

Mieczysław F. PAZDUR

Romuald AWSIUK

Tomasz GOSLAR

Anna PAZDUR

Laboratorium C-14

Politechnika Śląska, Gliwice

CHRONOLOGIA RADIOWĘGLOWA STANOWISKA W HAĆKACH NA PODLASIU

Streszczenie. Pierwsze datowania metoda radiowęglowa wczesnośrednio-wiecznego grodziska w Haćkach na Podlasiu, wykonane w latach 1987-88, doprowadziły do zaskakującej konkluzji chronologicznych. Kolejna seria datowań, wykonanych w latach 1989-90 z wykorzystaniem stanowiska o podwyższonej dokładności, w pełni potwierdziła datowanie starszej warstwy kulturowej na okres V-III wieku p.n.e. Analiza pełnego otrzymanego zbioru dat radiowęglowych prowadzi do wniosku, że na badanym stanowisku wyróżnić można sześć faz osadniczych, w tym trzy fazy pradziejowe i dwie fazy rozwoju grodziska wczesnośredniowiecznego.

RADIOCARBON CHRONOLOGY OF SETTLEMENT IN HAĆKI (PODLASIE, N POLAND)

Summary. First results of radiocarbon dating of the Early Medieval fortified settlement in Haćki have led to controversial chronologic conclusions. The next series of dating of carefully selected samples, performed in 1989-90 with improved precision, confirm previous dating of the older cultural layer to the period between V and III centuries BC. The analysis of the whole series of radiocarbon dates leads to conclusion that six different phases of occupation may be distinguished in the investigated site; three of them are much older than expected on the basis of archaeological evidence.

РАДИОУГЛЕРОДНАЯ ХРОНОЛОГИЯ НАСЕЛЕНИЯ В СЕЛЕ ХАЦКИ ПОДЛАСЕ СЕВ ПОЛЬША

Резюме. Первые радиоуглеродные датировки органических образцов из средневековой стоянки в селе Хацки (Подласе сев. Польша) привели к выявлению истинных противоречий между радиоуглеродной и археологической хронологиями. Серия датировок, проведенных в 1989-1990 годах на тщательно отобранных образцах с использованием методики датирования с повышенной точностью подтверждает прежние результаты. Анализ полного набора результатов радиоуглеродного датирования приводит к заключению, что на стоянке присутствуют следы шести фаз поселения; три из этих фаз значительно раньше археологических ожиданий.

WPROWADZENIE

Badania wykopaliskowe na terenie grodziska w Haćkach na Podlasiu prowadzone były w latach 1967-1973 pod kierunkiem profesora Wojciecha Szymańskiego i ponownie w latach 1986-1989 pod kierunkiem dra Zbigniewa Kobylińskiego z Zakładu Epoki Metali Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN w Warszawie. W rezultacie pierwszego etapu badań rozpoznana została stratygrafia warstw kulturowych oraz ich relacje przestrzenne w obrębie grodziska (Szymański, 1978, 1983). Uzyskane materiały zabytkowe, w tym liczny zespół ceramiki ręcznie lepionej, ozdoby wykonane z brązu, narzędzia z żelaza oraz przesłiki gliniane pozwoliły na datowanie wczesnośredniowiecznej fazy osadnictwa w Haćkach na okres między końcem V w.n.e. a początkiem VII w.n.e.

W celu uściślenia relacji chronologicznych i weryfikacji ustaleń opartych na datowaniach metodami archeologicznymi przekazano do datowania metodą radiowęglą kilka serii próbek organicznych, głównie węgla drzewnych i zwęglonych belek, uzyskanych w trakcie drugiego etapu systematycznych prac wykopaliskowych. Wyniki datowań szesnastu próbek, pochodzących z sezonów wykopaliskowych 1986-89 wykazały zasadnicze odstępstwa od przewidywanych wiekowych opartych na datowaniu archeologicznym, jak też - w znacznym stopniu - cechowały się wewnętrzną niespójnością. Wyniki te zostały omówione przez Z. Kobylińskiego (1989) w referacie przygotowanym na III Konferencję "Metody Chronologii Bezwzględnej". W celu wyjaśnienia powstałych kontrowersji, w tym usunięcia wątpliwości dotyczących chronologii badanego stanowiska, jak również dla fizycznej poprawności wykonanych datowań, postanowiono - po szczegółowych konsultacjach z kierującym badaniami terenowymi - przystąpić do kolejnej serii datowań wyselekcjonowanych próbek z zastosowaniem stanowiska pomiarowego o podwyższonej precyzji. Opracowanie niniejsze zawiera podsumowanie wszystkich dotychczasowych datowań radiowęglowych oraz ocenę chronologii rozwoju grodziska w Haćkach w skali lat kalendarzowych. Równocześnie z datowaniami radiowęglowymi postanowiono podjąć próbę datowania

szczątków ceramiki zabytkowej metodą termoluminescencji. Wyniki tych badań są omówione w oddzielnym artykule (Bluszcz, Pazdur, 1993).

CHARAKTERYSTYKA BADANEGO STANOWISKA I DATOWANYCH PRÓBEK

Grodzisko w Haćkach usytuowane jest na wzgórzu kemowym przekształconym późniejszą działalnością człowieka. Wzgórze to, o stromych zboczach, wznosi się na wysokość 8-10 m ponad poziom współcześnie je otaczających podmokłych łąk. Górna płaszczyzna wzgórza o wymiarach ok. 45 x 55 m jest lekko nachylona ku północy. Systematyczne badania wykopaliskowe koncentrowały się w południowej i południowo-wschodniej strefie grodziska. Sekwencja stratygraficzna, stwierdzona w wykopach, w przebadanej strefie grodziska zawiera siedem warstw, oznaczanych literami od A (warstwa najstarsza - podłoże) do G (warstwa współczesna - powierzchnia):

A - naturalny calec gliniasty,

B - pylasta ziemia barwy szarej, spoista, z nielicznymi fragmentami starożytnej ceramiki zabytkowej,

C - ciemno-szaro-czarna warstwa pylastej ziemi, zawierająca kilkupoziomowe ławy z kamieni polnych, sąsiadujące z nimi zwęglone bierwiona drewniane i rzędy jam postępujących; warstwa ta zawiera również nieliczne fragmenty ceramiki zabytkowej zarówno starożytnej, jak i wczesnośredniowiecznej,

D - warstwa wyżarzonego na pomarańczowo pyłu, zawierająca fragmenty spalonych bierwion drewnianych i nieliczne fragmenty zabytkowej ceramiki starożytnej i wczesnośredniowiecznej,

E - warstwa ciemno-szaro-czarnego pyłu, zawierająca rozrzucone kamienie oraz bardzo liczny zespół ceramiki zabytkowej i tzw. zabytków wydzielonych, datowanych przede wszystkim na starsze fazy wczesnego średniowiecza,

F - przemieszana warstwa ciemnobrunatna, zawierająca zróżnicowany materiał zabytkowy, głównie XI-wieczny,

G - humus współczesny.

Przedstawiony opis warstw został zacytowany - z minimalnymi skrótami - za opracowaniem Z. Kobylińskiego (1989). Wykaz dostarczonych do datowania próbek oraz podstawowe dostępne dane zawiera tabela 1.

Tabela 1

Wykaz próbek organicznych z grodziska w Haćkach przekazanych do datowania metodą radiowęglą

Lp.	Nr	Materiał	Warstwa	Kontekst
1	13/87	węgiel drzewny	E	?, gł. 95 cm
2	16/87	spalone drewno	E	warstwa kult., gł. 72 cm
3	24/87	zwęglone ziarna (?)	E	?, gł. 83 cm
4	28/87	węgiel drzewny	D	spalona konstrukcja obronna grodziska, gł. 122 cm
5	29/87	węgiel drzewny	D	?, gł. 90 cm
6	31/87	zwęgl. subst. org.	D	?, gł. 98 cm
7	34/87	zwęglona belka	C	?, gł. 150 cm
8	35/87	zwęglona belka	C	?, gł. 100 cm
9	36/87	węgiel drzewny	C	?, gł. 70 cm
10	37/87	węgiel drzewny	C	?, gł. 80 cm
11	39/87	zwęglona subst. org.	-	jama na majdanie grodziska
12	42/87	zwęglona belka	D	spalona konstrukcja obronna grodziska, gł. 116 cm
13	44/87	węgiel drzewny	C	j.w., gł. 86 cm
14	69/88	zwęglone proso	E	?, gł. 1 m
15	70/88	"	E	?, gł. 1 m
16	71/88	"	E	?, gł. 1 m
17	72/88	"	E	?, gł. 1 m
18	95/89	węgle drzewne	E	fragment belki, gł. 1 m
19	96/89	"	E	belka, gł. 1 m
20	106/89	kora	D	fragment belki, gł. 1.3 m
21	107/89	węgle drzewne	D	fragment belki, gł. 1.6 m
22	108/89	spalone drewno i kora	E	fragment belki, gł. 1.2 m
23	109/89	węgle drzewne	D	?
24	119/89	"	C	belka z konstrukcji wału,
25	120/89	"	C	fragment belki, gł. 1.3 m
26	138/89	"	C	dno zagłębienia posłupowego
27	139/89	"	C	j.w., gł. ok. 2m

METODYKA BADAŃ

Pomiary wieku wykonywano przy użyciu liczników proporcjonalnych L1, L2 i L3 (Pazdur, Pazdur, 1986), stosując standardową metodykę przygotowania próbek (A. Pazdur et al, 1986; M. F. Pazdur et al, 1986). Jedna z próbek, zawierająca bardzo małą ilość substancji organicznej (28/87), datowana była na zestawie pomiarowym L4. Datowania ostatniej serii próbek, z uwagi na ich cel i posiadaną z wcześniejszych pomiarów informację chronologiczną, wykonane zostały na zestawie pomiarowym L2, przystosowanym do datowania o podwyższonej dokładności (Goslar et al, 1989). W tej serii datowań do wszystkich próbek zastosowano intensywną metodę wstępnej preparatyki chemicznej, polegającą na sukcesywnym traktowaniu 2% roztworami HCl, NaOH i ponownie HCl w temperaturze 80 °C. Czas traktowania każdym z odczynników wynosił ok. 20 godzin. Dodatkowo, przy pomiarach o podwyższonej dokładności wykonane zostały pomiary $\delta^{13}\text{C}$. Do pomiarów tych użyto niewielkiej ilości dwutlenku węgla

Tabela 2

Zmierzone wartości $\delta^{13}\text{C}$ próbek zwęglonego drewna i zwęglonych ziaren z grodziska w Haćkach

Symbol próbki	materiał	$\delta^{13}\text{C}$	średnia
Haćki 106/89D	węgle drzewne	-26.71	
109/89D	"	-26.77	
119/89C	"	-24.83	
120/89C	"	-25.21	
139/89C	"	-25.69	
69/88E	zwęglone ziarna	-11.31	-13.00
71/88E	"	-12.30	
72/88E	"	-15.39	

uzyskanego ze spalania datowanych próbek organicznych. Zmierzone wartości zamieszczone są w tabeli 2. Widoczne są wyraźnie dwie grupy wartości -

pierwsza o wartości średniej równej -25.84 ‰, zbliżonej do typowych wartości obserwowanych dla drewna i węgla drzewnych (Stuiver, Polach, 1977), i druga o średniej -13.00 ‰. Podobne wartości $\delta^{13}\text{C}$, wynoszące od -11 do -14.5 ‰, stwierdzano dla próbek zwęglonych ziaren prosa z osad w Gronowie na Ziemi Chełmińskiej (Goslar, Pazdur, 1990) oraz w Wolinie (Pazdur i in, artykuł w niniejszym tomie).

DYSKUSJA WYNIKÓW DATOWANIA

A. Warstwa C

Wykonano dziesięć oznaczeń wieku na próbkach zwęglonych belek i węgla drzewnych. Siedem datowań wykonano w latach 1986–1988 wykorzystując zestawy pomiarowe L1, L2 i L3; trzy datowania wykonano w 1990 roku na zestawie L2 przystosowanym do datowań o podwyższonej dokładności (Goslar, Michczyńska, Pazdur, 1990). Z uzyskanych dziesięciu dat radiowęglowych osiem tworzy zwartą serię, zawierającą się od 2180 ± 35 BP (próbka 119/89; Gd-3483) do 2390 ± 50 BP (próbka 35/87; Gd-5201). Z pozostałych dwóch dat jedna jest ok. 500 lat starsza (Gd-5402; próbka 44/87), druga zaś o ok. 400 lat młodsza (Gd-3287; próbka 23/86). Zestawienie konwencjonalnych dat radiowęglowych wraz z datami kalendarzowymi zawiera tabela 3.

Uzyskane wyniki dowodzą, że nie ma żadnego systematycznego przesunięcia dat uzyskanych w roku 1990 względem datowań z lat wcześniejszych. Średnie wartości konwencjonalnego wieku radiowęglowego serii pięciu wyników z lat 1986–1988 i trzech wyników z roku 1990 wynoszą odpowiednio 2300 ± 30 BP oraz 2280 ± 55 BP.

B. Warstwa D

Przedział czasowy obejmowany przez warstwę D wyznaczony jest przez zespół ośmiu dat radiowęglowych otrzymanych z siedmiu próbek zwęglonych belek i węgla drzewnych. W latach 1986–1988 wykonano pięć datowań, zaś w roku 1990 trzy datowania, przy czym dwa z nich wykonane zostały na materiale tej samej

Tabela 3

Wyniki datowania metodą C-14 próbek węgla drzewnych z warstwy C

Lp.	Symbol próbki	Nr lab. Gd-	Wiek konw. BP	Wiek kalend. AD/BC	Przedz. nieokreśloności wieku kalendarzowego
1	23/86	3287	1930±50	65 AD	30 AD - 100 AD
2	26/86	5020	2300±50	370 BC	390 BC - 280 BC
3	34/87	5200	2330±50	405 BC	470 BC - 380 BC
4	35/87	5201	2390±50	495 BC	640 BC - 440 BC
5	36/87	2749	2240±90	285 BC	360 BC - 220 BC
6	37/87	5199	2230±35	285 BC	340 BC - 250 BC
7	44/87	5402	2830±50	990 BC	1040 BC - 950 BC
8	119/89	3483	2180±35	270 BC	320 BC - 210 BC
9	120/89	3482	2360±30	425 BC	470 BC - 400 BC
10	138/89	3484	2305±35	385 BC	395 BC - 375 BC

Tabela 4

Wyniki datowania metodą C-14 próbek węgla drzewnych z warstwy D

Lp.	Symbol próbki	Nr lab. Gd-	Wiek konw. BP	Wiek kalend. AD/BC	Przedz. nieokreśloności wieku kalendarzowego
1	22/86	5019	1620± 40	430 AD	400 AD - 480 AD
2	28/87	5399	1900± 50	100 AD	60 AD - 140 AD
3	29/87	5218	1590± 50	470 AD	430 AD - 510 AD
4	31/87	5218	1480± 60	570 AD	520 AD - 610 AD
5	42/87	5397	4180± 60	2760 BC	2820 BC -2690 BC
6	106/89	3475	1610± 45	440 AD	410 AD - 490 AD
7	109/89	3477	1370±100	670 AD	610 AD - 740 AD
8	109/89	3479	1450±120	580 AD	500 AD - 650 AD

próbki oznaczonej symbolem 109/89. Podczas pomiarów tej próbki wystąpiły niewyjaśnione trudności z uzyskaniem odpowiednio czystego dwutlenku węgla i związane z tym niestabilności pracy aparatury próżniowej, co spowodowało, że

dwie daty konwencjonalne (Gd-3477 i Gd-3479) są obarczone dużymi błędami pomiarowymi. Tym niemniej wyniki powtarzanego pomiaru wieku tej próbki są zgodne ze sobą, a wartość średnia konwencjonalnego wieku radiowęglowego próbki 109/89 wynosi 1410 ± 80 BP.

Seria dat radiowęglowych reprezentujących warstwę D, zamieszczona wraz z odpowiednimi datami kalendarzowymi w tabeli 4, wykazuje istnienie dwóch wyraźnie odstających wyników. Otrzymano je na próbkach oznaczonych numerami 28/97 (Gd-5399; 1900 ± 50 BP) oraz 42/87 (Gd-5397; 4180 ± 60 BP). Pozostałych sześć dat tworzy stosunkowo zwartą serię, zawierającą się w przedziale od 1620 BP do 1370 BP. Wartość średnia konwencjonalnego wieku radiowęglowego wynosi 1520 BP. W obrębie tej serii sześciu dat konwencjonalnych występuje pewna niewielka różnica pomiędzy wynikami datowań wykonanych w latach 1986-1988 przy użyciu stanowisk pomiarowych L1 i L3 a wynikami uzyskanymi w roku 1990 na zestawie pomiarowym L2, jednak można ją uznać za nieistotną. Odpowiednie wartości średnie konwencjonalnego wieku radiowęglowego wynoszą 1580 BP i 1490 BP.

C. Warstwa E

Do wyznaczenia przedziału czasowego reprezentującego epizod czasowy zapisany w postaci warstwy E wykorzystano sześć próbek, w tym trzy próbki zwęglonego drewna i trzy próbki zwęglonych ziaren prosa. Wyniki datowań zawarte są w tabeli 5. Pierwsze trzy próbki dostarczone były w latach 1987-1988 i datowane na zestawach pomiarowych L1, L3 i L4. Wyniki tych datowań okazały się starsze od dat uzyskanych na próbkach zwęglonego drewna i węgla drzewnych pochodzących ze stratygraficznie starszej warstwy D, przy czym z próbki 24/87 uzyskano datę o ok. 1000 lat starszą od dwóch pozostałych. Wartość średnia z trzech dat uzyskanych na próbkach zwęglonych ziaren wynosi 1395 BP i jest o 125 lat młodsza od odpowiedniej średniej wyliczonej dla sześciu próbek reprezentujących warstwę D.

Tabela 5

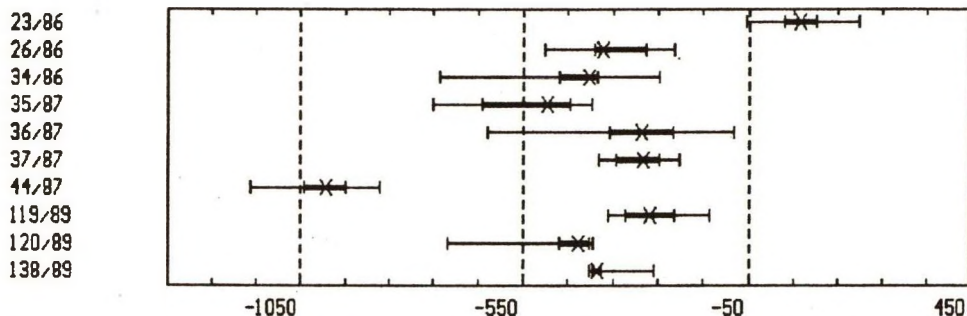
Wyniki datowania metodą C-14 próbek węgla drzewnych i
zwęglonych ziaren z warstwy E

Lp.	Symbol próbki	Nr lab. Gd-	Wiek konw. BP	Wiek kalend. AD/BC	Przedz. nieokreśloności wieku kalendarzowego
1	13/87	5744	1810± 70	200 AD	150 AD - 270 AD
2	16/87	5400	1910± 50	90 AD	50 AD - 120 AD
3	24/87	4176	2870± 70	1060 BC	1140 BC - 1000 BC
4	69/88	3480	1285± 35	725 AD	700 AD - 750 AD
5	71/88	3474	1455± 30	600 AD	575 AD - 625 AD
6	72/88	3481	1450± 30	610 AD	590 AD - 630 AD

CHRONOLOGIA KALENDARZOWA OSADY W HAĆKACH

Do wyznaczenia dat kalendarzowych poszczególnych datowanych próbek oraz dalszej szczegółowej dyskusji relacji chronologicznych zachodzących pomiędzy warstwami wyróżnionymi w obrębie badanego stanowiska zastosowano program komputerowy CALIBRATION opracowany w Laboratorium C-14 w Gliwicach (Michczyńska, Pazdur, Walanus, 1991; Michczyńska, Pazdur, 1989). Obliczenia wykonywane były zarówno dla pojedynczych próbek, jak też dla różnych ich zbiorów w celu uzyskania najbardziej miarodajnych ocen granic czasowych procesów osadniczych, których ślady zawiera odkryta sekwencja warstw kulturowych. Wartości wieku kalendarzowego wszystkich dziesięciu próbek pochodzących z warstwy C wraz z odpowiednimi przedziałami nieokreśloności przedstawia wykres na rys. 1. Daty kalendarzowe zaznaczone są krzyżykami, odcinki pogrubione wyznaczają przedziały nieokreśloności wieku kalendarzowego, odpowiadające prawdopodobieństwu 50% (tzw. interkwartyle). Odcinki zaznaczone linią cienką wyznaczają przedziały czasu, w jakich zawiera się wiek kalendarzowy datowanej próbki z prawdopodobieństwem 95%. Prawdopodobieństwo, że rzeczywista wartość wieku kalendarzowego wykroczy poza granice takiego odcinka wynosi jedynie 5%, a więc jest znikomą małą. W tym

sensie można te przedziały uważać za granice pewności wieku kalendarzowego, podczas gdy granice określone odcinkami pogrubionymi uważać można za najbardziej prawdopodobny przedział wieku kalendarzowego.



Rys. 1. Wyniki obliczeń wieku kalendarzowego próbek z warstwy C (krzyżki oznaczają wartości mediany, odcinki pogrubione - przedziały interkwartyli, odcinki normalne - przedziały 95-procentowej ufności wieku kalendarzowego). Obliczenia wykonano według programu CALIBRATION (Michczyńska, Pazdur, 1989)

Fig. 1. Results of calculations of calendric dates of samples from layer C (crosses mark the value of median of the probability distribution of calendric age, bold lines - interquartile intervals, normal lines - 95 percent confidence limits for calendric age). Calculations made according to program CALIBRATION (Michczyńska, Pazdur, 1989)

Wyniki uzyskane na próbkach pochodzących z warstwy C, przedstawione na rys. 1, wykazują istnienie spójnej grupy ośmiu dat, mieszczących się w przedziale od 495 BC do 270 BC (por. tabela 3). Ponadto widoczne jest występowanie dwóch wyników wyraźnie odstających - jednego o wieku kalendarzowym 990 BC i drugiego znacznie młodszego, o wieku kalendarzowym 65 AD. Daty te mogą być rezultatem błędów grubych, czyli zwyczajnych pomyłek albo znacznego skażenia datowanego materiału organicznego wskutek domieszki obcej substancji organicznej o zupełnie innym wieku, lub też mogą po prostu reprezentować realne ślady innych epizodów osadnictwa, które na skutek pewnych procesów naturalnych lub prac ziemnych wykonywanych przez ludzi przebudowujących lub odbudowujących osadę przedostały się do tej warstwy i tam pozostawały do czasu wykopalisk. Zagadnienie to będzie szczegółowo

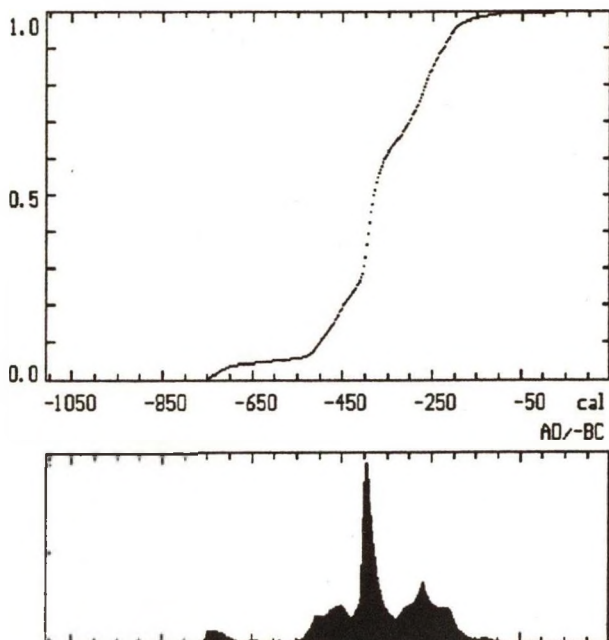
dyskutowane w dalszej części opracowania. Zwraca również uwagę asymetryczne położenie granic nieokreśloności widoczne szczególnie w odcinkach reprezentujących próbki 26/86 (Gd-5200). Jest to naturalna konsekwencja nieregularnego kształtu krzywej kalibracyjnej w analizowanym przedziale czasu oraz przyjętej definicji, według której za miarę wieku kalendarzowego uważa się medianę otrzymanego rozkładu prawdopodobieństwa.

Przechodząc do oceny granic czasowych procesów osadniczych związanych z utworzeniem warstwy C przypomnieć należy, że daty kalendarzowe poszczególnych próbek pochodzących z tej warstwy zawierają się w przedziale od 495 BC do 270 BC i należy spodziewać się, że konstrukcje obronne, z którymi związane są datowane próbki, powstały w tym właśnie czasie. Jednakże określenie granic czasowych w powyższy sposób w zasadzie opiera się jedynie na dwóch skrajnych datach i abstrahuje od bardzo istotnego faktu, że zgromadzona dokumentacja chronologiczna jest znacznie bogatsza, gdyż składa się z serii ośmiu spójnych ze sobą dat. Dla wyznaczenia wiarygodnych granic czasowych fazy osadniczej związanej z oznaczaną warstwą niezbędne jest wykorzystanie całości zgromadzonej informacji chronologicznej, a więc uwzględnienie wszystkich uzyskanych dat radiowęglowych. Aby uzyskać tę informację zastosowano metodę obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego pełnego zbioru ośmiu dostępnych dat, z wyłączeniem dwóch wspomnianych wyżej dat wyraźnie odstających. Wyniki obliczeń przedstawione są w formie graficznej i numerycznej na rysunku 2. Wykres górny przedstawia dystrybuantę, a dolny funkcję gęstości rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego. Łatwo można zauważyć, że otrzymany łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego datowanych próbek rozciąga się od ok. 750 BC do ok. 100 BC. Tak szerokie ramy czasowe wynikają przede wszystkim ze specyficznego kształtu krzywej kalibracyjnej, która w przedziale kilku stuleci przebiega stosunkowo płasko. Kształt ten powoduje, że nawet przy stosunkowo dokładnych datach konwencjonalnych otrzymuje się słabo określone wartości wieku kalendarzowego. Otrzymany łączny rozkład prawdopodobieństwa charakteryzuje

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Hacki C
  8 dates were calibrated
P(T < To)   To cal. AD/-BC
0.01        -742
0.05        -630
0.10        -500
0.25        -421
0.50        -382
0.75        -282
0.90        -226
0.95        -201
0.99        -121
  Ranges
0.50        [ -421, -282]
0.95        [ -722, -172]
0.99        [ -742, -121]

```



Rys. 2. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego ośmiu próbek z warstwy C o wewnętrznie spójnych datach radiowęglowych

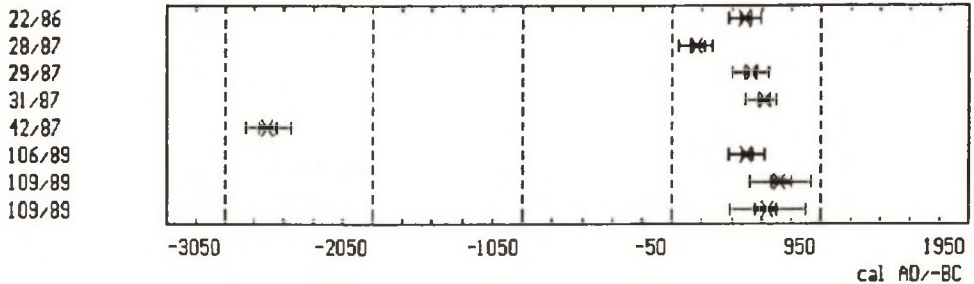
Fig. 2. Composite probability distribution of calendric age of eight samples from layer C with internally consistent radiocarbon dates

się występowaniem wybitnego maksimum prawdopodobieństwa, widocznego na dolnym wykresie, i przypadającego ok. 400 BC. Maksimum to prawie pokrywa się ze środkiem rozkładu prawdopodobieństwa, określonym przez medianę, której wartość wynosi 380 BC. Dokładna wartość mediany (382 BC) jest podkreślona w tabeli znajdującej się w lewej części rys. 2. Wokół widocznego na wykresie dolnym wyraźnego maksimum skupia się, z niewielką asymetrią, główna część otrzymanego rozkładu prawdopodobieństwa, zajmując przedział od ok. 500 BC do ok. 200 BC. Z wykresu dystrybuanty rozkładu, jak również z zamieszczonej tabeli wynika, że prawdopodobieństwo, iż wiek kalendarzowy jest większy od

podanej górnej granicy, tzn. 500 BC, wynosi 10%, zaś prawdopodobieństwo, iż jest on mniejszy od dolnej granicy, czyli od 200 BC, wynosi jedynie 5%. Prawdopodobieństwo, że wiek kalendarzowy omawianego zbioru ośmiu próbek zwęglonych belek i węgla drzewnych zawiera się w przedziale trzech stuleci, od 500 BC do 200 BC, wynosi zatem 85%. Określony w ten sposób przedział czasowy odwołuje się do specyficznego kształtu funkcji gęstości prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego, otrzymanego na podstawie pomiarów i przekształceń matematycznych. Nie posiada on jednak cech uniwersalnych i niezbyt dobrze nadaje się do dalszej analizy, na przykład do porównywania z innymi ocenami chronologicznymi. Konieczne zatem jest określenie przedziału czasowego wyznaczającego utworzenie omawianej warstwy kulturowej przy wykorzystaniu standardowych pojęć statystyki matematycznej. Powołując się na rozważania E. M. Scott i innych autorów (Aitchison et al, 1987), które nie będą tu analizowane, przyjmiemy za najbardziej prawdopodobną miarę przedziału czasowego utworzenia datowanej warstwy kulturowej długość przedziału interkwartyli łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego próbek pochodzących z badanej warstwy. Przedział interkwartyli wyznaczony jest przez dwie skrajne wartości wieku, zdefiniowane tak, że prawdopodobieństwa wystąpienia wieku starszego od dolnej granicy oraz wieku młodszego do górnej granicy są równe i wynoszą po 25%. Eliminuje się w ten sposób równocześnie dwa efekty uboczne, a mianowicie wpływ przypadkowych błędów oznaczeń wieku (wskutek np. domieszki materiału starszego lub młodszego do datowanej próbki) oraz czysto matematyczny efekt złożonego kształtu krzywej kalibracyjnej, wywołujący pojawienie się nieistotnych maksimum w rozkładzie prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego. Przykładem tego drugiego zjawiska jest niewielkie maksimum widoczne na dolnym wykresie na rys. 2 przy wieku wynoszącym około 750 BC. Przedział interkwartyli obejmuje centralną część całego odcinka czasowego w którym zawierają się wartości otrzymane z pomiarów, odpowiadająca prawdopodobieństwu 50%. Posługując się pojęciem interkwartyli odcinek czasowy odpowiadający

utworzeniu warstwy C można ocenić na 140 lat, od 420 BC do 280 BC.

Jak wspomniano wyżej, uzyskany dla warstwy C zespół ośmiu dat radiowęglowych tworzy zwarty i zgodny wewnętrznie zbiór. Tym niemniej, ze względu na wątpliwości, jakie budzi datowanie tej warstwy, należy sprawdzić, czy występuje istotne systematyczne przesunięcie ocen wieku kalendarzowego, rozpatrując oddzielnie wyniki obliczeń kalibracyjnych wykonanych na dwóch zbiorach dat - pierwszym, obejmującym 5 datowań z lat 1986-1988 i drugim, złożonym z 3 dat uzyskanych w roku 1990. Wyliczone wartości mediany wynoszą 377 BC oraz 386 BC odpowiednio dla pierwszego i drugiego zbioru dat, a więc różnią się w znikomym stopniu. Podobnie wyliczone przedziały interkwartyli wynoszą: 445 - 277 BC i 402 - 298 BC, a więc również nieznacznie różnią się między sobą i nie odbiegają istotnie od przyjętych granic, wyliczonych na podstawie pełnego zbioru ośmiu dat.

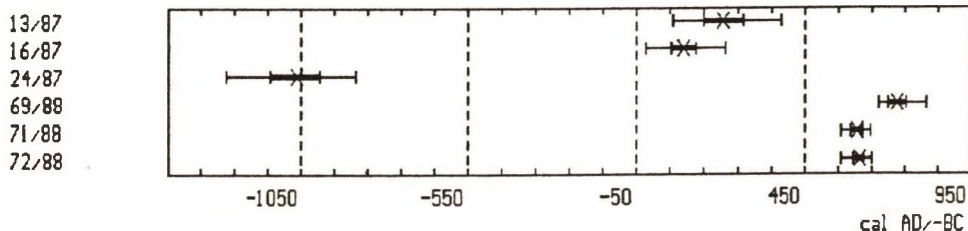


Rys. 3. Daty kalendarzowe próbek z warstwy D
Fig. 3. Calendric dates of samples from layer D

Wyniki otrzymane na próbkach zwęglonego drewna i węgla drzewnych z warstwy D przedstawione są na rysunku 3. Na wykresie widoczne jest występowanie grupy zgodnych ze sobą sześciu dat oraz jednego wyniku odbiegającego o około 2000 lat i jednego wykraczającego nieznacznie poza granice wyznaczone granicami błędów. Łączne potraktowanie zbioru sześciu zgodnych ze sobą dat radiowęglowych prowadzi do oceny czasu trwania epizodu osadniczego reprezentowanego przez warstwę D na lata od 440 do 600 AD, a więc na

przedział czasu obejmujący II połowę V w. i VI w. n.e., z medianą przypadającą na 510 AD.

Daty kalendarzowe uzyskane na próbkach z warstwy E przedstawia wykres na rysunku 4. Jak łatwo można zauważyć, wyniki te charakteryzują się znacznym rozrzutem i z sześciu dat jedynie trzy mogą być uznane za tworzące wewnątrz zgodny zbiór. Podkreślić należy, że daty te zostały otrzymane na próbkach zwęglonych ziaren prosa. Analiza przeprowadzona z wykorzystaniem procedury obliczania łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego tych trzech próbek prowadzi do wniosku, że czas trwania epizodu zapisanego w postaci osadów warstwy E obejmuje lata od 600 do 700 AD, a więc cały VII wiek n.e. Mediana otrzymanego rozkładu wynosi 625 AD.



Rys. 4. Daty kalendarzowe próbek z warstwy E

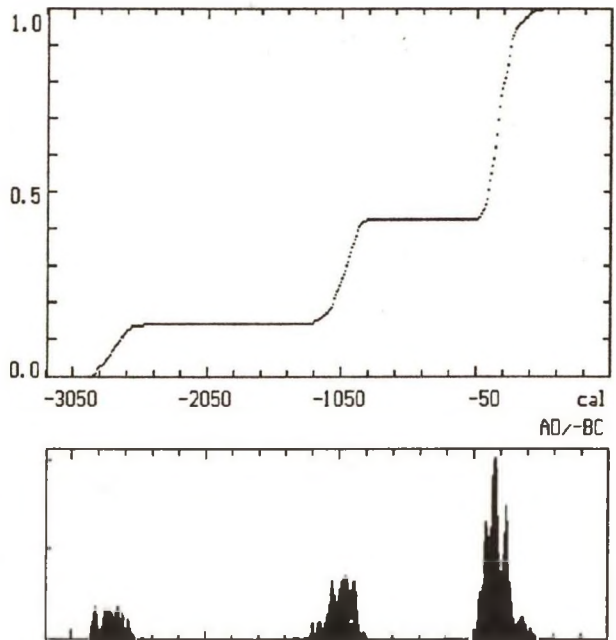
Fig. 4. Calendric dates from layer E

Jak wynika z przeprowadzonej dyskusji i zamieszczonych wyników obliczeń kalibracyjnych, w pełnym zbiorze 24 dat reprezentujących stanowisko w Haćkach, występuje siedem dat, które są w oczywisty sposób niezgodne z pozostałymi datami otrzymanymi na próbkach reprezentujących konkretną badaną warstwę i powinny być traktowane jako rezultaty datowania obcego tej warstwie materiału organicznego. Wyniki te są przedstawione w postaci łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego na rysunku 5. Na otrzymanym wykresie widoczne jest występowanie trzech wyraźnie wyodrębnionych i skupionych maksimów. Taki kształt rozkładu oznacza, że zbiór

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
hacki-out
  7 dates were calibrated*
P(T < To)    To cal. AD/-BC
  0.01        -1224
  0.05        -1177
  0.10        -1134
  0.25        -311
  0.50         236
  0.75         281
  0.90         318
  0.95         340
  0.99         401
  Ranges
  0.50        [-311, 281]
  0.95        [-1211, 375]
  0.98        [-1224, 401]

```



Rys. 5. Łączny rozkład wieku kalendarzowego próbek z warstw C, D i E o datach radiowęglowych uznanych za odstające

Fig. 5. Composite probability distribution of calendric age of samples from layers C, D and E with outlying radiocarbon dates

siedmiu odstających dat nie jest wynikiem datowania przypadkowych rozproszonych w warstwach kulturowych materiałów organicznych ani też nie jest to wynik przypadkowych grubych błędów laboratoryjnych. Gdyby bowiem zachodziła taka sytuacja przypadkowych próbek lub przypadkowych pomyłek laboratoryjnych, to należałoby się spodziewać również przypadkowego rozkładu otrzymanych dat, bez wyraźnych punktów skupienia. W świetle przeprowadzonej analizy można zatem zaproponować hipotezę, że przedziały czasowe wyznaczone przez skupienia dat kalendarzowych, widoczne na rysunku 5 (ok. 100 AD, ok. 1000 BC i ok. 3000 BC), są przejawem epizodów osadniczych nie uwidoczniionych

w pozyskanych w trakcie prac wykopaliskowych materiałach zabytkowych, jak też nie znajdujących swojego odbicia w litologicznej i stratygraficznej strukturze warstw osadniczych. Oceny czasu trwania tych epizodów mogą być otrzymane w identyczny sposób jak w przypadku ocen czasu trwania faz odpowiadających warstwom C, D i E, to znaczy poprzez wyliczenie przedziałów interkwartyli rozkładów prawdopodobieństwa reprezentujących poszczególne maksima wykresu zamieszczonego na rysunku 5.

PODSUMOWANIE

Podsumowując przeprowadzone rozważania należy stwierdzić, że na podstawie analizy wyników datowań radiowęglowych na stanowisku w Haćkach wyodrębnić można sześć faz chronologicznych, reprezentujących epizody osadnicze, które w opisanej na tym stanowisku sekwencji warstw kulturowych (Kobyliński, 1989) obejmują trzy warstwy kulturowe. Przedziały czasu trwania tych faz są zestawione w tabeli 6. Dwie najstarsze fazy są udokumentowane słabo, ich

Tabela 6
Przedziały czasowe faz osadniczych wyodrębnionych na podstawie
analizy dat radiowęglowych ze stanowiska w Haćkach

Faza	Liczba próbek	Przedział czasu
I	1	2820 BC - 2700 BC
II	2	1090 BC - 960 BC
III	8	420 BC - 280 BC
IV	4	60 AD - 170 AD
V	6	440 AD - 600 AD
VI	3	600 AD - 700 AD

wyróżnienie opiera się odpowiednio na jednej i dwóch datach radiowęglowych. Tym niemniej jest faktem doświadczalnym data 4180 ± 60 BP, otrzymana z próbki 42/87. Nie ma żadnych mechanizmów fizycznych czy też bio- lub geochemicznych,

które mogłyby doprowadzić do uzyskania takiej wartości konwencjonalnego wieku radiowęglowego w przypadku użycia do datowania materiału organicznego pochodzącego z przełomu er. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku dwóch dat uzyskanych na próbkach 24/87 i 44/87, o wieku kalendarzowym przypadającym na przełom II i I tysiąclecia BC. Wiarygodność tego wyróżnienia podkreśla dodatkowo fakt uzyskania dwóch idealnie zgodnych ze sobą dat, co trudno uznać za zbieg okoliczności. Pewne wątpliwości budzić może realne znaczenie fazy IV, usytuowanej chronologicznie niemal dokładnie w środku odstępu czasowego rozdzielającego fazy III i V. Próbkę organiczną, których daty tworzą ten zbiór, pochodzą z trzech różnych warstw kulturowych (C, D i E) i można podejrzewać w związku z tym ich obce w stosunku do tych warstw pochodzenie, a co za tym idzie, kwestionować ich wartość chronologiczną. Mimo tych zastrzeżeń wydaje się, że argument o nieprawdopodobieństwie przypadkowego uzyskania zbioru czterech niemal identycznych dat powinien być uznany za wystarczające uzasadnienie dla wyróżnienia tej fazy i przypisania jej realnego znaczenia jako pewnego (być może krótkotrwałego) epizodu osadniczego, jaki miał miejsce na terenie późniejszego wczesnośredniowiecznego grodziska.

Wszystkie datowania próbek organicznych ze stanowiska w Haćkach wykonano na zlecenie koordynatora programu CPBP 08.14 "Pomniki kultury narodowej" w ramach tematu "Metody chronometrii izotopowej i ich wykorzystanie w badaniach archeologicznych", realizowanego w Instytucie Fizyki Politechniki Śląskiej w latach 1986-1990.

Opracowanie niniejsze wykonano w ramach badań nad doskonaleniem metodyki datowań izotopowych objętych projektem badawczym PB 740/6/91 finansowanym przez Komitet Badań Naukowych.

LITERATURA

- Aitchison T. C., Leese M., Michczyńska D. J., Mook W. G., Otlet R. L., Ottaway B. S., Pazdur M. F., van der Plicht J., Reimer P. R., Scott M. S., Stuiver M., Weninger B., 1989, A comparison of methods used for the calibration of radiocarbon dates; *Radiocarbon*, t. 31, s. 846-864.
- Goslar T., Michczyńska D. J., Pazdur M. F., 1990, Datowanie radiowęglowe wysokiej precyzji i probabilistyczna kalibracja dat radiowęglowych; *Archeologia Polski*, t. 35, s. 191-214.
- Goslar T., Pazdur A., Pazdur M. F., Walanus A., Zastawny A., 1989, Stanowisko licznika L2 używane w pomiarach ^{14}C o podwyższonej dokładności; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka - Fizyka*, z. 61, *Geochronometria* Nr 6, s. 83-89.

- Goslar T., Pazdur M. F., 1990, Chronologia radiowęglowa wczesnośredniowiecznych warstw kulturowych w Gronowie, woj. toruńskie; [w:] *Studia nad osadnictwem średniowiecznym Ziemi Chełmińskiej*, TTK, Toruń, s. 69-77.
- Kobyliński Z., 1989, Chronologia osadnictwa w Haćkach na Podlasiu: przesłanki archeologiczne i radiowęglowe; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria Matematyka-Fizyka, z. 61, *Geochronometria* Nr 6, s. 165-173.
- Kobyliński Z., 1988, Struktury osadnicze na ziemiach polskich u schyłku starożytności i w początkach wczesnego średniowiecza; Ossolineum, Wrocław.
- Michczyńska D. J., Pazdur M. F., 1989, Probabilistyczna kalibracja dat radiowęglowych; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria Matematyka-Fizyka, z. 61, *Geochronometria* Nr 6, s. 37-60.
- Pazdur M. F., Pazdur A., Awiuk R., Goslar T., 1986, Metody preparatyki wstępnej próbek przeznaczonych do pomiarów radiowęglu; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria Matematyka-Fizyka, z. 47, *Geochronometria* Nr 2, s. 101-107.
- Pazdur A., Awiuk R., Goslar T., Pazdur M. F., 1986, Spalanie próbek organicznych i oczyszczanie CO₂ przeznaczonego do pomiarów radiowęglowych; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria Matematyka-Fizyka, z. 47, *Geochronometria* Nr 2, s. 109-115.
- Pazdur A., Pazdur M. F., 1986, Aparatura pomiarowa Laboratorium 14C w Gliwicach. Doświadczenia konstrukcyjne i eksploatacyjne; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria Matematyka-Fizyka, z. 46, *Geochronometria* Nr 1, s. 55-69.
- Pazdur M. F., Michczyńska D. J., 1989, Improvement of the procedure for probabilistic calibration of radiocarbon dates; *Radiocarbon*, t. 31, s. 824-832.
- Stuiver M., Polach H. A., 1977, Discussion: Reporting of C-14 data; *Radiocarbon*, t. 19, s. 355-363.
- Szymański W., 1978, Wielokulturowe stanowisko osadnicze w Haćkach, woj. białostockie; (niepubl. maszynopis w Archiwum IHKM PAN w Warszawie).
- Szymański W., 1983, Beitrage zum Problem der Entstehung von Burgen bei den Slaven; *Archaeologia Polona*, t. 21/22, s. 89-104.

Wpłynęło do redakcji: 21 kwietnia 1992

Recenzent: Prof. dr hab. Kazimierz Bielenin

Abstract

First results of radiocarbon dating of the Early Medieval fortified settlement in Hački have led to controversial chronologic conclusions. In order to solve this controversy, discussed in details by Kobyliński (1989), several additional samples of charred grains and charcoal were collected from selected cultural layers. Radiocarbon age determinations were performed in 1989-90 with improved precision to achieve much better accuracy. The results obtained confirm previous dating of the older cultural layer to the period between V and III centuries BC. The analysis of the whole series of radiocarbon dates leads to conclusion that six different phases of occupation may be distinguished in the investigated site; three of them are much older than expected on the basis of archaeological evidence.