

Anna TOMCZAK, Anna PAZDUR, Mieczysław F. PAZDUR

## PROBLEMY METODYCZNEJ I PALEOGEOGRAFICZNEJ INTERPRETACJI SERII DAT RADIOWĘGLOWYCH OSADÓW ZE 100-METROWEGO OTWORU WIERTNICZEGO „BÓR” NA PÓLWYSPIE HELSKIM

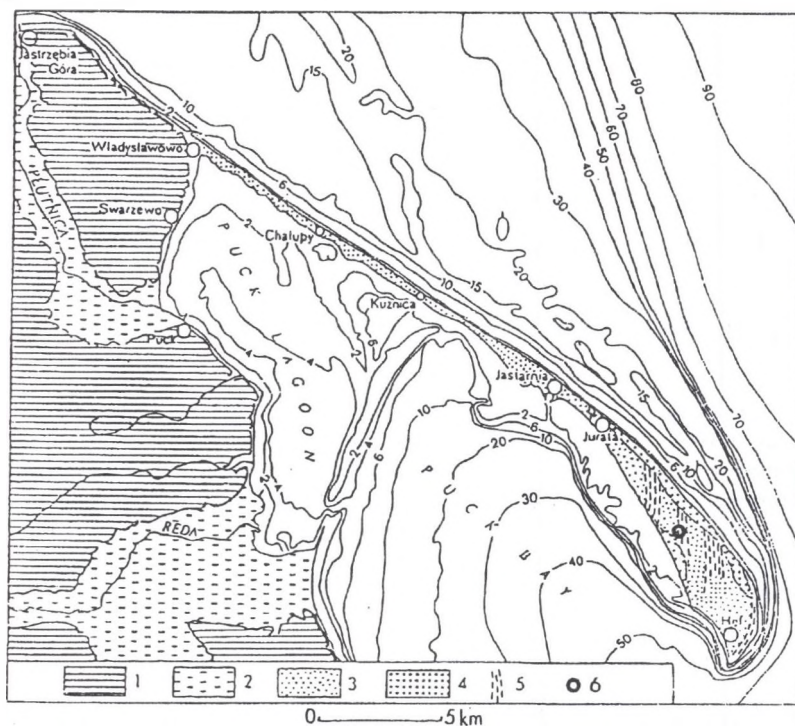
**Streszczenie.** Przedstawiono wyniki 22 datowań  $^{14}\text{C}$ : 19 dla substancji organicznej i 4 dla skorupki fauny. Wiek substancji organicznej jest starszy, a muszli młodszy w stosunku do wyników analiz biostratygraficznych. Wiek radiowęglowy materii organicznej można wyjaśnić znaczącą domieszką osadów redeponowanych. Wiek fauny jest niezrozumiały w zestawieniu z wynikami dotychczasowych badań geologicznych w tym obszarze. Problem pozostaje otwarty i wymaga dalszego testowania.

## PROBLEMS OF METHODOLOGICAL AND PALAEOGEOGRAPHICAL INTERPRETATION OF A SERIES OF RADIOCARBON DATES OF DEPOSITS FROM THE 100 METRE BOREHOLE „BÓR” ON THE HEL PENINSULA

**Summary.** The results of the 22  $^{14}\text{C}$  dating is presented: 19 for organic matter and 4 for shells. Organic matter age is older and shells younger, in relation with biostratigraphic analyses results. Radiocarbon age of the organic matter can explain by redeposition. Fauna age is not clear in light geological investigation in this area. The problem is open and testing continue is necessary.

Otwór „Bór” o głębokości 100,5 m jest jednym z trzech otworów wykonanych na Półwyspie Helskim przez Państwowy Instytut Geologiczny w ramach realizacji Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Otwór ten, zlokalizowany na około 30 kilometrów długości półwyspu (rys. 1), dokumentuje pełną sekwencję sedymentacji od czasu deglacjacji, w tym całą serię holoceniską o największej stwierdzonej w Polsce miąższości. W odróżnieniu od wszystkich wcześniejszych wierceń na Półwyspie Helskim, otwór „Bór”

został wykonany z pełnym rdzeniowaniem, co umożliwiło precyzyjne opróbowanie i szczegółową analizę rdzenia.



Rys. 1. Lokalizacja otworu wiertniczego „Bór” na Półwyspie Helskim na tle ogólnej sytuacji geomorfologicznej i batymetrii; 1-wysoczyzna morenowa, 2-dno pradoliny, 3-obszar mierzei z niewielkimi deniwelacjami pochodzenia głównie eolicznego, 4-strefa wysokich wydm nadbrzeżnych, 5-wały brzegowe nieznacznie przemodelowane eolicznie, 6-otwór „Bór”

Fig. 1. Location of the „Bór” borehole with general geomorphological situation and bathymetry; 1-moraine plateau, 2-pradolina floor, 3-penninsula area with low collan forms, 4 zone of the high dunes, 5 ancient coast ridges, 6 slightly reshaped by the eolian processes, 6-„Bór” borehole

W osadach pochodzenia morskiego substancja organiczna występuje raczej sporadycznie. Dlatego też stwierdzona jej obecność w profilu „Bór” stwarzała potencjalną możliwość wydatowania horyzontów granicznych pomiędzy kolejnymi cyklami sedymentacyjnymi, jak również dawała nadzieję na oszacowanie w tym rejonie tempa akumulacji osadów w kolejnych fazach rozwoju Bałtyku.

Wykonano komplet analiz sedymentologicznych, lito- i biostratygraficznych. Zestawione wyniki badań (Tomczak 1994a, 1995) umożliwiły rozpozniomowanie rdzenia na sześć serii, odpowiadających kolejnym fazom rozwoju Bałtyku: słodkowodna-przedancylusowa i ancylusowa, słonowodna- mastogloia, słonowodna-litoryna, postlitoryna I, postlitoryna II. Podstawą tego podziału były badania biostratygraficzne: inialako- i mikrofaunistyczne (anal. J. Krzysińska), okrzemkowe (anal. K. Zaborowska) i palinologiczne (anal. J. Zachowicz).

Najbardziej czytelna i jednoznaczna jest granica ancylus - mastogloia występująca na głębokości 78 m, gdzie zanikają otwornice i okrzemki słodkowodne, a nagle pojawiają się gatunki morskie. Wiekowo przypada to na około 7200 lat BP (Rosa 1987).

Analiza rdzenia pozwoliła na pogłębioną charakterystykę procesów akumulacji morskiej. Osady występujące w profilu wskazują na wyraźne różnicowanie środowiska depozycji. Przy ogólnym powiększaniu się ku górze frakcji osadu w dolnej połowie profilu zaznacza się charakterystyczny rytm sedymentacji, wyrażający się naprzemianległością osadów ilastych i mulistych, a wyżej mulistych i piaszczystych. Na uwagę zasługują stwierdzone hiatusy i znaczny udział w najniższych próbkach redeponowanych pyłków przedczwartorzędowych (rys. 2).

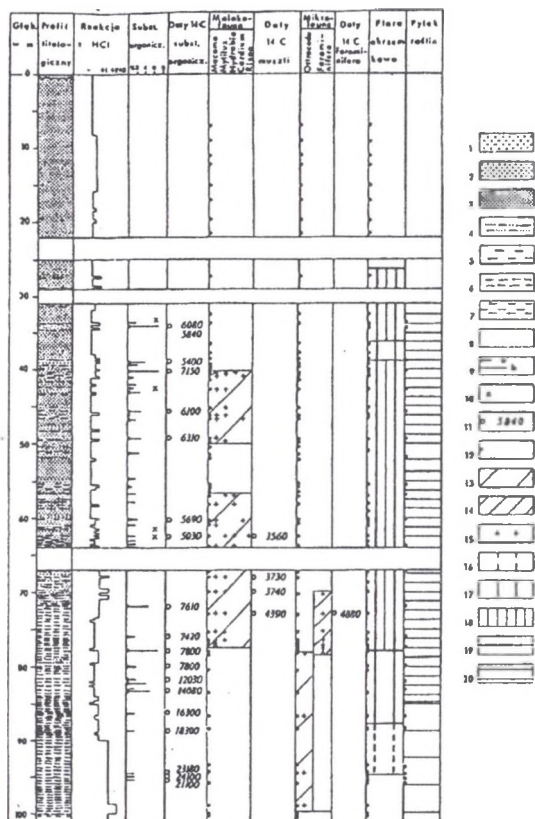
Dla profilu „Bór” wykonano 22 oznaczenia wieku bezwzględne metodą  $^{14}\text{C}$ , z których 19 określa wiek substancji organicznej, a 3 wiek muszli mięczaków (tab. 1). Ponadto 2 inne próbki (muszle i otwornice) z tegoż rdzenia zostały wydatowane metodą radiowęglową w Instytucie Fizyki i Astronomii Uniwersytetu w Aarhus w Danii grzecznościowo, dzięki uprzejmości pani Susanne Heier Nielsen i pana Antoona Kuijpersa (tab. 2) i pośrednictwu Szymona Uściłowicza.

Wszystkie daty z wyjątkiem trzech o dużej poprawce (tab. 1, poz. 18, 21 i 22) są metodycznie poprawne i mogą być uznane za wiarygodne.

Datowania radiowęglowe układają się w cztery grupy wiekowe: 16300 do 24100; 12030 do 14080; 7610 do 7810; 5030 do 6310 lat B.P.

Niestety, poszczególne daty nie zawsze ułożone są w porządku wiekowym konsekwentnym do głębokości, a jednocześnie przynajmniej pięć najstarszych dat na pewno nie określa bezwzględnego wieku osadu. Wskazuje to, że datowana substancja organiczna nie jest równowiekowa z osadem, a zawarta w datowanej próbce domieszka starszego materiału wpływa w losowy sposób na postarzenie oznaczonego wieku BP. Na tej podstawie można sądzić o bardziej znaczącym, niż dotychczas wydawało się, udziale osadów redeponowanych w sedymentacji morskiej w tej części Bałtyku.

Szczególnie trudny do interpretacji paleogeograficznej jest wiek muszli *Macoma baltica* i *Mytilus edulis* pobranych z głębokości 62,5 i 68,1 m (tab. 1.) oraz muszli i skorupki otwornic występujących w próbce z głębokości 73 m (tab. 2.).



Rys. 2. Profil wiertniczy „Bór” i wybrane wyniki analiz.

Profil litologiczny: 1–piasek gruboziarnisty, 2–piasek średnioziarnisty, 3–piasek drobnoziarnisty, 4–mulek piaszczysty, 5–mulek, 6–mulek ilasty, 7–il, 8–brak rdzenia. W następnych rubrykach: 9–substancja organiczna: a–określona w procentach, b–stwierdzona makroskopowo; 10–makroszcątki roślinne; 11–opróbowanie i wyniki datowań radiowęglowych w latach BP; 12–opróbowanie do analizy makologicznej, mikrofaunistycznej, okrzemkowej i pyłkowej; frekwencja fauny: 13–mała, 14–duża 15–zidentyfikowane gatunki; frekwencja okrzemek – słodkowodne: 16–mała; 17–duża; słodkowodne: 18–frekwencja pyłków: 19–bardzo mała, 20–duża

Fig. 2. Borehole „Bór” profile and selected analyses results. Lithological profile

Tabela 1

Zestawienie oznaczeń wieku metodą  $^{14}\text{C}$  osadów z otworu wiertniczego „Bór” na Półwyspie Helskim  
(Wszystkie oznaczenia wykoano w Laboratorium  $^{14}\text{C}$  w Gliwicach)

Lp.	Nazwa próbki	Głębokość w [m]	Materiał datowany	Data BP	Nr lab. próbki
1.	Bór 1a	33,9–34,2	subst. org.	6080±110	Gd-10094
2.	Bór 1b	34,1–34,15	subst. org.	5840±170	Gd-9284
3.	Bór 2	38,8–39,0	subst. org.	5400±160	Gd 10081
4.	Bór 3	40,1–40,3	subst. org.	7150±100	Gd-10090
5.	Bór 4	45,7–45,9	subst. org.	6100±190	Gd-9271
6.	Bór 5	49,3–49,5	subst. org.	6310±200	Gd-9274
7.	Bór 6	60,1–60,3	subst. org.	5690±120	Gd-9266
8.	Bór 7aM	62,5–62,6	muszle	3560±60	Gd-7527
9.	Bór 7	62,5–62,6	subst. org.	5030±110	Gd-10092
10.	Bór M	68,0–68,1	muszle	3730±80	Gd-11010
11.	Bór 8M	70,2–70,3	muszle	3740±60	Gd-11008
12.	Bór 9	71,9–72,0	subst. org.	7610±200	Gd-9280
13.	Bór 10	76,0–76,2	subst. org.	7420±310	Gd-9278
14.	Bór 11	77,5–77,7	subst. org.	7810±130	Gd 9260
15.	Bór 12	79,9–80,1	subst. org.	7800±130	Gd-9263
16.	Bór 13	81,9–82,3	subst. org.	12030±130	Gd-10084
17.	Bór 14	82,9–83,1	subst. org.	14080±140	Gd-10085
18.	Bór 15	86,0 86,4	subst. org.	16300 <sup>+5100</sup> <sub>-3100</sub>	Gd-9268
19.	Bór 16	88,5–89,0	subst. org.	18300±780	Gd-9286
20.	Bór 18	94,0–94,5	subst. org.	23180±1100	Gd-9288
21.	Bór 17	94,5–95,0	subst. org.	24100±1700	Gd-9293
22.	Bór 19	95,5–96,0	subst. org.	21100±1200	Gd-9277

Daty (niekorygowane) fauny zawierają się w przedziale 3560 do 5280 lat BP i jako najmłodsze w profilu można by je uznać za prawdziwe, a na pewno bardziej wiarygodne niż daty substancji organicznej w osadzie. Trudno jednak przyjąć, że wskazują one bezwzględny wiek sedymentacji tej części profilu. Obecność tak młodej fauny na głębokości od 62 do 73 m jest trudna do wyjaśnienia w świetle ogólnej wiedzy o fazach rozwoju Bałtyku i wobec wyników szczegółowych analiz biostratygraficznych rdzenia „Bór”, jak też innych poprzednio analizowanych profili wiertniczych z Jastarni, Juraty i Helu (Bogaczewicz-Adamczak 1982, Bogaczewicz-Adamczak, Żukowska 1990; Bohr, So-

Tabela 2

Zestawienie oznaczeń wieku metodą radiowęglową akceleratorową malakofauny i mikrofauny z otworu „Bór” na Półwyspie Helskim  
(Datowania wykonano grzeźnościowo w Instytucie Fizyki i Astronomii Uniwersytetu w Åarhus w Danii)

Lp.	Nazwa próbki Nr. lab.	Głębokość w [m]	Materiał datowany	Wiek $^{14}\text{C}$ BP	Wiek skorygowany (popr. 400 lat)	Wiek kalibrowany BC	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ PDB
1.	Bór AAR -1624	73,0	muszle mięczaków Macoma baltica i Mytilus edulis	4790±75	3020-2930	3250-2910	-1,2
2.	Bór AAR -1625	73,0	skorupki otwornic Elph. clavatum i E.umbilicatum	5280±120	4880±120	3660 3780-3530	-1.6

kól 1972; Wilczyński, Dmoch 1972; Krażewski 1976; Samsonowicz 1935, 1938; Sandegren 1935, 1938; Tomczak, Kramarska, Krzymińska, Zaborowska, Zachowicz 1990). Ponadto cała sytuacja chronologiczna staje się jeszcze bardziej niejasna, wobec tego, że aż 3000±60 lat BP (Gd-5597) wynosi wiek torfu występującego na powierzchni o 1800 m dalej w stronę cypla półwyspu (Tomczak 1990, 1994).

Przedstawione fakty utrudniają jednoznaczną korelację wiekową, a zwłaszcza określenie – na podstawie datowań  $^{14}\text{C}$  – tempa sedymentacji i wieku poszczególnych horyzontów granicznych.

Sprawa datowania radiowęglowego osadów zdeponowanych w środowisku morskim pozostaje otwarta i na pewno wymaga dalszego testowania na próbkach badanych równocześnie metodami biostratygraficznymi.

## Literatura

Bogaczewicz-Adamczak B., 1982, Nowy diatomowyj analiz osadoczoj tolszczi Hel-skiego Połuostrowa. Peribalticum II. p.185-193.

Bogaczewicz-Adamczak B., Żukowska A., 1990, Okrzemki kopalne z osadów w Jura-cie, Przewodnik LXI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Gdańsk 13 - 15 września, p.71-74.

Bohr R., Sokół M., 1972, The fossil diatom flora from the sediments of the Hel Peninsula, Guide-Book of the Excursions, Subcommittee on Shorelines of Northwestern Europe, International Conference in Poland, Sopot, September 20 – 23, p.22–26.

Kraźewski S. R., 1976, Utwory lityrnowe w profilu wiertniczym na Helu. Przegląd Geologiczny, nr 11, p.642–646.

Rosa B., 1987, Pokrywa osadowa. [w]: Bałtyk Południowy. GTN, Ossolineum.

Samsonowicz J., 1935, Nowy otwór świdrowy na Helu. Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego, Tom VIII, zeszyt 3, p.27–37.

Samsonowicz J., 1938, Über das Quartär und den Untergrund des Quartärs im polnischen Südbaltikum nach neuen Tiefbohrungen in Jurata und Karwia. Geolog. Fördhandl., Band 60, Heft 4. p.590–600.

Sandegren R., 1935, O kopalnej mikroflorze z wiercenia na Helu i o zmianach postglacjalnych poziomu Bałtyku. Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego, Tom VIII, zeszyt 3, p.51–63.

Sandegren R., 1938, Über die fossile Mikroflora aus den Bohrungen bei Bad Hel und Jurata auf der Halbinsel Hel. Geolog., Fören. Fördhandl, Band 60. Heft 4, p.601–611.

Tomczak A., 1990, Budowa geologiczna i rozwój Półwyspu Helskiego w świetle najnowszych badań. Przewodnik LXI Zjazdu Pol. Tow. Geologicznego Gdańsk, p.104–107.

Tomczak A., 1994, Kompleksowe opracowanie osadów holocenu z otworu wiertniczego „Bór 92” na Półwyspie Helskim. Archiwum PIG, Oddział Geologii Morza w Sopocie, p.1–34.

Tomczak A., 1994, Hel Peninsula – relief, geology, evolution, Changes of the Polish Coastal Zone, Guide – Book of the Field Symposium, Gdynia 27.08 - 1.09.1994, (K. Rotnicki, ed.).

Tomczak A., 1995, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000 ark. Jastarnia i Hel. Archiwum PIG, Oddział Geologii Morza w Sopocie.

Tomczak A., Kramarska R., Krzywińska J., Zaborowska K., Zachowicz J., 1990, Nowy otwór wiertniczy w Helu w świetle badań litologicznych, biostratygraficznych i radiowęglowych. Przewodnik LXI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Gdańsk, p.75–85.

## Abstract

The borehole „Bór” of 100.5 m length is one of three boreholes made by the Polish Geological Institute on the Hel Peninsula for the needs of the 1:500 000 Detailed Geological Map of Poland. This borehole documents the full sequence of sedimentation since deglaciation, in that the whole Holocene series of largest known in Poland thickness. In distinction from all earlier borings on the Hel Peninsula, the „Bór” borehole was realized with full coring, and this allowed appropriate sampling and detailed analysis of the core.

A complete set of sedimentological, and of litho- and biostratigraphic analyses was performed, also the absolute age of 19 samples of organic matter found in the deposits and of 3 malakofauna samples was determined by the  $^{14}\text{C}$  method. Besides, two other samples (shells and foraminifera) from the same core were dated by the accelerator radiocarbon method at the Institute of Physics and Astronomy of the Aarhus University in Denmark by courtesy Antoon Kuijpers and Susanne Heier Nielsen.

Results of the investigations allowed to distinguish in the core six series corresponding with the consecutive stages of Baltic Sea development. Analysis of the core allowed also a more in-depth characteristic of marine sedimentation processes, sources of alimentation, and of the variability of dynamics of the environment in which deposition had occurred. Attention should be drawn to the visible rhythm of sedimentation, observed hiatuses, and to, the resulting from redeposition, significant participation of admixtures.

Results of radiocarbon dating fall into five age groups but separate dates not always occur in an order of ages corresponding with depth at which the samples were taken.

When interpreting the age of an organic matter, the possibility of an admixture of older deposits, resulting from marine erosion and redeposition, should be taken into account. However, most striking is the difference in age of organic matter and fauna taken from the exactly same depth. The fauna is younger by 1,500 to 3,000 years, which may suggest that dating of marine deposits on the basis of fauna is more reliable. But results of such reasoning find no support in the diatom and pollen diagrams made for the same profile.

In result, it is difficult to arrive at an explicit palaeogeographic interpretation, and in particular at a determination – basing on datings – of the rates of sedimentation and of the age of each of the boundary horizons.

Also some questions of methodological nature appear which concern the dating of sediments deposited in marine environment.