

Mieczysław F. PAZDUR

Romuald AWSIUK

Tomasz GOSLAR

Anna PAZDUR

Laboratorium C-14

Politechnika Śląska, Gliwice

**CHRONOLOGIA RADIOWĘGLOWA POCZĄTKÓW OSADNICTWA W WOLINIE
I ŻEGLUGI U UJŚCIA ODRY**

Streszczenie. Opracowana została szczegółowa chronologia zespołu osadniczego Wolina, obejmująca jego centrum, umocnienia obronne, konstrukcje portowe oraz przedmieścia. Chronologia żeglugi u ujścia Odry opiera się na oznaczeniach wieku siedmiu zabytkowych łodzi klepkowych oraz sześciu dłubanek.

**RADIOCARBON CHRONOLOGY OF THE WOLIN SETTLEMENT AND NAVIGATION AT THE
MOUTH OF ODRA RIVER**

Summary. Detailed absolute chronology of the Wolin settlement is based on numerous radiocarbon datings of the oldest cultural layers within the settlements, its fortifications, remnants of harbour and suburbs. Chronology of navigation is based on radiocarbon datings of seven stave boats and six dugout canoes.

РАДИОУГЛЕРОДНАЯ ХРОНОЛОГИЯ ВОЛИНА И НАВИГАЦИИ У УХОДА РЕКИ ОДРЫ

Резюме. На основе радиоуглеродных датировок установлено детальную хронологическую шкалу поселения в Волине. Датировки проверили возраст самых старинных культурных слоев городка, его укреплений, портовых конструкций и пригородков. Хронология навигации основана на датировках семи клепковых лодок и шести ковырных лодок.

WPROWADZENIE

Systematyczne badania wykopaliskowe, prowadzone od blisko czterdziestu lat w rejonie Pomorza Zachodniego, doprowadziły do odkrycia i szczegółowego rozpoznania znacznej liczby stanowisk związanych z wczesnosłowiańskim osadnictwem na tym terenie. Według datowań metodami archeologicznymi początki tego osadnictwa przypadają na III wiek n.e. Szczególne miejsce zajmują badania na wyspie Wolin, a zwłaszcza na terenie miasta Wolina, podsumowane monografią W. Filipowiaka (1973), kontynuowane również w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Do chwili obecnej przebadano na terenie miasta Wolina kilkanaście stanowisk. Szczegółowe opracowania poświęcone zostały wyrobom ze skóry (Wojtasik, 1960), ceramice (Białecka, 1961), znaleziskom bursztynowym (Wojtasik, 1958), przedmiotom z rogu i kości (Cnotliwy, 1958), nasionom (Klichowska, 1961), szczątkom zwierząt domowych (Kubasiewicz, 1959). Prowadzono też badania antropologiczne (Wokroj, 1967).

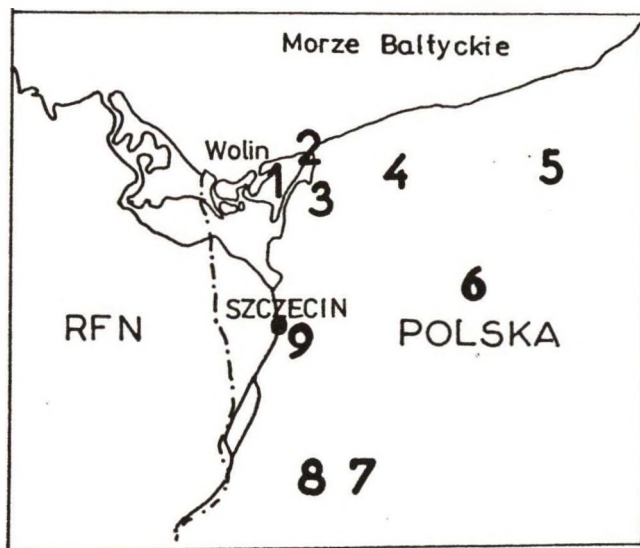
Niepodważalne znaczenie Wolina jako obiektu wszechstronnych badań archeologicznych wynika z faktu, iż jest to - jak stwierdził już blisko czterdzieści lat temu W. Filipowiak (1954) - największy ośrodek słowiańskiego osadnictwa na Pomorzu Zachodnim, a przy tym miasto portowe, posiadające szerokie kontakty z innymi ośrodkami nad Bałtykiem. Wszelkie studia nad dziejami słowiańszczyzny zachodniej winny zatem opierać się na możliwie pełnym i wszechstronnym poznaniu rozwoju osady w Wolinie, stanowiącej centrum władzy oraz ośrodek ekonomiczny i handlowy w kontekście związków z innymi osadami słowiańskimi na Pomorzu Zachodnim. Nasuwa się przy tym konieczność szczegółowych badań nad żegluga i gospodarką morską, która jest podstawowym czynnikiem determinującym rozwój każdego ośrodka portowego.

Realizacja tak sformułowanego programu badawczego wymaga rozpatrywania różnorodnych zjawisk i procesów zachodzących na stosunkowo dużym obszarze w funkcji czasu mierzonego w sposób niezależny od rozpatrywanych zjawisk kulturowych, a więc przy użyciu metod chronologii bezwzględnej. Do

skonstruowania bezwzględnej skali czasowej dla rozpatrywanego przedziału czasu (przyjmijmy umownie, że chodzi o okres od III do XII wieku n.e.) mogą być wykorzystane w zasadzie trzy metody datowania: dendrochronologia, metoda termoluminescencji, zastosowana do datowania szczątków ceramiki zabytkowej, oraz metoda radiowęglowa. Pierwsza z wymienionych metod - dendrochronologia - ma ograniczone zastosowanie przy tworzeniu podstawowej bezwzględnej skali czasowej, gdyż na wielu stanowiskach brak jest materiału spełniającego wymogi badań dendrochronologicznych (zob. Filipowiak, 1992), a ponadto chronologia wzorcowa dla badanego obszaru jest w trakcie tworzenia (T. Ważny, inf. prywatna). Badania dendrochronologiczne mogą jednak stanowić niezwykle cenne uzupełnienie w przypadkach pojedynczych wybranych obiektów lub stanowisk^m). Zaletą metody termoluminescencyjnej jest możliwość bezpośredniego datowania przedmiotów wytworzonych przez człowieka, to znaczy szczątków wypalanych naczyń glinianych, jednak jej ograniczeniem jest mała dokładność. Błąd oznaczenia wieku przy datowaniu pojedynczego fragmentu ceramiki zabytkowej wynosi ok. 10-20%, czyli w interesującym przedziale czasu wynosić będzie od 100 do 200 lat, co pozwala jedynie na przybliżone określenie stulecia, z którego pochodzą datowane szczątki (zob. Bluszcz, 1989). Metoda radiowęglowa pozwala na datowanie wszelkich substancji organicznych (drewno i węgle drzewne, mech, torf, nasiona, owoce, kości, rogi, włosie, skóra, wyroby z lnu i konopi, itd.) z dokładnością około 30-50 lat. Ponadto obecne wyposażenie techniczne Laboratorium C-14 w Gliwicach umożliwia datowanie dużych ilości próbek rocznie, a badania nad zmianami koncentracji izotopu C-14 w przeszłości, podsumowane opublikowaniem zbioru precyzyjnych krzywych kalibracyjnych ("Calibration Issue", Radiocarbon, 1986) i opracowanie metodyki probabilistycznej kalibracji dat radiowęglowych doprowadziły do sytuacji, w której wyniki datowań radiowęglowych mogą być bezpośrednio korelowane z chronologią kalendarzową.

Wymienione wyżej przyczyny zadecydowały o wykorzystaniu metody C-14 do stworzenia bezwzględnej skali czasowej dla badań nad początkami słowiańskiego osadnictwa i żeglugi u ujścia Odry do Bałtyku.

Artykuł niniejszy przedstawia podsumowanie wyników uzyskanych w czasie dziesięciu lat prac laboratoryjnych, rozpoczętych w 1983 roku. Datowaniami objęto stanowiska w obrębie dzisiejszego miasta Wolina (stanowisko 1 - Stare Miasto, wykopy 4, 5, 6, 7 i 8; stanowisko 2 - Przedmieście Rybackie, stanowisko 6 - Srebrne Wzgórze), szereg stanowisk wczesnosłowiańskiego osadnictwa na południe i wschód od Wolina, położonych do około 100 km od osady w Wolinie, oraz kilka łodzi klepkowych i dłubanek różnego wieku ze zbiorów Muzeum Narodowego w Szczecinie oraz innych placówek. Łącznie materiał eksperymentalny przedstawiony w niniejszym opracowaniu obejmuje 85 datowań metodą C-14. Obszar badań wraz z lokalizacją głównych stanowisk, z których pochodzi datowany materiał zabytkowy, przedstawiony jest na rysunku 1.



Rys. 1. Obszar badań. Lokalizacja stanowisk osadniczych oraz miejsc znalezisk wraków łodzi: 1 - Wolin (osada, wraki), 2 - Kamień Pomorski (łódź klepkowa, dłubanka), 3 - Gardziec (osada), 4 - Lubieszewo (osada), 5 - Dębczyno (osada), 6 - Łobżany (osada), 7 - Dziedzice (osada), 8 - Derczewo (osada), 9 - Szczecin (łódź klepkowa, dłubanka)

Fig. 1. Study area. Location of settlements and findings of stave boats and dugout canoes: 1 - Wolin (settlements, boats), 2 - Kamień Pomorski (stave boat, canoe), 3 - Gardziec (settlement), 4 - Lubieszewo (settlement), 5 - Dębczyno (settlement), 6 - Łobżany (settlement), 7 - Dziedzice (settlement), 8 - Derczewo (settlement), 9 - Szczecin (stave boat, canoe)

Wyniki wstępnych badań, uzyskane w latach 1983-85, były prezentowane podczas XII Międzynarodowej Konferencji Radiowęglowej w Trondheim w Norwegii w 1985 roku i w skróconej formie opublikowane w materiałach konferencyjnych (Awskiuk i in., 1986).

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA I OGRANICZENIA METODY C-14

Chronometria radiowęglowa opiera się na założeniu stałej koncentracji izotopu C-14 we wszystkich organizmach żyjących, wywołanej ustaleniem się stanu równowagi dynamicznej w wymianie węgla między organizmem a jego otoczeniem. W momencie obumarcia organizmu wymiana ta zostaje przerwana i od tej pory następuje stopniowy zanik ilości izotopu C-14, opisywany stosunkowo prostym równaniem, zwanym prawem zaniku promieniotwórczego. Wiek szczątków organicznych wyznacza się ze wzoru:

$$T = 8033 \ln \frac{S_0}{S}, \quad (1)$$

w którym S oznacza zmierzoną aktualnie koncentrację izotopu C-14 w badanych szczątkach, zaś S_0 - zmierzoną w tych samych warunkach koncentrację izotopu C-14 w próbce wzorcowej, stanowiącej odpowiednik organizmu żywego. Wiek wyliczony ze wzoru (1) nazywany jest konwencjonalnym wiekiem radiowęglowym i wyrażany jest w latach przed rokiem 1950 AD, co oznacza się symbolem BP (Before Present).

Dla prawidłowego wykorzystania chronometrii radiowęglowej w badaniach archeologicznych niezbędne jest uwzględnienie dwóch podstawowych faktów, z których z kolei wynika szereg szczegółowych zagadnień interpretacyjnych. Po pierwsze, wiek wyliczony ze wzoru (1) odnosi się do momentu obumarcia organizmu żyjącego, którego szczątki podlegają badaniu, a nie do określonego lub domniemanego zdarzenia historycznego, którego datowaniem zainteresowany jest zwykle archeolog. Po drugie, konwencjonalny wiek radiowęglowy, określany powyższym wzorem, odbiega od wieku kalendarzowego czy też astronomicznego.

Wymienione cechy dat radiowęglowych mają znaczenie uniwersalne - odnoszą się do wszystkich datowanych obiektów w całym przedziale czasu objętym możliwością datowania. Ich zrozumienie, uwzględnienie wynikających stąd konsekwencji i uniknięcie możliwych do popełnienia błędów chronologicznych jest szczególnie ważne przy wszelkich próbach stosowania chronometrii radiowęglowej do datowania stanowisk średniowiecznych. Duża liczba rozpoznanych i przebadanych stanowisk osadnictwa wczesnośredniowiecznego, różnorodność znajdujących artefaktów i ich bogate zróżnicowanie, pozwalają na konstruowanie szczegółowych schematów regionalnych bądź lokalnych chronologii względnych, operujących nierzadko jednostkami czasowymi wielkości dziesięcioleci. Skuteczne wykorzystanie chronometrii radiowęglowej w badaniach nad średniowieczem wymaga zatem znacznie większej dokładności uzyskiwanych dat niż przy jej stosowaniu do datowania obiektów pochodzących z neolitu, epoki brązu czy nawet z wczesnej epoki żelaza. Dla pełnej porównywalności schematów chronologii względnej z bezwzględną skalą czasu otrzymywaną z pomiarów radiowęglowych pożądane jest, aby wyniki datowania metodą radiowęgla pozwalały na rozróżnianie faz kulturowych rangi ćwierćwiecza, a w wyjątkowych przypadkach połowy stulecia. Wymaga to dat radiowęglowych o maksymalnej możliwej do uzyskania dokładności (w sensie precyzji laboratoryjnej, co oznacza pełną standaryzację procesu obróbki próbek, począwszy od traktowania roztworami poprzez spalanie i oczyszczanie dwutlenku węgla, dokładną kalibrację stanowisk pomiarowych, itp. - zob. rozdział o metodyce prac laboratoryjnych), właściwego doboru datowanych materiałów oraz poprawnej interpretacji wyników pomiarów wieku, opartej na wnikliwej analizie podstaw metody radiowęglowej, w tym w szczególności przeprowadzenia poprawnej kalibracji dat konwencjonalnych według jednolitej metodyki, uwzględniającej zarówno laboratoryjne, jak i pozalaboratoryjne źródła nieokreśloności wyników datowań.

A. Moment zerowy w pomiarach wieku metodą C-14

Przez moment obumarcia organizmu żywego należy rozumieć moment ustania procesów wegetacyjnych - w przypadku nasion, liści, jednorocznych roślin zielnych, itp. pojęcie to jest jasne i samo w sobie zrozumiałe. Trudności i związane z nimi możliwości błędów w interpretacji wyników datowania radiowęglowego pojawiają się przy analizie wyników datowania drewna i węgla drzewnych. W przypadku drewna "obumieranie" następuje stopniowo, gdyż wraz z zakończeniem sezonu wegetacyjnego i ostatecznym uformowaniem kolejnego słoja rocznego przyrostu następuje równoczesne ustanie procesów wegetacyjnych w tym słoju i od tego właśnie momentu liczy się "czas radiowęglowy". Kawalek drewna, pobrany do datowania na przykład z klepki wydobytego wraku, związany jest z szeregiem dosyć dobrze określonych zdarzeń, na który składają się: 1) uformowanie sekwencji słoje rocznych przyrostów, trwające tyle lat, ile słoje rocznych zawiera badany fragment, 2) ścięcie drzewa, 3) wykonanie klepki i jej użycie do budowy łodzi oraz jej pierwsze użycie, czyli wodowanie, 4) zatonięcie łodzi. Datowaniu przy zastosowaniu metody radiowęglowej podlega pierwsze zdarzenie z tego ciągu, zaś z historycznego, czy też archeologicznego punktu widzenia istotne znaczenie mają dwa ostatnie zdarzenia. Dla prawidłowej interpretacji wyników datowań różnego rodzaju elementów konstrukcyjnych wykonanych z drewna konieczne jest uświadomienie sobie wielkości odstępów czasu pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami. Rozsądne wydaje się założenie, że odstęp czasu od momentu ścięcia drzewa do momentu wodowania łodzi jest krótki i nie powinien być źródłem znaczących błędów. Odstęp czasu pomiędzy pierwszymi dwoma wymienionymi zdarzeniami może wynieść kilka, a nawet kilkadziesiąt lat, gdyż można przyjąć za prawdopodobne, że wzięty do datowania fragment drewna pochodzi z wewnętrznej części pnia. Podobnie czas użytkowania łodzi może wynosić od kilku do kilkudziesięciu lat. W konsekwencji wynik datowania metodą C-14 będzie określał moment czasu o kilkadziesiąt lat wcześniejszy niż data zatonięcia łodzi.

Podobnego rodzaju błędy i trudności interpretacyjne występują przy analizie wyników datowania węgla drzewnych, z tym że nawet trudniej jest w tym przypadku dać jakakolwiek wymierną charakterystykę wielkości postarzenia dat radiowęglowych. Podobnie jak przy datowaniu drewna, moment "włączenia zegara radiowęglowego", oznacza w tym przypadku uformowanie kolejnych słoii rocznych przyrostów drzewa, które następnie zostało spalone. Datując fragmenty węgla drzewnych zwykle nie mamy nawet możliwości określenia, czy pochodzą one z jednego, czy z wielu kawałków drewna. Należy zakładać, że próbka, która jest obiektem datowania, stanowi mieszaninę obejmująca kilkadziesiąt słoii rocznych przyrostów. Procentowy udział poszczególnych słoii jest niemożliwy do odtworzenia, zakładając najprostszy przypadek - wszystkie słoie rocznych przyrostów są w próbce węgla drzewnych reprezentowane przez mniej więcej tę samą masę węgla - można stwierdzić, że postarzenie wieku radiowęglowego będzie w przybliżeniu dwukrotnie mniejsze niż liczba słoii zawartych w spalonych kawałkach drewna.

B. Rozbieżności między astronomiczną i radiowęglową skalą czasu - kalibracja dat radiowęglowych

Występowanie różnic między konwencjonalnym wiekiem radiowęglowym a wiekiem wyrażonym w skali czasu astronomicznego odkryto stosunkowo dawno (zob. np. Olsson, 1970). Wiele wysiłków poświęcono badaniom przyczyn tych zmian, niektóre z przyczyn zostały zbadane i wyjaśnione, część z nich pozostaje nadal w sferze hipotez (Damon, Lerman, Long, 1978). Dla wykorzystania chronometrii radiowęglowej w badaniach archeologicznych szczególnie istotne znaczenie ma jednak precyzyjne określenie wielkości tych różnic w funkcji wieku radiowęglowego i skonstruowanie odpowiednich algorytmów, pozwalających na przeliczanie konwencjonalnych dat radiowęglowych do kalendarzowej skali czasu, czyli jak to się potocznie określa, umożliwiających kalibrację dat radiowęglowych. Badania w tym zakresie prowadzone były od wielu lat w licznych ośrodkach (zob. np. Ottaway, 1986, Mook, Waterbolk, 1983). W latach

osiemdziesiątych opracowanych zostało kilka wersji komputerowych programów realizujących w sposób automatyczny kalibrację dat radiowęglowych. Porównanie zastosowanych rozwiązań, a w szczególności porównanie wyników stosowania poszczególnych programów do konkretnych zagadnień archeologicznych zostało przedstawione na XIII Międzynarodowej Konferencji Radiowęglowej (Aitchison et al. 1989).

Do kalibracji dat radiowęglowych uzyskanych dla wczesnośredniowiecznego osadnictwa na wyspie Wolin i w rejonie Pomorza Zachodniego wykorzystano program komputerowy CALIBRATION, opracowany w Laboratorium C-14 w Gliwicach (Michczyńska, Pazdur, 1989; Pazdur, Michczyńska, 1989). Program ten opiera się na koncepcji transformacji wyjściowego rozkładu prawdopodobieństwa konwencjonalnego wieku radiowęglowego z uwzględnieniem specyficznej zależności między wiekiem konwencjonalnym a wiekiem kalendarzowym, opisywanej krzywymi kalibracyjnymi Stuivera i Pearsona (1986). W rezultacie obliczeń wykonanych przy zastosowaniu programu CALIBRATION otrzymuje się kompletną charakterystykę rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego datowanej próbki zarówno w formie graficznej (wykresy funkcji gęstości prawdopodobieństwa i dystrybuanty rozkładu), jak też w formie zbiorów danych numerycznych, obejmujących między innymi medianę i wybrane kwantyle rozkładu. Z reguły jako miarę wieku kalendarzowego pojedynczej datowanej próbki przyjmuje się wartość mediany wyliczonego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego, zaś jako miarę błędu wieku kalendarzowego wyliczony przedział interkwartyli. Ponadto program CALIBRATION posiada możliwość analizowania zbiorów dat radiowęglowych, w tym szczególnie istotną cechą jest możliwość wyliczenia łącznego rozkładu wieku kalendarzowego zbioru próbek reprezentujących pewną określoną jednostkę kulturową bądź stratygraficzną. Zastosowanie tej opcji pozwala na bezpośrednie określenie w skali lat kalendarzowych najbardziej prawdopodobnego wieku datowanego zespołu zabytkowego, jak również określenie prawdopodobnego przedziału czasu. W obliczeniach w sposób automatyczny uwzględniane są takie czynniki, jak liczba datowań, dokładność poszczególnych dat konwencjonalnych,

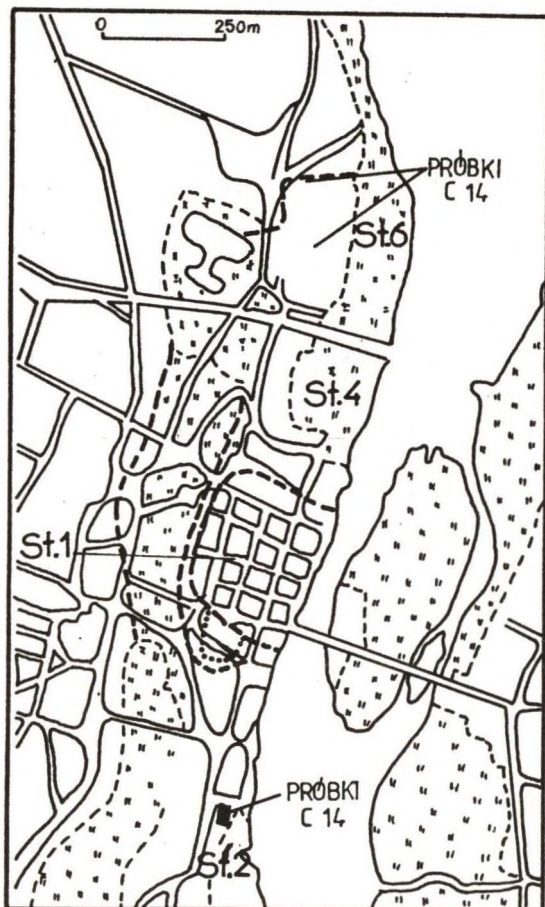
a także potencjalne rozbieżności pomiędzy poszczególnymi indywidualnymi datowaniami, niezależnie od tego, czy wynikają one z przyczyn laboratoryjnych czy też z natury użytych do datowania próbek.

ZALOŻENIA METODOLOGICZNE BADAŃ

Systematyczne badania nad chronologią początków osadnictwa na Pomorzu Zachodnim, a zwłaszcza u ujścia Odry do Bałtyku, muszą brać za punkt wyjścia osadę w Wolinie, stanowiącą największe skupisko ludności i centrum władzy (Filipowiak, 1954), a z drugiej strony muszą być związane z głównym mechanizmem rozwoju, jakim dla Wolina były niewątpliwie handel morski, żegluga i rybołówstwo. Wynika stąd konieczność równoczesnego objęcia systematycznymi datowaniami radiowęglowymi najważniejszych etapów osadnictwa w Wolinie i jego okolicy oraz precyzyjnego datowania wszelkich zabytków związanych z żegluga w tym rejonie. Na rysunku 1 przedstawiono obszar badań z zaznaczeniem lokalizacji głównych miejscowości, z których pochodzą datowane materiały.

W podjętej próbie odtworzenia chronologii osadnictwa u ujścia Odry wykorzystano trzy serie próbek organicznych. Pierwsza seria próbek datujących kolejne fazy rozwojowe osady w Wolinie została pobrana z ciągłego profilu osadów odsłoniętych w wykopie 6 na stanowisku 1, w którym wyróżniono 16 dobrze wyodrębnionych warstw kulturowych. Profil ten datowany bogatą sekwencją próbek może być uważany za wzorcowy dla danego obszaru. Druga seria próbek pochodzi z wybranych osad, położonych w promieniu do stu kilometrów na wschód i południe od Wolina (zob. rys. 1). Trzecią uzupełniającą serię próbek pobrano w obrębie zespołu osadniczego Wolina, który przedstawiony jest na rys. 2. Badaniami radiowęglowymi objęte zostały materiały ze stanowiska 2 (Przedmieście Rybackie) i stanowiska 6 ("Srebrne Wzgórze") oraz próbki ze starszych warstw kulturowych z wykopów 4, 5, 7 i 8, których położenie w obrębie stanowiska 1 (Stare Miasto) przedstawia rys. 3. W czasie trwania prac wykopaliskowych w wykopie 8 w roku 1985 pobrana wcześniej seria próbek

została uzupełniona bieżącymi materiałami organicznymi w celu uzyskania pełniejszego obrazu chronologicznego odsłoniętych w tym wykopie konstrukcji portowych.

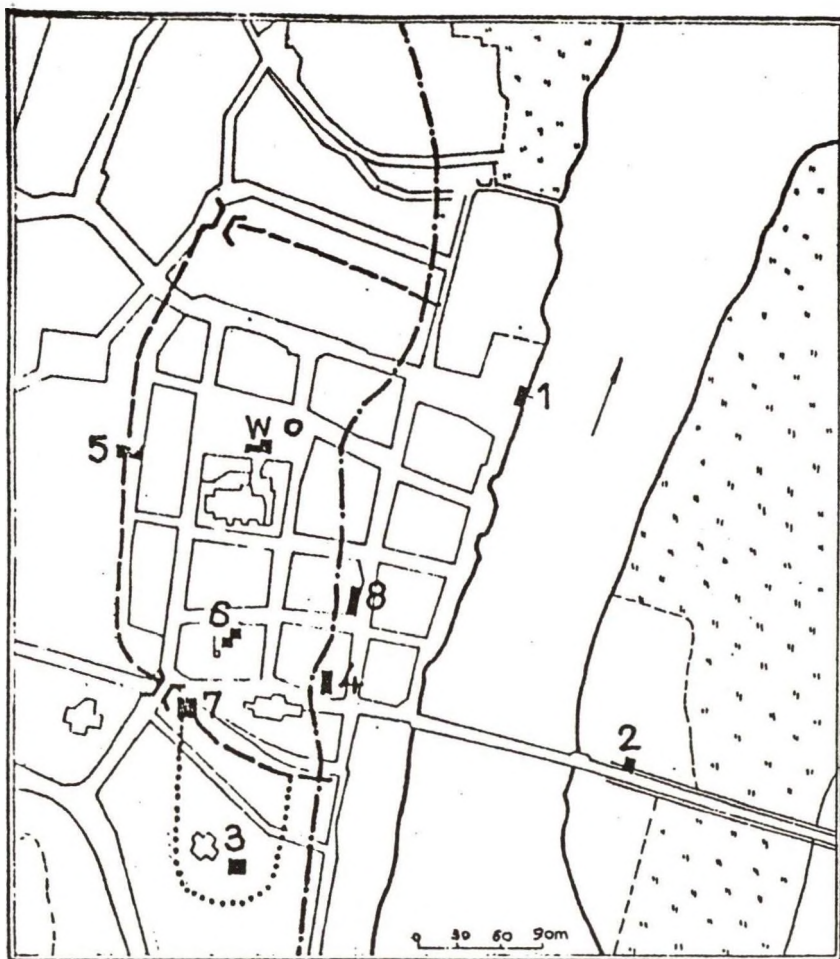


Rys. 2. Zespół osadniczy Wolina. Stanowisko 1 - Stare Miasto, Stanowisko 2 - Przedmieście Rybackie, Stanowisko 4 - Dzielnica "Ogrody", Stanowisko 6 - Dzielnica rzemieślniczo-handlowa "Srebrne Wzgórze"

Fig. 2. Map of the Wolin settlement. Site 1 - Old City (Stare Miasto), Site 2 - Fishers Suburb (Przedmieście Rybackie), Site 4 - "Gardens" (Ogrody), Site 6 - handicrafts suburb "Silver Hill"

Z wykopu tego pobrane zostały ponadto fragmenty konstrukcji drewnianych do badań dendrochronologicznych (Dr T. Ważny z ASP w Warszawie) oraz szczątków ceramiki zabytkowej do datowania metodą termoluminescencji (Dr A. Bluszcz z Laboratorium C-14 w Gliwicach).

Przy datowaniu metodą C-14 wielowarstwowych stanowisk archeologicznych, a zwłaszcza osad związanych z wielowiekową intensywną obecnością znacznych skupisk ludzkich, należy poważnie liczyć się z możliwością uzyskania błędnych dat radiowęglowych, wywołanych użyciem do datowania materiału organicznego przemieszczonego ze starszych warstw podczas prac ziemnych, budowy umocnień, przebudowy lub odbudowy osady po jej zniszczeniu, itd. Znamiennym przykładem mogą być tu wyniki datowań opisane przez H. Willkomma (1983). W każdej z kilku datowanych warstw kulturowych stwierdził on występowanie próbek ze znacznego przedziału czasu, przy czym najmłodsze z dat radiowęglowych pokrywały się z rzeczywistym wiekiem warstwy, a daty najstarsze sięgały początków osady. Dla scharakteryzowania opisanego efektu H. Willkomm wprowadził termin "antropogeniczna bioturbacja". Innym trudnym do uchwycenia źródłem błędów może być przypadkowe wykorzystanie do datowania materiału użytego wtórnie. Przykład wtórnego użycia poszycia łodzi klepkowej do wymoszczenia ulicy w Wolinie w warstwie datowanej na XII w. n.e. przytacza W. Filipowiak (1973, s. 76, rys.45). W przypadku znalezisk drobnych fragmentów drewna, dla których określenie pochodzenia czy funkcji jest trudne lub niemożliwe, wiek określony metodą C-14 może okazać się obciążony błędem systematycznym tego typu. Dodatkowymi źródłami błędów w datowaniach C-14 mogą być przemieszczenia materiału organicznego w obrębie warstw kulturowych wywołane działaniem nośnią drobnych zwierząt, jak na przykład porzucone jamy zasobowe, zawierające z kolei materiał młodszego wieku niż warstwa kulturowa, w której się znajdują.



—— 1 - - - - 2 3

Rys. 3 Wolin, stanowisko 1 - Stare Miasto. WO - miejsce badań w latach 1934-1940, numerami od 1 do 8 oznaczono lokalizację wykopów badawczych z lat 1952-1985. Oznaczenia: 1 - wały i mury miasta od IX do XIV wieku, 2 - dawny brzeg rzeki Dziwny, 3 - przypuszczalne umocnienia stanowisko 3

Fig. 3. Wolin, Site 1 - Old City. WO - place of first archaeological excavations in 1934-1940. Figures 1 to 8 indicate trenches excavated in 1952-1985. Symbols: 1 - fortifications and town walls from IX to XIV centuries AD, 2 - former bank of Dziwna river, 3 - supposed fortifications of Site 3

Przytoczona analiza możliwych źródeł błędów w datowaniu metodą C-14 stanowić może istotną wskazówkę przy doborze prób do datowania. Wychodząc z tej analizy, jak również z rozważań przytoczonych w poprzednim rozdziale, przyjęto jako podstawowe założenie wyjściowe przy doborze próbek materiału organicznego do datowań, że dla każdej istotnej z archeologicznego punktu widzenia warstwy kulturowej lub wyraźnie wyodrębnionego na podstawie określonych kryteriów zespołu warstw tworzących pewną jednostkę chronostratygraficzną należy dobrać próbki do datowania w taki sposób, aby uzyskać zestaw dat radiowęglowych wzajemnie się kontrolujących i pozwalających na stwierdzenie dat błędnych i ich wyeliminowanie z dalszej analizy, a w konsekwencji prowadzących do poprawnych konkluzji chronologicznych. Przy datowaniu osadów z wykopu 6, który jak wspomniano wyżej, stanowić ma wzorzec chronologiczny dla osady w Wolinie, do szczegółowego datowania wybrane zostały cztery jednostki wyodrębnione z profilu. Ich dokładna charakterystyka przedstawiona jest w rozdziale omawiającym wyniki datowań. Z każdej z wydzielonych jednostek kulturowych wybrano po kilka próbek organicznych różnego rodzaju (węgle drzewne, mech, zwęglone nasiona prosa, orzechy laskowe) z miejsc położonych w różnych częściach danej jednostki, zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym, preferując przy tym materiały "krótkożyjące" (tzn. mech, ziarna, orzechy), które nie wykazują efektu postarzenia, typowego dla drewna i węgla drzewnych. Z oczywistych powodów nie ze wszystkich wyodrębnionych jednostek udało się uzyskać odpowiednio różnorodny pod względem materiałowym zestaw próbek, poza tym niektóre z wybranych próbek okazały się po wstępnej obróbce laboratoryjnej zbyt małe do datowania z zadowalającą dokładnością.

Przy datowaniu drugiej serii próbek związanych z osadnictwem w okolicach Wolina zrezygnowano ze stosowania tak ostrych kryteriów doboru materiałów do oznaczeń wieku, ograniczając się w większości przypadków do datowania dwóch próbek z danego stanowiska. Podobnie w trzeciej serii próbek, z racji jej

uzupełniającego charakteru, do datowania przeznaczono po jednej lub dwie próbki z wybranych wykopów.

Wykorzystanie metody radiowęglowej do badań nad chronologią żeglugi przedstawia trudności nieco innego rodzaju. Ich głównym źródłem jest fakt, że datowaniu podlegają luźne znaleziska wraków, nierzadko fragmentarycznie zachowanych, a przy tym z reguły pozbawione kontekstu kulturowego czy stratygraficznego, typowego dla większości lądowych stanowisk osadniczych. Ponadto badane jednostki (łódzie klepkowe, dłubanki) nie tworzą ciągłej sekwencji chronologicznej i powinny być uważane za raczej przypadkowe i izolowane wyznaczniki chronologiczne. Przy datowaniu łodzi klepkowych należy dodatkowo brać pod uwagę skomplikowaną wewnętrzną strukturę tych wyznaczników chronologicznych, wynikającą z różnorodności i potencjalnej różnowiekowości materiałów używanych do budowy łodzi oraz jej ewentualnych późniejszych remontów podczas użytkowania. Praktycznie wszystkie elementy konstrukcyjne łodzi klepkowych - stępka, wręgi, kołki, klepki poszycia, uszczelnienia z mchu lub włosia mogą być użyte do datowania metodą C-14, przy czym klepki poszycia, kołki oraz uszczelnienia mogą być pochodzenia późniejszego niż data zbudowania łodzi. Oznacza to, że mogą one datować ewentualne naprawy łodzi. Dla maksymalnie precyzyjnego określenia wieku badanych łodzi i ewentualnie czasu ich użytkowania do datowania wybierano zarówno materiały użyte pierwotnie do budowy łodzi (drewno ze stępki, fragmenty klepek poszycia, kołki oraz uszczelki), jak również materiały związane z późniejszymi naprawami, jeżeli tylko były one możliwe do stwierdzenia.

METODYKA PRAC LABORATORYJNYCH

Do oznaczeń wieku metodą C-14 użyte zostały próbki drewna, węgla drzewnych, zwęglonych ziaren zbóż (prosa i żyta), orzechów laskowych, mchu oraz sierści zwierzęcej i kości. W większości dostarczone do datowania próbki były jednorodne pod względem rodzaju materiału (z wyjątkiem kilku stanowiących mieszaninę zwęglonego prosa z mchem i nielicznymi fragmentami

łupin orzechów laskowych) oraz stosunkowo dobrze zachowane. Do wszystkich datowanych próbek, z wyjątkiem sierści zwierzęcej i kości oraz próbek impregnowanego drewna z wraków łodzi z Charbrowa i Czarnowska, zastosowano standardową wersję wstępnej obróbki chemicznej (zob. M. F. Pazdur et al., 1986), polegającej na sukcesywnym traktowaniu roztworami kwasu solnego (2%, 80°C, 1 godzina), zasady sodowej (2%, 80°C, 1 godzina) i ponownie kwasu solnego (2%, 80°C, 30 minut). Po każdym traktowaniu roztworem próbkę płukano w gorącej wodzie destylowanej aż do uzyskania odczynu obojętnego. Próbki drewna przed poddaniem działaniu odczynników były rozdrabniane. Fragmenty drewna z wraków łodzi z Charbrowa i Czarnowska, stanowiących obecnie eksponaty w Muzeum Narodowym w Szczecinie, były silnie nasycone substancjami impregnującymi pochodzenia organicznego (terpentyna, olej lniany i inne). Próbki te po rozdrobnieniu poddano intensywnemu długotrwałemu traktowaniu kolejno alkoholem metylowym, acetonem i ksylenem w podwyższonych temperaturach, a następnie po zgrubnym usunięciu zanieczyszczeń gotowano na zmianę w alkoholu metylowym i wodzie destylowanej. Procedurę tę powtarzano przez kilkanaście dni aż do uzyskania takiego stanu próbek, w którym dalsze gotowanie nie powodowało zabarwienia roztworu. W rezultacie stosowania tej procedury uzyskano do dalszej obróbki próbki o wyglądzie charakterystycznym dla świeżego czystego drewna. Po ich wysuszeniu i kilkudniowym przechowywaniu w szczelnie zamkniętych słojach szklanych okazało się, że wykazują one nadal charakterystyczny zapach środków impregnujących. W związku z tym powtórzono raz jeszcze gotowanie w alkoholu metylowym, a następnie zastosowano kilkakrotne gotowanie w wodzie destylowanej oraz na zakończenie całego procesu przeprowadzono opisaną wyżej standardową procedurę preparatyki próbek drewna.

Próbki kości po ich wstępnym umyciu wodą destylowaną i wysuszeniu były rozdrabniane do postaci proszku o rozmiarach ziaren <0.2mm, który następnie był używany do ekstrakcji kolagenu przy zastosowaniu metody opracowanej przez R. Longina (1971), zmodyfikowanej nieznacznie w celu dostosowania jej do

specyficznych wymogów laboratoryjnych (zob. Goslar, Pazdur, 1986).

Próbki sierści zwierzęcej były traktowane jedynie 2% roztworem HCl przez pół godziny w temperaturze 80°C. Po wysuszeniu próbki były zwęglone, a następnie spalane w celu uzyskania dwutlenku węgla używanego do pomiarów koncentracji izotopu C-14 (zob. A. Pazdur et al., 1986). Otrzymany ze spalania próbki dwutlenek węgla był oczyszczany w hermetycznej szklanej aparaturze próżniowej, a następnie przechowywany przez okres około trzech tygodni w szklanych rezerwuarach. Pomiary koncentracji izotopu C-14 wykonywano licznikami proporcjonalnymi wypełnionymi czystym dwutlenkiem węgla. W zależności od ilości gazu otrzymanego po spaleniu próbki do pomiaru koncentracji izotopu C-14 stosowano jeden z trzech zestawów pomiarowych aktualnie pracujących w Laboratorium C-14 w Gliwicach (zob. Pazdur, Pazdur, 1986). Poszczególne zestawy pomiarowe, oznaczane symbolami L1, L2 i L3, różnią się objętością liczników proporcjonalnych i ciśnieniem wypełniającego je gazu, a w konsekwencji różnych ilości dwutlenku węgla użytego do pomiaru otrzymuje się wyniki o różnej dokładności. Zestawy pomiarowe L1 i L2 pozwalają na uzyskanie dat o dokładności ± 30 do ± 50 lat (w przedziale czasowym ostatnich dwóch tysiącleci), wymagają jednak użycia dużych ilości CO₂, równoważnych spaleniu co najmniej 5 gramów czystego węgla. Zestaw pomiarowy L3 stosowano do datowania mniejszych próbek, przy czym przy niektórych próbkach ilość otrzymanego CO₂ okazała się niewystarczająca do wypełnienia licznika proporcjonalnego do standardowego ciśnienia, wynoszącego 760 mmHg. W takich przypadkach stosowano procedurę "rozcieńczania" dwutlenku węgla z próbki nieaktywnym CO₂, pochodzącym ze spalania węgla kamiennego. Dokładność dat radiowęglowych uzyskanych za pomocą zestawu L3 w warunkach standardowych wynosi od ± 60 do ± 80 lat; przy zastosowaniu procedury rozcieńczania błąd oznaczenia wieku wzrasta. W typowych warunkach czas trwania pomiaru koncentracji izotopu C-14 w próbce wynosił od 40 do 50 godzin, w niektórych szczególnych przypadkach był wydłużany w celu uzyskania większej dokładności. Z większości badanych próbek pobrano niewielkie ilości CO₂ do wykonania pomiarów współczynnika $\delta^{13}\text{C}$ w celu wyeliminowania błędów

powodowanych frakcjonowaniem izotopów węgla w procesie fotosyntezy. Pomiary te wykonano na spektrometrze masowym M-1305 w Laboratorium Spektrometrii Mas Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie. Do kalibracji zestawów pomiarowych stosowano dwutlenek węgla otrzymany ze spalania międzynarodowego wzorca koncentracji izotopu C-14 w żyjącej biosferze, tzw. NBS Oxalic Acid (zob. Stuiver, Polach, 1977).

WYNIKI OZNACZEN WIEKU

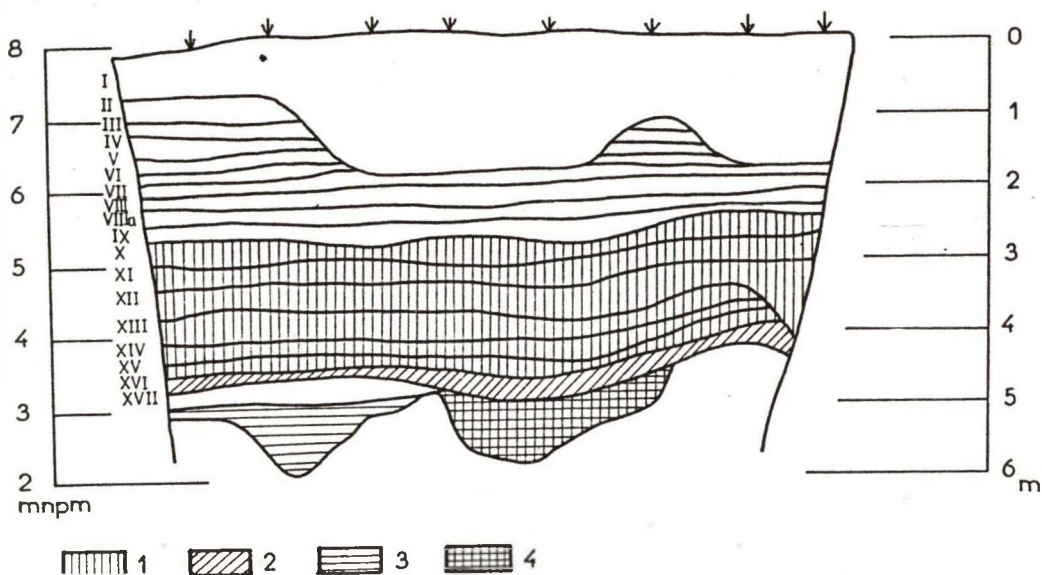
Osada w Wolinie

W serii osadów kulturowych odsłoniętych w wykopie 6, usytuowanym w centralnej części osady w Wolinie, wydzielonych zostało 17 ciągłych warstw kulturowych. Najstarsza z warstw (XVII), związana z kulturą łużycka, rozcięta jest młodszymi strukturami, które zostały zidentyfikowane jako pozostałości trzech półziemiemek zagłębionych w calec. Do szczegółowych badań radiowęglowych wyodrębniono następujące cztery jednostki, stanowiące zwarte zespoły warstw: 1 - półziemiańska nr 3, 2 - półziemiańska nr 2, 3 - warstwa kulturowa nr XVI, rozciągająca się w obrębie całego wykopu i znacząca początek intensywnego osadnictwa wczesnośredniowiecznego, 4 - zespół warstw kulturowych, od warstwy nr XV do warstwy nr X. Przebieg warstw w profilu

Tabela 1
Datowanie archeologiczne jednostek stratygraficznych
wyodrębnionych w wykopie 6

Jednostka	Przewidywany wiek
półziemiańska nr 2	VI-VIII wiek n. e.
półziemiańska nr 3	VI-VIII wiek n. e.
warstwa XVI	VII-VIII wiek n. e.
warstwy XV-X	VIII-XI wiek n. e.

południowym w wykopie 6 przedstawia rys. 4. Wstępne archeologiczne oceny wieku poszczególnych jednostek, oparte głównie na typologii licznych szczątków ceramiki, zestawiono w tabeli 1. Z każdej z wymienionych jednostek wybrano do datowania od czterech do sześciu próbek organicznych różnych



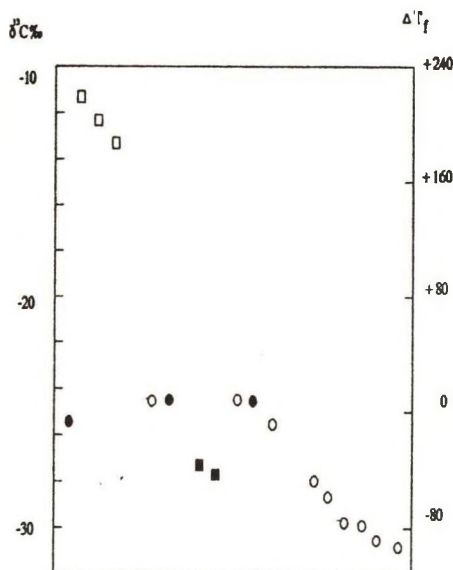
Rys. 4. Wolin, stanowisko 1, wykop 6, profil południowy. Skala pionowa po prawej stronie przedstawia głębokość od powierzchni terenu, skala po lewej wysokość nad poziomem morza. Jednostki stratygraficzne: 1 - półziemianka nr 3, 2 - półziemianka nr 2, 3 - warstwa kulturowa XVI, 4 - warstwy kulturowe od XV do X

Fig. 4. Wolin, Site 1, Trench 6, southern profile. Right-hand side vertical scale shows depth below present surface; left-hand vertical scale shows altitude above sea level. Stratigraphic units: 1 - half-dugout No. 3, 2 - half-dugout No. 2, 3 - cultural layers XVI, 4 - cultural layers XV to X

typów. Szczegółowy opis przekazanych do datowania próbek zawarty jest w Uzupełnieniu 1. Dla kilku próbek nie wykonano oznaczeń wieku z powodu ich małej masy i znacznych strat materiału podczas wstępnej obróbki chemicznej. Wszystkie uzyskane daty radiowęglowe, skorygowane ze względu na frakcjonowanie izotopowe, są zestawione w tabeli 2 wraz z wartościami wieku kalendarzowego, wyznaczonymi metodą probabilistycznej kalibracji przy zastosowaniu programu CALIBRATION (Pazdur, Michczyńska, 1989).

Zmierzone wartości współczynnika $\delta^{13}\text{C}$ zawierają się w przedziale od -11‰ dla zwęglonego prosa do ok. -31‰ dla próbek mchu, co daje poprawki do wieku radiowęglowego sięgające odpowiednio od +220 lat do -100 lat. Wartości $\delta^{13}\text{C}$

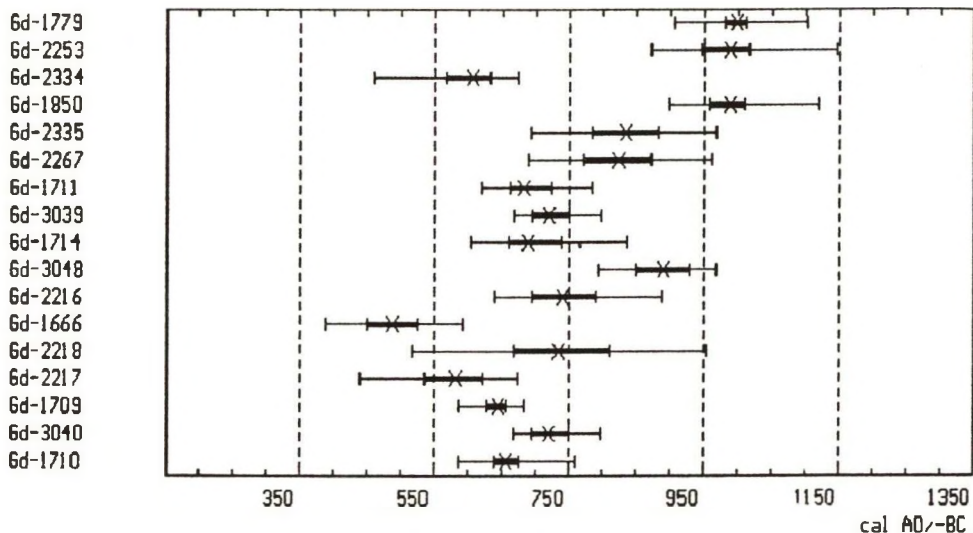
próbek z wykopu 6 wraz z odpowiednimi poprawkami do wieku radiowęglowego zestawiono dla ilustracji na rys. 5. Szczególnie interesującym zjawiskiem, widocznym wyraźnie w danych zamieszczonych w tabeli 2, jest systematyczna zmiana wartości $\delta^{13}\text{C}$ próbek mchu z warstwy od X do XV (włącznie z próbką mchu z półziemianki nr 2), wraz ze wzrostem głębokości w profilu, a tym samym z wiekiem próbek. Wyjaśnienie tych zmian nie jest oczywiste, można przypuszczać, że obserwowane zmiany wartości $\delta^{13}\text{C}$ są odbiciem lokalnych zmian roślinności, co z kolei mogło być wywołane czynnikami antropogenicznymi (np. lokalnym osuszeniem terenu w wyniku celowo podjętych działań) lub czynnikami klimatycznymi. Warto dodać, że podobne zmiany wartości $\delta^{13}\text{C}$ (od ok. -12‰ do



ok. -29% w czasie od 300 roku p.n.e. do początków naszej ery, a następnie od -29% do ok. -24% w czasie następnych dwustu lat obserwował C. A. M. Breninkmeijer [1973, s. 125, fig. 5.11] w górnej partii torfowiska Engbertsdijksveen w Holandii.

Zestawienie wartości wieku kalendarzowego próbek z wykopu 6 przedstawia rysunek 6, na którym krzyżyki oznaczają wartości mediany rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego, zaś odcinki pogrubione i normalne oznaczają przedziały nieokreśloności wieku kalendarzowego, odpowiadające prawdopodobieństwu 50% i 95%. Zgodnie z przyjętymi jednolitymi zasadami kalibracji dat radiowęglowych mediana rozkładu prawdopodobieństwa może być uważana za najbardziej odpowiednią miarę wieku kalendarzowego, a przedział interkwartyli za miarę nieokreśloności wieku kalendarzowego.

Wiek półziemianki nr 3 wyznaczony jest przez cztery daty radiowęglowe, jedną uzyskaną z próbki węgla drzewnych i trzy z próbek zwęglonego prosa. Datowane próbki pochodzą z różnych warstw kulturowych, wydzielonych w wypełniku półziemianki, począwszy od warstwy I do spagu. Otrzymane daty nie wykazują uporządkowania chronologicznego zgodnego z porządkiem stratygraficznym warstw, w szczególności z warstwy najwyższej otrzymano najstarszy wiek. Tym niemniej, ponieważ różnice między indywidualnymi datami radiowęglowymi nie przekraczają wielkości błędów, można uznać, że otrzymane daty radiowęglowe stanowią wewnątrznie spójny zestaw, a obserwowane rozbieżności są w części skutkiem statystycznych fluktuacji pomiarowych, a w części zapewne również odbiciem niejednorodności wiekowej datowanych materiałów. Przyjęcie takiej interpretacji prowadzi w konsekwencji do



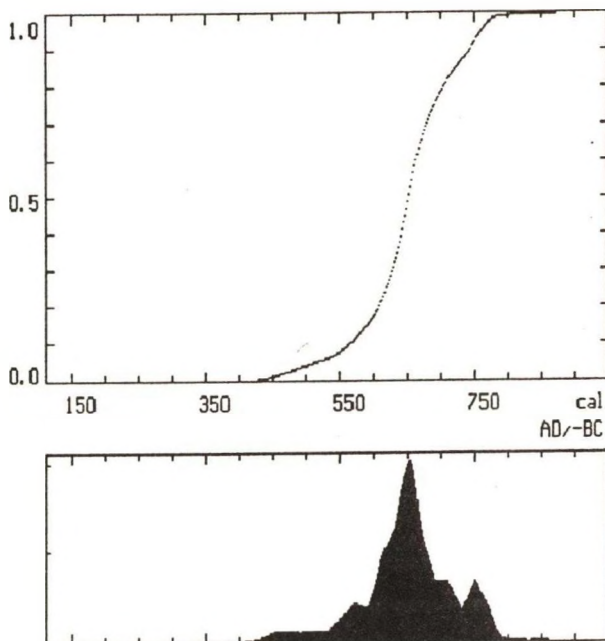
Rys. 6. Wartości wieku kalendarzowego próbek z wykopu 6 na stanowisku 1 w Wolinie. Krzyżykami oznaczono wartości wieku kalendarzowego, zdefiniowane jako mediany odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa. Odcinki pogrubione oznaczają przedziały niepewności wieku kalibrowanego próbek na poziomie ufności 50% (interkwartyle), odcinki o zwykłej grubości oznaczają przedziały niepewności na poziomie ufności 95%

Fig. 6. Calibrated radiocarbon dates of organic samples from Trench 6 in Site 1, Wolin - Old City. Crosses mark values of calibrated radiocarbon dates defined by median of corresponding probability distribution. Bold lines - time intervals at the 50% confidence level (interquartiles), normal lines - time intervals at the 95% confidence level

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
wolin1
  4 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          448
  0.05          516
  0.10          565
  0.25          618
  0.50          651
  0.75          689
  0.90          743
  0.95          760
  0.99          787
  Ranges
  0.50          [ 618, 689]
  0.95          [ 473, 771]
  0.98          [ 448, 787]

```



Rys. 7. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego czterech próbek z półziemianki nr 3

Fig. 7. Composite probability distribution of calendric age of four dates from half-dugout No. 3

wniosku, że wiek kalendarzowy wypełniska półziemianki nr 3 może być oceniony poprzez wyznaczenie łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego czterech próbek o zgodnych ze sobą wartościach wieku konwencjonalnego. Wynik obliczeń przedstawiony jest na rysunku 7. Za wiarygodną miarę wieku kalendarzowego półziemianki nr 2 może być uznana mediana otrzymanego rozkładu, której wartość wynosi 650 AD. Wartość ta, jak można stwierdzić na rys. 7, praktycznie pokrywa się z maksimum łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego. Przedział niepewności wieku wypełniska półziemianki nr 3 może być określony przez interkwartyle tego rozkładu jako obejmujący przedział czasu od 600 AD do 690 AD.

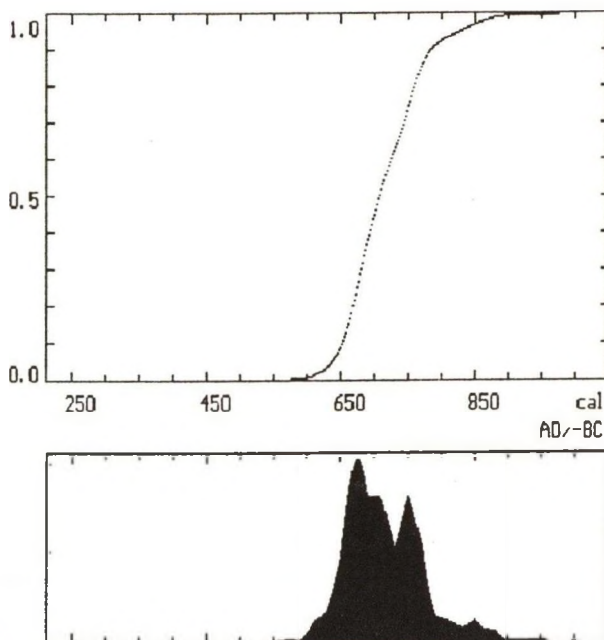
Z wypełniska pólziemianki nr 2 otrzymano dwie daty radiowęglowe z najniższej warstwy V. Daty te są ze sobą niezgodne, ich różnica znacznie przekracza granice błędów. Data otrzymana dla próbki węgla drzewnych, znacznie starsza od towarzyszącej jej daty próbki mchu z tej samej warstwy, jak też od wszystkich czterech dat otrzymanych dla przypuszczalnie równoległej pólziemianki nr 3, może być uznana za mniej wiążącą przy próbie oceny wieku samego obiektu. W świetle przedstawionych wcześniej uwag można przyjąć, że mamy tu do czynienia z efektem postarzenia, stosunkowo częstym przy datowaniu próbek węgla drzewnych. Ponieważ z drugiej strony wiek otrzymany dla próbki mchu jest obarczony bardzo dużym błędem laboratoryjnym pomiaru, spowodowanym małą ilością materiału, wiek wypełniska pólziemianki nr 2, określony przez medianę rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego tej próbki, wynosząca 730 AD, obarczony jest dużą niepewnością, obejmująca przedział od 670 AD do 810 AD.

Do wyznaczenia wieku warstwy kulturowej XVI użyto czterech próbek, w tym dwóch próbek orzechów laskowych i dwóch próbek węgla drzewnych, przy czym dla jednej z próbek węgla drzewnych wykonano dwa oznaczenia wieku. Otrzymane cztery konwencjonalne daty radiowęglowe tworzą idealnie zgodny wewnętrznie zespół. Wiek kalendarzowy osadów tworzących warstwę XVI, wyznaczony przez medianę łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego czterech reprezentujących tę warstwę próbek (rys. 8), wynosi 710 ± 40 AD. W konsekwencji można przyjąć, że osady warstwy kulturowej XVI i występujące w niej materiały zabytkowe pochodzą z pierwszych dziesięcioleci VIII w. n. e. Problemem wymagającym wyjaśnienia jest pojawienie się wyraźnie odbiegającego od pozostałych wyniku datowania próbki orzechów laskowych (próbka nr 84/3/74). Odstępstwo tej daty od pozostałych jest na tyle duże, że nie wydaje się prawdopodobne jego wytłumaczenie przypadkową zbieżnością błędów laboratoryjnych. Biorąc pod uwagę idealny stan zachowania datowanych orzechów laskowych oraz ich skupienie w stosunkowo niewielkim obszarze badanej warstwy


```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
wolin1
  4 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          605
  0.05          637
  0.10          652
  0.25          674
  0.50          707
  0.75          751
  0.90          783
  0.95          828
  0.99          882
  Ranges
  0.50          [ 674, 751]
  0.95          [ 621, 857]
  0.98          [ 605, 882]

```



Rys. 8. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego czterech próbek z warstwy XVI

Fig. 8. Composite probability distribution of calendric age of four dates from cultural layer XVI

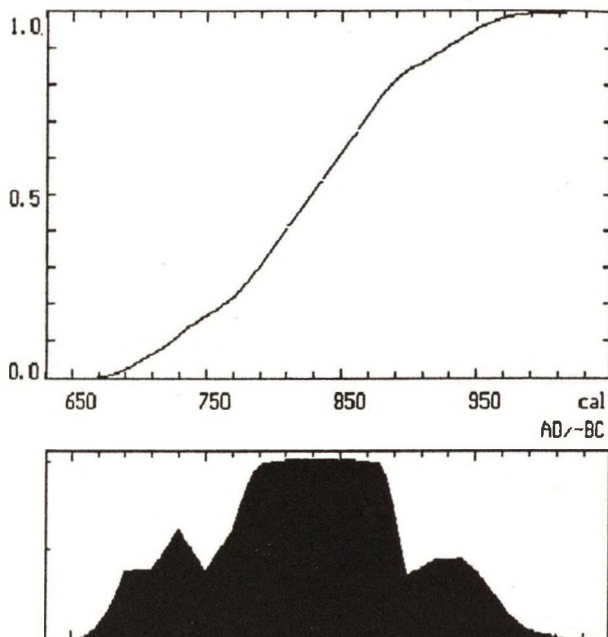
kulturowej logiczne wydaje się założenie, że orzechy te zostały przemieszczone do warstwy XVI znacznie później przez drobne gryzonie.

Chronologia sekwencji warstw kulturowych od XV do X opiera się na danych radiowęglowych sześciu próbek mchu z tych warstw. Wyniki analiz izotopowych wykazują trzy interesujące cechy: po pierwsze wartość współczynnika $\delta^{13}\text{C}$ wykazują systematyczne zmiany, których dyskusję przedstawiono wcześniej. Po drugie, zamiast ciągłej sekwencji chronologicznej, przewidywanej na podstawie zawartego w tych warstwach materiału zabytkowego, otrzymano w wyniku oznaczeń wieku dwie znacznie różniące się między sobą grupy dat radiowęglowych. Pierwszą grupę stanowią dwie praktycznie identyczne daty z warstw XV i XIV (1200 ± 60 BP i 1190 ± 60 BP), zaś drugą grupę daty z warstw XIII, XI i X

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
uolinl
  2 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          680
  0.05          702
  0.10          724
  0.25          778
  0.50          828
  0.75          876
  0.90          928
  0.95          950
  0.99          982
  Ranges
  0.50          [ 778, 876]
  0.95          [ 690, 965]
  0.98          [ 680, 982]

```



Rys. 9. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego próbek z warstw kulturowych XV i XIV

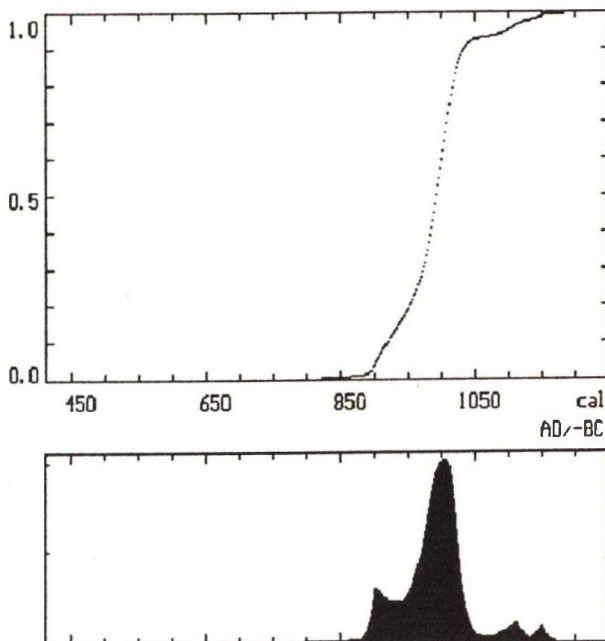
Fig. 9. Composite probability distribution of calendric age of dates from cultural layers XV and XIV

(1040 ± 50 BP, 1040 ± 60 BP i 1030 ± 40 BP). Ocenę wieku kalendarzowego tych dwóch zespołów warstw otrzymuje się przez wyliczenie łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego odpowiednich zestawów dat. Wyniki obliczeń przedstawione są na rysunkach 9 i 10. Wiek kalendarzowy warstw XV i XIV wynosi 830 AD z przedziałem niepewności od 780 AD do 88 AD, wiek kalendarzowy zespołu warstw XII, XI i X wynosi 990 AD z przedziałem niepewności od 960 AD do 1010 AD. Należy przy tym pamiętać, że w wyniku datowania próbki mchu z warstwy XII uzyskano wiek znacznie starszy niż dla podobnych pod względem wyglądu i stanu zachowania próbek mchu z warstw znacznie niżej położonych (tj. XV i XIV).

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
uolin1
  3 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          876
  0.05          903
  0.10          918
  0.25          963
  0.50          992
  0.75         1012
  0.90         1033
  0.95         1099
  0.99         1150
  Ranges
  0.50          [ 963, 1012]
  0.95          [ 895, 1125]
  0.98          [ 876, 1150]

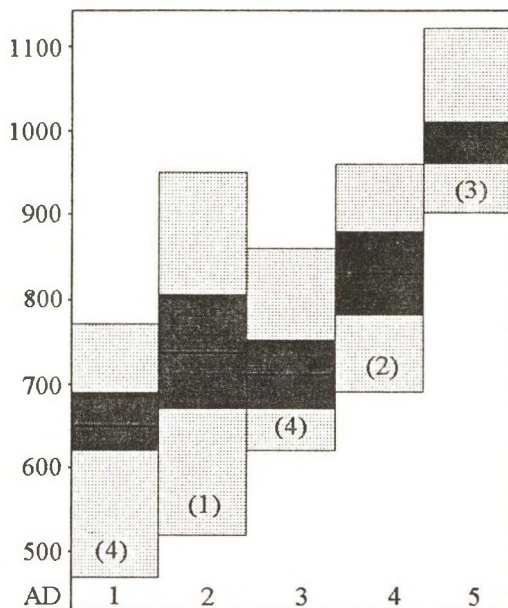
```



Rys. 10. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego próbek z warstw kulturowych XIII, XI i X

Fig. 10. Composite probability distribution of calendric age of dates from cultural layers XIII, XI and X

Podsumowaniem przedstawionych rozważań jest ostatecznie chronologia osadów kulturowych występujących w profilu wykopu 6, przedstawiona na rysunku 11. Pola ukośnie kreskowane oznaczają przedziały czasu wyznaczone przez skrajne przedziały niepewności wieku kalendarzowego, odpowiadające poziomowi ufności 95%, pola podwójnie zakreskowane oznaczają przedziały niepewności wieku kalendarzowego wyznaczone na poziomie ufności 50%, tj. przez interkwartyle odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa. Linie pogrubione przedstawiają mediany tych rozkładów i można uznać, iż reprezentują one średnie wartości wieku kalendarzowego poszczególnych jednostek chronostratygraficznych. Posługując się zaznaczonymi na rys. 11 przedziałami interkwartyli można z



Rys. 11. Syntetyczna chronologia osadów antropogenicznych z wykopie 6. Oznaczenia: 1 - półziemianka Nr 3; 2 - półziemianka Nr 2; 3 - warstwa XVI; 4 - warstwy XV i XIV; 5 - warstwy XIII-X. Cyfry w nawiasach oznaczają liczby dat uwzględnionych przy wyznaczeniu przedziałów interkwartyli

Fig. 11. Generalized chronology of anthropogenic sediments from Trench 6. Explanations: 1 - halfdugout No. 3; 2 - halfdugout No. 2; 3 - layer XVI; 4 - layers XV and XIV; 5 - layers XIII-X. Figures in parentheses denote numbers of radiocarbon dates used to estimate interquartile ranges

pewnym uproszczeniem stwierdzić, że osady kulturowe odsłonięte w wykopie 6 reprezentują ciągłą sekwencję osadniczą, obejmującą przedział czasowy od VII w. n. e. aż po przełom X i XI w. n. e. Dolna granica chronologiczna tych osadów nie została precyzyjnie wyznaczona ze względu na rozbieżne wyniki datowań próbek z półziemianki nr 2, a przede wszystkim duży przedział nieokreśloności wieku kalendarzowego daty uzyskanej dla węgla drzewnych. Granice czasowe najstarszej z jednostek wyodrębnionych w profilu (tj.

Tabela 2

Wyniki oznaczeń wieku próbek organicznych z wykopu 6 na stanowisku 1
(Wolin - Stare Miasto)

Próbka	Nr lab. Gd-	$\delta^{13}C$ ‰	Wiek BP	Wiek kalendarzowy AD		
				Mediana	interkw.	
Sekwencja warstw X-XV						
I/72	1779	-30.9	1030±40	1000	980-1020	M
II/73	2253	-30.4	1040±60	990	940-1020	M
III/73	2334	-30.0	1440±60	610	570-630	M
IV/74	1850	-28.5	1040±50	990	960-1010	M
V/73	2335	-29.0	1190±60	830	780-880	M
VI/73	2267	-28.3	1200±60	820	770-870	M
Warstwa XVI						
9/74	1711	-26.2	1340±50	820	770-870	W
8/74a	3039	-25.2	1290±35	720	690-750	W
8/74b	1714	-25.2	1340±60	690	660-740	W
843/74	3048	-28.0	1150±35	890	850-930	O
896/74	2216	-27.8	1290±70	740	690-790	OM
Półziemianka nr 2						
7/74	1666	(-25)	1570±50	490	450-530	W
908/74	2218	"	1310±110	730	670-810	M
Półziemianka nr 3						
878/74	2217	-13.1	1460±70	580	540-620	P
13/74	1709	-11.3	1390±40	640	620-660	P
6/74	3040	-25.7	1290±35	720	690-750	W
10/74	1710	-12.4	1370±50	660	640-680	P

Oznaczenia rodzaju próbek organicznych: W - węgle drzewne, M - mech, O - orzechy laskowe, P - zwęglone ziarna prosa.

półziemianki nr 3) są wyznaczone stosunkowo precyzyjnie na podstawie wyników datowania czterech próbek, wyznaczając przedział od drugiego ćwierćwiecza do końca VII w. n.e.

Granice wieku półziemianki nr 2 są słabo określone, gdyż do ich wyznaczenia wykorzystano wynik datowania jednej tylko próbki. W szczególności na rys. 11 można stwierdzić, że górna granica czasowa tej jednostki znacznie przekracza obie granice (dolną i górną) przedziału czasowego młodszej, zalegającej nad nią warstwy XVI. Granice czasowe warstwy XVI obejmują

ostatnie dekady VII wieku n.e. i pierwszą połowę VIII wieku n.e. Można je uznać za precyzyjnie wyznaczone, gdyż wyliczone zostały na podstawie rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego czterech prawie identycznych wyników datowań radiowęglowych. W konsekwencji należy uznać, że widoczne na rysunku 11 przesunięcie wiekowe jest wynikiem nałożenia się przypadkowych błędów laboratoryjnych i materiałowych, a rzeczywisty wiek kalendarzowy pólziemianki nr 2 powinien zawierać się w ostatnich dekadach VII wieku n.e. Epizod osadniczy odpowiadający osadom warstwy XVI może być datowany na dwa-trzy ostatnie dziesięciolecia VII wieku n. e. i pierwszą połowę VII wieku n.e. Interwały czasowe odpowiadające osadom warstw kulturowych XV - XIV oraz XIII - X rozdzielone są pustym przedziałem czasu wynoszącym około 100 lat, choć należy pamiętać, że ich granice błędów nakładają się na siebie. Opierając się jedynie na wynikach oznaczeń wieku i przyjmując za podstawę wnioskowania zakresłone przedziały czasu, wyznaczone interkwartylami odpowiednich rozkładów prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego, dochodzimy do konkluzji, że w warstwach kulturowych XV - X zarejestrowane są dwa stosunkowo odległe w czasie epizody osadnicze. Stwierdzenie takie wymaga jednak jeszcze dodatkowo założenia, że datowane próbki są istotnie reprezentatywne dla warstw, z których pochodzą. Założenie takie wydaje się uzasadnione, gdyż datowane próbki mchu złożone były z materiału zebranego w trakcie prac terenowych z całej horyzontalnej rozciągłości odsłoniętej warstwy. W konsekwencji tej analizy można postawić hipotezę o istnieniu luki chronologicznej między osadami warstw XV - XIV a osadami warstw XIII - X, obejmującej ostatnie dziesięciolecia IX wieku i pierwszą połowę X wieku, wskazującej na znaczne zahamowania lub nawet całkowite wstrzymanie działalności osadniczej. Po tym okresie stagnacji następuje krótkotrwały epizod bardzo intensywnej obecności i działalności ludzkiej, zaznaczony mięszszą (około 1 m) serią osadów warstw kulturowych XIII - X, których wiek na podstawie trzech praktycznie identycznych dat radiowęglowych z warstw XIII, XI i X można szacować na drugą połowę X wieku i pierwsze dziesięciolecie XI

wieku n. e. Niezależnym potwierdzeniem tej intensywnej działalności może być fakt włączenia do osadów warstwy kulturowej XII znacznie starszego materiału, prawdopodobnie wskutek prac ziemnych, wymagających sięgnięcia w głąb osadów aż do poziomu odpowiadającego wiekowi najstarszym warstwom w profilu.

Chronologia najstarszych warstw w obrębie zespołu osadniczego oraz konstrukcji portowych Wolina

W celu otrzymania przestrzennego obrazu początków osadnictwa w obrębie zespołu osadniczego Wolina wybrano do datowania cztery próbki z najstarszych warstw osadniczych z wykopów 4, 5 i 7 na stanowisku 1 (zob. rys. 3) oraz po dwie próbki ze stanowiska 2 (Przedmieście Rybackie) oraz stan. 6 (Srebrne Wzgórze), których lokalizację przedstawia rys. 2. Datowana seria obejmuje następujące próbki: 1)-drewno z domu nr 21, odkrytego w warstwie XX w wykopie 4, 2) - orzechy laskowe z domieszka mchu z warstwy XIXC w wykopie 5, 3) - mech oraz 4) - zwęglone ziarna prosa znalezione pod dwoma wałami oznaczonymi jako A i B, w wykopie 7, 5) - zwęglone ziarna zboża z warstwy IV (ar 216/64) i 6) - kości zwierzęce (krowy, świni i owcy) z warstwy XV a na stanowisku 6, oraz 7)-kości z jamy 6, oraz 8) - kości z warstwy XI na stanowisku 2 (Przedmieście). Ponadto o końcowym etapie pracy do datowania zostały dostarczone próbki z badań wykopaliskowych na stanowisku 17 na przedpolu Wolina oraz próbka ze zbiorów archiwalnych Muzeum w Wolinie, reprezentująca osady antropogeniczne kultury łużyckiej, równoważne warstwie kulturowej XVII, odkrytej w wykopie 6 na stanowisku 1 w obrębie Starego Miasta (por. rys. 4).

Powyższy zestaw próbek został uzupełniony materiałami organicznymi uzyskanymi w czasie kolejnych sezonów wykopaliskowych w wykopie 8, gdzie odkryto pozostałości portu. Z wykopu tego pobrano do datowania radiowęglowego sześć próbek. Są to: 1) węgle drzewne znalezione pod faszyną w warstwie XVIII/1, 2) faszyna występująca pod kłodami, 3) węgle drzewne z opalonych kłód, tworzących umocnienia portowe w warstwie XVII, 4) drewno z nabrzeża, 5) pojedyncza kość z warstwy XVII, 6) drewno z belki pomostu nr 1.

Wyniki oznaczeń wieku tej serii próbek, zebrane w tabeli 3, są przedstawione w formie graficznej na rysunku 12 w postaci dat kalendarzowych. Na wykresie tym widoczne jest wyraźne skupienie dat kalendarzowych w przedziale VII wieku n.e. W przedziale tym mieszczą się zarówno najstarsze z dat otrzymane na materiałach ze stanowiska 1 (Wolin Stare Miasto), w tym dwie daty próbek z konstrukcji portowych, jak też daty otrzymane na próbkach reprezentujących stanowisko 2 (Przedmieście Rybackie).

Na bliższe omówienie zasługuje zbiór dat otrzymanych na próbkach z konstrukcji portowych, pobranych z wykopu 8 (por. tabela 3). W zbiorze tym najstarsza z dat (1605 ± 35 BP; Gd-3153) otrzymana została na próbce węgla drzewnych pobranych pod faszyzną stanowiącą umocnienie brzegu portowego. Ze względu na zdecydowanie odstającą wartość wieku tej próbki można przypuszczać, że zachodzi tu typowe dla węgla drzewnych postarzenie lub też że datowaniu podlegały ślady sporadycznej wcześniejszej obecności grupy ludzkiej na brzegu Dziwny, nie mające związku z późniejszymi konstrukcjami portowymi. Wyniki oznaczeń wieku wykazują znaczne odstępstwa od porządku stratygraficznego, co jest zjawiskiem typowym i naturalnym na terenie koncentracji poważnych prac budowlanych, jakim niewątpliwie jest rejon portowy. Z wybranych do datowania próbek z tego wykopu najlepiej spełnia wymogi chronometrii radiowęglowej próbka faszyny (oznaczona jako 459/84). Związek tego materiału budowlanego z pracami nad umocnieniem nabrzeża jest niewątpliwy, ponadto faszyzna jest materiałem o kilkuletnim okresie wzrostu, a więc nie wykazuje ona efektu postarzenia dat radiowęglowych, występującego przy datowaniu budowli, w których użyto pni drzew o kilkudziesięcioletnim okresie wzrostu. Wskutek niejednoznaczności kalibracji datowanie tej próbki okazało się niestety mało skuteczne w ustaleniu chronologii konstrukcji portowych. Wiek kalendarzowy tej próbki zawierać się może w przedziale od 810 AD do 880 AD, w konsekwencji operację umocnienia brzegu faszyzną można datować na praktycznie cały IX wiek n.e. Wiek węgla drzewnych z opalanych kłód zalegających bezpośrednio nad faszyzną, wynoszący 650 ± 50 AD, wskazuje na

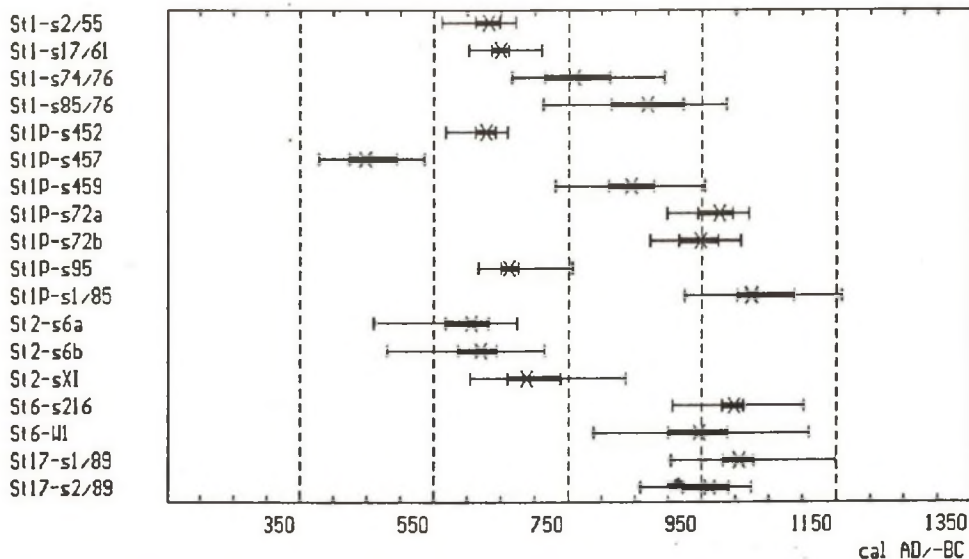
Tabela 3

Wyniki oznaczeń wieku próbek organicznych z najstarszych warstw kulturowych w obrębie zespołu osadniczego Wolina

Próbka	Nr lab. Gd-	$\delta^{13}C$ ‰	Wiek BP	Wiek kalendarzowy AD		
				Mediana	Interkw.	
Stanowisko 1, Wolin - Stare Miasto						
2/55	3160	(-25)	1410±45	630	610-650	D
17/61	3158	"	1380±40	650	630-660	M
74/76	2369	"	1260±60	760	710-810	M
85/76	2368	"	1160±60	870	810-920	P
Stanowisko 1, Wolin - Stare Miasto - Port, Wykop 8						
452/84	3156	(-25)	1420±35	630	610-640	W
457/84	3153	"	1605±35	450	420-490	W
459/84	3234	-28.6	1180±40	840	810-880	D
72/85a	2477	-26.5	1060±40	980	940-1000	D
72/85b	1961	-26.5	1090±40	950	910-970	D
95/85	1953	-29.9	1360±40	660	650-680	D
1/85AB	3266	-23.5	1000±50	1020	1000-1090	K
Stanowisko 2, Wolin - Przedmieście Rybackie						
S2/6a	1975	-28.2	1440±60	610	570-630	K
S2/6b	2506	"	1420±60	620	590-640	K
S2/XI	1978	-22.3	1340±60	690	660-740	K
Stanowisko 6, Wolin - Srebrne Wzgórze						
216/64	1954	-24.8	1030±40	1000	980-1010	Z
W1/XVa	2500	-22.8	1080±70	950	900-990	K
Stanowisko 17, Wolin						
1/89	5562	(-25)	1020±50	1010	980-1030	D
2/89	5563	"	1070±50	960	930-990	D

Oznaczenia rodzaju próbek organicznych: W - węgle drzewne, M - mech, P - zwęglone ziarna prosa, D - drewno, K - kości, Z - zboże.

wtórne użycie pni ze starszych budowli lub umocnień. Podobny wiek uzyskany dla próbki drewna (nr 95/85) z pnia stanowiącego fragment umocnienia nabrzeża świadczyć może o istnieniu w tym rejonie lub w najbliższym otoczeniu budowli pochodzących z II połowy VII wieku, identycznych czasowo z najstarszą fazą intensywnego osadnictwa w Wolinie. Dwie daty otrzymane na węglach drzewnych z opalonych kłód stanowiących umocnienie brzegu (1420±35 BP;



Rys. 12. Kalibrowane daty radiowęglowe próbek organicznych z innych stanowisk i wykopów badawczych w obrębie zespołu osadniczego Wolina. Oznaczenia jak na rys. 6

Fig. 12. Calibrated radiocarbon dates of organic samples from other sites and trenches within the Wolin settlement. For explanations see Fig. 6

Gd-3156 oraz 1360 ± 40 ; Gd-1953) po kalibracji dają wiek 630 AD i 660 AD, i mogą być uznane za określające w stosunkowo wiarygodny sposób wiek najstarszych konstrukcji portowych Wolina. Zespół pozostałych czterech próbek prowadzi do nieco rozbieżnych dat, zawierających się w przedziale X i XI wieku n.e.

Konstrukcje średniowiecznego portu, występujące w obrębie warstw kulturowych XIII i XIV, datowane są na podstawie próbki drewna z filara pomostu portowego, którego autentyczne położenie nie budzi wątpliwości, na X wiek. Uzyskane dla tej próbki dwie daty radiowęglowe są w idealnej zgodności ze sobą. Nieznacznie młodszy, praktycznie identyczny w granicach błędów wiek uzyskano dla próbki kości wydobytej z wypełnienia warstwy XVII,

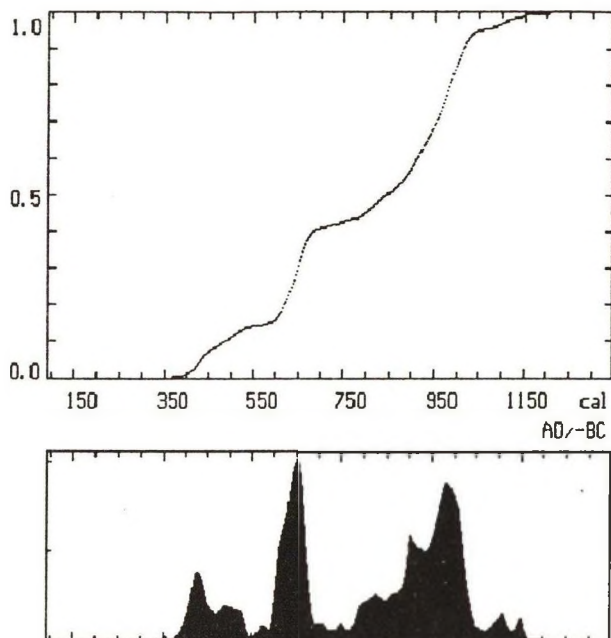
przebiegającej znacznie poniżej. Wynik ten jest zrozumiały i dowodzi, że wypełnienie warstw poniżej poziomu pomostu drobnym materiałem organiczno - mineralnym z licznymi artefaktami (między innymi skorupy naczyń glinianych datowane metodą termoluminescencji) nastąpiło po jego wzniesieniu. Podkreślić należy, że datowane były zarówno elementy konstrukcyjne, jak też luźne znaleziska w namulisku otaczającym konstrukcję (próbka kości oznaczona symbolem 1/85AB, 1000 ± 50 ; Gd-3266). W świetle uzyskanych wyników datowania radiowęglowego można wysunąć hipotezę, że pozostałości konstrukcji portowych, odkryte w wykopie 8 na stanowisku 1 (Wolin Stare Miasto) reprezentują dwa epizody odległe w czasie o około dwieście lat. Pierwszy z tych epizodów przypada na połowę VII wieku n.e., drugi obejmuje X wiek n.e. Potwierdzeniem tej hipotezy może być wykres łącznej gęstości prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego próbek z wykopu 8, przedstawiony na rysunku 13, na którym widoczne są dwa wyraźnie rozdzielone maksima, pierwsze przypadające dokładnie w połowie VII wieku n.e., drugie nieco rozmyte, obejmujące X wiek n.e.

Porównanie dat kalibrowanych próbek reprezentujących najstarsze warstwy osadnicze w różnych częściach osady w Wolinie z chronologią warstw kulturowych odsłoniętych w wykopie 6 jest przedstawione na rys. 14, gdzie zaznaczono, w formie ukośnie kreskowanych pól, przedziały wieku kalendarzowego wyznaczone metodą obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa, odpowiadające półziemiance Nr 3 (pole A) i warstwie kulturowej XVI (pole B), datującej początek intensywnego osadnictwa w Wolinie, oraz przedział wieku wyznaczony dla warstw XIII - X (pole C). Uderzającą cechą tych wyników jest praktyczna równowiekowość najstarszych warstw kulturowych w wykopie 4 na stanowisku 1 w obrębie Starego Miasta (por. rys. 3) i próbek kości zwierzęcych ze stanowiska 2, zlokalizowanego na Przedmieściu Rybackim (rys. 2) z przedziałem czasu wyznaczonym dla półziemianki Nr 3 i warstwy XVI z wykopu 6 na Starym Mieście. Zbieżność z tymi datami wyników uzyskanych dla dwóch próbek z wykopu 8 (Wolin, Stare Miasto - Port) była analizowana wyżej.

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Wolin-Port
  7 dates were calibrated
P(T < To)   To cal. AD/-BC
  0.01      399
  0.05      432
  0.10      486
  0.25      636
  0.50      844
  0.75      971
  0.90     1014
  0.95     1052
  0.99     1148
  Ranges
  0.50     [ 636, 971]
  0.95     [ 416, 1111]
  0.98     [ 399, 1148]

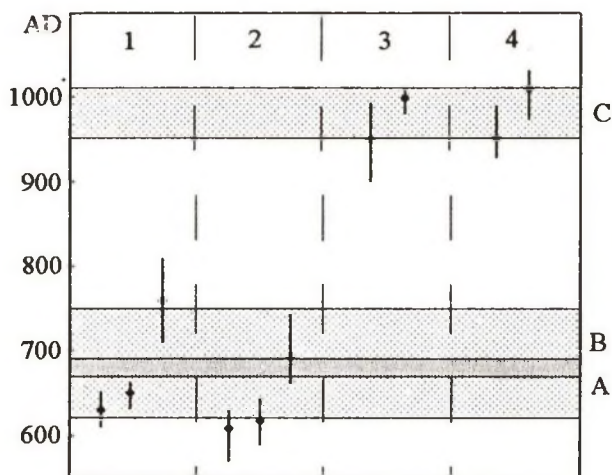
```



Rys. 13. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego próbek z konstrukcji portowych odsłoniętych w wykopie 8

Fig. 13. Composite probability distribution of calendric age of samples from Trench 8 (Wolin - Harbour)

Niewielkie, sięgające trzydziestu lat, przesunięcie wyników datowań zamieszczonych na rys. 14 w stosunku do przedziału czasu wyznaczającego chronologię warstwy XVI w wykopie 6 może być wynikiem błędów pomiarowych, naturalnych różnic w wieku datowanych próbek, jak również błędów kalibracji konwencjonalnych dat radiowęglowych. Jakikolwiek byłyby jednak przyczyny rozrzutu dat, jest on porównywalny z błędami dat kalibrowanych i wyznacza maksymalny przedział czasu, sięgając od 640 AD do 690 AD. W świetle tych danych należy uznać, że początki intensywnego osadnictwa w Wolinie należy datować na okres od połowy VII wieku n.e. Datowanie to jest udokumentowane w niepodważalny sposób zespołem dat radiowęglowych uzyskanych dla ośmiu próbek



Rys. 14. Porównanie chronologii warstw kulturowych z wykopu 6 z datami kalibrowanymi uzyskanymi z najstarszych warstw kulturowych w wykopie 4 na stanowisku 1 (Wolin - Stare Miasto) oraz datami ze stanowisk 2, 6 i 17. Pola zakreskowane: A - półziemianka nr 3; B - warstwa kulturowa XVI; C - zespół warstw XIII-X. 1 - stanowisko 1, wykop 4; 2 - stanowisko 2, Przedmieście Rybackie; 3 - stanowisko 6, Srebrne Wzgórze; 4 - stanowisko 17

Fig. 14. Comparison of calibrated radiocarbon chronology of cultural layers in Trench 6 with dates obtained from oldest cultural layers in Trench 4, Site 1 (Wolin - Old City) and dates from Sites 2, 6 and 17. Explanations: Dashed areas: A - half-dugout No. 3; B - cultural layer XVI; C - cultural layers XIII-X. 1 - Trench 4, Site 1; 2 - Site 2 (Fishers Suburb); 3 - Site 6 (Silver Hill), 4 - Site 17

różnego rodzaju (mech, węgle drzewne, drewno, orzechy laskowe i kości) z pięciu różnych, znacznie od siebie oddalonych wykopów.

Daty radiowęglowe otrzymane dla próbek kości i zwęglonych ziaren ze stanowiska 6 na "Srebrnym Wzgórzu", jak również próbek drewna z konstrukcji chaty na stanowisku 17 są praktycznie identyczne i pokrywają się z przedziałem czasu wyznaczonym dla warstw kulturowych XIII - X z wykopu 6 na stanowisk 1 w obrębie Starego Miasta.

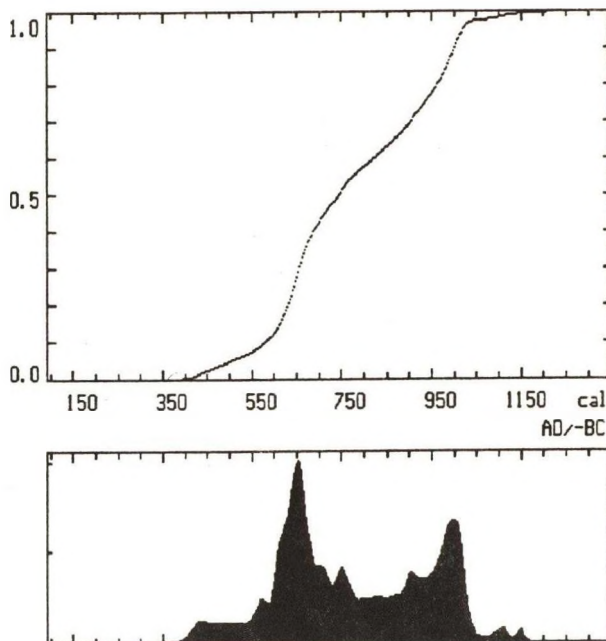
Wyniki oznaczeń wieku dwóch próbek z wykopu 7 (74/76 i 85/76, por. tabela 3 oraz szczegółowe opisy zawarte w Uzupełnieniu) różnią się od siebie o 100 lat (w skali konwencjonalnych dat radiowęglowych). Po uwzględnieniu kalibracji otrzymuje się mało wyrazisty obraz chronologiczny, z którego wynika, że warstwy kulturowe stanowiące bezpośrednie podłoże wałów A i B są młodsze niż osady najstarszych warstw kulturowych w wykopach 4 i 5 oraz warstwy XVI w wykopie 6 i warstwy XVII w wykopie 8. Przy rozważaniu problemów relacji czasowej wałów A i B dopuszczalne są dwie równoważne interpretacje, wynikające z niejednoznaczności wyników obliczeń kalibracyjnych. W myśl pierwszej interpretacji, zakładającej, że różnica dat radiowęglowych próbek mchu i zwęglonego prosa spod wałów A i B jest istotna, należy uznać konstrukcję wału A za znacznie wcześniejszą, wyprzedzającą konstrukcję wału B w skrajnym przypadku nawet o ponad sto lat. Alternatywna interpretacja, wychodząca z faktu otrzymania identycznych skrajnych wartości przedziałów interkwartyli dat kalibrowanych dla tych dwóch próbek (wynoszących 810 AD), polega na uznaniu konstrukcji obu wałów za praktycznie równoległe i pochodzące z przełomu VIII i IX wieku n.e.

Podsumowaniem chronologii radiowęglowej zespołu osadniczego Wolina jest wykres łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego pełnego zbioru 35 dat, przedstawiony na rysunku 15 (z pominięciem w obliczeniach daty otrzymanej na próbce węgla drzewnych z warstwy kulturowej łużyckiej). Najbardziej charakterystyczną cechą tego wykresu jest występowanie dwóch wyraźnych maksimum wieku kalendarzowego. Pierwsze maksimum, odpowiadające wiekowi kalendarzowemu 650 AD, określa niewątpliwie początek intensywnego osadnictwa w Wolinie, udokumentowany licznymi próbkami z kilku wykopów w obrębie Starego Miasta (stanowisko 1) oraz próbkami z Przedmieścia Rybackiego (stanowisko 2). Drugie maksimum, przypadające na 1000 AD, odpowiada fazie intensywnego rozwoju grodu wczesnośredniowiecznego, udokumentowanego wydętowanymi konstrukcjami portowymi, zespołem warstw kulturowych XII-X w wykopie 6 na terenie Starego Miasta, jak również licznymi znaleziskami spoza

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Pri Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Wolin
35 dates were calibrated
P(T < To)    To cal. AD/-BC
0.01         423
0.05         501
0.10         577
0.25         644
0.50         744
0.75         934
0.90         1001
0.95         1020
0.99         1124
Ranges
0.50         [ 644, 934]
0.95         [ 451, 1054]
0.98         [ 423, 1124]

```



Rys. 15. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego 35 próbek z organicznych z zespołu osadniczego Wolina

Fig. 15. Composite probability distribution of calendric age of 35 samples from the Wolin settlement

centrum grodowego, w tym dokładnie wydatowanymi próbkami ze stanowiska 6 (Srebrne Wzgórze) oraz stanowiska 17.

Chronologia osad w okolicach Wolina

Badaniami radiowęglowymi objęto poza Wolinem sześć osad na terenie Pomorza Zachodniego, położonych w odległości do 100 km na południe i wschód od Wolina. Ich lokalizację przedstawiono na rys. 1. Na większości tych stanowisk osadniczych badania wykopaliskowe prowadzono wiele lat temu i w datowaniach wykorzystano uzyskane wtedy materiały organiczne, głównie węgle drzewne, przechowywane w archiwach Muzeum Narodowego w Szczecinie. Podjęte obecnie

datowania należy traktować jako wstępną i z natury fragmentaryczną próbę uzyskania korelacji chronologicznej faz osadniczych we wczesnym średniowieczu na terenie Pomorza Zachodniego z precyzyjną chronologią osadnictwa w Wolinie, omówioną w poprzednim rozdziale. Z tego też powodu pominięta zostanie szczegółowa charakterystyka datowanych stanowisk oraz analiza rozmieszczenia datowanych warstw czy obiektów w obrębie badanych stanowisk. Ograniczymy się w tym miejscu do podania najbardziej istotnych informacji o datowanych obiektach, odkładając szczegółową dyskusję do czasu uzyskania bardziej reprezentatywnej serii datowań i odsyłając zainteresowanych czytelników do opublikowanych i cytowanych poniżej materiałów źródłowych.

Lubieszewo - pow. Gryfice, stanowisko 2

Miejscowość położona ok. 40 km na wschód od Wolina (punkt 4 na rys. 1), o wieloletniej historii badań archeologicznych, podjętych ponownie w latach sześćdziesiątych (R. Wołagiewicz, 1968, 1970, M. Klichowska, 1972). Datowano dwie próbki węgla drzewnych i dwie próbki zwęglonych nasion zbóż.

Lobżany - gm. Lobeż, stanowisko 1

Miejscowość położona ok. 70 km na południowy wschód od Wolina (punkt 6 na rys. 1). Stanowisko związane z osadnictwem grupy dębczyńskiej i wczesną fazą wczesnego średniowiecza (A. Porzeziński, materiały niepublikowane). Datowano dwie próbki węgla drzewnych.

Dębczyno - gm. Białogard, stanowisko 10

Miejscowość położona ok. 100 km na wschód od Wolina (punkt 5 na rys. 1) z wieloletnią tradycją badań i licznymi rozpoznanymi jednostkami kulturowymi, od kultury pucharów lejkowatych poczynając aż po wczesne średniowiecze (A. Sikorski, 1982). Datowano jedną próbkę węgla drzewnych.

Dziedzice - gm. Barlinek, stanowisko 4

Miejscowość położona ok. 100 km na południe od Wolina (punkt 7 na rys. 1) z rozległą osadą wczesnośredniowieczną (Porzeziński, 1969, 1972).

Tabela 4

Wyniki oznaczeń wieku próbek organicznych z osad w okolicy Wolina

Próbka	Nr lab. Gd-	$\delta^{13}C$ ‰	Wiek BP	Wiek kalendarzowy AD		
				Mediana	Interkw.	
Lubieszewo, stanowisko 2						
	2276	-24.1	1750±50	290	240-330	Z
	2279	-26.6	1830±60	180	140-230	Z
	3083	-26.2	1630±50	420	380-470	W
	3086	-26.8	1490±40	570	540-600	W
Łobżany, stanowisko 1						
	3084	-25.9	1800±50	210	160-260	W
	1788	-25.4	1600±50	460	420-510	W
Derczewo, stanowisko 3						
	3089	-26.1	1090±50	940	910-980	W
	3087	-25.6	1150±35	890	850-930	W
	1819	-25.0	1080±60	950	910-980	W
Dziedzice, stanowisko 4						
	1790	-25.8	920±40	1100	1070-1140	W
	3090	-25.4	1130±35	920	890-950	W
Dębczyno, stanowisko 10						
	2275	-25.8	1330±80	710	660-760	W
Gardziec, stanowisko 1						
	1792	-25.8	960±40	1080	1040-1120	W

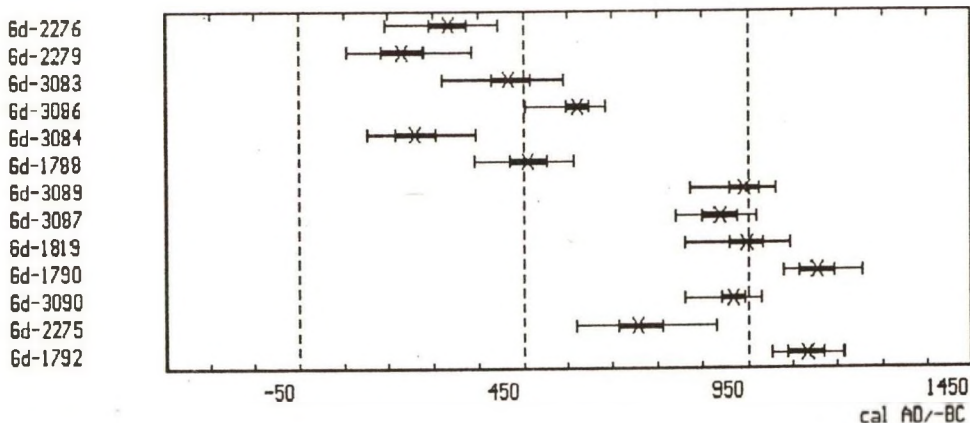
Oznaczenia rodzaju próbek organicznych: W - węgle drzewne,
Z - zwęglone ziarna zbóż.

Derczewo - gm. Barlinek stanowisko 3

Miejscowość położona ok. 13 km na zachód od Dziedzic ok. 100 km na południe od Wolina (punkt 8 na rys. 1) z osadą wczesnośredniowieczną, przebadaną przez A. Porzezińskiego (1973, 1975) i chronologicznie korespondującą z osadą w Dziedzicach, st. 4. Datowano dwie próbki węgla drzewnych, w tym jedną na dwóch niezależnych porcjach materiału organicznego.

Gardziec - gm. Kamień Pomorski, stanowisko 1

Miejscowość położona 20 km na wschód od Wolina (punkt 3 na rys. 1) z osadą kultury prapolskiej (Cnotliwy, 1966). Datowano jedną próbkę węgla drzewnych.



Rys. 16. Kalibrowane daty radiowęglowe próbek organicznych zestawisk osadniczych w okolicach Wolina. Oznaczenia jak na rys. 6

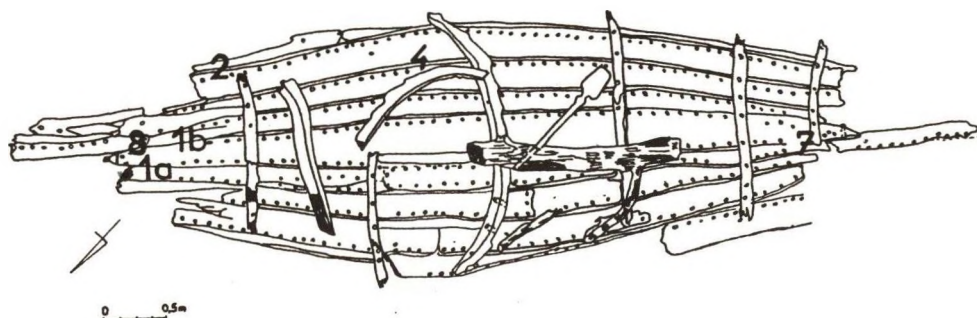
Fig. 16. Calibrated radiocarbon dates of organic samples from settlements in the vicinity of Wolin. For explanations see Fig. 6

Wyniki oznaczeń wieku zestawione są w tabeli 4 oraz przedstawione w formie graficznej na rys. 16 w postaci dat kalibrowanych. Daty radiowęglowe uzyskane dla stanowisk osadniczych w Lubieszewie, Łobżanach i Dziejicach wykazują znaczny rozrzut, przekraczający granice określone wartościami błędów laboratoryjnych. Wyjaśnienie tej wewnętrznej niespójności dat uzyskanych dla wymienionych trzech stanowisk osadniczych wymaga dalszych badań, w tym analizy archiwalnych materiałów wykopaliskowych oraz dokumentacji prowadzonych prac terenowych w celu wytypowania odpowiednich próbek organicznych, których datowanie mogłoby w przyszłości rozjaśnić powstałe rozbieżności datowań. Wydaje się, że powodem tych rozbieżności jest użycie do datowania radiowęglowego próbek organicznych związanych z różnymi horyzontami czasowymi na wymienionych stanowiskach. Najbardziej właściwym sposobem wyjaśnienia przedstawionych sprzeczności w datowaniach wydaje się wykorzystanie do dalszych oznaczeń wieku próbek kości ludzkich z cmentarzysk związanych z wymienionymi osadami.

Lodzie i dłubanki

Łódź szczecińska

Wrak łodzi "szczecińskiej" wydobyto w całości w 1962 roku podczas systematycznych prac wykopaliskowych na Rynku Warzywnym na terenie Starego Miasta w Szczecinie [Wieczorowski, 1962] w warstwie kulturowej na głębokości ok. 10 m. Po wstępnych badaniach wrak łodzi został umieszczony w basenie z wodą z dodatkiem ok. 3 % formaliny. Próbkki do datowania metodą C-14 pobrane były z fragmentów wraku bezpośrednio z basenu i po wstępnym samoczynnym przesuszeniu dostarczone do laboratorium. Do datowania wybrano łącznie sześć próbek (zob. rys. 17), w tym trzy próbki drewna (fragment stępki z części dziobowej - próbka nr 7, fragment klepki poszycia przy stępce z lewej strony rufy - próbka nr 8, kołek ze stępki w części dziobowej - próbka nr 7A), dwie próbki mchu (uszczelka między drugim a trzecim pasem poszycia lewej burty w centralnej części łodzi - próbka 4, uszczelka klepki remontowej łodzi - próbka nr 10) oraz jedną próbkę będącą mieszaniną mchu i sierści zwierzęcej, stanowiącą uszczelkę rufowej części stępki.



Rys. 17. Wrak łodzi klepkowej z Rynku Warzywnego w Szczecinie z zaznaczeniem miejsc poboru próbek do datowania

Fig. 17. Wreck of the stave boat found in Szczecin. Figures indicate samples collected for radiocarbon dating

W celu maksymalnego usunięcia substancji obcych, jakie mogły osadzić się w materiale próbek w czasie ich długotrwałego przebywania w basenie, nie wywołując równocześnie znacznych strat datowanego materiału, zastosowano standardową wersję preparatyki wstępnej (opisana w rozdziale poświęconym metodyce laboratoryjnej), zwiększając jednak stężenie odczynników (do 4%) oraz wprowadzając gotowanie próbek na palniku gazowym zamiast standardowego traktowania w temperaturze 80°C. W przypadku próbki uszczelki (nr 1) złożonej głównie z sierści zwierzęcej zastosowano jedynie traktowanie gorącą wodą destylowaną i 2% roztworem HCl, gdyż traktowanie zasadą sodową mogło spowodować rozpuszczenie właściwej próbki wraz z ewentualnymi zanieczyszczeniami. Mimo zastosowania tak zmodyfikowanej procedury podczas preparowania próbki wystąpiły znaczne straty masy, które uniemożliwiły wykonanie oznaczenia wieku. Również w większości pozostałych próbek stwierdzono znaczne ubytki masy podczas traktowania odczynnikami. W rezultacie ilość gazu otrzymana po spaleniu próbek okazała się niewystarczająca do wykonania pomiarów przy użyciu dużego licznika pomiarowego, który pozwala na uzyskanie dat z błędem do ± 40 lat. Do pomiarów wieku użyto zatem małego licznika pomiarowego L3, przy czym w przypadku trzech próbek konieczne okazało się dodatkowo zastosowanie procedury rozcieńczania (zob. wyżej), a to z kolei uniemożliwiło użycie części gazu do pomiaru współczynnika frakcjonowania izotopowego $\delta^{13}\text{C}$. Odpowiednie poprawki do wieku radiowęglowego tych próbek wyznaczono na podstawie wartości $\delta^{13}\text{C}$ oszacowanych do danego typu materiału organicznego z pomiarów innych próbek. Ewentualne błędy wywołane nieznaną wartością rzeczywistej wartości $\delta^{13}\text{C}$ dla tych próbek nie powinny przekraczać ± 15 lat, co stanowi w przybliżeniu jedną czwartą błędu, jakim przeciętnie obarczone są konwencjonalne daty radiowęglowe.

Wyniki oznaczeń wieku, przedstawione w tabeli 5, wykazują istnienie trzech bardzo zbliżonych do siebie dat konwencjonalnych oraz dwóch dat wyraźnie odbiegających od tej grupy. Po przeprowadzeniu kalibracji dat konwencjonalnych otrzymuje się zespół prawie identycznych dat (kołki: 670 AD,

Tabela 5

Wyniki oznaczeń wieku łodzi klepkowych z rejonu ujścia Odry

Próbka	Nr lab Gd-	$\delta^{13}C$ ‰	Wiek BP	Wiek kalendarzowy AD		
				Mediana	Interkw.	
Szczecin, Rynek Warzywny, łódź klepkowa						
Stępka	2237	-26.8	1540±70	510	460-560	D
Kołek	2239	-26.0	1360±60	670	640-710	D
Klepka	2238	-26.0	1390±60	640	610-670	D
Uszczelka	2236	-32.8	1410±70	630	580-660	M
Uszczelka	2240	-30.0	1180±70	840	790-900	M
Wolin, Stare Miasto, wrak łodzi						
Stępka	2300	-27.0	1540±50	510	470-550	D
Kołki	2281	-28.2	1280±40	730	700-760	D
Łódź z Czarnowska						
	2497		1020±60	1010	970-1050	
	2493		1120±50	920	880-960	
	2496		1130±50	910	870-950	
Łódź z Charbrowska						
	2484		1100±50	930	900-970	
	1964		1120±50	920	880-950	
Łódź z Neuendorfu						
Stępka	3377	(-25)	1145±35	900	860-930	D
Kołki	5127	"	990±50	1040	1010-1100	D
"	2657	"	1000±60	1030	1000-1100	D
Łódź z Kamienia Pomorskiego						
Stępka	2282	-26.0	840±60	1180	1120-1220	D
Kołki	2291	-26.0	820±60	1200	1150-1240	D
Klepka	3121	-26.8	960±35	1080	1030-1120	D
Uszczelka	1829	-33.8	880±40	1140	1080-1180	M
"	2312	-32.6	890±60	1130	1080-1180	M
"	2285	-32.0	810±60	1210	1170-1240	M
Łódź z Wolina						
Uszczelka	2308	-30.0	520±50	1410	1350-1420	M
"	1837	-23.5	520±40	1410	1390-1420	S
"	2307	-30.0	580±60	1350	1320-1390	M

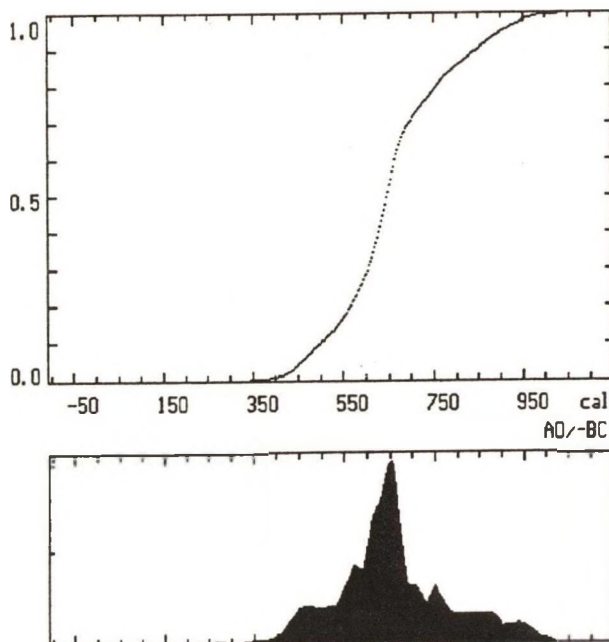
Oznaczenia rodzaju próbek organicznych: D - drewno; M - mech, S - sierść

+40, -30; klepka poszycia: 640 ± 40 AD, uszczelka: 630 AD, +30, -50), które pozwalają na określenie wieku łodzi na połowę VII wieku n.e. Uzyskanie znacznie starszej daty dla próbki drewna ze stępki wydaje się zrozumiałe, gdyż można przypuszczać, że do datowania użyta została próbka z wewnętrznej

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Lodz ze Szczecina
5 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
0.01           399
0.05           456
0.10           498
0.25           585
0.50           646
0.75           723
0.90           847
0.95           903
0.99           974
Ranges
0.50           [ 585, 723]
0.95           [ 431, 944]
0.98           [ 399, 974]

```



Rys. 18. Łódź ze Szczecina. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego

Fig. 18. Boat from Szczecin. Composite probability distribution of calendric age

części pnia, z którego wykonano stępkę. Wskazuje na to znaczne zwięźenie stępki w miejscu pobrania próbki (nr 7 na rys. 17) w porównaniu z grubością stępki w jej centralnej części. Trudny do wyjaśnienia pozostaje fakt uzyskania znacznie odmłodzonej daty dla próbki mchu z uszczelki (próbka nr 4). Ocenę tego wyniku komplikuje znaczna nieokreśloność kalibracji (wiek kalendarzowy tej próbki zawiera się w przedziale od 790 AD do 900 AD). Uzyskane wyniki nie pozwalają na rozróżnienie wieku elementów użytych pierwotnie do budowy łodzi, datujących moment jej wodowania, od wieku późniejszych remontów. Przytoczona ocena daty powstania łodzi "szczecińskiej" znajduje pełne potwierdzenie przy zastosowaniu metody

obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego wszystkich pięciu datowań, przedstawionego na rys. 18. Rozkład ten charakteryzuje się jednym wybitnym maksimum, przypadającym przy wieku ok. 650 AD, które pokrywa się prawie idealnie z wyliczoną wartością mediany rozkładu, wynoszącą 646 AD. Przyjmując za prawidłowe miary wieku łodzi wartości mediany a przedział interkwartyli za miarę nieoznaczoności wieku kalendarzowego, można ostatecznie stwierdzić, że wiek łodzi "szczecińskiej" wynosi 650 ± 70 AD.

Wolin - wrak z warstwy XII

Podczas systematycznych prac wykopaliskowych na terenie miasta Wolina na stanowisku 1 w wykopie 8 odkryto w warstwie XII na głębokości 120 do 140 cm poniżej poziomu morza stępkę łodzi klepkowej z tkwiącymi w niej kołkami, służącymi do mocowania klepek poszycia. Do datowania dostarczono fragment drewna ze stępki oraz kołki. Uzyskane daty radiowęglowe są niezgodne ze sobą (zob. tabela 5), wiek próbki drewna ze stępki jest znacznie starszy niż wiek kołków. Na uwagę zasługuje zbieżność dat otrzymanych dla stępki wraku z warstwy XII oraz stępki łodzi "szczecińskiej". Wynik datowania drewna ze stępki należy traktować, podobnie jak w przypadku szczegółowo omawianej łodzi "szczecińskiej", jako obarczony błędem systematycznym. W konsekwencji należy uznać, że najbardziej prawdopodobny wiek wraku jest wyznaczony przez przedział dat kalendarzowych dla próbki drewna z kołków. Data wodowania łodzi z warstwy XII przypada więc na I połowę VIII wieku n. e., przy czym nie można wykluczyć także możliwości starszego wieku łodzi (koniec VII wieku).

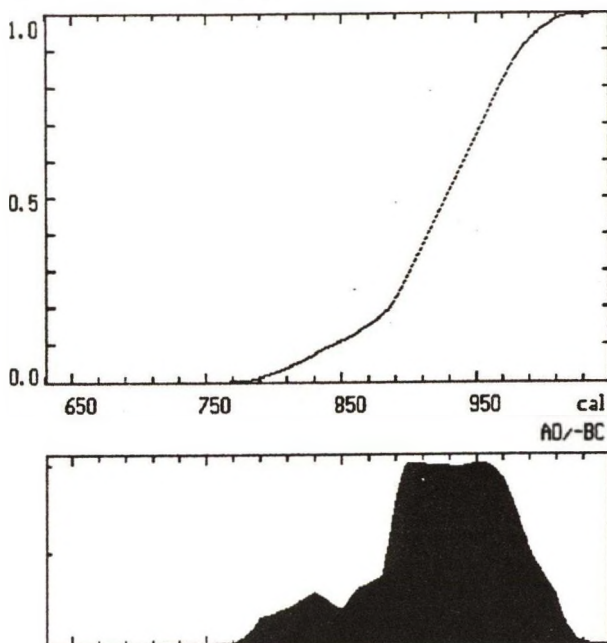
Łódź z Charbrowa

Wrak łodzi klepkowej odkryty został przypadkowo w 1898 roku na terenie obecnej wsi Charbrow, gm. Łeba, obecnie wchodzi w skład stałej ekspozycji Muzeum Narodowego w Szczecinie. Elementy łodzi były konserwowane naftą przed siedemdziesięciu laty, w ostatnich latach poddawano je czyszczeniu płynem "Tri". Do datowania pobrano fragmenty środkowej wręgi nr 6 oraz jednej z

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Lodz z Charbroua
  2 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          788
  0.05          817
  0.10          843
  0.25          894
  0.50          928
  0.75          961
  0.90          985
  0.95          997
  0.99         1015
  Ranges
  0.50         [ 894, 961]
  0.95         [ 800, 1007]
  0.98         [ 788, 1015]

```



Rys. 19. Łódź z Charbroua. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego

Fig. 19. Boat from Charbrów. Composite probability distribution of calendric age

klepek poszycia burty. Pobrane w grudniu 1985 roku próbki były poddane w laboratorium intensywnej obróbce chemicznej, mającej na celu możliwie pełne usunięcie substancji impregnujących. Zastosowana procedurę opisano w rozdziale dotyczącym metodyki prac laboratoryjnych.

Otrzymano praktycznie identyczne wartości konwencjonalnego wieku radiowęglowego dla obu datowanych fragmentów łodzi. Ze względu na skomplikowany przebieg krzywych kalibracyjnych w otoczeniu wieku konwencjonalnego 1100 BP otrzymuje się w rezultacie wartości wieku kalendarzowego pokrywające przedział czasowy X stulecia n.e. Funkcja gęstości łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego dwóch dat

otrzymanych dla łodzi z Charbrowa, przedstawiona na rysunku 19, charakteryzuje się szerokim płaskim maksimum, rozciągającym się od ok. 890 AD do ok. 970 AD. Przedział ten praktycznie pokrywa się z wyliczonym przedziałem interkwartyli wieku kalendarzowego. Można zatem uznać, że w takim przedziale czasowym zawiera się rzeczywisty kalendarzowy wiek łodzi z Charbrowa.

Przy ocenie wyników datowania konieczne jest jeszcze rozważenie wpływu dwóch pozalaboratoryjnych czynników, mających tego samego rodzaju wpływ na zmierzony wiek radiowęglowy, tzn. powodujących jego postarzenie. Pierwszy czynnik związany jest z potencjalną obecnością resztek środowiska konserwującego, które pozostały w próbkach drewna mimo ich intensywnego traktowania rozpuszczalnikami. Substancją użytą do konserwacji pierwotnej była nafta, która zawiera wyłącznie węgiel kopalny, nie wykazujący izotopu C-14. Obecność resztek nafty, jak też ewentualnie domieszek płynu "Tri", który również jest pochodnym produktem ropy naftowej, może powodować zawyżenie zmierzonego wieku próbki. Wydaje się mało prawdopodobne, aby w datowanych próbkach zawartość węgla pochodzącego ze środków konserwujących przekraczała 1%, przyjmując tę skrajną wartość zanieczyszczenia otrzymuje się, na podstawie stosunkowo prostych obliczeń (zob. też A. Pazdur, M. F. Pazdur, 1982, rys. 10, s. 28), że postarzenie wieku nie powinno przekraczać 80 lat. Drugi z czynników związany jest z użyciem do datowania wewnętrznej części pnia, zawierającej słoje rocznych przyrostów uformowane kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt lat przed ścięciem drzewa i użyciem go do budowy łodzi. Uwzględnienie tych czynników prowadzi do wniosku, że wyznaczony na podstawie pomiarów radiowęglowych wiek łodzi winien być traktowany jako maksymalny. Przyjmując, że datowane próbki drewna zawierały słoje rocznych przyrostów uformowane na 10 - 30 lat przed ścięciem drzewa, utrzymuje się w rezultacie, że najbardziej prawdopodobna data budowy łodzi z Charbrowa przypada na drugą połowę X wieku naszej ery.

Lódź z Czarnowska

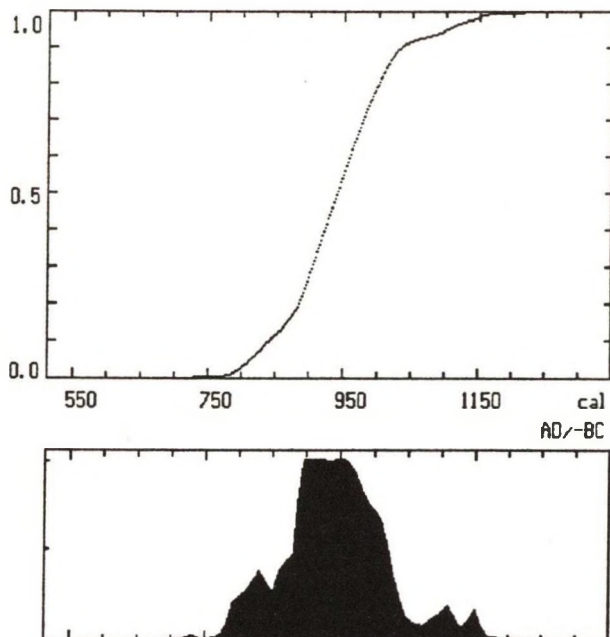
Wrak łodzi klepkowej wydobyto w 1957 roku na terenie wsi Czarnowsko, gm. Leba w woj. śląskim. Elementy łodzi poddane zostały konserwacji mieszaniną oleju lnianego, terpentyny i pokostu z nieznaczną ilością kalafonii (Garczyński, 1958). Zmontowany wrak łodzi stanowi eksponat w zbiorach Muzeum Narodowego w Szczecinie, poddawany okresowym zabiegom polegającym na czyszczeniu płynem "Tri". Do datowania pobrano w grudniu 1985 roku trzy próbki elementów konstrukcyjnych łodzi, a mianowicie: 1) kołki mocujące deske poszycia przy stępce prawej burty w dziobowej części łodzi, 2) fragment klepki z trzeciego pasa poszycia lewej burty, 3) fragment deski z prawej burty między trzecim a czwartym pasem poszycia, prawdopodobnie pochodzącej z naprawy w pobliżu wręgi nr 2.

Wartości konwencjonalne wieku radiowęglowego, zamieszczone w tabeli 5, nie wykazują spodziewanej różnicy dat klepki oryginalnej oraz klepki związanej z remontem łodzi, młodszy wiek uzyskano natomiast dla próbki kołków. W rezultacie obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego (zob. rys. 20) otrzymuje się nieznacznie młodszy wiek kalendarzowy niż w przypadku łodzi z Charbrowa, wynoszący 940 ± 50 AD. Podejmując próbę oceny rzeczywistego wieku łodzi z Czarnowska należałoby powtórzyć rozważania, przeprowadzone poprzednio przy analizie wyników datowania łodzi z Charbrowa, z jedną zasadniczą różnicą. Polega ona na tym, że do konserwacji tej łodzi użyte zostały związki chemiczne pochodzenia roślinnego, wytworzone współcześnie (terpentyna, pokost, olej lniany), a więc charakteryzujące się wysoką zawartością izotopu C-14, równą koncentracji izotopu C-14 w nieskażonej biosferze, gdyż w tych latach, na szczęście, nie zaznaczyło się jeszcze drastyczne skażenie środowiska skutkami eksplozji termojądrowych z lat 1960-1961, które spowodowały stuprocentowy wzrost zawartości izotopu C-14 w atmosferze i roślinności (Nydal et al., 1979). Obecność resztek środków konserwujących w datowanych próbkach spowodować może, wskutek większej koncentracji izotopu C-14 w tych związkach niż w

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Lodz z Czarnouska
  3 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          781
  0.05          814
  0.10          840
  0.25          895
  0.50          940
  0.75          988
  0.90         1034
  0.95         1102
  0.99         1156
  Ranges
  0.50          [ 895, 988]
  0.95          [ 796, 1137]
  0.98          [ 781, 1156]

```



Rys. 20. Łódź z Czarnouska. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego

Fig. 20. Boat from Czarnousko. Composite probability distribution of calendric age

próbce właściwej, błąd polegający na zaniżeniu wieku. Wielkość tego zaniżenia oszacować można, jak w przypadku próbek drewna z łodzi z Charbrowa, na podstawie odpowiednich wykresów (zob. np. A. Pazdur, M. F. Pazdur, 1982, Rys. 11, s. 28). Przyjmując jak poprzednio, że węgiel stanowiący zanieczyszczenie próbki stanowi nie więcej niż 1% całości węgla zawartego w próbce w chwili datowania oraz że substancja zanieczyszczająca jest młodsza od próbki właściwej o około 1000 lat, otrzymuje się, że wielkość błędu nie powinna przekraczać 10 lat. Jest to wartość znacznie mniejsza niż typowa wartość błędów laboratoryjnych, mniejsza także od typowych wielkości postarzenia związanych z czasem wzrostu drzewa, które można szacować na co

najmniej dwadzieścia lat. Można zatem ostatecznie przyjąć, że możliwość popełnienia błędu w datowaniu łodzi, wynikająca z obecności resztek substancji konserwujących, jest całkowicie do pominięcia, natomiast nie można pominąć czynnika czasu wzrostu drzewa. Na podstawie tych rozważań można ocenić wiek łodzi z Czarnowska na drugą połowę X wieku. Na podstawie uzyskanych datowań można przyjąć hipotezę o równowiekowości łodzi z Charbrowa i łodzi z Czarnowska.

Łódź z Kamienia Pomorskiego

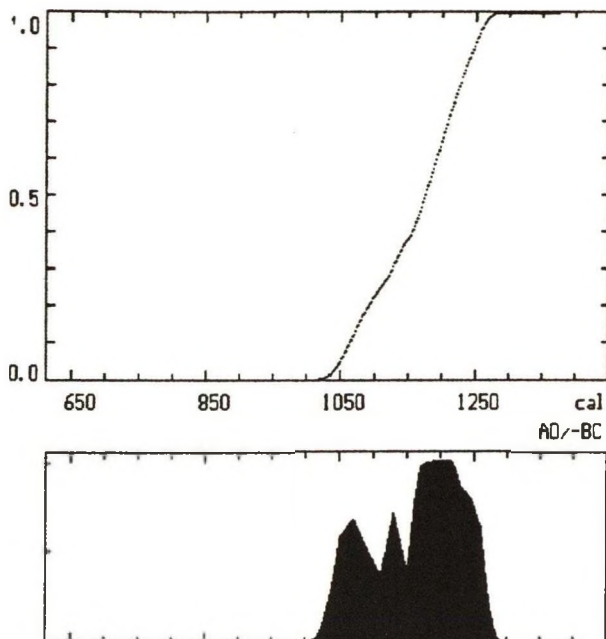
Stosunkowo dobrze zachowany wrak łodzi klepkowej odkryto podczas prac ziemnych w Kamieniu Pomorskim na głębokości poniżej 1 m, częściowo w zasięgu współczesnych korzeni. Z wydobytego obiektu pobranych zostało sześć próbek drewna i mchu z różnych elementów łodzi, związanych z jej budową oraz późniejszym remontem. Trzy próbki drewna obejmują: zewnętrzny fragment stępki z jej środkowej części (próbka 4/84), kołki drewniane ze środkowej części stępki (próbka 2/84), fragment szóstej klepki poszycia z burty łodzi (próbka 6/84). Dwie próbki mchu pobrane zostały z pierwszych uszczelnień łodzi, pierwsza - z uszczelki pomiędzy stępką a pierwszą deską poszycia w środkowej części łodzi, druga (próbka 5/84) - z uszczelki pomiędzy czwartą i piątą klepką burty. Ostatnia próbka mchu (nr 3/84) pochodzi z uszczelki pod deską reparacyjną na styku trzeciej i czwartej klepki poszycia prawej burty. Dostarczone do datowania próbki nie były poddawane wcześniej żadnym zabiegom konserwacyjnym, nie zawierały więc, poza potencjalnymi zanieczyszczeniami pochodzenia naturalnego, żadnych obcych substancji organicznych wprowadzonych sztucznie. Zastosowano do nich standardową procedurę wstępnej preparatyki chemicznej, opisana uprzednio, zaś ilość materiału z większości próbek (z wyjątkiem kołków ze stępki oraz uszczelki reparacyjnej - próbki 2/84 i 5/84) okazała się wystarczająca.

Konwencjonalne daty radiowęglowe, zamieszczone w tabeli 5, wykazują znaczny rozrzut, obejmujący przedział od 810 ± 60 BP do 960 ± 35 BP. Wymieniona

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Kamień Pomorski
  5 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          1031
  0.05          1049
  0.10          1063
  0.25          1109
  0.50          1175
  0.75          1218
  0.90          1247
  0.95          1258
  0.99          1275
  Ranges
  0.50          [ 1109, 1218]
  0.95          [ 1040, 1266]
  0.98          [ 1031, 1275]

```



Rys. 21. Łódź z Kamienia Pomorskiego. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego

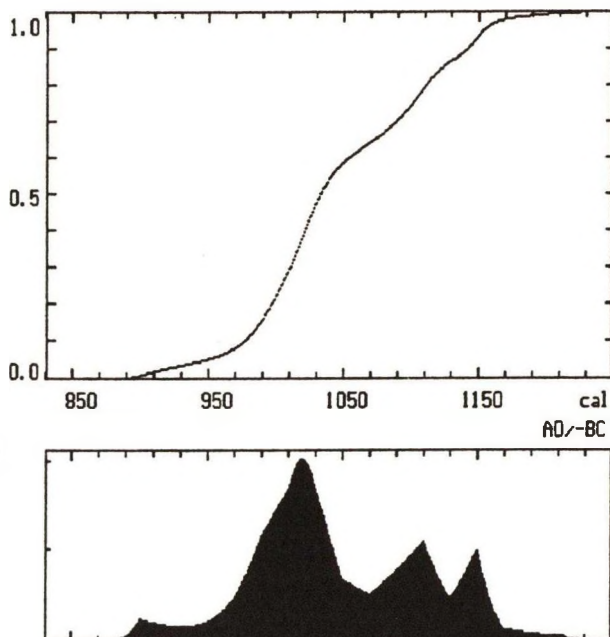
Fig. 21. Boat from Kamień Pomorski. Composite probability distribution of calendric age

najstarszą datę konwencjonalną (960 BP) uzyskano na próbce drewna z klepki i można ten odstający nieco wynik uznać za zrozumiały. Rozrzut dat kalibrowanych jest nieznacznie mniejszy, nie pozwala jednak na precyzyjne określenie wieku łodzi. Na uwagę zasługuje fakt, że odmiennie niż w przypadku omówionych wraków łodzi ze Szczecina i z Wolina wynik datowania drewna ze stępki nie odbiega od dat uzyskanych dla pozostałych elementów konstrukcyjnych łodzi. Jest to rezultat pobrania do datowania próbki drewna ze środkowej części stępki, gdzie jest ona najgrubsza, a tym samym najmniej obrobiona i zawiera prawdopodobnie słoje rocznych przyrostów o wieku zbliżonym do daty ścięcia pnia, z którego następnie wykonano stępkę.

```

<F1> Help      <F2> BP
<F4> Prt Report <Esc> Exit
<PrtSc>
Name of data set:
Lodz z Neuendorfu
  2 dates were calibrated
P(T < To)      To cal. AD/-BC
  0.01          902
  0.05          948
  0.10          977
  0.25          1004
  0.50          1033
  0.75          1101
  0.90          1142
  0.95          1154
  0.99          1195
  Ranges
  0.50          [ 1004, 1101]
  0.95          [ 918, 1166]
  0.98          [ 902, 1195]

```



Rys. 22. Łódź z Neuendorfu. Łączny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego

Fig. 22. Boat from Neuendorf. Composite probability distribution of calendric age

Wiek próbki mchu z uszczelki związanej z naprawą łodzi (próbka nr 3/84) należy do najmłodszych, jednak nie pozwala on na odróżnienie daty remontu od daty wodowania łodzi. Wynik obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego pięciu dat radiowęglowych (z pominięciem daty najstarszej otrzymanej na próbce drewna z klepki), przedstawiony na rysunku 21, prowadzi do wniosku, iż wiek łodzi z Kamienia Pomorskiego może być oceniany na drugą połowę XII wieku lub początek XIII w. n. e.

Lódź z Neuendorfu

Do datowania dostarczono próbki drewna ze stępki oraz tkwiące w niej kołki służące do mocowania klepek poszycia. Wynik datowania drewna ze stępki okazał się zdecydowanie starszy niż próbek kołków, podobnie jak to miało miejsce przy datowaniu wraków łodzi "szczecińskiej" i "wolińskiej". Prawie identyczne daty uzyskane dla kołków precyzyjnie wyznaczają wiek konwencjonalny wodowania łodzi, jednak wyznaczenie wieku kalendarzowego nie jest oczywiste i jednoznaczne z powodu silnie zaburzonego przebiegu krzywej kalibracyjnej w okresie XI stulecia AD. W rezultacie obliczenia łącznego rozkładu prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego dwóch dat uzyskanych na próbkach kołków otrzymuje się silnie rozmyty wielomodalny wykres przedstawiony na rysunku 22. Główne maksimum funkcji gęstości prawdopodobieństwa wskazuje na wiek kalendarzowy 1020 AD. Mediana otrzymanego rozkładu, podana na rysunku, wynosi 1033 AD, zaś przedział interkwartyli jest silnie asymetryczny i obejmuje cały XI wiek n.e. Opierając się na tych danych można przyjąć, że najbardziej prawdopodobny wiek łodzi z Neuendorfu przypada na pierwszą połowę XI wieku n.e., jednak ze względu na specyficzne cechy krzywej kalibracyjnej w omawianym przedziale czasu nie można wykluczyć zbudowania łodzi w drugiej połowie XI stulecia AD.

Wolin - wrak łodzi z polderu

Wrak łodzi klepkowej wydobyto na terenie polderu w Wolinie w 1984 r. z głębokości ok. 1,5 - 2m. Na podstawie cech konstrukcyjnych wiek łodzi oceniony został na późne średniowiecze. Do datowania metodą C-14 pobrane zostały trzy próbki z uszczelnienia łodzi: uszczelka z mchu łączenia stępki, uszczelka z mchu związana z naprawą łodzi oraz uszczelka z sierści zwierzęcej znajdująca się między deskami pierwotnego poszycia łodzi. Otrzymane konwencjonalne daty radiowęglowe (zob. tabela 5) są zgodne ze sobą. Uzyskano dokładnie tę samą wartość wieku konwencjonalnego dla próbek mchu i sierści z pierwotnego uszczelnienia łodzi, wiek próbki mchu z uszczelki

remontowej okazał się starszy, jednak można uznać, że różnica wieku jest wynikiem błędów laboratoryjnych. Daty kalibrowane otrzymane dla dwóch pierwszych próbek wskazują na pochodzenie łodzi z przełomu XIV i XV wieku. Dla próbki mchu z uszczelki remontowej kalibracja jest niejednoznaczna, otrzymuje się w jej wyniku dopuszczalny przedział czasowy od 1320 do 1370 AD z błędem ok. ± 65 lat. Biorąc pod uwagę niesprzeczność dat konwencjonalnych, niewatpliwie późniejsze pochodzenia uszczelki remontowej oraz granice błędu dat kalibrowanych, które dla próbki uszczelki remontowej sięgają 1390 roku n.e., należy uznać zespół tych trzech dat jako niesprzeczny i określający wiek łodzi na koniec XIV lub początek XV wieku. W świetle uzyskanych wyników należy też przyjąć, że w tym przedziale czasowym mieści się również data remontu łodzi.

Dłubanki

Oznaczenia wieku metodą C-14 wykonano na próbkach drewna pochodzącego z sześciu dłubanek. Wyniki datowań zawiera tabela 6. W formie graficznej wartości wieku kalendarzowego przedstawione są na rysunku 23.

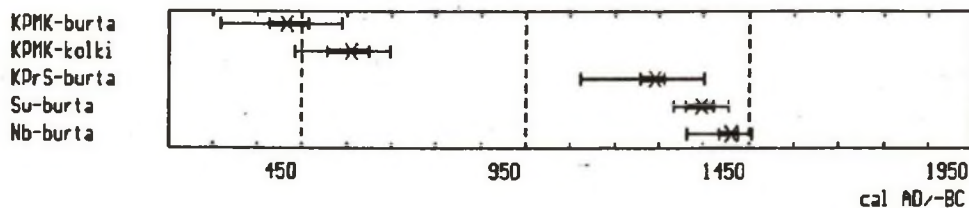
1) Dłubanka przechowywana w Muzeum Katedralnym w Kamieniu Pomorskim. Jest to łódź dużych rozmiarów, z tkwiącymi w burcie kołkami, stanowiąca przypadkowe znalezisko z okresu przedwojennego, dokładna data i miejsce znalezienia nie są znane. Do datowania pobrano drewno z kołków tkwiących w burcie oraz próbkę drewna z najbardziej zewnętrznych słoików pnia, z którego wykonano dłubankę. Rozbieżność dat konwencjonalnych, jak również kalibrowanych może świadczyć o długotrwałym użytkowaniu łodzi i znacznie późniejszym od daty wykonania łodzi umieszczeniu kołków w jej burcie. Przedział czasowy wykonania i użytkowania dłubanki można w świetle takiej interpretacji uzyskanych dat ocenić na V - VI wiek n.e.

2) Dłubanka wydobyta we wrześniu 1990 roku z mułu na dnie rzeki Dziwnej z głębokości ok. 4 m pod poziomem wody podczas prac ziemnych związanych z prowadzeniem gazociągu. Do oznaczenia wieku użyto fragmentu drewna z

Tabela 6

Wyniki oznaczeń wieku dębanych z rejonu ujścia Odry

Próbka	Nr lab. Gd-	$\delta^{13}C$ ‰	Wiek BP	Wiek kalendarzowy AD		
				Mediana	Interkw.	
Kamień Pomorski, Muzeum Katedralne						
Burta	1876	-26.0	1630±50	420	380-470	D
Kożek	2309	-25.0	1490±60	560	510-600	D
Wolin, rzeka Dziwna						
Burta	6335	(-25)	810±80	1200	1130-1240	W
"	6347	"	850±70	1170	1100-1210	W
Kamień Pomorski, rzeka Świniec						
Burta	2311	-29.5	770±60	1240	1210-126	D
Swieszewo						
Burta	5956	(-25)	620±50	1350	1310-137	D
Neubrandenburg						
Burta	5245	(-25)	510±50	1410	1380-1430	
Szczecin, Rubinowy Staw						
Burta	2315	(-25)	<150	-		



Rys. 23. Kalibrowane daty radiowęglowe próbek drewna z dębanych. Oznaczenia jak na rys. 6

Fig. 23. Calibrated radiocarbon dates of wood samples from dugout canoes. For explanations see fig. 6

zewnątrznej części burty. Otrzymany wynik datowania metodą C-14 pozwala ocenić wiek dłubanki na XII wiek n.e.

3) Dłubanka znaleziona przypadkowo w 1972 roku na dnie rzeki Świniec na terenie Kamienia Pomorskiego. Do oznaczenia wieku użyto fragmentu drewna burty. Otrzymany wynik datowania metodą C-14 pozwala ocenić wiek dłubanki na pierwszą połowę XIII wieku n.e.

4) Dłubanka wydobyta podczas robót ziemnych w Swieszewie. Datowano zewnętrzny fragment burty. Wiek kalendarzowy określony przez medianę wynosi 1350 AD. Silnie asymetryczny rozkład prawdopodobieństwa wieku kalendarzowego pozwala wnosić, że data powstania dłubanki przypada na początek drugiej połowy XIV wieku n.e.

5) Dłubanka z Neubrandenburga. Dokładne pochodzenie jest nieznane. Próbką drewna z burty została dostarczona do datowania przez prof. Wł. Filipowiaka z Muzeum Narodowego w Szczecinie. Najbardziej prawdopodobna wartość wieku kalendarzowego tej dłubanki może być oceniona na pierwsze dziesięciolecie XV wieku n.e.

6) Dłubanka odkryta przypadkowo w osadach dennych Rubinowego Stawu na terenie Osiedla Słonecznego w Szczecinie, na głębokości ok 4m poniżej aktualnej powierzchni dna stawu. Do datowania użyty został fragment drewna z burty dłubanki. W wyniku pomiarów stwierdzono, że koncentracja izotopu C-14 w badanej próbce drewna jest nieodróżnialna od koncentracji C-14 we współczesnych organizmach. Przy uwzględnieniu statystyki pomiarów prowadzi to do wniosku, że konwencjonalny wiek radiowęglowy badanej próbki jest nie większy od 150 BP, a w konsekwencji zastosowania krzywych kalibracyjnych M. Stuivera otrzymuje się, że prawdopodobny wiek dłubanki może zawierać się w przedziale od drugiej połowy XVII wieku do połowy XX wieku, a więc w zasadzie w ostatnich trzystu latach.

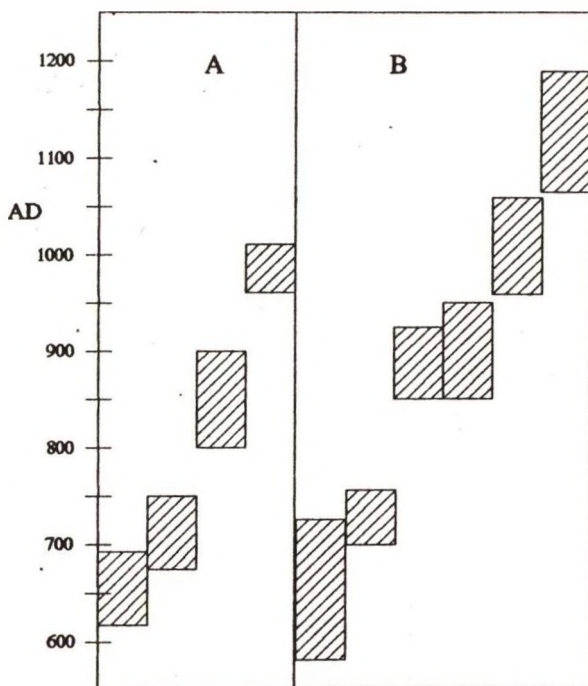
PODSUMOWANIE CHRONOLOGII ŻEGLUGI

Wyniki datowań próbek organicznych pochodzących z omawianych wyżej obiektów pływających wykazują pewne prawidłowości, wskazujące na ich

ogólniejsze znaczenia zarówno z punktu widzenia metodyki datowań, jak również właściwej interpretacji poszczególnych dat radiowęglowych. Po pierwsze, przy datowaniu trzech łodzi klepkowych (łodzi szczecińskiej, łodzi z Neuendorfu oraz wraku z Wolina z warstwy XII w wykopie 8) otrzymano dla próbek drewna ze stępki znacznie starszy wiek niż dla pozostałych datowanych elementów łodzi. Wskazuje to na użycie do datowania wewnętrznych słoń znacznie obrobionego pnia, z którego wykonana została stępka. Podobną relację uzyskano przy datowaniu dębki ze skarbcza Katedry w Kamieniu Pomorskim, gdzie drewno z burty dębki wykazało znacznie starszy wiek niż tkwiące w burcie kołki, jednak w tym przypadku można raczej podejrzewać późniejsze wmontowanie kołków. Po drugie, dla wszystkich trzech łodzi klepkowych, z których datowano próbki uszczelnień niewątpliwie związanych z naprawami łodzi, a więc z wydarzeniami w oczywisty sposób późniejszymi niż zbudowanie łodzi, stwierdzono, iż odpowiednie daty radiowęglowe nie odbiegają od wyników uzyskanych dla próbek materiałów użytych pierwotnie do budowy łodzi. Wynika stąd, że rozpoznane naprawy tych łodzi miały miejsce bezpośrednio po ich zbudowaniu, a co za tym idzie, czas użytkowania badanych łodzi był równie krótki. Ze względu na znaczne przedziały błędów poszczególnych dat radiowęglowych trudno jest ocenić przybliżony czas użytkowania łodzi. Opierając się wyłącznie na statystycznej interpretacji dat radiowęglowych oraz ich błędów można jedynie przyjąć, iż maksymalny czas użytkowania łodzi był nie większy niż przeciętne wartości błędów odpowiednich dat, a więc około 30 - 50 lat.

PODSUMOWANIE

Uzyskane w dotychczasowych badaniach wyniki, odnoszące się do głównych serii próbek, są podsumowane na rysunku 24 w formie porównania syntetycznej chronologii warstw kulturowych w wykopie 6 w Wolinie (lewa część rysunku) oraz łodzi klepkowych (prawa część rysunku). Wyraźnie widoczna jest zbieżność przedziałów czasowych odpowiadających początkowej fazie intensywnego osadnictwa w Wolinie (warstwa kulturowa XVI w wykopie 6, lata 670 - 750 AD,



Rys. 24. Syntetyczna chronologia początków osadnictwa i żeglugi u ujścia Odry

Fig. 24. Generalized chronology of habitation and navigation at the mouth of the Odra river

oraz półziemianka 3, lata od 620 do 690 AD) z przedziałami czasowymi otrzymanymi dwóch najstarszych datowanych wraków (wrak łodzi "szczecińskiej" i wrak z Wolina z warstwy XII w wykopie 8.).

Porównanie tych dwóch chronologii z zestawieniem datowań uzyskanych dla stanowisk osadniczych jest znacznie trudniejsze i nasuwa szereg wątpliwości,

zwłaszcza w kontekście słabo określonej reprezentatywności wrywkowo pobieranych próbek z pojedynczych warstw lub obiektów. Niezbędne są tu dalsze badania radiowęglowe, poprzedzone wnikliwą analizą źródeł i materiału archiwalnego.

Uzupełnienie A. Wykaz próbek datowanych metodą C-14 ze stanowisk osadniczych

I. Zespół osadniczy Wolina

1. Wolin, Stare Miasto, stanowisko 1, wykop 6

1.1. Półziemianka nr 3

- Próbką nr 878/74. Zwęglone ziarna prosa z niewielką domieszką mchu oraz fragmentami kilku łupin orzechów laskowych, rozrzucone w warstwie I wraz z fragmentami naczyń glinianych, głębokość ok. 5m (Gd-2217, 1460 ± 70 BP; $\delta^{13}\text{C} = -13.1\text{‰}$).

- Próbką nr 13/74. Grudka zwęglonego zboża z warstwy II, głębokość ok. 5.40m. W warstwie występują ponadto liczne skorupy naczyń glinianych i szczątki kości (Gd-1709, 1390 ± 40 BP; $\delta^{13}\text{C} = -11.3\text{‰}$).

- Próbką nr 6/74. Drobne kawałki węgla drzewnych rozrzucone na głębokości 5.15m w środkowej części półziemianki w warstwie IV, zbudowanej z szarego piasku z odłamkami drzewnymi, śladami spalenizny i fragmentami kości zwierzęcych. W warstwie stwierdzono liczne artefakty, w tym skorupy naczyń glinianych, przedmiot z żelaza i kamienna osełkę (Gd-3004, 1290 ± 35 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.7\text{‰}$).

- Próbką nr 10/74. Grudka zwęglonych ziaren prosa ze spagu półziemianki, z głębokości 5.70m. W najbliższym otoczeniu próbki liczne skorupy naczyń glinianych i kości zwierzęce (Gd-1710, 1370 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -12.4\text{‰}$).

1.2. Półziemianka na 2

- Próbką nr 905/74. Mech i łupiny orzecha laskowego z warstwy I, głębokość ok. 4.8m. W warstwie występują skorupy naczyń glinianych. Próbka nie datowana z powodu małej ilości materiału i znacznych strat podczas wstępnej obróbki chemicznej.

- Próbką 907/74. Mech z warstwy II, głębokość ok. 5m. Próbka nie datowana.

- Próbką 908/74. Mech rozrzucony w warstwie V na głębokości ok. 5.5m wraz ze skorupami naczyń glinianych. Próbka bardzo mała, do datowania zastosowano

rozcieńczenie nieaktywnym CO_2 (Gd-2218, 1310 ± 110 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.0^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr 7/74. Węgla drzewne w postaci czystych, dużych okruchów z warstwy V. Nie wykonano pomiarów współczynnika $\delta^{13}\text{C}$. (Gd-1666, 1570 ± 50 BP, założono wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0^\circ/\text{‰}$).

1.3. Warstwa XVI

Warstwa kulturowa złożona z piasku przemieszanego z próchnicą ze śladami spalenizny, zawierająca wióry drzewne, pozostałości drewnianych konstrukcji zabudowań, skorupy naczyń glinianych, kości zwierzęce i szczątki ryb, ziarna prosa, mech i węgle drzewne.

- Próbkę nr 8/74. Węgla drzewne rozproszone w zachodniej części wykopu, głębokość 4.6m. Wykonano dwa oznaczenia wieku przy użyciu dwóch zestawów pomiarowych (Gd-1714, 1340 ± 60 BP, Gd-3039, 1290 ± 35 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.2^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr 9/74. Węgla drzewne rozproszone we wschodniej części wykopu, głębokość 4.55m (Gd-1711, 1340 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.2^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr 843/74. Orzechy laskowe, bardzo dobrze zachowane, występujące w formie zwartego skupiska na głębokości 4.5m we wschodniej części wykopu (Gd-3048, 1150 ± 35 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.0^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr 896/74. Orzechy laskowe z niewielką ilością mchu, rozproszone we wschodniej części wykopu na głębokości ok. 4.8m (Gd-2216, 1290 ± 70 BP, $\delta^{13}\text{C} = -27.8^\circ/\text{‰}$).

1.4. Sekwencja warstw kulturowych od XV do X

- Próbkę nr VI/1973. Mech rozproszony w całej warstwie XV na głębokości ok. 4.2m (Gd-2267, 1200 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.3^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr V/1973. Mech rozproszony w całej warstwie XIV na głębokości ok. 4m (Gd-2335, 1190 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -29.0^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr IV/1973. Mech rozproszony w całej warstwie XIII na głębokości ok. 3.8m (Gd-1850, 1040 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.5^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr III/1973. Mech rozrzucony w całej warstwie XII na głębokości ok. 3.6m (Gd-2334, 1440 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -29.0^\circ/\text{‰}$).

- Próbkę nr I/1972. Mech rozrzucony w całej warstwie X na głębokości ok. 3m (Gd-1779, 1030 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -30.9^\circ/\text{‰}$).

2. Wolin, Stare Miasto, stanowisko 1 wykop 4

- Próbkę nr 2/55. drewno, fragment ściany budynku nr 21 w warstwie kulturowej XX (Gd-3160, 1410 ± 45 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.6^\circ/\text{‰}$).

3. Wolin, Stare Miasto, stanowisko 1, wykop 5

- Próbkę nr 17/61. Mech i orzechy laskowe z warstwy kulturowej XIXC z głębokości 6.28 do 6.48m (Gd-3158, 1380 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.3^\circ/\text{‰}$).

4. Wolin, Stare miasto, stanowisko 1 wykop 7

- Próbką nr 74/76. Mech z warstwy kulturowej pod wałem B, głębokość 3.68m (Gd-2369, 1260 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -30.0\text{‰}$).
- Próbką nr 85/76. Grudki zwęglonego prosa z warstwy kulturowej pod wałem A, głębokość 3.98m (Gd-2368, 1160 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -12.0\text{‰}$).
- Próbką X/90. (Gd-6335, 810 ± 80 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0\text{‰}$; powtórzenie pomiaru: Gd-6347, 850 ± 70 BP).
- Próbką MW/A/124. Węgłe drzewne z warstwy kulturowej reprezentującej kulturę łużycka, odpowiednik warstwy XVII w wykopie 6 na stanowisku 1, Wolin Stare Miasto. (Gd-5243, 2960 ± 40 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0\text{‰}$).

5. Wolin, Sutr Miasto - Port, stanowisko 1, wykop 8

- Próbką nr 452/84. Węgiel drzewny z opalonych kłód stanowiących pozostałości umocnień portowych, warstwa kulturowa XVII, głębokość 1.98 - 2.27m. W warstwie występują liczne kości zwierzęce i skorupy naczyń glinianych (Gd-3156, 1420 ± 35 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0\text{‰}$).
- Próbką nr 457/84. Węgłe drzewne rozproszone pod faszyną w warstwie kulturowej XVIII/1, głębokość 2.05 - 2.20m (Gd-3153, 1605 ± 35 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0\text{‰}$).
- Próbką nr 459/84. Drewno (faszyna) z umocnienia nabrzeża, warstwa XVII, głębokość 2.05m (Gd-3234, 1180 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.6\text{‰}$).
- Próbką nr 72/85. Drewno z pala pomostu nr 1, warstwy XII-XIV, głębokość 57cm (Gd-2477, 1060 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.5\text{‰}$).
- Próbką 72/85bis. Drewno z pala pomostu nr 1, warstwy XII-XIV, powtórne oznaczenie wieku tej samej próbki na innym zestawie pomiarowym: Gd-1961, 1090 ± 40 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -26.5\text{‰}$).
- Próbką 95/85. Drewno z podłogi pomostu nr 1, warstwa XIX, głębokość 2.37m (Gd-1953, 1360 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -29.9\text{‰}$).
- Próbką nr 1/95AB. Kość zwierzęca z osadów tworzących warstwę kulturową XVII, głębokość ok. 2.2m (Gd-3266, 1000 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -23.5\text{‰}$).

6. Wolin, Przedmieście, stanowisko 2

- Próbką S2/6. Kości zwierzęce (krowa, świnia, owca) z wypełniska jamy nr 2 (Gd-1975, 1440 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -28.1\text{‰}$; powtórzenie pomiaru aktywności C-14 na dwutlenku węgla z tego samego spalania kolagenu: Gd-2506, 1420 ± 60 BP).
- Próbką S2/XI. Kości zwierzęce (krowa, świnia, owca) z warstwy kulturowej XI (Gd-1978, 1340 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -22.3\text{‰}$).

7. Wolin, Srebrne Wzgórze, stanowisko 6

- Próbką 216/64. Zwęglone ziarna zbóż, występujące w formie zwartej skupiska w obrębie warstwy kulturowej IV (Gd-1954, 1030 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -24.8\text{‰}$).

- Próbką S6/XVa. Kości zwierzęce, rozproszone w obrębie warstwy kulturowej XVa (Gd-2500, 1080 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -22.8\text{‰}$).

8. Wolin, stanowisko 17

Próbka 1/89. Węgle drzewne ze spalonego pala domu słupowego w warstwie kulturowej (Gd-5562, 1020 ± 50 BP, przyjęta do obliczeń wartość $\delta^{13}\text{C} = -25.0\text{‰}$;

Próbka 2/89. Węgle drzewne z paleniska na poziomie podłogi spalonego domu w warstwie kulturowej (Gd-5563, 1070 ± 50 BP).

II. Osadnictwo w okolicach Wolina

1. Lubieszewo, stanowisko 2

- Próbką nr 46. Węgle drzewne z wypełniska po słupie nośnym nr 14 domu słupowego nr 2, zniszczonego pożarem, głębokość 30cm (Gd-3083, 1530 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.2\text{‰}$).

- Próbką nr 47. Węgle drzewne z wypełniska po słupie nośnym nr 15 domu słupowego nr 2, zniszczonego pożarem, głębokość 30cm (Gd-3086, 1490 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.8\text{‰}$).

- Próbką botaniczną nr 25/67. Zwęglone ziarna jęczmienia zwyczajnego (*Hordeum vulgare* L., 618 ziaren) i owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L., 175 ziaren) ze słupów nośnych nr 4 i 5 domu słupowego nr 4, głębokość 23cm (Gd-2276, 1750 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -24.1\text{‰}$).

- Próbką botaniczną nr 65/67. Zwęglone ziarna żyta zwyczajnego (*Secale cereale* L., 550 ziaren) z jamy posłupowej słupa nośnego nr 51 domu słupowego nr 5a, identyfikowanego jako spichlerz nr 1, głębokość 31 cm.

- Próbką botaniczną nr 67b/67. Zwęglone ziarna żyta zwyczajnego (*Secale cereale* L., 432 ziarna) z jamy posłupowej słupa nośnego nr 52 domu słupowego nr 5a (spichlerz nr 1), głębokość 70cm. Do datowania połączono próbki botaniczne nr 65/67 i nr 67b/67 (Gd-2279, 1830 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -22.6\text{‰}$).

2. Łobżany, stanowisko 1

- Próbką węgla drzewnych z jamy nr 1, ar IX, z warstwy zniszczonego paleniska z dużymi fragmentami naczyń glinianych, głębokość od 66 do 80cm (Gd-1788, 1600 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.4\text{‰}$).

- Próbką węgla drzewnych z dolnej i środkowej części paleniska nr 2, ar I,

głębokość od 45 do 65cm (Gd-3084, 1800 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.9\text{‰}$).

3. Dębczno, stanowisko 10

- Próbką nr D10/350/81. Węgle drzewne z jamy gospodarczej, obiekt 465, głębokość ok. 24cm (Gd-2275, 1330 ± 80 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.8\text{‰}$).

4. Gardziec, gm. Kamień Pomorski

Węgle drzewne z półziemianki (jama nr 12), głębokość ok. 40cm (Gd-1792, 960 ± 40, $\delta^{13}\text{C} = -25.8\text{‰}$).

5. Dziedzice, stanowisko 4

węgle drzewne z wypełniska półziemianki nr 19/73, występujące w jednolicie ciemnoszarej warstwie na poziomie zniszczonego paleniska, głębokość ok. 45 do 70 cm (Gd-1790, 920 ± 40 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.8\text{‰}$).

Węgle drzewne z wypełniska półziemianki nr 15/70, głębokość od 50 do 70cm (Gd-3090, 1130 ± 35 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.4\text{‰}$).

6. Derczewo, stanowisko 3

- Węgle drzewne z wypełniska jamy nr 3/73, głębokość od 30 do 40cm (Gd-3089, 1090 ± 50 BP, $\delta^{13}\text{C} = -26.1\text{‰}$).

- Węgle drzewne z wypełniska półziemianki nr 5/73, na poziomie zniszczonej konstrukcji kamiennej paleniska na głębokości 40 do 60 cm. Oznaczenia wieku wykonano dla dwóch części dostarczonej próbki, stosując dwa różne zestawy pomiarowe (Gd-3087, 1150 ± 35 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.6\text{‰}$, Gd-1819, 1080 ± 60 BP, $\delta^{13}\text{C} = -25.10\text{‰}$).

Opracowanie niniejsze wykonano w ramach prac nad doskonaleniem metodyki zastosowań chronometrii izotopowej w badaniach archeologicznych, objętych programem badawczym PB 740/6/91 i finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

Większość pomiarów wieku została sfinansowana przez Muzeum Narodowe w Szczecinie, część badań (datowania próbek organicznych z wykopów 4, 5, 7 i 8 w Wolinie) wykonano w ramach problemu międzyresortowego MR. III. 5 "Pomniki kultury narodowej - opis, zabezpieczenie, interpretacja", koordynowanego przez Instytut Historii Kultury Materialnej PAN w Warszawie. Pomiarów współczynników frakcjonowania izotopowego $\delta^{13}\text{C}$ wykonane dla większości datowanych próbek w Pracowni Spektrometrii Mas Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie zostały sfinansowane przez Laboratorium C-14 Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Autorzy pragną podziękować Panu Prof. dr. hab. Stanisławowi Hałasowi oraz jego współpracownikom za życzliwe udostępnianie spektrometru masowego oraz za wszechstronną pomoc w wykonywaniu pomiarów.

LITERATURA

- Aitchison T. C., Leese M., Michczyńska D. J., Mook W. G., Otlwet 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.
- Awsiuk R., Filipowiak W., Goslar T., Pazdur A., Pazdur M. F., 1986, Early Slavonic settlements and navigation at the mouth of the Odra river; *Radiocarbon*, t. 28, s. 726-731.
- Białecka F., 1961, Ceramika ze stanowiska wykopaliskowego 4 w Wolinie; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 7, s. 293.
- Brenninkmeyer C. A. M., 1983, Deuterium, oxygen - 18 and carbon - 13 in tree rings and peat depositions in relation to climate; rozprawa dokt., Groningen Univ., Groningen.
- Clark R. M., 1975, A calibration curve for radiocarbon dates; *Antiquity*, t. 49, s. 251-266.
- Cnotliwy E., 1958, Wczesnośredniowieczne przedmioty z rogu i kości z Wolina ze stanowiska 4; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 4, s. 155.
- Cnotliwy E., 1966, Wyniki badań archeologicznych na osadzie wczesnośredniowiecznej w Gardźcu pow. Kamień Pomorski; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 12, s. 226-233.
- Damon P. E., Lerman J. C., Long A. 1978, Temporal fluctuations of atmospheric C-14: Causal factors and implications; *Annual Rev. Earth and Planetary Sci.*, t. 6, s. 457-494.
- Filipowiak W., 1954, Wolin - największe miasto słowiańszczyzny zachodniej; *Przegląd Zachodni*, t. 7, s. 63
- Filipowiak W., 1973, Wyspa Wolin w prahistorii i we wczesnym średniowieczu; *Prace Instytutu Zachodniopomorskiego*, t. 45, s. 37-137.
- Filipowiak W., 1993, Wolin i żegluga u ujścia Odry w świetle chronologii radiowęglowej; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Matematyka-Fizyka*, z. 70, *Geochronometria* Nr 9.
- Garczyński W., 1958, Transport i konserwacja wczesnośredniowiecznej łodzi ze wsi Czarnowsko, pow. Lębork; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 4, s. 393-397.
- Goslar T., Michczyńska D. J., Pazdur M. F., 1990, Datowanie radiowęglowe wysokiej precyzji i probabilistyczna kalibracja dat radiowęglowych; *Archeologia Polski*, t. XXXV, z. 2, s. 191-214.
- Haska K., 1965, Prace zabezpieczające przy łodzi charbrowskiej; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 12, s. 843-854
- Klein J., Lerman J. C., Damon P. E., Ralph E. K., 1982, Calibration of radiocarbon dates. Tables based on the consensus data of the Workshop on Calibrating the Radiocarbon Time Scale; *Radiocarbon*, t. 24, s. 103-150.
- Klichowska M., 1961, Wczesnośredniowieczne szczątki roślinne odkryte w Wolinie na stanowisku wykopaliskowym 4 w latach 1953-1955; *Materiały Zachodniopomorskie*, t. 7, s. 457.

- Klichowska M., 1972, Charakterystyczne znaleziska roślinne z Lubieszewa, pow. Gryfice; Materiały Zachodniopomorskie, t. 16, s. 167-181.
- Kubasiewicz M., 1959, Szczątki zwierząt wczesnośredniowiecznych z Wolina; Szczecin
- Longin R., 1971, New method of collagen extraction for radiocarbon dating; Nature, t. 230, s. 241-242.
- Michczyńska D. J., Pazdur M. F., 1990, Probabilistyczna kalibracja dat radiowęglowych; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 61, Geochronometria Nr 6, s. 37-60.
- Mook W., Waterbolk H. T., (red.), 1983, C-14 and Archaeology. Proc. of the First International Symposium, Groningen, 1981; PACT, t. 8.
- Nydal R., Loveth, Gulliksen S., 1979, A survey of radiocarbon variations in nature since the Test Ban Treaty [w:] Radiocarbon Dating, R. Berger, H. E. Suess (red.), Univ. of California Press, Los Angeles, s. 313-323.
- Olsson I. U. (red.), 1970, Radiocarbon variations and absolute chronology. Proc. 12th Nobel Symposium, Uppsala, 1970. Almqvist and Wiksell, Stockholm 1970.
- Ottaway B. S., 1986, Is C-14 obsolescent for archaeologists?; Radiocarbon, t. 28, s. 732-738.
- Pazdur A., Awiuk R., Goslar T., Pazdur M. F., 1986, Spalanie próbek organicznych i oczyszczanie CO przeznaczonych do pomiarów radiowęglowych; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 47, Geochronometria Nr 2, s. 109-115.
- Pazdur A., Pazdur M. F., 1982, Chronometria radiowęglowa jako metoda badawcza w archeologii. Możliwości, ograniczenia, perspektywy; Przegląd Archeologiczny, t. 30, s. 5-45.
- Pazdur A., Pazdur M. F., 1985, Aparatura pomiarowa Laboratorium C-14 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 method of probabilistic calibration of radiocarbon dates; Radiocarbon, t. 31, s. 824-832.
- Pazdur M. F., Pazdur A., Awiuk R., Goslar T., 1986, Metody preparatyki wstępnej próbek przeznaczonych do pomiarów radiowęglowych; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Matematyka-Fizyka, z. 47, Geochronometria Nr 2, s. 101-107.
- Pearson G. W., Pilcher J. R., Bailline M. G., Corbett D. M., 1986, High-precision C-14 measurements of Irish oaks to show the natural C-14 variations from AD 1840-5210 BC; Radiocarbon, t. 28, s. 911-934.
- Porzeziński A., 1969, Wstępne wyniki badań na osadzie wczesnośredniowiecznej w Dziedzicach, pow. Myślibórz; Materiały Zachodniopomorskie, t. 15, s. 69-102.
- Porzeziński A., 1972a, Dotychczasowe wyniki badań na osadzie wczesnośredniowiecznej w Dziedzicach, pow. Myślibórz; Sprawozdania Archeologiczne, t. 24, s. 149-161.

Archeologiczne, t. 24, s. 149-161.

- Porzeziński A., 1972b, Badania archeologiczne na osadzie wczesnośredniowiecznej z VI-VIII w. w Derczewie, pow. Myślibórz; Materiały Zachodniopomorskie, t. 18, s. 137-158.
- Porzeziński A., 1972a, Dotychczasowe wyniki badań na osadzie wczesnośredniowiecznej w Dziedzicach, pow. Myślibórz; Sprawozdania Archeologiczne, t. 24, s. 149-161.
- Porzeziński A., 1975, Sprawozdanie z badań archeologicznych na osadzie wczesnośredniowiecznej w Derczewie, pow. Myślibórz; Sprawozdania Archeologiczne, t. 27, s. 165-173.
- Ralph E. K., Michael H. N., Han M. C., 1973, Radiocarbon dates and reality; MASCA Newsletter, t. 9, s. 1-20.
- Rulewicz M., Zajdler-Szczyrowska L., 1970, Materiały do wczesnośredniowiecznego rybołówstwa w Wolinie; Materiały Zachodniopomorskie, t. 16.
- Sikorski A., 1982, Osada z najwcześniejszej fazy wczesnego średniowiecza w Dębczynie (Stanowisko 10) na Pomorzu Środkowym; Sprawozdanie Archeologiczne, t. 34, s. 247-249.
- Stuiver M., 1982, A high-precision calibration of the AD radiocarbon time scale; Radiocarbon, t. 24, s. 1-26.
- Stuiver M., Becker B., 1986, High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-2500 BC; Radiocarbon, t. 28, s. 863-910.
- Stuiver M., Pearson G. W., 1986, High-precision calibration of the radiocarbon time-scale, AD 1950-500 BC; Radiocarbon, t. 28, s. 805-838.
- Stuiver M., Polach H. A., 1977, Reporting of C-14 data; Radiocarbon, t. 19, s. 355-363.
- Switsur V. R., 1973, The radiocarbon calendar recalibrated; Antiquity, t. 47, s. 131-137.
- Willkomm H., 1983, The reliability of archaeological interpretation of C-14 dates; Radiocarbon, t. 25, s. 645-646.
- Wojtasik J., 1958, Znaleźiska bursztynowe ze stanowiska 4 w Wolinie; Materiały Zachodniopomorskie, t. 3, s. 99.
- Wojtasik J., 1960, Wczesnośredniowieczne wyroby ze skóry znalezione na stanowisku 4 w Wolinie; Materiały Zachodniopomorskie, t. 6, s. 159.
- Wokroj F., 1967, Wczesnośredniowieczne cmentarzysko "Młynówka" w Wolinie w świetle antropologii; Materiały Zachodniopomorskie, t. 13, s. 295.
- Wołagiewicz R., 1968, Wstępne wyniki badań w Lubieszewie, pow. Gryfice, w latach 1964-1968; Materiały Zachodniopomorskie, t. 14, s. 141-149.
- Wołagiewicz R., 1970, Z dotychczasowych badań w Lubieszewie na Pomorzu w latach 1964-1968; Sprawozdania Archeologiczne, t. 22, s. 103-114.

Abstract

The settlement in Wolin was recognized as one of the most important and largest fortified harbour cities at the Western Pomerania. During systematic excavations of the Wolin settlement and its vicinities a large number of organic samples of different nature was collected. The aim of this study was to develop detailed absolute chronology of the Wolin settlement in relation to other settlements near the Odra mouth to the Baltic Sea, and taking into account also the history of navigation in this region. The chronology of Wolin settlement is based on results of 36 radiocarbon datings of the oldest cultural layers within the settlements, its fortifications, remnants of harbour and suburbs. Chronology of navigation is based on radiocarbon datings of seven stave boats and six dugout canoes. All stave boats were dated using samples of different nature, including wood of stem, staves, treenails, and moss and animal hair of fittings.

The reference chronology of the Wolin settlement is based on series of 17 datings of the profile of anthropogenic sediments excavated in Trench 6 on Site 1, where five main stratigraphic units were distinguished. Radiocarbon datings of set of samples of moss, hazelnuts, charred millet grains, and charcoal give reliable estimate of the beginning of intensive habitation to second half of VII century AD. This estimate coincides well with radiocarbon datings of oldest cultural layers in other parts of the Wolin, as well as with the oldest dated stave boats from Szczecin and Wolin. Basing of results of other datings it may be concluded that the second important period in the early history of the Wolin settlement was associated with the beginning of the Early Medieval fortified town with harbour, dated to end of X century AD.