadwyżkowa termoluminescencja wynikła z krótkiej ekspozycji na światło słoneczne i nieodróżnialna od termoluminescencji geologicznej,

Założmy, że ziarna kwarcu weszły w osad z termoluminescencją $TL_{res} + TL_{nad}$ większą od TL_{res} z powodu krótkiej ekspozycji na światło słoneczne w czasie tworzenia osadu. Założmy dalej, że w przypadku I osad zawiera niewiele pierwiastków radioaktywnych i dawka roczna jest czterokrotnie mniejsza niż w przypadku II (dawki roczne datowanych próbek są 3 do 5 razy mniejsze od uważanych za przeciętne). Zatem po pewnym czasie TL zgromadzona w drugim przypadku będzie czterokrotnie większa od TL_I . Jeżeli przyjmiemy, że TL_I jest porównywalna z TL_{nad} , to w pierwszym przypadku wyznaczony wiek będzie zawyżony o 100%, a w drugim o 25%.

Pierwsze wnioski, jakie można wyciągnąć z porównania wyników, są następujące:

- 1) założenie o zerowaniu TL ma ograniczone zastosowanie do frakcji gruboziarnistej kwarcu,

- 2) w przypadku młodych osadów o małej zawartości U, Th i K, jak to miało miejsce w przypadku badanych próbek, metoda datowania TL gruboziarnistej frakcji kwarcu daje wyniki systematycznie zawyżone o wartość rzędu 10 tys. lat,
- 3) w przypadku osadów starszych (rzędu kilkudziesięciu tysięcy lat) lub o dużej czy nawet średniej zawartości izotopów promieniotwórczych można się spodziewać, że metoda ta dawać będzie wyniki, których błąd systematyczny będzie mniejszy od błędu przypadkowego pomiaru.

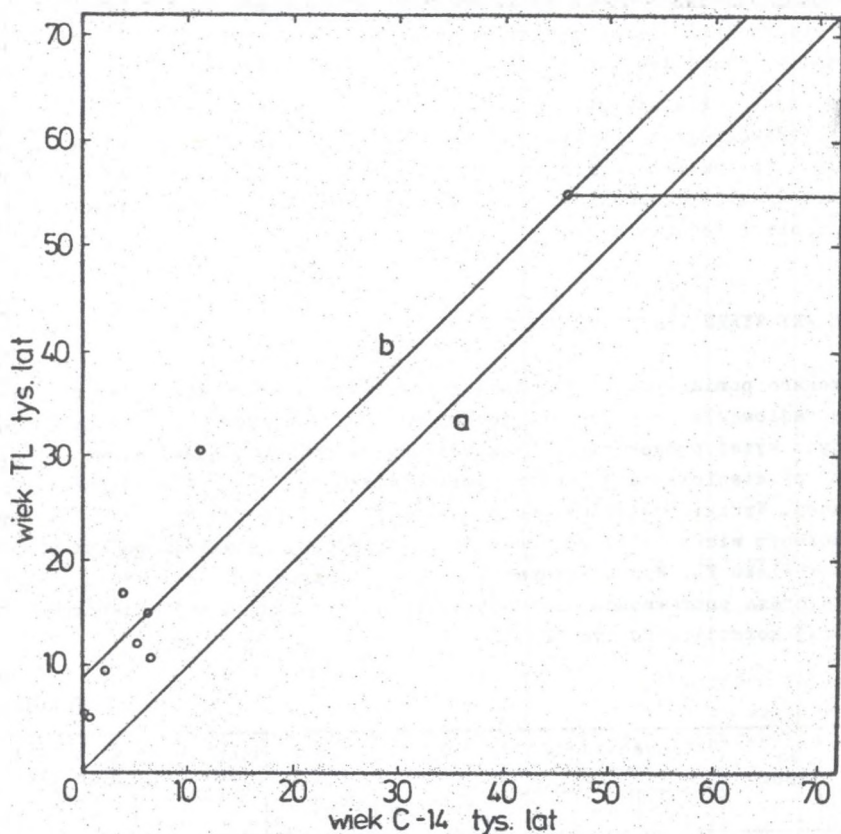
Podsumowując można stwierdzić, że pierwsze porównania potwierdzają przydatność frakcji gruboziarnistej do datowania termoluminescencyjnego osadów. Jest to tym ważniejsze, że datowanie tej frakcji w porównaniu z datowaniem frakcji drobnoziarnistej jest znacznie mniej skomplikowane metodologicznie i technicznie.

3. POMIARY WIEKU INNYCH PRÓBEK

Wykonano pomiary wieku TL dla 4 próbek, które były wcześniej datowane metodą radiowęglową. Procedura pomiarowa była identyczna jak w przypadku opisanych wyżej próbek gleb, z tą różnicą że próbki naświetlono innymi dawkami promieniowania γ , dobranymi do wielkości spodziewanej dawki geologicznej. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. W przypadku próbek P-7 i P-20 o skończonym wieku C-14, podobnie jak poprzednio, stwierdzono zawyżenie wartości wieku TL. Wynik datowania próbki Kończyce 5,5 jest ważny o tyle, że potwierdza poprawność całej metodyki pomiaru stosowanej w laboratorium (porównaj komentarz do rys. 2).

Tabela 3

Próbka	Nr lab.	Koncentracja [ppm]			D_r [mGy/rok]	ED [Gy]	Wiek TL [tys. lat] B.P.	Wiek C-14 [tys. lat] B.P.
		Th	U	K				
Kończyce 6,2	GdTL-4	7,95	3,05	1,92	$3,18 \pm 0,10$	175 ± 10	55 ± 11	-
Kończyce 5,5	GdTL-5	11,55	3,63	2,11	$3,76 \pm 0,30$	206 ± 20	55 ± 11	≥ 46
P-7	GdTL-6	2,70	0	0,97	$1,19 \pm 0,20$	$14,5 \pm 5,0$	$12,3 \pm 2,5$	$5,41 \pm 0,11$
P-20	GdTL-7	2,10	1,66	0,80	$1,41 \pm 0,18$	$21,1 \pm 8,0$	$15,0 \pm 2,0$	$6,32 \pm 0,06$
Metoda R- Γ ; wilgotność nieznana								



Rys. 2. Porównanie datowań metodami C-14 i TL z dziewięciu próbek - wyniki z tabel 2 i 3 z wyjątkiem próbki Kończyce 6,2

a - linia równych wieków, b - linia ilustrująca systematyczne zawyżenie wieku TL, przesunięta o 9 tys. lat; w przypadku daty dla próbki Kończyce 5,5 wiek C-14 (≥ 46 tys. lat) zaznaczono za pomocą półprostej.

Można by uważać, że w przypadku ośmiu młodszych próbek stała jest nie różnica między datami TL i C-14, a ich stosunek, tzn. że metodyka pomiaru byłaby nieprawidłowa. Ze tak nie jest, świadczy wynik datowania próbki Kończyce 5,5, wyraźnie "utrzymujący" linię ilustrującą zależność $T_{TL} - T_{C-14}$ w położeniu równoległym do linii równych wieków.

4. DATOWANIE PRÓBEK PIASKU Z PIASKOWNI W OKOLICACH FROMBORKA

Na zakończenie chciałem przedstawić jeszcze trzy wyniki datowań, nie związanych już co prawda z datowaniem radiowęglowym, lecz za to powtórzonych w Laboratoriach TL: w Gdyni i Lublinie. Są to wyniki uzyskane dla próbek piasku pobranych z różnych głębokości piaskowni w okolicach Fromborka. Szczegóły związane z tym datowaniem ukażą się drukiem we wspólnym artykule (Fedorowicz, Bluszcz, Butrym, w druku).

Datowane były ziarna kwarcu o granulacji 88-150 μm , Wilgotność tych próbek, zresztą niewielka, została uwzględniona w obliczeniach dawki rocznej (por. przykład [w:] Bluszcz, 1985b). Dawkę geologiczną wyznaczono wstępnie metodą addytywną. Zaobserwowano wtedy wyraźnie nieliniową zależność TL od dawki laboratoryjnej promieniowania gamma. Spodziewano się w związku z tym zawyżenia wartości dawki geologicznej i wieku. Dawkę geologiczną wyznaczono zatem metodą odtworzeniową. Wyniki tych datowań przedstawia tabela 4.

Tabela 4

Próbka	Nr lab.	Koncentracja ppm			D_r mGy/rok	ED Gy	Wiek TL tys. lat B.P.
		Th	U	K			
Frombork-1	GdTL-1	2,30	0,72	1,13	$1,46 \pm 0,15$	152 ± 20	104 ± 20
Frombork-2	GdTL-2	1,95	0,72	0,98	$1,28 \pm 0,13$	129 ± 20	101 ± 20
Frombork-3	GdTL-3	2,0	1,07	1,05	$1,44 \pm 0,15$	117 ± 20	81 ± 16
Metoda odtworzeniowa							

Wstępnie wiek próbek wyznaczono metodą addytywną na:

Frombork-1 - 215 tys. lat,

Frombork-3 - 215 tys. lat.

Ponieważ obserwowano nieliniową zależność TL od dawki laboratoryjnej promieniowania γ , wyniki te odrzucono i pomiary powtórzono metodą odtworzeniową.

PODZIĘKOWANIE

Autor jest wdzięczny i pragnie podziękować dr. M.F. Pazdurowi za udostępnienie próbek do porównawczych datowań oraz za owocną dyskusję i pomoc, która umożliwiła stworzenie Laboratorium TL w Gliwicach i wykonanie całości pracy przedstawionej w trzech kolejnych artykułach autora, zamieszczonych w niniejszych materiałach.

LITERATURA

- Bluszcz A., 1985a, Podstawy datowania osadów metodą termoluminescencji; Zesz. Nauk. Pol. Śl., ser. Mat.-Fiz., z. 46, 109-124.
- 1985b, Stanowisko pomiarowe i metodyka badań w Laboratorium TL w Gliwicach, Zesz. Nauk. Pol. Śl., ser. Mat.-Fiz., z. 46, 147-157.
- Nowaczyk B., Pazdur M.F., Szczypek T., 1982, Wiek eolicznych przekształceń wydm w północno-zachodniej części Płaskowyżu Ojcowskiego; Geographia. Studia et Diss. 6, 34-39.
- Pazdur M.F., Badanie dokładności datowania metodą ^{14}C późnoplejstocенских i holocенских osadów organogenicznych; Zesz. Nauk. Pol. Śl., ser. Mat.-Fiz. z. 41, 1-81.
- Pazdur M.F., Awsiuk R., Bluszcz A., Pazdur A., Walanus A., Zastawny A., 1983, Gliwice Radiocarbon dates IX; Radiocarbon, 25, n. 3, 843-866.
- Wintle A.G., Huntley D.J., 1982, Thermoluminescence dating of sediments; Quaternary Sci. Rev. 1, 31-53.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ВОЗРАСТА ОСАДКОВ
ДАТИРОВАННЫХ РАДИОУГЛЕРОДНЫМ МЕТОДОМ C-14

Р е з ю м е

В докладе представлено первые результаты измерения термолюминесцентного возраста ископаемых почв, датированных радиоуглеродным методом. Исследования были предприняты для проведения гипотеза об редукции ТЛ кварцевых зерен и определения их применимости для датирования антропогенных отложений. Доказано, что термолюминесцентный возраст кварцевых зерен из всех исследованных образцов значительно превышает возраст определенный радиоуглеродным методом для органической фракции почвы. Разницы термолюминесцентного и радиоуглеродного возраста особенно отчетливы из-за небольших значений эффективной геологической дозы. Присутствие этих разниц интерпретируется как следствие неполной редукции прегенетической термолюминесценции зерен кварца в природных условиях.

RESULTS OF THE TL DATING OF SEDIMENTS PREVIOUSLY DATED
BY THE ^{14}C METHOD

С и ж м а р у

The paper presents first results of TL dating of samples of fossil soils separating eolian dune sands and dated by the ^{14}C method. The aim of this work is to verify an assumption of the TL zeroing in quartz grains and to determine their suitability for dating Quaternary sediments. All samples yielded values of the TL age significantly greater than the corresponding ^{14}C dates. The differences of the TL and ^{14}C dates are particularly distinct because of small values of annual dose and are interpreted as resulting from an incomplete reduction of the pregenetic TL. First results of TL datings of other samples are also presented.