

JACEK KABACIŃSKI, IWONA SOBKOWIAK-TABAKA

## PÓŹNY PALEOLIT NIŻU ŚRODKOWOEUROPEJSKIEGO W ŚWIETLE CHRONOSTRATYGRAFII PÓŹNEGO GLACJAŁU

### LATE PALAEOOLITHIC OF CENTRAL EUROPEAN LOWLANDS IN THE LIGHT OF CHRONOSTRATIGRAPHY OF THE LATE GLACIAL

The paper discusses the state-of-the-art of a chronology and a stratigraphy of the Late Glacial in the context of current analyses of dead-ice cores from Greenland and Antarctic, analyses of laminated lake and marine sediments, and dendrochronological and palaeobotanical research. The results obtained from Greenland ice cores directly influence archaeological studies on the Late Palaeolithic in Central European Lowlands. A complete sequence of climatic changes obtained from the analysis enables a more precise observation of cultural alteration in the context of dynamically changing climate conditions.

KEY WORDS: Late Glacial, Late Palaeolithic, chronostratigraphy

Specyfiką badań archeologicznych odleglejszych okresów pradziejów, gdzie ilość źródeł archeologicznych, będących podstawą rekonstrukcji naszej wiedzy o społecznościach ludzkich jest stosunkowo niewielka (np. paleolitu), jest silne uzależnienie od nauk przyrodniczych. Wśród nich decydujące znaczenie odgrywają z jednej strony geologia i geomorfologia oraz cały szereg dyscyplin mieszczących się w ramach paleobiologii, a z drugiej nauki fizyko-chemiczne. Pozwalają one na umieszczenie osadnictwa ludzkiego w konkretnych kontekstach przyrodniczych, co w przypadku społeczności silnie uzależnionych od środowiska naturalnego ma kluczowe znaczenie dla poznania sposobów ich bytowania.

Uzależnienie to wzrasta wraz z odległością przedmiotu naszych badań od czasów współczesnych i związaną z tym zmniejszającą się ilością źródeł czysto archeologicznych. Wzrasta również z co najmniej dwóch innych powodów. Pierwszym jest swoisty „kryzys” metody typologicznej, która począwszy od XIX wieku jest podstawą naszego myślenia o społecznościach pradziejowych. Metoda ta zdominowała badania archeologiczne w wieku XX, porządkując i systematyzując naszą wiedzę o tych społecznościach. W przypadku badań starszej i środkowej epoki kamienia na Niżu Środkowoeuropejskim, pozwoliła ona na wyróżnienie całego szeregu kultur archeologicznych, różniących się od siebie techniką obróbki krzemienia oraz typem wytwarza-

nych narzędzi krzemiennych. Jest uderzającym, że ta stworzona w latach 60-tych XIX wieku systematyka nie uległa żadnym istotnym zmianom do czasów dzisiejszych, co nie znaczy, że próby takie nie były czynione. Na gruncie badań nad schyłkowym paleolitem pojawiła się np. ostatnio koncepcja łącznego traktowania kultury świderskiej i ahrensburskiej – technokompleks świdersko-ahrensburkski (Kobusiewicz 1999; 2002). Koncepcja ta jest w dużej mierze wyrazem ograniczeń metody typologicznej i swoistej bezradności: współcześnie odczuwalny brak możliwości bardziej pogłębionych studiów nad zróżnicowaniem społeczności schyłkowopaleolitycznych doprowadził w tym przypadku do stworzenia koncepcji skrajnie ogólnej. Towarzyszył jej postulat prowadzenia szczegółowych, multidyscyplinarnych badań na stanowiskach przylegających do zbiorników z utworami biogenicznymi, które pozwolą na szczegółowe rozpoznanie konkretnego osadnictwa, a w bliżej nieokreślonej perspektywie na stworzenie nowej systematyki, oddającej w sposób właściwy zróżnicowanie społeczności pradziejowych schyłkowego paleolitu. Próby uszczegółowienia systematyki w oparciu o metodę typologiczną czynione były również od lat 70-tych na gruncie badań nad mezolitem (np. Kozłowski, Kozłowski 1977) i jakkolwiek skończyły się one częściowym powodzeniem, trudno zauważyć od końca lat 70-tych jakiś znaczący postęp w badaniach nad systematyką mezolitu, mimo coraz szerzej obecnie uświadamianego i akceptowanego przekonania o znacznym zróżnicowaniu społeczności mezolitycznych, wynikają-

cego choćby z ich „lokalności”. Powyżej zarysowany kryzys klasycznej metodyki archeologicznej doprowadził do zwrotu archeologii ku naukom przyrodniczym, która w wersji skrajnej jest niekiedy traktowana bardziej jak nauka przyrodnicza niż społeczna.

Drugim powodem rosnącego uzależnienia archeologii pradziejowej od nauk przyrodniczych jest bardzo szybki ich rozwój w ostatnich dekadach. Widoczne jest to między innymi w rozwoju metod względnego i bezwzględnego datowania (np. metoda akceleratorowego określania wieku próbek zawierających węgiel radioaktywny czy wzrastająca precyzja datowania przy pomocy osadów laminowanych). Szczególnie istotne dla badań archeologicznych nad późnym glaciałem mają współczesne badania nad chronostratygrafią późnego glaciału, pokazujące w sposób bardziej wnikliwy i bardziej przystający do rzeczywistości zróżnicowanie klimatyczne tego okresu. Doprowadziły one do istotnej rewizji panujących dotychczas koncepcji podziału późnego glaciału, jego chronologii oraz wyobrażeń o szybkości zachodzących wówczas przemian klimatycznych. Ponieważ jednym z podstawowych aspektów wszelkich badań archeologicznych jest umieszczenie analizowanych zjawisk kulturowych na skali czasu, a w przypadku badań nad osadnictwem późnopaleolitycznym umiejscowienie ich również w konkretnym kontekście przyrodniczym, stąd kluczowe znaczenie dla badań archeologicznych (późnego glaciału) ma stałe uaktualnianie koncepcji i danych pochodzących z badań przyrodniczych.

## 1. BADANIA LODU KOPALNEGO I ICH ZNACZENIE DLA CHRONOSTRATYGRAFII PÓŹNEGO GLACJAŁU

Podstawowe znaczenie dla wszelkich rekonstrukcji chronostratygraficznych mają kompletne i wystarczająco długie sekwencje osadów kopalnych, pokazujące całe spektrum zmian zachodzących w analizowanym okresie. Sekwencje takie pozyskano w ostatnich latach dzięki wierceniom w lodzie kopalnym na terenie Grenlandii i Antarktydy. Rdzenie te, odzwierciedlające roczne przyrosty lodu zdeponowanego w efekcie opadów śniegu w sezonie letnim i zimowym, pozwoliły na rekonstrukcję zmian klimatycznych sięgających ponad 700 tys. lat wstecz.

Zmiany klimatyczne, którym podlegała Ziemia w plejstocenie warunkowane były szeregiem czynników, w tym fluktuacjami parametrów orbitalnych Ziemi w jej ruchu wokół Słońca, zaburzeniami w cyrkulacji wód oceanicznych oraz zmianami w ilości gazów cieplarnianych w atmosferze. W sposób bezpośredni zmiany klimatyczne związane są przede wszystkim (choć nie wyłącznie) ze zmianami temperatury, a te ostatnie uwidaczniają się w zapisie kopalnym w postaci zmian wartości  $\delta^{18}O$  ( $\delta^{18}O$  to względne odchylenie koncentracji izotopu



Ryc. 1. Lokalizacja odwiertów lodu kopalnego na obszarze Grenlandii

Fig. 1. Location of dead-ice drilling in Greenland

tlenu  $^{18}\text{O}$  w próbce mierzone w stosunku do średniej jego koncentracji w wodzie oceanicznej), wzrostem lub spadkiem zawartości dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) i metanu ( $\text{CH}_4$ ) czy we fluktuacjach w przewodnictwie elektrycznym analizowanych warstw lodu (Taylor et al. 1993).

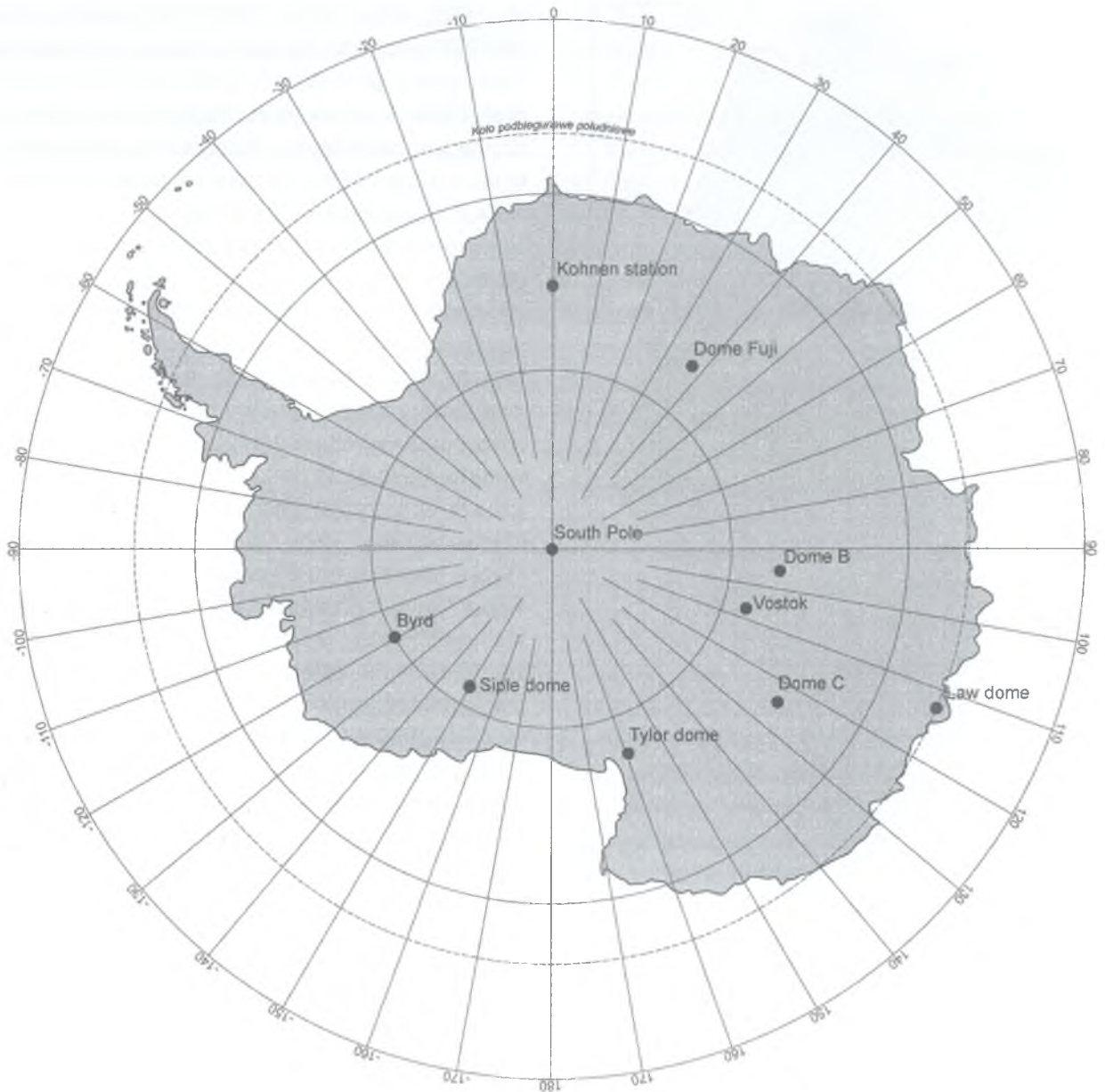
Do chwili obecnej analizie poddano kilkanaście rdzeni kopalnego lodu, w tym 6 z terenu Grenlandii (ryc. 1) i 9 z Antarktydy (ryc. 2). Na terenie Grenlandii pierwsze wiercenia w głąb lodowca grenlandzkiego miały miejsce w 1966 roku (Camp Century – Johnsen et al. 1972), a kolejne w roku 1981 w Dye 3 (Dansgaard et al. 1982) oraz w 1987 w Renland (Johnsen et al. 1992). Kolejne 2 rdzenie (GRIP i GISP2) pobrano w środkowej Grenlandii, w okoli-

cach Summit, w początkach lat 90-tych (Johnsen et al. 1992; Alley et al. 1993). Najnowszy rdzeń (NGRIP) pochodzi również z centralnej Grenlandii. Nawiercono go w latach 1996-2003 (Dahl-Jensen et al. 2002; Andersen et al. 2004), a dane z jego analizy są jeszcze niepełne. Rdzenie te dostarczyły danych o klimacie panującym na półkuli północnej w okresie ostatnich 123 tys. lat.

Pierwszy rdzeń z obszaru Antarktydy – Byrd – pochodzi z jej zachodniej części (Johnsen et al. 1972). Kolejny (Vostok) został pobrany na wschodniej Antarktydzie. Dostarczył on danych umożliwiających odtworzenie klimatu panującego na Ziemi w okresie ostatnich 420 tys. lat (Petit i inni 1999). Kilka następnych, o wiele krótszych, pozyskano w niewielkich odstępach czasu i pochodzą one z Bieguna Południowego (Battle et al. 1996), Tylor Dome (Steig, Brook 1998), Law Dome (Morgan et al. 2002), Dome Fuji (Watanabe et al. 2003) i Siple Dome (Severinghaus et al. 2003). Dwa ostatnie rdzenie, wydobyte w ramach The European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA) pochodzą ze wschodniej (stanowisko Dome C) i północnej Antarktydy (Kohn Station). Rezultaty badań rdzenia EDC z Dome C obejmują osiem cykli glacialnych w okresie ostatnich 740 tys. lat (Augustin et al. 2004). Okresy zlodowaceń na Antarktydzie charakteryzują się dużo niższymi temperaturami niż na pozostałych obszarach, a korelacja rdzeni z Grenlandii i z Antarktydy wykazała, że zmiany klimatyczne zachodziły częściej i bardziej gwałtownie na półkuli północnej niż na południowej (Bender et al. 1994).

Najistotniejsze znaczenie dla chronostratygrafii ostatniego glacjału na półkuli północnej miały badania obu rdzeni pobranych w okolicach Summit. Pierwsze prowadzone były w latach 1900-1992, w ramach projektu znanego pod nazwą European Greenland Ice-Sheet Project, (w skrócie GRIP). W 1993 r. zakończono równoległy projekt odwiertów w lodowcu grenlandzkim, w miejscu oddalonym o około 30 km na wschód od Summit, noszący nazwę Greenland Ice Sheet Project II (GISP 2 – Alley et al. 1993). Potwierdziły one ostatecznie, iż ilościowy stosunek obu izotopów tlenu ( $\delta^{18}\text{O}$ ) pozwala na wykreślenie krzywej, odzwierciedlającej zachodzące w przeszłości zmiany klimatyczne. Analizy obu rdzeni, uzupełnione o wstępne dane z ostatniego odwiertu (NGRIP; Andersen et al. 2004; Svensson et al. 2005) dostarczają wysokiej jakości danych o zmianach klimatycznych w całej północ-





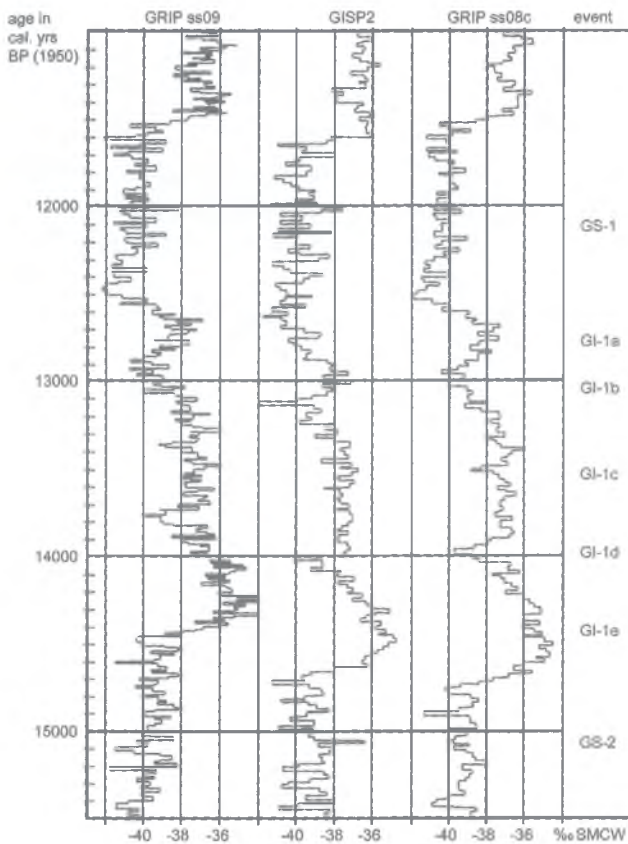
Ryc. 2. Lokalizacja odwiertów lodu kopalnego na obszarze Antarktydy

Fig. 2. Location of dead-ice drilling in Antarctic

nej części Atlantyku na przestrzeni ostatnich 123 tys. lat.

Badania rdzeni GRIP i GISP2 pokazały, że sekwencja zmian klimatycznych zachodzących w okresie późnego glacjału była bardziej skomplikowana, niż ujmował to klasyczny i powszechnie akceptowany schemat Mangeruda (Mangerud et al. 1974), a zmiany klimatyczne zachodziły dużo gwałtowniej, niż dotychczas sądzono. Efektem tych projektów badawczych była propozycja badaczy, działających w ramach programu INTIMATE (Integration of Ice-

core, Marine and Terrestrial Records) nowego podziału późnego glacjału (event stratigraphy), oparte o dane zawarte w rdzeniu GRIP, gdzie pozycja chronologiczna poszczególnych okresów wyrażana jest w GRIP Ice-core Years Before Present (1500) – GRIP yr BP (Björck et al. 1998). Nawiązując do stadiów izotopowych wydzielonych na podstawie wierceń głębokomorskich, okresy zimne oznaczono jako stadiały (np. Greenland Stadial 2 – GS-2), a ciepłe jako interstadiały (Greenland Interstadial – np. GI-1). Wedle tego podziału (ryc. 3) pierwsza



Ryc. 3. Późnoglacialne stadia izotopowe oparte na analizie rdzeni lodu kopalnego GRIP i GISP 2 (za Björck et al. 1998 – INTIMATE Event Stratigraphy; Walker et al. 1999)

Fig. 3. The Late Glacial isotopic stages based on the analysis of the dead-ice cores GRIP and GISP2 (after Björck et al. 1998 – INTIMATE Event Stratigraphy; Walker et al. 1999)

część późnego glacjału oznaczona jest jako Greenland Interstadial 1 (GI-1), w ramach którego wydzielono 5 głównych wahań klimatycznych, oznaczonych odpowiednio jako GI-1e do GI-1a, przy czym GI-1e odpowiada pierwszemu znaczącemu ociepleniu mającemu miejsce w początkach późne-

go glacjału. Po stadium GI-1a następuje wyraźne ochłodzenie – Greenland Stadial-1 (GS-1), będące odpowiednikiem młodszego Dryasu.

Niewątpliwie jedną z najważniejszych zalet stosowania chronologii opartej na datowaniu kopalnego lodu zawartego w rdzeniach grenlandzkich jest jej niezależność od innych systemów datowania (wiek podawany w latach rdzenia lodowcowego BP, ang. ice-core yr BP), tak jak ma to miejsce w przypadku chronologii radiowęglowej, borykającej się ciągle z problemami kalibracji i plateau (Kitgawa, van der Plicht 1998; Björck et al. 1996; Jöris, Weninger 2000).

Kolejną z nich jest z całą pewnością brak obciążenia poszczególnych stadiów izotopowych historycznym bagażem pojęć typu Meiendorf czy Bölling, co ma miejsce w przypadku „klasycznego” schematu periodycznego (Björck et al. 1996). Natomiast mimo zabiegów mających na celu synchronizację obu krzywych różnice między GRIP i GISP2 nie zostały wyeliminowane. Nie zmieniły tego również bardziej szczegółowe analizy obu rdzeni (3-year resolution dla GISP2 i GRIPss09 – Lowe et al. 2001). Rozbieżności te dotyczą w głównej mierze przejścia pomiędzy Allerödem i młodszym Dryasem (wg GISP2 przejście to jest o 200 lat starsze niż w GRIP – Litt et al. 2001). Chronologia oparta na analizie rdzenia lodowca GISP2 jest również dobrze skorelowana z chronologią rdzenia pobranego w Wostok oraz teorią orbitalną (Jöris, Weninger 2000). Ponadto synchronizację zdarzeń paleoklimatycznych na obu półkulach, np. ocieplenie u schyłku glacjału, wykazują również analizy rdzeni, które dostarczyły krótszych serii zapisu kopalnego lodu, tj. Siple Dome (Antarktyda) i GISP2 (Grenlandia), opierające się na analizie zawartości zupełnie innych związków chemicznych (izotopów kryptonu/argonu w pierwszym przypadku i tlenu w drugim – Severinghaus et al. 2003).

## 2. KORELACJA KRZYWYCH GRENLANDZKICH Z CHRONOLOGIAMI NIEZALEŻNYMI

Już problemy z wzajemną korelacją krzywych GRIP i GISP 2 wskazywały, iż niezbędna jest ich synchronizacja z niezależnymi chronologiami pochodzącymi z analiz osadów lądowych i morskich oraz analiz kopalnego drewna. Tylko w ten sposób

można bowiem np. określić zakres przestrzenny i chronologiczny, w jakim chronologia oparta o rdzenie grenlandzkie może być uznana jako rodzaj uniwersalnego wzorca, do którego można się odwoływać.



## 2.1. Laminowane osady jeziorne i tefrochronologia

Kluczowe znaczenie dla rekonstrukcji chronostratygrafii wczesnego holocenu i późnego glacjału Europy Środkowej mają analizy sekwencji rocznych przyrostów jeziornych osadów laminowanych. Osady te odkryto i przebadano w obrębie zaledwie kilkunastu zbiorników, położonych na terenie Niemiec i Polski, a ponadto na terenie Turcji (Jezioro Van – Landmann et al. 1996) i Japonii (Jezioro Suigetsu – Kitgawa, van der Plicht 1998), przy czym tylko w kilku zachowały się osady późnoglacialne.

Na terenie Niemiec osady laminowane z okresu późnego glacjału odkryto w Niemczech zachodnich, w rejonie Eifel – Meerfelder Maar (Brauer et al. 1999a), Holzmaar (Litt, Stebich 1999), północnych – Hämelsee (Merkt, Müller 1999) oraz w jeziorze Steißlinger w południowych Niemczech (za Litt et al. 2003). Poszczególne sekwencje rocznych osadów laminowanych nie są kompletne, stąd każda z zarejestrowanych sekwencji tworzy skalę „pływającą” (floating chronology). Są one jednak dobrze umiejscowione w czasie poprzez zarejestrowanie pyłów wulkanicznych, pochodzących z pewnie datowanych erupcji wulkanów.

Zdecydowanie najpełniejszą i najdłuższą sekwencję osadów laminowanych (12000 pojedynczych lamin) odkryto w Meerfelder Maar. Sięga ona początków późnego glacjału (ca. 14.450 cal BP), a jej późnoglacialna część jest dobrze zakotwiczona poprzez obecność tufów wulkanicznych z dwóch erupcji: Ulmener Maar Tephra (UMT), datowanej na 11.000 calendar years BP) oraz Laacher See Tephra (LST) datowanej na 12.880 calendar years BP (Litt et al. 2001). Ponadto chronologia warwowa jest potwierdzona serią 20 akceleratorowych dat radiowęglowych, wykonanych na makroszczątkach roślinnych (Litt et al. 2003).

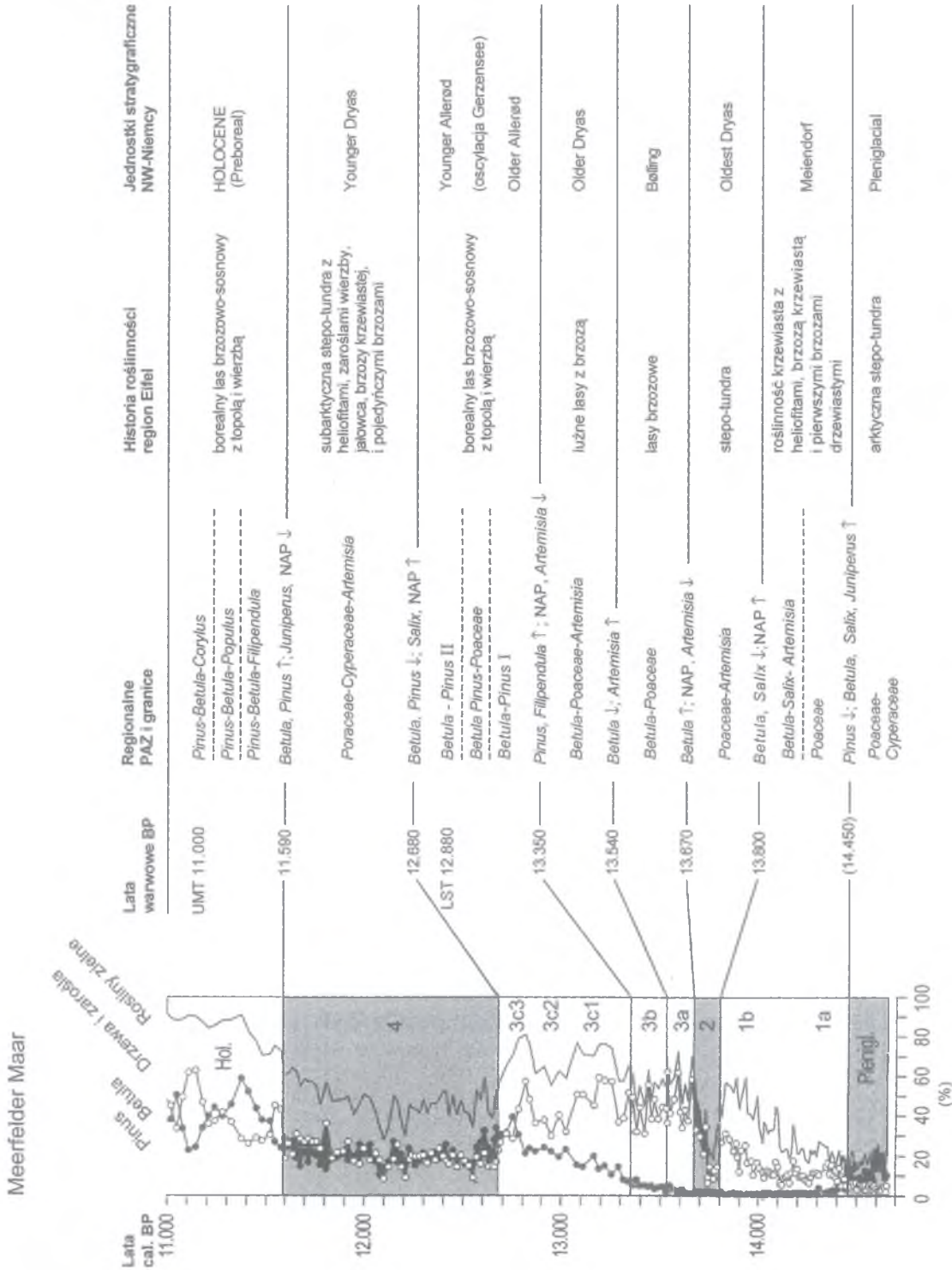
Na terenie Polski późnoglacialne osady laminowane pochodzą z jeziora Gościąg w centralnej Polsce (Ralska-Jasiewiczowa et al. 1998) oraz z jeziora Peresplino (wschodnia Polska; Bałaga et al. 1998; Goslar et al. 1999). Najstarsze osady sięgają przejścia między Allerödem a młodszym Dryasem. Również tutaj mamy do czynienia z chronologią pływającą, bowiem żadna z zachowanych sekwencji osadów nie jest kompletna.

Dziewięciometrowa sekwencja osadów laminowanych z jeziora Gościąg została zsynchronizowa-

na z krzywą kalibracyjną poprzez serię akceleratorowych dat radiowęglowych, a jej spąg wydatowano na 12.950 ±50 cal BP (Goslar et al. 1999; Litt et al. 2001). Granice młodszego Dryasu określone zostały poprzez analizy stabilnych izotopów, analizy pyłków i makroszczątków roślinnych, analizy *Cladocera*, okrzemków i cząstek elementarnych (Litt et al. 2001; t.d.l.).

Chronologia radiowęglowa sekwencji warwowej z jeziora Peresplino została skorelowana z chronologią jeziora Gościąg, a granice młodszego Dryasu określono w oparciu o analizę pyłkową, analizę strukturalną warwów, cząstek elementarnych, składu mineralnego osadów, tempa sedymentacji i czułości (susceptibility) magnetycznej (Bałaga et al. 1998; Goslar et al. 1999).

Korelacja osadów laminowanych z obszarów Polski i Niemiec jest utrudniona ze względu na brak w zapisie kopalnym z obu jezior z terenów Polski niezależnych markerów chronologicznych, jakimi są tufy wulkaniczne (dotychczas na terenie Polski potwierdzono obecność LST jedynie na dwóch stanowiskach na Pomorzu Zachodnim, w Warnowie i Niechorzu II - Juvigné et al. 1995). Niemniej jednak datowanie końcowego odcinka późnego glacjału na przełomie z holocenem (określone na 11530-11590 BP) na podstawie analiz warw z jeziora Gościąg bardzo dobrze koreluje się z datowaniem osadów laminowanych z rejonu Eifel oraz z chronologią GRIP (INTIMATE) – koniec Greenland Stadial-1, około 11.550 BP. Analiza osadów laminowanych z Meerfelder Maar, jezior Gościąg i Peresplino wykazuje również dużą zgodność co do długości trwania młodszego Dryasu, którego początek przypada między 12.630 a 12.680 lat BP, pokrywając się z początkiem Greenland Stadial-1 według chronologii GRIP (INTIMATE). Natomiast sekwencja późnoglacialna z Meerfelder Maar, obejmująca okres między ca. 14.450 a 12.680 lat BP, w ramach której występuje kilka *regional biozones* (1 do 3c3), koreluje się z sekwencją GRIP (INTIMATE) – Greenland Interstadial 1 (1e-1a), jakkolwiek początek GS-1 przypada na 14.700 lat BP (Litt et al. 2001). Z tego punktu widzenia lepiej koreluje się początek późnego glacjału z krzywą GRIP ss09 (Lowe et al. 2001; Litt et al. 2003; zob. ryc. 4 i 5). *Regional biozones* wydzielone dla regionu Meerfelder Maar mają swe odpowiedniki biostratygraficzne w Dolnej Saksonii (Hämelsee) oraz w północno-zachodnich Niemczech, gdzie sekwencja biostratygraficzna póź-



Ryc. 4. Korelacja danych biostratygraficznych z rejonu Meerfelder Maar (dane palinologiczne, chronologia warwowa, Pollen Assemblage Zones), historii wegetacji z rejonu Eifel oraz późnoglacialnych jednostek klimatostatygraficznych z północno-zachodnich Niemiec (za Litt et al. 2003)

Fig. 4. Correlation of the biostratigraphic data from the Meerfelder Maar area (palinologic data, varve chronology, Pollen Assemblage Zones), vegetation history of the Eifel region and the Late Glacial climate-stratigraphic units from north-western Germany (after Litt et al. 2003)

| Biozony<br>NW Niemcy |                  | Region Eifel<br>Meerfelder Maar              | Dolna Saksonia<br>Hämelsee       | Polska            |                   | Dendro-<br>chronologia | GRIP<br>(INTIMATE)                        |
|----------------------|------------------|--|----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---|
|                      |                  |  |                                  | Jezioro Gościąg   | Jezioro Pensapino |                        |   |
| HOLOCEN              |                  |  |                                  | 11.480-           |                   |                        | HOLOCEN                                   |
| PÓŻNY<br>GLACIAŁ     | Younger<br>Dryas | 4<br>11.590                                  | III<br>(brak warw)<br>11.560     | 11.480-<br>11.550 | →                 | 11.570                 | 11.550<br>Greenland Stadial<br>GS-1       |
|                      | Allerød          | 3c3 (200 lat powyżej LST)<br>LST: 12.880     | IIc (200 lat powyżej LST)<br>LST | 12.650            | 12.630            |                        | 12.650<br>Greenland Interstadial<br>GI-1a |
|                      |                  | 3c2 (Gerzensee)<br>okres trwania:<br>670 lat | IIb<br>okres trwania:<br>625 lat |                   |                   |                        | 12.900<br>GI-1b                           |
|                      |                  | 3c1  | IIa                              |                   |                   |                        | 13.150<br>GI-1c1                          |
|                      |                  | 3b   | Ic (brak warw)                   |                   |                   |                        | GI-1c2                                    |
|                      | Older<br>Dryas   | 13.350                                       |                                  |                   |                   |                        |   |
|                      | Bølling          | 3a<br>13.540                                 | Ib (ok. 200 warw)                |                   |                   |                        | GI-1c3                                    |
|                      | Oldest<br>Dryas  | 2<br>13.670                                  | Ia (brak warw)                   |                   |                   |                        | 13.900<br>G-1d                            |
|                      | Meiendorf        | 1<br>13.800                                  | Mei (brak warw)                  |                   |                   |                        | 14.050<br>G-1e                            |
|                      | ca. 14.450       |  |                                  |                   |                   |                        | 14.700<br>Greenland Stadial<br>GS-2       |
| PLENIGLACIAŁ         |                  |  |                                  |                   |                   |                        |   |

Ryc. 5. Korelacja i synchronizacja późnoglacialnych sekwencji bio- i chronostratygraficznych (Björck et al. 1998, Friedrich et al. 1999, Litt et al. 2001, Spurk et al. 1998)

Fig. 5. Correlation and synchronization of the Late Glacial bio-and chronographic sequences (Björck et al. 1998, Friedrich et al. 1999, Litt et al. 2001, Spurk et al. 1998)

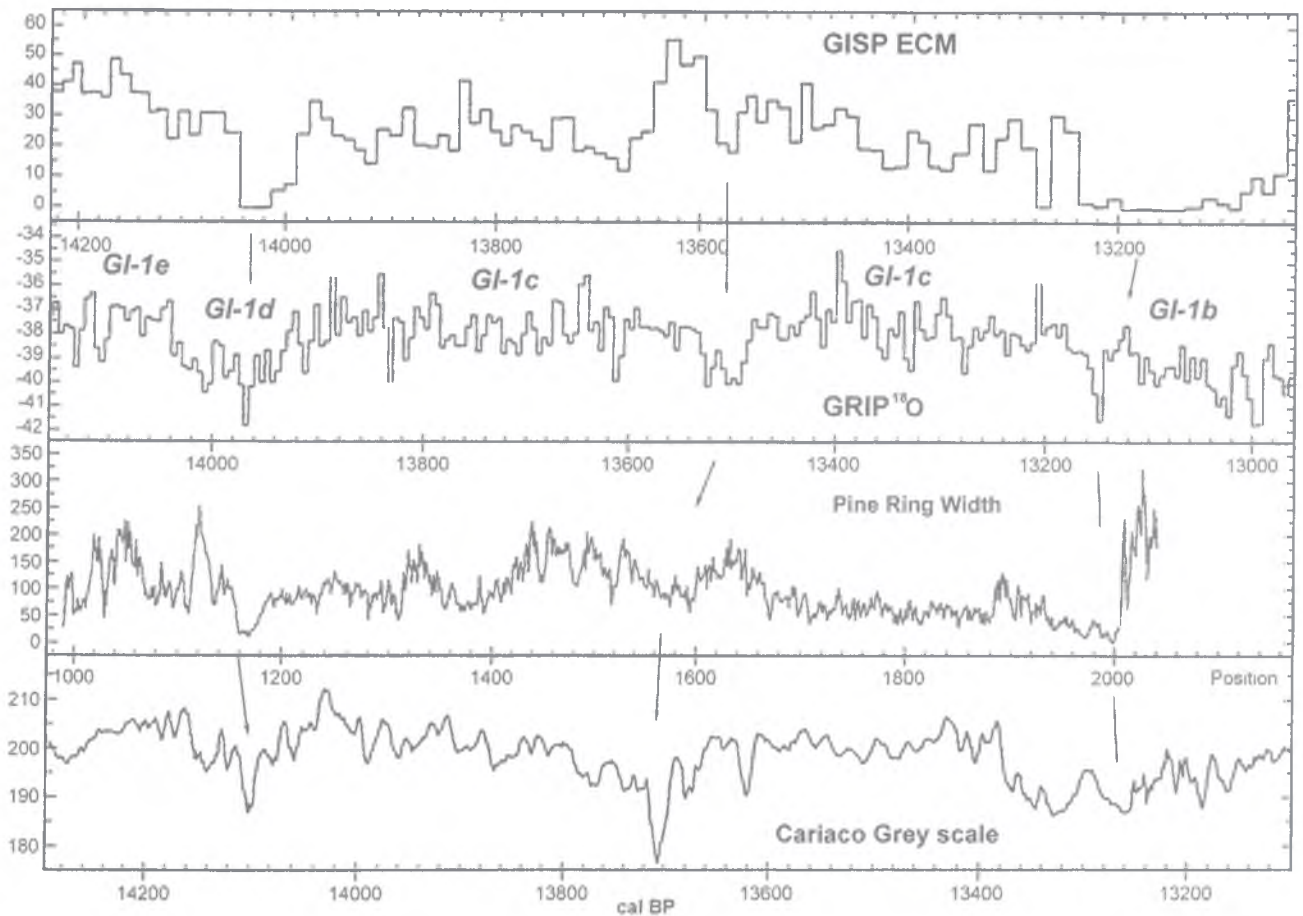
nego glaciału zaczyna się od biozony Meiendorf (Menke 1983; Litt et al. 2001). W biostratygrafii Meerfelder Maar i Hämelsee widoczna jest w obrębie Allerödu chłodna oscylacja (odpowiednio 3c2, IIb oraz Greenland Interstadial I c1 wg GRIP-INTIMATE), odpowiadająca fluktuacji Gerzensee, uchwyconej w badaniach osadów z jezior Wyżyny Szwajcarskiej (Lotter et al. 1992).

Swoiste właściwości chemiczne tufów wulkanicznych (np. alkaliczne dla rejonu Eifel, w odróżnieniu od subalkalicznych i mineralnych z Islandii) umożliwiły także ich identyfikację w rdzeniach lodowców grenlandzkich. I tak np. popioły Vede Ash pochodzące z Islandii, datowane na  $11.980 \pm 80$ , zostały odkryte m.in. w Norwegii i w rdzeniu GRIP (Lowe et al. 2001) i NGRIP (Mortensen et al. 2005), a Saksunarvatn Ash, datowane na  $10.180 \pm 60$  ice core years BP, odnotowano w rdzeniu NGRIP (Mortensen et al. 2005). Zjawisko to daje więc duże możliwości korelacji osadów głębokomorskich, lądowych i rdzeni lodowcowych.

## 2.2. Laminowane osady morskie i dendrochronologia

Biorąc pod uwagę osady morskie, najpełniejsza i posiadająca największą rozdzielczość późnoglacialna sekwencja osadów laminowanych pochodzi z basenu Caricao w Wenezueli (Hughen et al. 1998). Wykazująca zmienność kolorystyka zarejestrowanych tam osadów (Cariaco Grey Scale) jest odbiciem zróżnicowanej bio-produktywności, będącej funkcją zmiennego natężenia transportu wietrznego, wywołanego zmianami gradientu temperatur wód morskich stref Atlantyku, położonych na różnych szerokościach geograficznych w okresie późnego glaciału. Pływająca skała Cariaco, oparta o zliczanie współwystępujących par lamin obejmuje okres 5500 lat między 9 a 14,5 tys. cal. years BP (8-12,6 14C kyr BP). Została ona zakotwiczona w skali absolutnej (kalendarzowej) przy zastosowaniu metody *radiocarbon wiggle-matching*, a fluktuacje Cariaco Grey Scale korelują się dobrze ze ska-





Ryc. 6. Korelacja Cariaco Grey scale (Hughen et al. 1998) z krzywą przewodnictwa elektrycznego rdzenia GISP 2 (Taylor 1993), wielkością przyrostów słoju sosny (Friedrich et al. 2001) i zapisem  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu GRIP (Johnsen et al. 1992, Dansgaard et al. 1993)

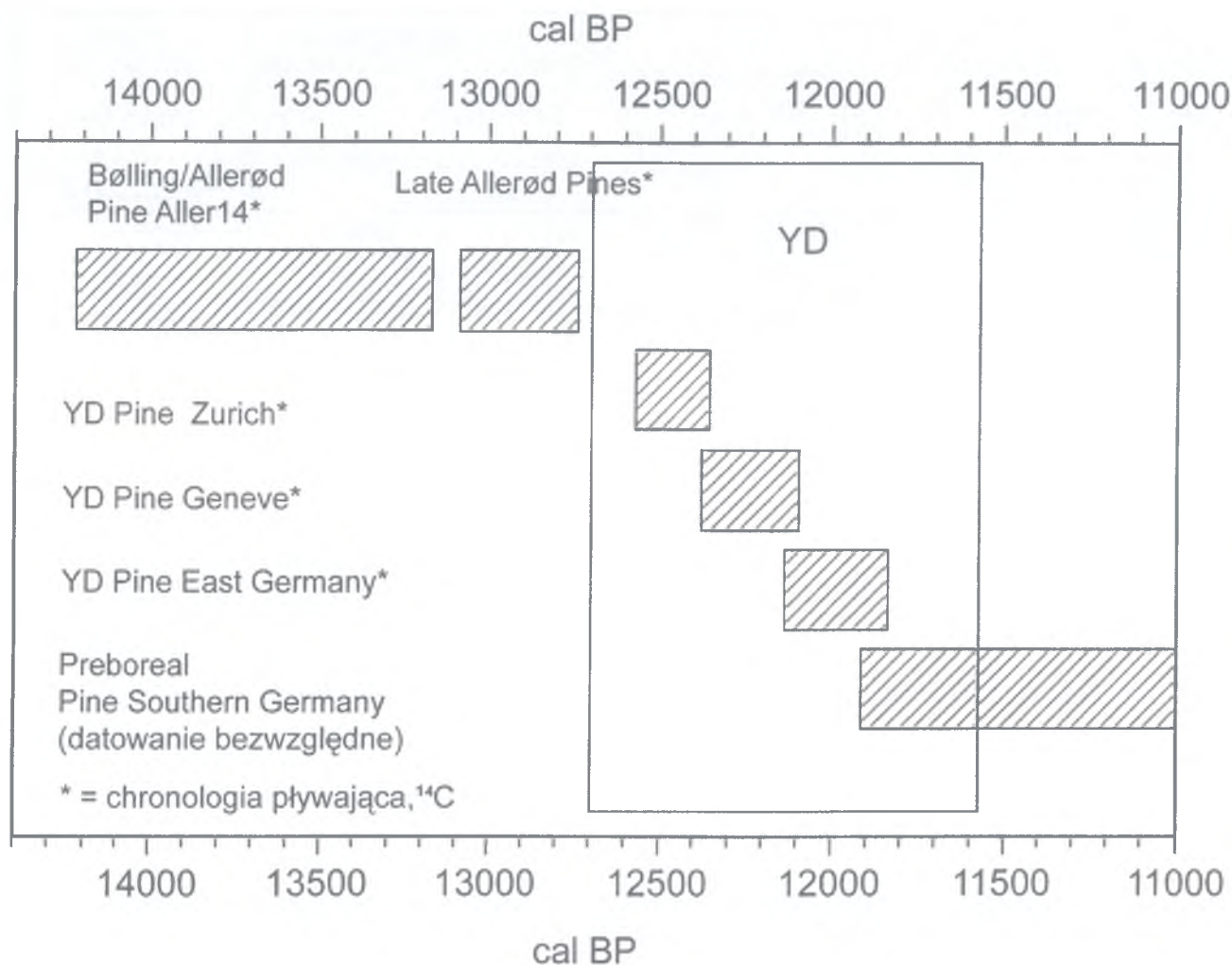
Fig. 6. Correlation of the Cariaco Basin gray scale (Hughen et al. 1998) with a conduction curve of the GISP 2 ice core (Taylor 1993), value of pine growth rings (Friedrich et al. 2001) and the GRIP core  $\delta^{18}\text{O}$  record (Johnsen et al. 1992, Dansgaard et al. 1993)

lą GRIP, wykreśloną w oparciu o  $\delta^{18}\text{O}$  (Johnsen et al. 1992), GISP2 accumulation scale (Hughen et al. 1998), GISP2 EMC (krzywą *electric conductivity* – przewodnictwa elektrycznego – Taylor et al. 1993) oraz z krzywą wykreśloną w oparciu o analizę wielkości przyrostów słoju sosny (ryc. 6; Friedrich et al. 2001).

Skale dendrochronologiczne, skonstruowane w oparciu o analizę rocznych przyrostów słoju drzew – kluczowe dla kalibracji skali opartych o datowanie radiowęglowe – dla okresu późnego glacjału są niekompletne, co wynika z braku materiału dla ich konstrukcji. Najdłuższa skala datowana w sposób bezwzględny (w latach kalendarzowych) skonstruowana jest w oparciu o analizę kopalnych pni sosny (*Pinus sylvestris*) pochodzących z południowych Niemiec i sięga ona końcowej części młodszego Dryasu (zaczyna się 11919 cal yr BP;

Friedrich et al. 2001). Pozostałe skale dendrochronologiczne, oparte również o analizę pni sosny, to skale pływające, datowane radiowęglowo. Najdłuższa z nich, obejmująca 1051 lat i skorelowana ze skalami z rdzeni lodowych GRIP i GISP2 oraz z osadami laminowanymi Cariaco (Friedrich et al. 2001) przypada na okres między około 14220 a 13170 cal. yr BP (12050 – 11300 14C yr BP; Litt et al. 2003). Skale te nie są połączone z sekwencją absolutną, bowiem brak jest odcinka skali sosnowej obejmującego początek młodszego Dryasu (ryc. 7).

Reasumując powyższe obserwacje, wydaje się nie ulegać wątpliwości, że chronostratygrafia oparta o krzywe grenlandzkie wykazuje w skali ponadregionalnej wysoką zgodność z chronologiami niezależnymi (ryc. 8). Z drugiej strony podnoszone są wątpliwości co do zasadności posługiwania się nią



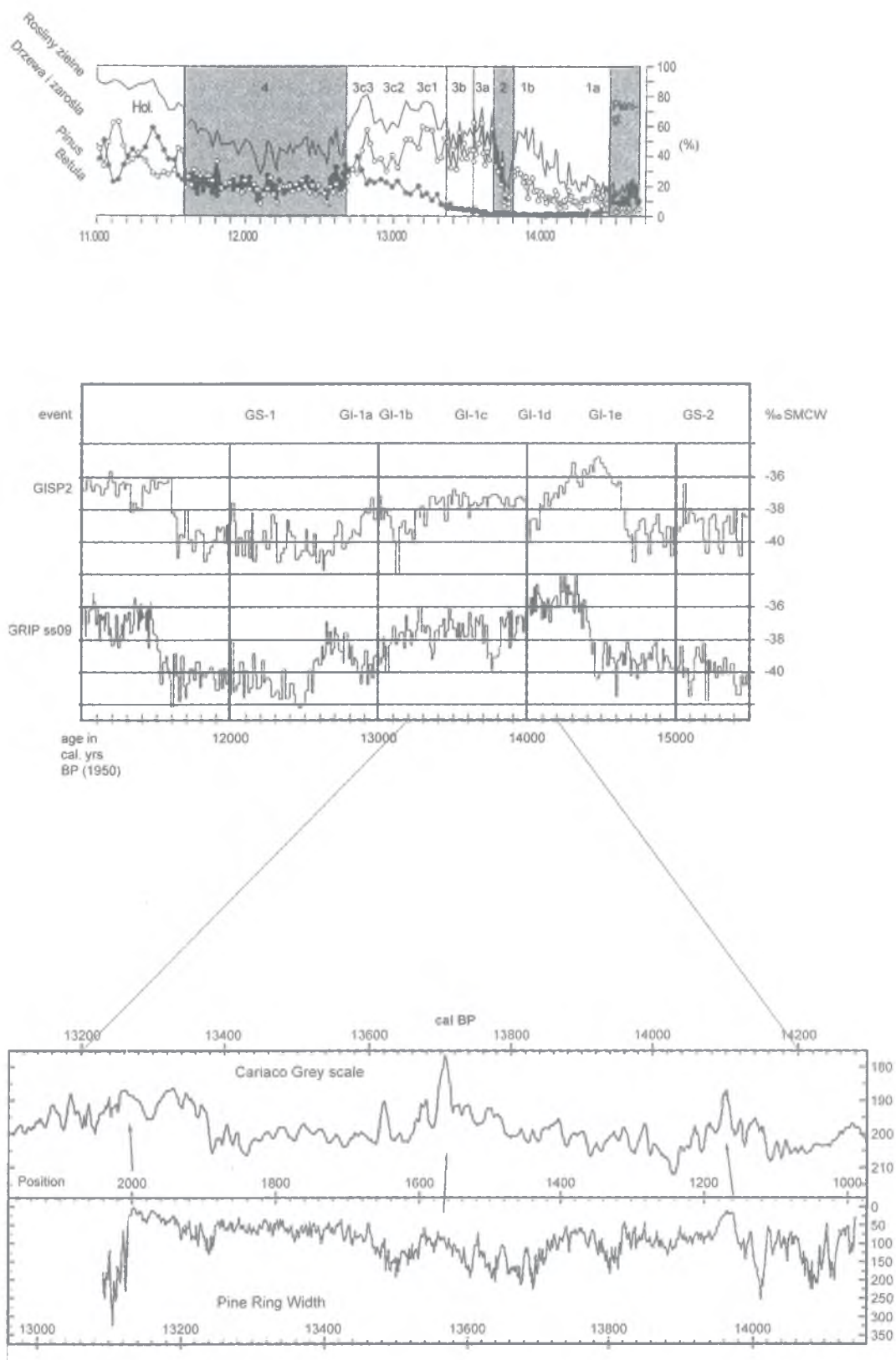
Ryc. 7. Późnoglacialna środkowoeuropejska pływająca skala dendrochronologiczna sosny (absolutnie datowana od 11919 lat BP) – za Litt et al. 2003; Friedrich et al. 2001

Fig. 7. Central European Late Glacial floating dendrochronological pine scale (dated absolutely from 11919 BP) – after Litt et al. 2003; Friedrich et al. 2001

w kontekstach regionalnych (Litt et al. 2001; 2003; de Klerk 2004). Dotyczy to zwłaszcza biozon wydzielanych w oparciu o analizy palinologiczne, a oddających lokalne, specyficzne niekiedy uwarunkowania środowiskowe. Na niezgodności korelacji przekształceń klimatycznych w skali ponadregionalnej i lokalnej wskazują również np. analizy obecności chrząszczy (*Coleoptera*), których pojawienie się jest wskaźnikiem znaczącego ocieplenia klimatu. W poszczególnych regionach Europy obecność tych owadów u schyłku glacjału jest zróżnicowana w czasie. I tak, np. na terenie Anglii i Holandii pojawiają się one ok. 12.900 – 13.000 conv. C14 BP (de Klerk 2004). W tym

samym czasie pojawiają się na terenie Polski (Lemdahl 1991), ale już na południu Szwecji kilkaset lat później (ok. 12.500 conv. C14 BP – por. Lemdahl 1991; de Klerk 2004). Oczekiwania co do stworzenia nowego schematu ponadregionalnego, opartego na integracji i interpretacji różnych danych z poszczególnych regionów (Litt et al. 2001; de Klerk 2004) mają jednakże w chwili obecnej charakter postulatywny, ze względu na oddziaływanie wielu trudnych do synchronizacji czynników regionalnych.

W innej perspektywie podnoszone są np. niezgodności między zapisem kopalnym rejestrowanym w osadach morskich i lądowych (Litt et al. 2003).



Ryc. 8. Korelacja chronostratygrafii opartej o krzywe grenlandzkie z chronologiami niezależnymi (za Björck et al. 1998 – INTIMATE Event Stratigraphy; Brauer et al. 1999b; Friedrich et al. 2001; Hughen et al. 1998; Walker et al. 1999)  
 Fig. 8. Correlation of the chronostratigraphy based on the Greenland curves with the independent chronologies (after Björck et al. 1998 – INTIMATE Event Stratigraphy; Brauer et al. 1999b; Friedrich et al. 2001; Hughen et al. 1998; Walker et al. 1999)



### 3. ARCHEOLOGICZNE BADANIA NAD PÓŻNYM GLACJĄ W KONTEKŚCIE CHRONOSTRATYGRAFII OPARTEJ O ANALIZY RDZENI GRENLANDZKICH I ICH KORELACJI ZE SKALAMI NIEZALEŻNYMI

Nie ulega wątpliwości, iż wyniki badań rdzeni grenlandzkich mają bezpośredni wpływ na rozwój badań archeologicznych nad późnym paleolitem Nizy Europejskiego. Ustalona w trakcie ich analizy pełniejsza sekwencja zmian klimatycznych umożliwia bardziej precyzyjne śledzenie przekształceń kulturowych w kontekście zmieniających się warunków klimatycznych, jakkolwiek możliwości te są znacznie ograniczone poprzez powszechny brak precyzyjnego datowania konkretnych epizodów osadniczych.

Konsekwencją nowego, bardziej szczegółowego podziału późnego glaciału jest również weryfikacja terminologii stosowanej dla określenia poszczególnych okresów klimatycznych późnego glaciału i związanego z tym swoistego „zamieszania” pojęciowego. Do momentu pojawienia się wyników badań rdzeni grenlandzkich i wyników badań osadów laminowanych w powszechnym użyciu przez przyrodników oraz przez archeologów był podział późnego glaciału zaproponowany przez Mangeruda (1974). Podział ten, zmodyfikowany nieco dla obszarów Polski przez Starkela (1977) i Środonia (1977), uwzględniał 2 okresy ciepłe oraz 2 zimne lub w ujęciu Kozarskiego z 1962 oraz Kozarskiego i Nowaczyka z 1999 – 3 zimne, 2 ciepłe (ryc. 9). Nazwy okresów ciepłych w powyższym ujęciu pochodzą od stanowisk eponimicznych Bøllingsø i Allerød, zlokalizowanych w północno-zachodniej Europie, które stały się synonimami okresów klimatycznych. Tymczasem ostatnia rewizja badań palinologicznych przeprowadzonych na *locus classicus* (na stanowiskach w Meiendorf, Bøllingsø i Allerød) wskazuje, że wydzielone na podstawie analizy profili pyłkowych z tych stanowisk fazy i oscylacje nie mają znaczenia chronostratygraficznego – np. w klasycznym ujęciu Iversena Bølling był zdefiniowany paleoklimatycznie (jako cieplejsze wahnięcie przed Allerødem), a nie stratygraficznie. Co więcej, ujawniono istnienie wielu nieścisłości, mających miejsce w trakcie analizy wyżej wspomnianych stanowisk (de Klerk 2004). Sytuację dodatkowo komplikuje fakt, iż określenia paleoklimatyczne typu Bølling nie zawsze oznaczają to samo. Na przykład w Danii Bølling oznacza w sensie paleoklimatycz-

nym okres ciepły, występujący w granicach od 13.000 do 12.000 C14 lat BP, ale już w północnych Niemczech posiada swój odpowiednik w postaci interstadiału Meiendorf, natomiast nazwy Bølling używa się do określenia wczesnego odcinka Allerødu (Eriksen 2002).

W momencie pojawienia się wyników analiz rdzeni grenlandzkich doszło do przewartościowania powszechnie dotychczas używanego podziału Mangeruda. W efekcie powstało szereg lokalnych schematów chronostratygraficznych późnego glaciału, odwołujących się z jednej strony do krzywych grenlandzkich, a z drugiej starających się dostosować istniejącą już i zakorzenioną terminologię dotyczącą poszczególnych okresów do nowego podziału.

Potencjalnie jeszcze poważniejsze konsekwencje dla badań archeologicznych nad późnym paleolitem może mieć odnotowana zarówno w rdzeniach grenlandzkich, jak i np. w osadach laminowanych szybkość zachodzących w późnym glaciale zmian klimatycznych. Analizy akumulacji śniegu w rdzeniach lodowców grenlandzkich (GRIP i GISP 2) wskazują, że proces ocieplania się klimatu u schyłku zlodowacenia bałtyckiego przerywany był seriami gwałtownych powrotów do epoki lodowcowej. W oparciu o dane sedimentologiczne i palinologiczne rejonu Meerfelder Maar stwierdzono, iż w przeciągu 20 lat nastąpiło gwałtowne oziębienie klimatu na przełomie Allerødu i młodszego Dryasu (około 12680 lat warwowych BP; Litt et al. 2003). Gwałtowne zmiany klimatyczne obserwowane są również na przełomie młodszego Dryasu i okresu preborealnego na terenie Niemiec oraz Szwajcarii (Alley et al. 1993; Merkt, Müller 1999; Ammann et al. 2000; De Klerk 2004).

Bardzo szybkie tempo zmian na przełomie młodszego Dryasu i okresu preborealnego odnotowano również w trakcie szczegółowej (w odstępach 4-letnich) analizy osadów laminowanych Jeziora Gościąż, obejmujących badania pyłków, stabilnych izotopów oraz mineralogiczne i chemiczne analizy osadów (Ralska-Jasiewiczowa et al. 2003). Ustalono, iż przejściu temu (około 11500 lat cal. BP) towarzyszył cykl gwałtownych zmian klimatycznych. Najpierw – w okresie 11550-11520 cal. BP – odno-

| Mangerud 1974  | Starkel 1977           | Środoń 1977            | Kozarski 1962; Kozarski, Nowaczyk 1995 |
|--|------------------------|------------------------|--|
| Younger Dryas 10. 000*                                   | Younger Dryas 10. 250* | Younger Dryas 10. 250* | Młodszy dryas 10.000*                  |
| Alleröd 11. 000  | Alleröd 10. 900        | Alleröd 10.700         | Alleröd 11.000                         |
| Older Dryas 11. 800                                      | Older Dryas 11.800     | Older Dryas 11.800     | Starszy dryas 11.800                   |
| Bölling 12. 000<br>(obejmuje Oldest Dryas)<br><br>13.000 | Bölling 12. 100        | Bölling 12.300         | Bölling 12.000                         |
|  |                        |                        | Najstarszy dryas 13.000<br>14.000      |

\* wiek w latach C<sup>14</sup> BP

Ryc. 9. Schemat podziału późnego glacjału na obszarze północno-zachodniej Europy

Fig. 9. Schematic division of the Late Glacial in the North-Western Europe

towano 30-letni, wyraźny okresu wzrostu wilgotności klimatu zimą (wzmoczone opady śniegu), przy jednoczesnym zmniejszeniu się opadów w okresie letnim. W kolejnych 20 latach (do 11500 cal. BP) klimat był znacznie bardziej suchy, a wzrost temperatur dotyczył głównie sezonu letniego. W następnym okresie (między 11500 a 11460 cal. BP) ocieplenie, któremu towarzyszyło zwilgotnienie klimatu, objęło również okres letni. Kolejne 70 lat to ponownie okres suchszego klimatu, przy utrzymującym się wzroście temperatur. Całość zmian objęła okres około 160 lat, przy czym poszczególne, gwałtowne fazy przekształceń klimatycznych były znacznie krótsze, obejmując zaledwie część życia jednego pokolenia.

U schyłku glacjału, w przeciągu kilkudziesięciu lat temperatury miesięcy letnich wzrosły w północnej i centralnej Europie o 7-8°C. Wskutek tych zmian nastąpiła szybka ekspansja lasów z udziałem brzozy i sosny (nawet w ciągu 2-3 dekad! – Merkt, Müller 1999), choć glacialne rośliny reliktove na pewno również występowały (Alley et al. 1993; de Klerk 2004). Te dramatyczne zmiany w wegetacji

i formowaniu się krajobrazu musiały mieć ogromny wpływ na zachowania ludzkie, zważywszy że w ciągu zaledwie jednej generacji ogromne otwarte przestrzenie zostały zastąpione przez las, co pociągnęło za sobą radykalne zmiany w składzie fauny (zastąpienie gatunków migrujących przez faunę leśną).

Ówczesni ludzie musieli być świadomi naocznie obserwowanych, gwałtownie zachodzących zmian klimatycznych, dostosowując swe zachowania do zmieniających się warunków środowiskowych. Możliwości śledzenia ewentualnych zmian zachowań ludzkich wywołanych wyżej opisanymi, krótkookresowymi i gwałtownymi zmianami klimatycznymi są na obecnym etapie rozwoju badań archeologicznych bardzo ograniczone. Jednakże już fakt samego stawiania pytań o ludzkie reakcje na powyższe zmiany prowokuje do poszukiwania na nie odpowiedzi na różnych płaszczyznach analiz archeologicznych. Być może tym gwałtownym zmianom środowiskowym przypisać należy opuszczenie Niżu Środkowoeuropejskiego przez ludność łowiecko-zbieracką na okres kilkuset lat w początkach okresu preborealnego (Schild 1996).

#### 4. POLSKIE BADANIA ARCHEOLOGICZNE NAD PÓŻNYM PALEOLITEM W KONTEKŚCIE WERYFIKACJI CHRONOSTRATYGRAFII PÓŻNEGO GLACJAŁU

W środowisku naukowym zajmującym się późnym glaciałem na terenie Polski zaktualizowany w efekcie badań rdzeni grenlandzkich oraz osadów laminowanych podział późnego glaciału został przyswojony i zaakceptowany w sposób zróżnicowany. W sposób najpełniejszy stało się to udziałem badaczy działających w obrębie nauk przyrodniczych, którzy wnieśli istotny wkład w proces reanalizy chronostratygrafii tego okresu. Dotyczy to szczególnie badań osadów laminowanych na terenie Polski, Szwajcarii i Niemiec (Goslar et al. 1999; Litt et al. 2001; Ammann et al. 2000), których rezultaty pokazują wyraźnie przesunięcia chronologiczne niektórych okresów oraz lokalne uwarunkowania w ich przebiegu. Należy wspomnieć tutaj również badania T. Litta i K. Tobolskiego w rejonie Jeziora Lednica w Imiołkach, które po zanalizowaniu osadów paleobotanicznych z tego jeziora sugerowały możliwość istnienia pierwszej ciepłej oscylacji późnego

glaciału w Polsce, tj. Meiendorfu (Tobolski, Litt 1994, Tobolski 1998), oraz K. Tobolskiego na stanowisku kultury hamburskiej w Mirkowicach (Tobolski 2001). Zaktualizowana bio- i chronostratygrafia późnego glaciału przedstawiona została ostatnio przez M. Latałową (2003).

Zreferowana wyżej weryfikacja chronostratygrafii późnego glaciału i związana z nią obszerna dyskusja znalazły jak dotychczas słabe odzwierciedlenie w polskich badaniach archeologicznych nad tym okresem. W literaturze przedmiotu z trudem można wskazać publikacje zawierające lub odnoszące się do aktualnego stanu wiedzy na powyższy temat. Do wyjątków należą publikacje J. Burdukiewicza (1998; 2004), J.K. Kozłowskiego (2004) oraz J. Kabacińskiego (2005). De facto ciągle obowiązującym na gruncie archeologii polskiej jest podział Mengeruda, stosowany zresztą dość automatycznie.

#### ZAKOŃCZENIE

Rozwój badań nad późnym glaciałem, począwszy od momentu powstania pierwszych jego podziałów, dokonanych na początku XX wieku, a uszczegółowionych przez Iversena (za de Klerk 2004), pociągał za sobą powstanie kolejnych (van der Hammen 1957, za de Klerk 2004; Mangerud 1974; Menke 1968), odnoszących się do stale aktualizowanego stanu badań. Archeologia późnego glaciału, sama mająca wkład w rozwój wiedzy nad chronostratygrafią tego okresu, antycypowała te kolejne podziały, odnosząc do nich zjawiska kulturowe zachodzące w późnym paleolicie.

Przedstawiona wyżej najnowsza rewizja chronostratygrafii późnego glaciału, oparta w głównej mierze o analizy rdzeni lodu kopalnego, badania osadów laminowanych i badania palinologiczne również powinna znaleźć swe odbicie we współczesnych badaniach archeologicznych, co od pewnego czasu ma miejsce np. w archeologii niemieckiej (por. Terberger, Lübke 2004) czy francuskiej (por. Antoine et al. 2000).

Logiczną konsekwencją wyżej przedstawionych wywodów jest schemat periodyzacyjny późnego gla-

cjału, który naszym zdaniem winien zastąpić podział Mangeruda, jako nieadekwatny do aktualnego stanu badań nad chronostratygrafią późnego glaciału. Postulujemy w nim odnośnienie się do stadiów izotopowych, które odzwierciedlają najbardziej szczegółowy i kompletny zapis zmian klimatycznych, a przynajmniej, jako niezbędne minimum, podawanie ich przy „klasycznym” zapisie, np. najstarszy Dryas (Dryas I) =GI-1d, aby wykluczyć możliwość nieporozumień terminologicznych. Podział ten odpowiada schematowi chronostratygraficznemu późnego glaciału powszechnie akceptowanemu i używanemu w badaniach niemieckich, co jest istotną zaletą, zważywszy na bliskość problematyki badawczej dotyczącej późnego glaciału.

Zdając sobie sprawę z ograniczeń proponowanego rozwiązania (np. przesunięć chronologicznych niektórych zjawisk paleoklimatycznych w skali regionalnej), jesteśmy jednocześnie przekonani, że akceptacja zaktualizowanej chronostratygrafii jest warunkiem niezbędnym dla kompatybilności polskich badań archeologicznych z europejską archeologią późnego glaciału.



## BIBLIOGRAFIA

- Alley R. B., Meese D. A., Shyman C. A. et al.  
1993 *Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of Younger Dryas event*, „Nature”, t. 362, 527-529.
- Ammann B., Birks H. J. B., Brooks S. J. et al.  
2000 *Quantification of biotic responses to rapid climate changes around the Younger Dryas – a synthesis*, „Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology”, t. 159, 313-347.
- Andersen K. K., Azuma N., Barnola J.-M. et al.  
2004 *High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period*, „Nature”, t. 431, 147-151.
- Antoine P., Fagnart J.-P., Limondin-Lozouet N., Munaut A.V.  
2000 *Le tardiglaciaire du bassin de la Somme: éléments de synthèse et nouvelles données*, „Quaternaire”, t. 11 (2), 85-98.
- Augustin L., Barbante C., Barnes P. R. F. et al.  
2004 *Eight glacial cycles from an Antarctic ice core*, „Nature”, t. 429, 623-628.
- Bałağa K., Goslar T., Kuc T.  
1998 *A comparative study on the Late Glacial/early Holocene climatic changes recorded in laminated sediments of Lake Peresplino – introductory data*, (w:) M. Ralska-Jasiewiczowa, T. Goslar, T. Madeyska, L. Starkel (red.) *Lake Gościąg, Central Poland. A Monographic Study. Part I*, Kraków, 175-180.
- Battle M., Bender M., Sowers T. et al.  
1996 *Atmospheric gas concentrations over the past century measured in air from firn at the South Pole*, „Nature”, t. 383, 231-235.
- Bender M., Sowers T., Dickson M.-L. et al.  
1994 *Climate correlations between Greenland and Antarctica during the past 100,000 years*, „Nature”, t. 372, 663-666.
- Björck S., Walker M. J. C., Cwynar L. C. et al.  
1996 *An event stratigraphy for the Last Termination I in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record; a proposal by the INTIMATE group*, „Journal of Quaternary Science”, t. 13 (4), 283-292.
- Brauer A., Endres C., Günter C. et al.  
1999a *High resolution sediment and vegetation responses to Younger Dryas climate change in varved lake sediments from Meerfelder Maar, Germany*, „Quaternary Science Reviews”, t. 18, 321-329.
- Brauer A., Endres C., Negendank J. F. W.  
1999b *Lateglacial calendar year chronology based on annually laminated sediments from Lake Meerfelder Maar, Germany*, „Quaternary International”, t. 61, 17-25.
- Burdukiewicz J. M.  
1998 *Concerning chronology of the Hamburgian Culture*, „Folia Quaternaria”, t. 70, 126-146.  
2004 *Technokompleks mikrolityczny w paleolicie dolnym środkowej Europy*, Wrocław.
- Dahl-Jensen D., Gundestrup N., Miller H. et al.  
2002 *The NorthGRIP deep drilling program*, „Annals of Glaciology”, t. 35, 1-4.
- Dansgaard W., Clausen H. B., Gundestrup N. et al.  
1982 *A new Greenland deep ice core*, „Science”, t. 218, 1273-1277.
- Dansgaard W., Johnsen S. J., Clausen H. B. et al.  
1993 *Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record*, „Nature”, t. 364, s. 218-220.
- Dybova-Jachowicz S., Sadowska A.  
2003 *Palinologia*, Kraków.
- Eriksen B.V.  
2002 *Reconsidering the geochronological framework of Lateglacial hunter-gatherer colonization of southern Scandinavia*, (w:) B.V. Eriksen, B. Bratlund (red.) *Recent studies in the Final Palaeolithic of the European plain*, Århus, 25-41.
- Friedrich M., Kromer B., Kaiser K. F. et al.  
2001 *High-resolution climate signals in the Bølling-Allerød Interstadial (Greenland Interstadial 1) as reflected in European tree-ring chronologies compared to marine varves and ice-core records*, „Quaternary Science Reviews”, t. 20, 1223-1232.
- Friedrich M., Kromer B., Spurk M., Hofmann J., Kaiser K.F.  
1999 *Paleo-environment and radiocarbon calibration as derived from Lateglacial/Early Holocene tree-ring chronologies*, „Quaternary International”, t. 61, 27-39.
- Goslar T., Bałağa K., Arnold M. et al.  
1999 *Climate-related variations in the composition of the Lateglacial and Early Holocene sediments of Lake Peresplino (eastern Poland)*, „Quaternary Science Reviews”, t. 18, 899-911.
- Hughen K. A., Overpeck J. T., Lehman S. J. et al.  
1998 *Deglacial changes in ocean circulation from an extended radiocarbon calibration*, „Nature”, t. 391, 65-68.
- Johnsen S. J., Clausen H. B., Dansgaard W., Fuhrer K. et al.  
1992 *Irregular interstadials recorded in a new Greenland ice core*, „Nature”, t. 359, 311-313.
- Johnsen S. J., Dansgaard W., Clausen H. B., Langway C. C.  
1972 *Oxygen isotope profiles through the Antarctic and Greenland ice sheets*, „Nature”, t. 235, 429-434.
- Jöris O., Weninger B.  
2000 *Radiocarbon calibration and the absolute chronology of the Late Glacial*, (w:) P. Bodu, M. Chris-

- tensen, B. Valentin (red.) *L'Europe Centrale et septentrionale au Tardiglaciaire, Table-ronde Nemours, 13-16 mai 1997*, „Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-Franceno”, t. 7, 197-215.
- Juvigné É., Kozarski S., Nowaczyk B.  
1995 *The occurrence of Laacher See Tepera In Pomerania, NW Poland*, „Boreas”, t. 24, 225-231.
- Kabaciński J.  
2005 *Łowcy-zbieracze końca plejstocenu i wczesnego holocenu*, (w:) Z. Bukowski (red.) *Via Archaeologica. Badania ratownicze w programie budowy autostrad*, Warszawa, 14-21.
- Kitgawa H., Van Der Plicht J.  
1998 *Atmospheric Radiocarbon Calibration to 45 000 yr B.P.: Late Glacial Fluctuations and Cosmogenic Isotope Production*, „Science”, t. 279, 1187-1190.
- Klerk de P.  
2004 *Changes in vegetation and environment at the Lateglacial – Holocene transition in Vorpommern (Northeastern Germany)*, (w:) T. Terberger, B.V. Eriksen (red.) *Hunters in changing world. Environment and Archaeology of the Pleistocene-Holocene Transition (ca. 11000-9000 B.C.) in Northern Central Europe. Workshop of the U.I.S.P.P.-Commission XXXXII at Greifswald in September 2002*, Rahden, 27-42.
- Kobusiewicz M.  
1999 *Tanged Point Cultures of Greater Poland. 25 Years from the First Approach*, (w:) *Tanged Points Cultures in Europe. Read at the International Archaeological Symposium. Lublin, 13-16 September 1993*, Lublin, 110-120.  
2002 *Ahrensburgian and Sviderian: two different modes of adaptation?*, (w:) B.V. Eriksen, B. Bratlund (red.) *Recent studies in the Final Palaeolithic of the European plain*, Århus, 117-112.
- Kozarski S.  
1962 *Recesja ostatniego lądolodu z północnej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej a kształtowanie się Pradoliny Noteci – Warty*, Poznań.
- Kozarski S., Nowaczyk B.  
1999 *Paleografia Polski w vistulianie*, (w:) L. Starkel (red.) *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, Warszawa, 79-103.
- Kozłowski J. K.  
2004 *Świat przed „rewolucją” neolityczną*, Kraków.
- Kozłowski J. K., Kozłowski S. K.  
1977 *Epoka kamienia na ziemiach polskich*, Warszawa.
- Landmann G., Reimer A., Lemke G., Kempe S.  
1996 *Dating Late Glacial abrupt climate Changes in the 14,570 yr long continuous varve record of Lake Van, Turkey*, „Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology”, t. 122, 107-122.
- Latalowa M.  
2003 *Późny Vistulian*, (w:) S. Dybova-Jachowicz, A. Sadowska (red.) *Palinologia*, Kraków, 266-273.
- Lemdahl G.  
1991 *Paleoekologia kopalnych owadów – przykład z późnoglacialnego stanowiska w Lednickim Parku Krajobrazowym*, (w:) K. Tobolski (red.) *Wstęp do paleoekologii Lednickiego Parku Krajobrazowego*, Poznań, 129-141.
- Litt T., Brauer A., Goslar T., Merkt J., Bałaga K. et al.  
2001 *Correlation and synchronisation of Late Glacial continental sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediments*, „Quaternary Science Reviews”, t. 20, 1233-1249.
- Litt T., Schmincke H.-U., Kromer B.  
2003 *Environmental response to climatic and volcanic events in central Europe during the Weichselian Lateglacial*, „Quaternary Science Reviews”, t. 22, 7-32.
- Litt T., Stebich M.  
1999 *Bio- and chronostratigraphy of the lateglacial in the Eifel region, Germany*, „Quaternary International”, t. 61, 5-16.
- Lotter A. F., Eicher U., Siegenthaler U., Birks H. J. B.  
1992 *Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments*, „Journal of Quaternary Science”, t. 7 (3), 187-204.
- Lowe J. J., Hoek W. Z. and INTIMATE Group  
2001 *Inter-regional correlation of palaeoclimatic records for the Last Glacial-Interglacial Transition: a protocol for improved precision recommended by the INTIMATE project group*, „Quaternary Science Reviews”, t. 20, 1175-1187.
- Mangerud J., Andersen S. T., Berglund B. E., Donner J.  
1974 *Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology classification*, „Boreas”, t. 3, 109-127.
- Menke B.  
1968 *Das spätglazial von Glüsing. Ein Beitrag zur Kenntnis der spätglazialen Vegetationsgeschichte in Westholstein*, „Eiszeitler und Gegenwart”, t. 19, 73-84.  
1983 *Palynologische Befunde*, (w:) K. Bokelmann (red.) *Fundplätze des Spätglazials am Hainholz-Esinger Moor, Kreis Pinneberg*, „Offa”, t. 40, 228-231.
- Merkt J., Müller H.  
1999 *Varve chronology of Lateglacial in Northwestern Germany from lacustrine sediments of Hämelsee/Lower Saxony*, „Quaternary International”, t. 61, 41-59.
- Morgan V., Delmotte M., Van Ommen T. et al.  
2002 *Relative Timing of Deglacial Climate Events in Antarctica and Greenland*, „Science”, t. 297, 1862-1864.
- Mortensen A., Bigler M., Grönvold K. et al.  
2005 *Volcanic ash layers from the Last Glacial Termination in the NGRIP ice core*, „Journal of Quaternary Science”, t. 20 (3), 209-219.
- Petit J. R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N. I. et al.  
1999 *Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica*, „Nature”, t. 399, 429-436.

- Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Madeyska T., Starkel L.  
1998 *Lake Gościąg, Central Poland. A Monographic Study. Part I*, Kraków.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Róžański K. et al.  
2003 *Very fast environmental changes at Pleistocene/Holocene boundary, recorded in laminated sediments of Lake Gościąg, Poland*, „Paleography, Paleoclimatology, Paleoecology”, t. 193, 225-247.
- Schild R.  
1996 *Radiochronology of the Early Mesolithic in Poland*, (w:) L. Larson (red.) *The earliest settlement in Scandinavia and its relationships with neighbouring areas*, „Acta Archaeologica Lundsensia. Series in 8”, t. 24, 285-295.
- Severinghaus J.P., Grachev A., Luz B., Caillon A.  
2003 *A method for precise measurements of argon 40/36 and krypton/argon ratios in trapped air in polar ice with applications to past firn thickness and abrupt climate changes in Greenland at Siple Dome, Antarctica*, „Geochimica et Cosmochimica Acta”, t. 67 (3), 325-343.
- Spurk M., Friedrich M., Hofmann J., Remmele S. et al.  
1998 *Revisions and extensions of the Hohenheim oak and pine chronologies – new evidence about the timing of the younger Dryas/preboreal transition*, „Radiocarbon”, t. 40 (3), 1107-1116.
- Starkel L.  
1977 *Paleogeografia holocenu*, Warszawa.
- Steig E. J., Brook E. J.  
1998 *Synchronous climate changes in Antarctica and North Antarctic*, „Science”, t. 282, 92-95.
- Svensson A., Nielsen S. W., Kipfstuhl S., Johnsen S. J. et al.  
2005 *Visual stratigraphy of the North Greenland Ice Core Project (NorthGRIP) ice core during the last glacial period*, „Journal of Geophysical Research”, t. 110, 1-11.
- Środoń A.  
1977 *Roślinność Polski w czwartorzędzie*, (w:) W. Szafer, K. Zarzycki (red.) *Szata roślinna Polski*, t. 1, Warszawa, 527-569.
- Taylor K. C., Hammer C. U., Alley R. B. et al.  
1993 *Electrical conductivity measurements from GISP2 and GRIP Greenland ice cores*, „Nature”, t. 366, 549-552.
- Terberger T., Lübke H.  
2004 *Hamburger Kultur in Mecklenburg-Vorpommern?*, (w:) H. Lübke, F. Lüth, T. Terberger (red.) *Neue Forschungen zur Steinzeit im südlichen Ostseengebiet*, „Bodendenkmalpflege des Mecklenburg-Vorpommern”, 15-34.
- Tobolski K.  
1998 *Późnoglacialna historia zbiornika w Imiolkach*, (w:) *Paleoekologiczne studium późnoglacialnych osadów jeziora Lednica w Imiolkach*, Bydgoszcz, 69-76.
- 2001 *Palinologiczna ocena późnoglacialnego i wczesnoholocenu środowiska przyrodniczego w Mirkowicach na tle aktualnego stanu badań Europy Niżowej*, (w:) J. Kabaciński (red.) *Najstarsze osadnictwo grup łowiecko-zbierackich północnej części Niziny Wielkopolskiej, sprawozdanie końcowe z wykonania grantu KBN nr 0724/H01/98/14*, Poznań.
- Tobolski K., Litt T.  
*Vorallerödzeitliche Seeablagerungen in Wielkopolska („Grosspolen“)*, (w:) A. F. Lotter, B. Ammann (red.) *Festschrift Gerhard Lang. Beiträge zur Systematik und Evolution, Floristik und Geobotanik, Vegetationsgeschichte und Paläoökologie*, „Dissertationes Botanicae”, t. 234, 487-496.
- Walker M.J.C., Björck S., Lowe J.J., Cwynar L.C. et al.  
1999 *Isotopic ‘events’ in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene*, „Quaternary Science Reviews”, t. 18, 1143-1150.
- Watanabe O., Jozuel J., Johnsen S., Parrenin F. et al.  
2003 *Homogeneous climate variability across East Antarctica over the past three glacial cycles*, „Nature”, t. 442, 509-512.

## LATE PALAEOOLITHIC OF CENTRAL EUROPEAN LOWLANDS IN THE LIGHT OF CHRONOSTRATIGRAPHY OF THE LATE GLACIAL

### SUMMARY

Current research on the chronostratigraphy of the Late Glacial which demonstrates a climatic variability of this period more adequate and carefully is of essential importance for archaeological studies on that subject. It resulted in a revision of hitherto prevailing conceptions of division of

the Late Glacial, its chronology and ideas of pace of climatic changes of that period.

Relatively complete and long sequences of fossil deposits demonstrating the complete spectrum of changes occurring in that period are of great importance. In recent years,



such sequences were sampled thanks to dead-ice cores drilling in Greenland and Antarctic. These cores, reflecting an ice annual growth resulted from snowfall in winter and summer seasons, enabled to reconstruct the climate changes reaching back to 700 thousands years.

The most essential for the chronostratigraphy of the last Glacial period on the Northern hemisphere have been the analysis of the Greenland cores GRIP and GISP 2, resulting in a new division of the Late Glacial (event stratigraphy) – Björck et al. 1998) proposed by a research team working in the framework of the INTIMATE programme (Integration of Ice-core, Marine and Terrestrial Records). Undoubtedly one of the great advantages of the chronology based on dead-ice contained in the Greenland cores is its independence from other dating systems (dates are given as ice-core yr [years] BP) as it may be observed in radiocarbon chronology constantly facing problems of calibration and plateau (Kitgawa, van der Plicht 1998; Björck et al. 1998; Jöris, Weninger 2000).

The chronostratigraphy based on the Greenland curves demonstrates, at the inter-regional level, a high conformity with some independent chronologies based on analyses of laminated lake and marine sediments or dendrochronological scales, however, the relevance of use it in regional contexts has been questioned (Litt et al. 2001; 2003; de Klerk 2004). That refers mostly to biozones distinguished on the basis of palinologic analyses, reflecting local and sometimes very specific environmental conditions. In other perspective, e.g. a discrepancy between lake and marine sediments has been arisen (Litt et al. 2003).

The results of analyses of the Greenland ice cores directly influence the archaeological research on the Late

Palaeolithic of the European Lowlands. A more complete sequence of climate changes resulted from them enables to observe the cultural transformations in the context of changing climate conditions more precisely, however, these opportunities are limited due to lack of precise dating of particular settlement episodes. A verification of notions used for individual Late Glacial climate periods and elaborating numerous new local chronostratigraphic models, referring on the one hand to the Greenland curves, and, on the other hand, trying to adapt the already existing and entrenched terminology to a new division, are another consequences of the new division of the Late Glacial.

The pace of the climatic changes occurring in the Late Glacial recorded both in the Greenland ice cores and in e.g. laminated sediments may potentially caused more serious consequences for the archaeological studies on the Late Palaeolithic (Litt et al. 2003; Alley et al. 1993; Merkt, Müller 1999; Ammann et al. 2000; De Klerk 2004; Ralska-Jasiewiczowa et al. 2003).

A significant contribution to a process of reanalysis of the Late Glacial chronostratigraphy was brought by analyses of laminated sediments in Poland, Switzerland and Germany (Goslar et al. 1999; Litt et al. 2001; Ammann et al. 2000) and, at a regional level, palaeobotanical investigations in the area of the Lednickie Lake and Mirkowice (Tobolski, Litt 1994; Tobolski 1998; Tobolski 2001).

The updated bio- and chronostratigraphy of the Late Glacial has recently been presented by M. Latalowa (2003). The updating of the Late Glacial stratigraphy and a comprehensive discussion on it have been hitherto poorly reflected in Polish archaeological research on this period.

#### Adresy Autorów:

Dr Jacek Kabaciński  
Instytut Archeologii i Etnologii PAN  
ul. Rubież 46  
61-612 Poznań  
jacek.kabacinski@iaepan.poznan.pl

Mgr Iwona Sobkowiak-Tabaka  
Instytut Archeologii i Etnologii PAN  
ul. Rubież 46  
61-612 Poznań  
iwona.sobkowiak@iaepan.poznan.pl