

# O możliwościach rekonstrukcji paleotemperatur vistulianu na podstawie kopalnych zespołów ptaków

## Reconstruction of Vistulian palaeotemperatures on the basis of fossil bird assemblages

MICHAŁ LORENC

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Ekologiczna w Jeziorach,  
skr. poczt. 40, 62-050 Mosina; e-mail: Michal.Lorenc@amu.edu.pl

---

### Streszczenie

Pochodzące z vistulianu szczątki ptaków znane są w Polsce niemal wyłącznie z osadów jaskiń i schronisk skalnych, w sumie z 18 stanowisk. Relatywnie liczne są wyłącznie szczątki pochodzące ze środkowego i późnego vistulianu. W artykule podsumowano zamieszczone w literaturze dane dotyczące występowania i zróżnicowania gatunkowego kości ptaków w vistuliańskich osadach powyższych 18 stanowisk. Zespoły ptaków z vistuliańskich osadów poszczególnych jaskiń i schronisk skalnych stanowiły często podstawę rekonstrukcji paleośrodowiska, rzadziej paleoklimatu. W artykule podsumowano średnie temperatury lipca, które na podstawie tych zespołów oszacowano do tej pory dla niektórych faz klimatycznych vistulianu. Większość temperatur określono używając metody obliczania wskaźników termicznych, według Demarcq & Mourer-Chauvire (1976) i przeliczania wartości tych wskaźników na °C, według Lorenc (2007). Metody te zostały ogólnie scharakteryzowane. Prezentowane temperatury odnoszą się do następujących faz klimatycznych vistulianu: późny vistulian (bölling, starszy dryas, alleröd, młodszy dryas), późny plenivistulian, środkowy plenivistulian (denekamp, hengelo), wczesny plenivistulian (schalkholz) i wczesny vistulian (odderade). Wskazano mocne i słabe strony rekonstrukcji paleotemperatur na podstawie powyższych zespołów ptaków.

**Słowa kluczowe:** vistulian, paleotemperatura, osady jaskiniowe, szczątki kostne ptaków

### Abstract

Vistulian bird-bone remains are known in Poland almost exclusively from sediments of 18 caves and rock-shelters in the Kraków-Częstochowa Upland, the Podhale Depression and the Holy Cross Mountains. Only remains from the Middle and Late Vistulian are relatively abundant. The present contribution summarizes literature data on the occurrence and species diversity of bird-bone remains from the 18 sites mentioned above. The bird-bone assemblages from the caves and rock-shelters were often used to reconstruct the then palaeoenvironment, more rarely the palaeoclimate. Analysis of the bird-bone assemblages indicates average July temperatures for some Vistulian intervals, viz. the Late Vistulian (Bölling, Older Dryas, Alleröd, Younger Dryas), Late Plenivistulian, Middle Plenivistulian (Denekamp, Hengelo), Early Plenivistulian (Schalkholz) and Early Vistulian (Odderade). Most of the temperatures were assessed through thermal indices (Demarcq & Mourer-

Chauvire 1976), but they were estimated by Lorenc's (2007) method as well. Both methods are explained in the present contribution. In addition, the advantages and disadvantages of palaeotemperature reconstruction on the basis of bird-bone assemblages are specified.

**Keywords:** Vistulian (Weichselian), palaeotemperature, cave sediments, bird bone remains

## Wstęp

Szczałki kostne ptaków pochodzące z vistulianu znane są w Polsce niemal wyłącznie z osadów następujących 18 jaskiń oraz schronisk skalnych: Jaskinia Raj, Jaskinia Zamkowa Dolna, Jaskinia Komarowa, schronisko w Kruczej Skale, Jaskinia Deszczowa, schronisko nad Jaskinią Deszczową, Jaskinia w Dziadowej Skale, Jaskinia Sąspowska Zachodnia, Jaskinia Kozłarnia, schronisko w Puchaczkiej Skale, Jaskinia nad Mosurem Starym Duża, Jaskinia Nietoperzowa, schronisko w Żytniej Skale, Jaskinia Mamutowa, schronisko nad Jaskinią Niedostępną, schronisko w Zalasie, Jaskinia Obłazowa i Obłazowa 2. Tylko szczątki pochodzące ze środkowego i późnego vistulianu są relatywnie liczne (Bocheński 1974, 1989, 1993; Lorenc 2007). Bardziej zróżni-

cowane gatunkowo zespoły tych szczątków były wykorzystywane w celu rekonstrukcji paleośrodowiska, rzadziej paleoklimatu (Bocheński 1974, 1981, 1988; Madeyska 1981; Bocheński jun. 1990; Tomek & Bocheński 1995; Cyrek *et al.* 2000; Tomek *et al.* 2003; Bocheński & Tomek 2004; Tomek & Bocheński 2005; Lorenc 2007). Zespoły te pozwalają również na zastosowanie, opracowanej przez Demarcq & Mourer-Chauviré (1976), metody obliczania wskaźników termicznych. Wskaźniki termiczne obliczane są na podstawie szczątków ptaków o rozpoznanej przynależności systematycznej i w sposób względny charakteryzują warunki termiczne panujące w czasie depozycji tych szczątków. W literaturze polskiej metodę tę przedstawił Bocheński (2000). Została ona zastosowana w odniesieniu do kilku, opracowanych w ostatnich latach,

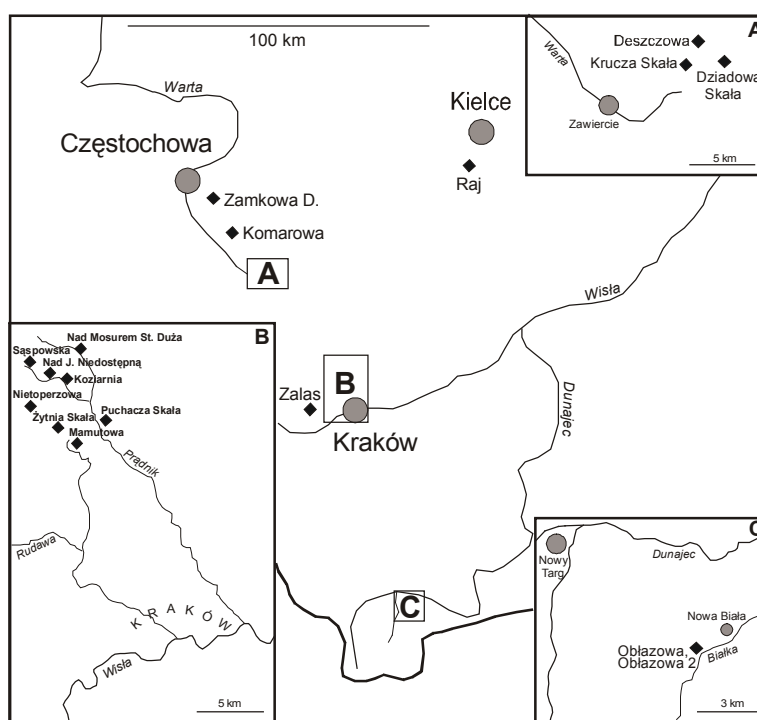


Fig. 1. Lokalizacja rozpatrywanych jaskiń i schronisk skalnych

Fig. 1. Location of analyzed caves and rock shelters

**Tab. 1.** Jaskinie i schroniska oraz wiek i numeracja vistuliańskich warstw osadów zawierających kości ptaków. Numeracja i stratygrafia warstw jest zgodna z ich numeracją i stratygrafią przedstawioną w cytowanych opracowaniach poszczególnych stanowisk

**Tab. 1.** Cave and rock shelters with the age and numbering of the Vistulian layers containing bird bone remains. Numbering of layers and their stratigraphy is the same as in original papers

Stratygrafia Stratigraphy		J. Raj	J. Zamkowa Dolna	Jaskinia Komarowa	Schronisko w Kruczej Skale	J. Deszczowa	Schronisko nad J. Deszczową	J. w Dziadowej Skale	J. Sąspowska Zachodnia	J. Koziarnia	Schronisko w Puchaczkiej Skale	J. nad Mosurem Starym Duża	J. Nietoperzowa	Schronisko w Żytniej Skale	J. Mamutowa	Schronisko nad J. Niedostępną	Schronisko w Zalasie	J. Obłazowa	J. Obłazowa 2
VISTULIAN	późny vistulian Late Vistulian			B, B-B5	1-8, III-V	IX-XI (?)	IX-XI (?)	8	3					6, d		4	7-9	V-II	
	Plenivistulian	późny Late		C		VIII	VIII	7				5	4	5, c	2g, 2, VII-IX			VII	
		środkowy Middle		6	D, E, Z		VII VI			10			5-7 8	4 2, b	3, III-VI	2		XI- VIII	+
		wczesny Early	8-10 4-6		F, B/F', Ft		V(?)			11-13	III lessowa		9					XII	
	wczesny vistulian Early Vistulian	1-3		H, G, Gtx		I-IV Ia-IVa	III-IV			17			10					XIX-XIII	

Stratygrafia: J. Raj (Kowalski *et al.* 1972; Madeyska 1972, 1981; Bocheński 1974, 1989), J. Zamkowa Dolna (Bocheński 1974, 1989), J. Komarowa (Tomek & Bocheński 2005), schronisko w Kruczej Skale (Bocheński & Tomek 2004), J. Deszczowa, schronisko nad J. Deszczową (Cyrek *et al.* 2000; Nadachowski - dane niepublikowane), J. w Dziadowej Skale (Dylik *et al.* 1954; Chmielewski 1958; Bocheński jun. 1990), J. Sąspowska Zachodnia (Madeyska 1981, 1988; Bocheński 1989), J. Koziarnia (Chmielewski *et al.* 1967; Madeyska-Niklewska 1969; Madeyska 1981; Bocheński 1974, 1989), schronisko w Puchaczkiej Skale (Kowalski *et al.* 1965; Madeyska 1981; Bocheński 1974, 1989), J. nad Mosurem Starym Duża (Bocheński 1989; Nadachowski *et al.* 1989), J. Nietoperzowa (Madeyska-Niklewska 1969; Bocheński 1974, 1989; Madeyska 1982), schronisko w Żytniej Skale (Kowalski *et al.* 1967; Bocheński 1974, 1989), J. Mamutowa (Bocheński 1974, 1989; Nadachowski 1976; Madeyska 1981, 1992), schronisko nad J. Niedostępną (Bocheński 1974, 1989; Madeyska 1981, 1988), schronisko w Zalasie (Bocheński *et al.* 1985), J. Obłazowa (Valde-Nowak *et al.* 2003), J. Obłazowa 2 (Nadachowski *et al.* 1993; Valde-Nowak *et al.* 2003).

zespołów vistuliańskich szczątków ptaków (Cyrek *et al.* 2000; Tomek *et al.* 2003; Bocheński & Tomek 2004; Tomek & Bocheński 2005). Dla wcześniej opracowanych vistuliańskich zespołów szczątków ptaków wskaźniki termiczne policzył Lorenc (2007).

Autor podsumował istniejące dane dotyczące występowania i zróżnicowania gatunkowego kości ptaków wśród vistuliańskich osadów ze wspomnianych 18 polskich stanowisk. Lokalizację tych stanowisk przedstawia Fig 1. W Tab. 1 zamieszczono bliższe dane dotyczące ilości i wieku warstw osadów, z których znane są kości. Należy zaznaczyć, że część warstw Jaskini

Deszczowej, schroniska nad Jaskinią Deszczową, Jaskini w Dziadowej Skale, Jaskini Sąspowskiej Zachodniej, Mamutowej i Obłazowej zawiera kości ptaków, których wiek radiowęglowy nie odpowiada podanej w literaturze (Tab. 1) stratygrafii tych warstw (Lorenc 2006a, 2007).

Scharakteryzowano metodę obliczania wskaźników termicznych według Demarcq & Mourer-Chauviré (1976) oraz zaproponowaną przez autora (Lorenc 2007) metodę przeliczania wartości tych wskaźników na stopnie Celsjusza. Przedstawiono paleotemperature vistulianu, które do tej pory oszacowano na podstawie ptasich materiałów kostnych. Zwrócono uwagę na

mocne i słabe strony wnioskowania na temat paleotemperatur w oparciu o zespoły szczątków kostnych ptaków pochodzących z vistuliańskich osadów jaskiniowych.

## Szczałki ptaków w vistuliańskich osadach jaskiniowych w Polsce

Poniżej przedstawiono stanowiska ujęte na Fig. 1 i w Tab. 1. Podano bliższą lokalizację stanowisk, liczbę wyróżnionych warstw osadów, w tym liczbę warstw vistuliańskich oraz liczbę warstw tego wieku z kośćmi ptaków. Następnie podano liczbę gatunków ptaków, których kości stwierdzono w poszczególnych warstwach (liczbę tę podano w nawiasie za numerem warstwy). Powyższe dane zebrano w Tab. 2. Określając ilość gatunków ptaków, których kości stwierdzono w poszczególnych warstwach i stanowiskach, uwzględniono wyłącznie te gatunki, których szczątki zostały zidentyfikowane w sposób jednoznaczny, niebudzący wątpliwości. Wykluczono zatem gatunki, których kości oznaczono w sposób niepełny lub których oznaczenie nie jest pewne. W przypadku części warstw oznaczenia takie są liczne. Są to zwykle kości oznaczone jako „cf.” (*conformis*) lub kości rozpoznane jako przynależne do jednego z dwóch blisko spokrewnionych gatunków, np: *Anas querquedula/crecca*.

### Jaskinia Raj

Lokalizacja: Góry Świętokrzyskie, wzgórze Malik we wsi Szewce (Fig. 1).

W profilu osadów wyróżniono 11 warstw. Warstwy od 1 do 10 pochodzą z vistulianu (Tab. 1), natomiast najwyższa warstwa 11 powstała w holocenie (Kowalski *et al.* 1972; Madeyska 1972). Szczątki kostne ptaków stwierdzono w 8 warstwach. Ich zróżnicowane gatunkowe w poszczególnych warstwach, według Bocheńskiego (1974), jest następujące: 10 (9), 9 (2), 8/10 (3), 8 (4), 7 (0), 6/10 (4), 6 (9), 5 (1), 4 (8), 3 (2), 2 (4), 1 (0). Z poszczególnych warstw pochodzą zatem szczątki tylko kilku gatunków ptaków. Łączna ich liczba wynosi 21 (Tab. 2).

### Jaskinia Zamkowa Dolna

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, w obrębie murów zamku w Olsztynie (Fig. 1).

W profilu osadów wyróżniono 7 warstw, z których pięć górnych (warstwy 1 do 5) stanowi wtórnie przemieszczony materiał w hałdach, powstałych w wyniku nowożytnych wykopów, dokonanych w różnych okresach historii olsztyńskiego zamku (Bocheński 1974; Kopacz 1975; Madeyska 1981). Z warstwy 6, nienaruszonej przez powyższe wykopy, pochodzi zdecydowana większość kości ptaków znanych z tego stanowiska. Niemniej, według Bocheńskiego (1974, 1989), również materiał tej warstwy wygląda na przemieszczony, pochodzący z całego plenivistulianu (Tab. 1), choć Kopacz (1975) odnosi warstwę 6 do dolnego plenivistulianu. Bocheński (1974) oznaczył w warstwie 6 szczątki 8 gatunków ptaków (Tab. 2).

### Jaskinia Komarowa

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, Wzgórze Puchacz koło Częstochowy (Fig. 1).

Osady jaskini eksplorowano zarówno w jej wnętrzu jak i na progu jaskini. We wnętrzu jaskini wyróżniono 10 warstw osadów. Wiek 9 warstw uznano za vistuliański. Kości ptaków pochodzą z 6 z nich. W profilu osadów na progu jaskini wyróżniono 8 warstw, z których wiek 6 uznano za vistuliański. We wszystkich tych warstwach znaleziono kości ptaków (Tomek & Bocheński 2005). Ich zróżnicowanie gatunkowe w poszczególnych warstwach, według powyższego opracowania, jest następujące: warstwy z wnętrza jaskini - H (2), G (5), F (4), E (33), D (47), C (10), B/D (2); warstwy z progu jaskini - Gtx (1), Ft (3), B/F' (11), Z (7), B5 (4), B (34). Łączna liczba gatunków, których kości stwierdzono w powyższych osadach, wynosi 67, co stawia powyższy zespół szczątków wśród najbardziej zróżnicowanych gatunkowo (Tab. 2).

### Schronisko w Kruczej Skale

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, Skały Kroczyckie (Fig. 1A).

**Tab. 2.** Zróżnicowanie gatunkowe kości ptaków oraz ich występowanie wśród wistuliańskich osadów jaskiniowych**Tab. 2.** Species diversity of the bird bones and their occurrence in the Vistulian cave sediments

Jaskinia/schronisko <i>Cave/rock-shelter</i>	Liczba gatunków ptaków w stanowisku <i>Number of bird species in cave/rock-shelter</i>	Liczba wyróżnionych warstw, liczba warstw pochodzących z wistulianu <i>Number of all distinguished layers, layers of the Vistulian age</i>	Liczba wistuliańskich warstw z kośćmi ptaków, liczba warstw zawierających szczątki 10 lub więcej gatunków <i>Number of all Vistulian layers with bird bones, layers with bones of at least 10 species</i>
Schronisko w Kruczej Skale	74	9, 8* 6, 5**	8, 7 (4)* 4, 3 (2)**
Jaskinia Oblazowa	72	21, 20	6 <sup>1</sup> , 4 <sup>1</sup>
Jaskinia Komarowa	67	10, 9* 8, 6**	6, 3* 6, 2**
Jaskinia Mamutowa	37	10, 10* 7, 6**	7, 0* 3, 1**
Jaskinia Deszczowa	29	11, 11	10, 2
Jaskinia Oblazowa 2	28	1, 1	1, 1
Jaskinia Raj	21	11, 10	8, 0
Schronisko nad Jaskinią Deszczową	17	8, 8	5, 0
Jaskinia Sąspowska Zachodnia	16	6, 3	1, 1
Jaskinia w Dziadowej Skale	11	11, 2 ?	2, 0
Jaskinia Koziarnia	9	21, 12* 4, 3**	5, 0* 1, 0**
Jaskinia Zamkowa Dolna	8	7, 1 ?	1, 0
Jaskinia nad Mosurem Starym	5	6, 1	1, 0
Schronisko w Żytniej Skale	5	6, 4* 7, 5**	3, 0* 4, 0**
Jaskinia Nietoperzowa	4	17, 8	6, 0
Schronisko nad Jaskinią Niedostępną	4	6, 3	2, 0
Schronisko w Zalasie	3	12, 10	2, 0
Jaskinia w Puchaczkiej Skale	0	3, 2	1, 0

W nawiasach podano liczbę „warstw przejściowych”, w których stwierdzono kości ponad 10 gatunków ptaków. \* - wnętrze jaskini, \*\* - przyotworowa część jaskini, <sup>1</sup> - liczba serii osadów.

*Number of "transitional layers" with bones of at least 10 species is given in brackets. \* - inner part of a cave, \*\* - entrance of a cave, <sup>1</sup> - number of layer series.*

Osady schroniska eksplorowano zarówno w jego wnętrzu i na progu schroniska. W profilu osadów wewnątrz schroniska wyróżniono 9 warstw, a na jego progu 6 warstw. W obu profilach wyłącznie warstwę najwyższą uznano za holoceniową. Wszystkie pozostałe warstwy uznano za wistuliańskie (Bocheński & Tomek 2004). Szczątków ptaków nie stwierdzono tylko w jednej warstwie na progu jaskini. Zróżnicowanie gatunkowe tych szczątków w pozostałych warstwach, według powyższego opracowania, jest następujące: warstwy wewnątrz schroniska - 1 (1), 1/2 (5), 2 (14), 2/3 (28), 3 (11), 3/4 (18), 4 (22), 4/5 (11),

5 (27), 5/6 (14), 6 (20), 7 (19), 7/8 (1), 8 (12); warstwy na progu schroniska - I (1), I/II (3), II (0), II/III (5), III (16), III/IV (17), IV (19), IV/V (25), V (34). W profilu osadów schroniska wyróżniono szereg „warstw przejściowych” - osady, które zalegają pomiędzy poszczególnymi warstwami i które trudno jednoznacznie zakwalifikować do tych warstw. Znaczna część „warstw przejściowych” zawiera liczne kości ptaków. W sumie oznaczono kości 74 gatunków. Pod tym względem, jest to najbardziej zróżnicowany zespół szczątków kostnych ptaków, spośród wszystkich omawianych w tym artykule (Tab. 2).

## Jaskinia Deszczowa

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, Popielowa Góra koło Kroczyca (Fig. 1A).

Osady jaskini eksplorowano zarówno w jej wnętrzu i na progu jaskini. W profilu osadów wyróżniono 11 warstw. Pochodzą one z vistulianu, choć nie wyklucza się holocenijskiego wieku warstw IX–XI (Tab. 1). Warstwy z wykopu w głębi jaskini i na jej progu, które uznano za równowiekowe, posiadają ten sam numer. Literą „a” wyróżniono warstwy pochodzące z głębi jaskini (Cyrek *et al.* 2000). Zróżnicowanie gatunkowe kości ptaków w poszczególnych warstwach, według powyższego opracowania, jest następujące: XI, XIa (1); X, Xa (1); IX/X, IXa/Xa (2); IX, IXa (6); VIII–X, VIIIa–Xa (5); VIII/IX, VIIIa/IXa (3); VIII, VIIIa (10); VII, VIIa (18); VI, VIa (2); V/VI, Va/VIa (2); V, Va (3); IV/V, IVa/Va (2); IV, IVa (7); III, IIIa (3); II/IIa (0); I/II, Ia/IIa (1); I, Ia (2). W większości warstw stwierdzono zatem kości tylko kilku gatunków. Ich łączna liczba wynosi 29 (Tab. 2).

## Schronisko nad Jaskinią Deszczową

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, Popielowa Góra koło Kroczyca.

W profilu osadów wyróżniono 8 warstw, które skorelowano wiekowo z warstwami z Jaskini Deszczowej. Odpowiadające sobie wiekowo warstwy obu stanowisk posiadają taki sam numer (Cyrek *et al.* 2000, Cyrek – informacja pisemna). Prawidłowości powyższej korelacji nie potwierdzają wyniki badań wieku radiowęglowego kości pochodzących ze skorelowanych warstw. Vistuliański wiek warstw nie budzi jednak większych wątpliwości (Lorenc 2006a, 2007). Zróżnicowanie gatunkowe szczątków ptaków w poszczególnych warstwach, według Cyrka *et al.* (2000), jest następujące: XI (5), X (1), IX/X (8), IX (3), VIII (9), VII/VIII (0), VII (0), VI/VII (0), V (0), IV (1), III/IV (1), III (0) (Tab. 2).

## Jaskinia w Dziadowej Skale

Lokalizacja: Wyżyna Częstochowska, okolice Podlesic (Fig. 1A).

W profilu osadów wyróżniono 11 warstw. Ich opis litologiczny oraz próbę interpretacji stratygraficznej podają Dylik *et al.* (1954) i Chmielewski (1958). Niemniej, zamieszczone w tych opracowaniach dane nie pozwalają jednoznacznie określić, które warstwy pochodzą z vistulianu. Nowsze dane dotyczące wieku części warstw podaje Bocheński *jun.* (1990). Wynika z nich, że tylko dwie warstwy pochodzą z vistulianu (warstwa 7 i 8, Tab. 1). Warstwy leżące w wyższej części profilu uznano za holocenijskie, a leżące niżej za eemskie. Brak danych dotyczących wieku warstwy 6, w której zresztą nie stwierdzono kości ptaków. Zróżnicowanie gatunkowe tych kości w warstwach pochodzących z vistulianu, według Bocheńskiego *jun.* (1990), jest następujące: 8 (7), 7/8 (1), 7 (7) (Tab. 2).

## Jaskinia Sąspowska Zachodnia

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, Dolina Sąspowska (Fig. 1B).

W profilu osadów wyróżniono 6 warstw. Z okresem vistulianu korelowane jest powstanie 3 warstw, które stanowią niższą część profilu (Madeyska 1981, 1988). Szczątki ptaków z vistulianu, reprezentujące 16 gatunków, stwierdzono wyłącznie w warstwie 3 (Bocheński 1988) (Tab. 2).

## Jaskinia Koziarnia

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, Dolina Koziarnia (Fig. 1B).

Osady jaskini eksplorowano zarówno w jej wnętrzu, jak i na progu jaskini. Profil osadów w głębi jaskini jest znacznie bardziej zróżnicowany. Wyróżniono w nim 21 warstw. Z okresu vistulianu pochodzi najprawdopodobniej 12 warstw (warstwy od 17 do 3). W profilu osadów na progu jaskini wyróżniono 4 warstwy, z których 3 pochodzą z vistulianu (Chmielewski *et al.* 1967; Madeyska-Niklewska 1969). Szczątki ptaków stwierdzono wyłącznie w nieznacznej części warstw (Bocheński 1974) (Tab. 1). Ich zróżnicowanie gatunkowe, według Bocheńskiego (1974), jest następujące: wewnątrz jaskini – 10 (3), 10/11 (3), 11 (3), 12 (3), 12/13 (1), 13 (4), 17 (2); na progu jaskini – 11 (8) (Tab. 2).

## Schronisko w Puchaczej Skale

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, dolina Prądnika (Fig. 1B).

W profilu osadów wyróżniono 3 warstwy. Dwie starsze warstwy korelowane są z okresem wistulianu (Kowalski *et al.* 1965; Madeyska 1981; Bocheński 1989). Nieliczne kości ptaków pochodzą z warstwy zalegającej najgłębiej (Tab. 1). Brak jednak pewnych oznaczeń tych kości (Bocheński 1974) (Tab. 2).

## Jaskinia nad Mosurem Starym Duża

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, dolina Prądnika (Fig. 1B).

W profilu osadów wyróżniono 6 warstw, z których tylko jedna (warstwa 5) korelowana jest z okresem wistulianu (Tab. 1). Wyżej leżące warstwy (od 4 do 1) pochodzą z holocenu. W warstwie 5 oznaczono szczątki tylko 5 gatunków ptaków (Nadachowski *et al.* 1989) (Tab. 2).

## Jaskinia Nietoperzowa

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, wieś Jerzmanowice (Fig. 1B).

W profilu osadów wyróżniono 17 warstw. Z wistulianu pochodzi najprawdopodobniej 8 warstw (warstwy od 10 do 3) (Madeyska-Niklewska 1969; Bocheński 1989). Kości ptaków stwierdzono w 6 spośród tych warstw. Ich zróżnicowanie gatunkowe, według Bocheńskiego (1974), jest następujące: 10 (3), 9/10 (1), 9 (2), 9/8 (0), 8 (3), 7/8 (1), 6 (1), 5 (1), 4 (1), 3 (0). W żadnej z powyższych warstw nie stwierdzono zatem kości więcej niż trzech gatunków ptaków. Równie niskie jest zróżnicowanie gatunkowe całego zespołu wistuliańskich kości ptaków z tego stanowiska (Tab. 2).

## Schronisko w Żytniej Skale

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, wieś Bębło (Fig. 1B).

Osady schroniska eksplorowano zarówno w jego wnętrzu jak i na progu schroniska. Ko-

relacja stratygraficzna osadów obu części schroniska nie była możliwa. W profilu osadów wewnątrz schroniska wyróżniono 6 warstw, z których prawdopodobnie 4 pochodzą z wistulianu (brak jednoznacznych danych dotyczących wieku warstwy najniższej, natomiast warstwa najwyższa pochodzi z holocenu). Szczątki ptaków stwierdzono w 3 spośród tych warstw. W profilu osadów na progu schroniska wyróżniono 7 warstw, z których prawdopodobnie 5 pochodzi z wistulianu (uwagi dotyczące warstwy najniższej i najwyższej – jak wyżej). Szczątki ptaków stwierdzono w 4 spośród tych warstw (Kowalski *et al.* 1967; Madeyska 1981). Zróżnicowanie gatunkowe szczątków w poszczególnych warstwach, według Bocheńskiego (1974), jest następujące: wewnątrz schroniska – b (1), c (1), d (4); przed schroniskiem – 2 (1), 4 (1), 5 (1), 6 (1) (Tab. 2).

## Jaskinia Mamutowa

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, wieś Wierzchowice (Fig. 1B).

Osady jaskini eksplorowano zarówno w jej wnętrzu jak i na progu jaskini. W wykopach w głębi jaskini wyróżniono 10 warstw osadów. Pochodzą one z wistulianu, a szczątki ptaków stwierdzono w 7 warstwach (warstwy III-IX). W przyotworowej części jaskini wyróżniono 7 warstw osadów. Warstwy te pochodzą z wistulianu, poza najwyższą warstwą 1, która powstała w holocenie. Szczątki ptaków stwierdzono tylko w 3 warstwach (2g, 2 i 3) (Bocheński 1974, 1981) (Tab. 1). Opis osadów i uwagi dotyczące ich stratygrafii podaje Nadachowski (1976) i Madeyska (1981, 1992). Zróżnicowanie gatunkowe szczątków ptaków w poszczególnych warstwach, według Bocheńskiego (1974, 1981) oraz wyników analizy niepublikowanych materiałów Z. Bocheńskiego jest następujące: wewnątrz jaskini – III (3), IV (4), V (1), VI (4), VII (1), VIII (1), IX (5); na progu jaskini – 3 (6), 2 (30), 2g (8). W sumie stwierdzono szczątki 37 gatunków, lecz wyłącznie w warstwie 2 na progu jaskini stwierdzono ich znaczne zróżnicowanie gatunkowe (Tab. 2).

## Schronisko nad Jaskinią Niedostępną

Lokalizacja: Wyżyna Krakowska, dolina Kozia, wieś Sąsów (Fig. 1B).

W profilu osadów wyróżniono 6 warstw, z których 3 pochodzą z vistulianu (warstwy 2–4). Leżące wyżej warstwy 5 i 6 są holoceni (Madeyska 1981, 1988). Zróżnicowanie gatunkowe szczątków ptaków w warstwach pochodzących z vistulianu, według Bocheńskiego (1974), jest następujące: 2 (1), 3 (0), 4 (3) (Tab. 2).

## Schronisko w Zalasie

Lokalizacja: Garb Tenczyński koło Krakowa, wieś Zalas (Fig. 1).

W stanowisku tym wyróżniono 12 warstw osadów. Poza warstwą najniższą i najwyższą, są to osady pochodzące z vistulianu (Bocheński *et al.* 1985). Szczątki ptaków stwierdzono tylko w warstwie 7 i 9, a ich zróżnicowanie gatunkowe według Bocheńskiego *et al.* (1985) jest następujące: 7 (1), 9 (3) (Tab. 2).

## Jaskinia Obłazowa 2

Lokalizacja: Podhale, dolina Biały koło wsi Nowa Biała (Fig. 1C).

W profilu osadów jaskini wyróżniono 21 warstw, w obrębie których wyróżniono 6 serii osadów (od A do F). Każda seria składa się z jednej lub kilku warstw, powstałych w podobnych warunkach klimatycznych. Niemal wszystkie warstwy pochodzą z vistulianu. Wyłącznie najwyższe warstwy (VI-I) zostały skorelowane z późnym glacialem i holocenem (Valde-Nowak *et al.* 2003). Wyniki badań wieku radiowęglowego kości z tych warstw sugerują jednak, że wyłącznie najmłodsza warstwa I pochodzi z holocenu (Lorenc 2006a, 2007). W monografii jaskini (Valde-Nowak *et al.* 2003) spis gatunków ptaków, których kości stwierdzono w jej osadach, podano w odniesieniu do serii osadów, a nie ich poszczególnych warstw. We wszystkich seriach osadów stwierdzono kości ptaków. Ich zróżnicowanie gatunkowe w po-

szczególnych seriach, według Tomek *et al.* (2003), jest następujące: seria A – warstwy XXI–XX (3), seria B – warstwy XIX–XIII (13), seria C – warstwa XII (1), seria D – warstwy XI–VIII (34), seria E – warstwa VII (17), seria F – warstwy V–II (54).

## Jaskinia Obłazowa 2

Lokalizacja: Podhale, dolina Biały koło wsi Nowa Biała (Fig. 1C).

Wyróżniono jedną warstwę osadów (Nadachowski *et al.* 1993; Valde-Nowak *et al.* 2003). W warstwie tej stwierdzono szczątki 28 gatunków ptaków (Tomek *et al.* 2003) (Tab. 2).

Analiza znalezisk z powyższych stanowisk pozwala na następujące wnioski:

- a) Wśród osadów większości jaskiń i schronisk skalnych wyróżniono nie więcej niż 10 warstw. Tylko w dwóch stanowiskach wyróżniono ponad 20 warstw.
- b) Niemal we wszystkich stanowiskach zdecydowana większość warstw pochodzi z vistulianu.
- c) Większość vistuliańskich warstw osadów zawiera kości ptaków. Wśród osadów rozważanych stanowisk stwierdzono łącznie około 150 warstw pochodzących z vistulianu, spośród których w około 100 stwierdzono kości ptaków.
- d) W vistuliańskich osadach poszczególnych stanowisk stwierdzono kości od kilku do ponad 70 gatunków ptaków. Zróżnicowanie gatunkowe kości ptaków w poszczególnych warstwach jest na ogół niewielkie. Tylko w około 30 warstwach stwierdzono szczątki co najmniej 10 gatunków ptaków. Powyższe warstwy pochodzą z 7 stanowisk. Są to: schronisko w Kruczej Skale (16 warstw – łącznie z „warstwami przejściowymi”), Jaskinia Obłazowa (więcej niż 1 warstwa), Komarowa (5 warstw), Mamutowa (1 warstwa), Deszczowa (2 warstwy), Obłazowa 2 (1 warstwa) i Sąsowska Zachodnia (1 warstwa).



## Możliwości rekonstrukcji paleotemperatur na podstawie zespołów ptaków

Do roku 2000 znane z obszaru Polski wistuliańskie zespoły ptaków bardzo rzadko stanowiły podstawę wnioskowania na temat paleotemperatur. Nieliczne wnioski w tym zakresie zaproponował Bocheński (1974), w oparciu o zespoły ptaków pochodzące z osadów jaskini Raj, Nietoperzowej i Koziarni oraz Bocheński *et al.* (1985), w oparciu o zespół ptaków z osadów schroniska w Zalasie. Wnioski te wynikają z analiz współczesnych zasięgów występowania kilku gatunków, których szczątki stwierdzono w osadach powyższych jaskiń.

Możliwości wnioskowania na temat paleotemperatur na podstawie zespołów ptaków, poszerzyło opracowanie przez Demarcq & Mourer-Chauviré (1976) metody obliczania wskaźników termicznych. Według tej metody, gniazdujące obecnie w Europie gatunki ptaków dzielą się na cztery grupy, w zależności od rozmieszczenia ich obszarów lęgowych. Numer grupy, do której należy gatunek, to jednocześnie jego biogeograficzny numer kluczowy ( $g$ ). W związku z tym, numer kluczowy w pewnym zakresie przedstawia wrażliwość termiczną gatunku, w następujący sposób:  $g=1$  posiadają gatunki gniazdujące w strefie tundry arktycznej,  $g=2$  gatunki o rozsiedleniu borealnym, borealno-górskim i wyłącznie górskim,  $g=3$  gatunki gniazdujące w klimacie umiarkowanym, a  $g=4$  gatunki, których obszary lęgowe koncentrują się w basenie Morza Śródziemnego. Drugą wartością, którą należy określić dla każdego gatunku w badanym zespole ptaków, jest jego kategoria frekwencji ( $f$ ). Jest ona określana na podstawie znajomości minimalnej liczby osobników – MNI (*minimum number of individuals*) danego gatunku. MNI gatunku określa się na podstawie pełnego zestawu wszystkich szczątków gatunku. W ten sposób,  $f=1$  posiadają gatunki reprezentowane wyłącznie przez jednego osobnika,  $f=2$  gatunki reprezentowane przez 2–4 osobniki,  $f=3$  gatunki reprezentowane przez 5–9 osobników, a  $f=4$  gatunki, do których należy większa liczba osobników. Następnie obliczany jest iloczyn  $fg$  dla każdego gatunku. Sumę iloczynów

wszystkich gatunków dzieli się następnie przez sumę wartości  $f$  wszystkich gatunków zespołu, a otrzymany iloraz stanowi względny wskaźnik termiczny warstwy, z której pochodzi badany zespół szczątków ptaków. Wzór powyższych obliczeń przedstawia się następująco:

$$\text{wskaźnik termiczny} = \Sigma fg / \Sigma f$$

Teoretycznie, obliczany w ten sposób wskaźnik termiczny może przyjmować wartości od 1 do 4. W praktyce, przedział ten jest węższy, gdyż nie uzyskuje się wartości skrajnych. Wartości wskaźników bliskie 1 sugerują panowanie w określonym miejscu (w czasie sedymentacji badanego zespołu szczątków) klimatu arktycznego. Wskaźniki bliskie 2 sugerują panowanie klimatu, jaki współcześnie dominuje w strefie borealnej, np. w Szkocji, w części Skandynawii. Wskaźniki o wartościach bliskich 3 wskazują na klimat umiarkowany, a wartości wskaźników zbliżone do 4 na klimat jeszcze cieplejszy. Obliczane w ten sposób wskaźniki termiczne niosą z sobą informację dotyczącą charakteru klimatu dominującego w danym miejscu w przeszłości. Demarcq & Mourer-Chauviré (1976) obliczyły kilkadziesiąt wskaźników termicznych dla pochodzących z Francji osadów trzech ostatnich glacjałów i interglacjałów, a zwłaszcza dla poszczególnych faz klimatycznych ostatniego zlodowacenia. Metodę tą zastosował również Cassoli (1980), w odniesieniu do bogatego, późnoplejstocenijskiego materiału kostnego ptaków z jaskini Arene Candide w Ligurii we Włoszech. W literaturze polskiej, powyższą metodę obliczania wskaźników termicznych przedstawił Bocheński (2000), określając jednocześnie wartości numerów kluczowych dla szeregu gatunków pominiętych przez autorów metody. Są to zwykle gatunki znane z osadów plejstocenijskich w Polsce, lecz niestwierdzone w osadach tego wieku we Francji. Zmieniono również, zaproponowane wcześniej przez autorów metody, numery kluczowe kilku gatunków (Bocheński 2000). W kolejnych latach obliczano wskaźniki termiczne dla zespołów ptaków z osadów opracowywanych wówczas jaskiń (Cyrek *et al.* 2000; Tomek *et al.* 2003; Bocheński & Tomek 2004; Tomek & Bocheński 2005).

**Tab. 3.** Średnie temperatury lipca w vistulianie określone na podstawie zespołów ptaków z osadów jaskiniowych w Polsce  
**Tab. 3.** Vistulian average July temperatures estimated on the basis of the bird assemblages from cave sediments in Poland

Stratygrafia <i>Stratigraphy</i>	Stanowisko i warstwy <i>Cave/rock-shelter and layers</i>	Wiek warstwy <i>Age of layer</i>	Wskaźnik termiczny <i>Thermal index</i>	Średnia temperatura lipca (°C) <i>Avarage July temperature (°C)</i>	
<b>VISTULIAN</b>	<b>późny vistulian</b> <i>Late Vistulian</i>	J. Sąspowska Zachodnia: w. 3	młodszy dryas	2,37	13,5
		J. Oblazowa: w. V-II	(?) – alleröd	2,41	13,8
		w. IV-II	bölling – alleröd	2,31	13,2
		J. w Dziadowej Skale: w. 7 i 8	bölling – młodszy dryas	2,35	13,4
		Sch. w Kruczej Skale: w. 2	bölling	2,17	12,3
		w. 1-2, I i I/II	bölling	2,25	12,8
		w. 2/3	bölling	2,42	13,9
		w. 2/3 i II/III	bölling	2,39	13,7
		w. 3	starszy dryas	2,18	12,4
		w. III	starszy dryas	2,41	13,8
		w. 3 i III	starszy dryas	2,38	13,7
		w. 4	alleröd	2,30	13,1
		w. 5	alleröd	2,61	15,0
		w. 6	alleröd	2,41	13,8
		w. IV	alleröd	2,61	15,0
		w. 4-6 i IV	alleröd	2,52	14,5
		w. 7	młodszy dryas/holocen	2,72	15,7
		w. 8	j.w.	2,69	15,5
		w. 7, 7/8, 8	j.w.	2,72	15,7
		w. V	j.w.	2,79	16,2
w. 7-8 i V	j.w.	2,76	16,0		
Sch. w Zalasie: w. 7 i 9	starszy dryas	-	12-15		
J. Komarowa: w. B-B5	16700-9900 BP	2,36	13,5		
<b>plenivistulian</b>	<b>późny</b> <i>Late</i>	J. Komarowa: w. C	późny plenivistulian	2,50	14,4
	<b>środkowy</b> <i>Middle</i>	J. Deszczowa: w. VIIa	denekamp	2,44	14,0
		J. Oblazowa 2	denekamp	2,37	13,5
		J. Komarowa: w. D	denekamp	2,67	15,5
		J. Oblazowa: w. XI-VIII	hengelo-denekamp	2,40	13,7
		J. Komarowa: w. E	hengelo	2,61	15,1
		J. Koziarnia: w. 10	moershoofd	-	11
	<b>wczesny</b> <i>Early</i>	J. Raj: w. 8-10	schalkholz	1,80	10,0
		w. 4-6	schalkholz	1,89	10,5
		w. 6	schalkholz	-	10-14
w. 4		schalkholz	-	> 12	
J. Komarowa: w. B/F'	schalkholz	1,82	10,1		
J. Nietoperzowa: w. 9	wczesny plenivistulian	-	7		
<b>wczesny vistulian</b> <i>Early Vistulian</i>	J. Raj: w. 1-6	odderade (schylek)	2,09	11,8	
	J. Oblazowa: w. XIX-XIII	odderade	2,14	12,1	
	J. Nietoperzowa: w. 10	odderade	-	> 10	

Stratygrafia warstw według opracowań cytowanych pod Tab. 1. Temperatury dla warstw ze schroniska w Kruczej Skale i z Jaskini Komarowej obliczono na podstawie wskaźników termicznych podanych odpowiednio przez Bocheńskiego & Tomek (2004) i Tomek & Bocheńskiego (2005). Temperatury dotyczące warstw, dla których nie obliczono wskaźników termicznych, pochodzą z opracowania Bocheńskiego (1974), a w przypadku schroniska w Zalasie z opracowania Bocheńskiego *et al.* (1985).

*The sources of stratigraphic data are quoted under Tab. 1. Temperatures for layers from Krucza Skala Cave and Komarowa Cave are calculated on the basis of the thermal indices given by Bocheński & Tomek (2004); Tomek & Bocheński (2005). Temperatures referring to the layers for which thermal indices are not calculated are given after Bocheński (1974) and in case of rock-shelter in Zalas after Bocheński *et al.* (1985).*

Badania z wykorzystaniem metody obliczania wskaźników termicznych według Demarcq & Mourer-Chauviré (1976), z uzupełnieniami wprowadzonymi przez Bocheńskiego (2000), prowadził również autor niniejszego artykułu (Lorenc 2007). W badaniach uwzględniono wszystkie zespoły vistuliańskich szczątków ptaków, które do tej pory opisano z obszaru Polski. Niezwykle istotne było dowiedzenie, że zdecydowana większość szczątków – kości ptaków z osadów jaskiniowych (Fig. 1, Tab. 1) – to resztki ofiar puchaczy (*Bubo bubo*) korzystających z tych jaskiń oraz że są to szczątki gatunków gniazdujących w okolicy jaskiń (Lorenc 2006b). Mając to na uwadze, obliczono wskaźniki termiczne na podstawie szczątków ptaków pochodzących z resztek pokarmowych (wypluwek) współczesnych puchaczy. Obliczone wskaźniki reprezentują wszystkie strefy klimatyczne Europy. Następnie, wartości tych wskaźników odniesiono do średnich temperatur lipca, panujących w miejscach, dla których obliczono wskaźniki. Przyjęcie średnich temperatur lipca w powyższej korelacji danych podyktowane było pochodzeniem szczątków ofiar współczesnych puchaczy (szczątków na podstawie których obliczono wskaźniki) głównie z miesięcy wiosennych i letnich oraz faktem, że średnie temperatury lipca, jako najcieplejszego miesiąca, najlepiej wyrażają warunki termiczne panujące w okresie letnim. Powyższe obliczenia były istotne, ponieważ pozwoliły na bezpośrednie odniesienie uzyskanych tą drogą wartości wskaźników do współczesnych, dobrze poznanych średnich temperatur lipca panujących w miejscach, dla których obliczono wskaźniki. Była to zatem prosta metoda na przetestowanie wiarygodności wskaźników termicznych obliczanych na bazie zespołów kości ptaków pochodzących z resztek pokarmowych puchaczy. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że pomiędzy obliczonymi w ten sposób wskaźnikami, a wartościami średnich temperatur lipca istnieje bardzo istotna, udowodniona statystycznie zależność. Zależność ta pozwoliła na wyrażenie w stopniach Celsjusza 11 wskaźników termicznych, które obliczono na podstawie vistuliańskich zespołów ptaków z osadów jaskiniowych (Lorenc 2007). Opracowana w ten sposób metoda przeliczania wartości wskaźni-

ków termicznych na stopnie Celsjusza pozwala na znacznie bardziej precyzyjne wnioskowanie na temat paleotemperatur, niż wnioskowanie oparte wyłącznie o wartości owych wskaźników. Wyniki powyższych obliczeń przedstawiono w Tab. 3, w której jednocześnie podsumowano wszystkie paleotemperature, które do tej pory oszacowano dla vistulianu na podstawie zespołów ptaków znanych z obszaru Polski.

## Wyniki rekonstrukcji paleoklimatycznych

### Późny vistulian

Dla późnego vistulianu oszacowano największą liczbę temperatur, w sumie 23 wartości. Uzyskano je na podstawie materiałów kostnych pochodzących z 6 stanowisk, przede wszystkim ze schroniska w Kruczej Skale. Prawdopodobnie wiekowej korelacji niektórych warstw z wnętrza i z części przyotworowej tego stanowiska nie jest pewna (Bocheński & Tomek 2004). Jest to powód, dla którego autor niniejszego artykułu obliczył temperatury niezależnie dla poszczególnych warstw (Tab. 3).

### Bölling

Cztery średnie temperatury lipca o wartościach 12–14°C oszacowano na podstawie zespołów ptaków pochodzących z osadów schroniska w Kruczej Skale. Temperatury te uzyskano przeliczając na stopnie Celsjusza wskaźniki termiczne podane przez Bocheńskiego & Tomek (2004). Uwzględniono zespół ptaków z „warstwy przejściowej” 2/3 oraz II/III, choć wiek tych osadów określono wyłącznie na podstawie ich pozycji w profilu względem warstw I i III, z których pochodzą datowane kości (Bocheński & Tomek 2004). Temperatury uzyskane na podstawie zespołu ptaków z warstwy 2 oraz z warstw 1–2, I, I/II są wyraźnie niższe od dwóch pozostałych temperatur. Według Bocheńskiego & Tomek (2004) może to wynikać z obecności w tych warstwach domieszki starszych kości ptaków, pochodzących z chłodniejszych faz klimatycznych (najstarszy dryas, a nawet późny plenivistulian). Wydaje

się, że nie można również wykluczyć sedymentacji tych warstw we wczesnym böllingu, przed optimum ocieplenia tej fazy klimatycznej.

#### Starszy dryas

Cztery średnie temperatury lipca o wartościach 12–14°C (nie wykluczając nawet nieznacznie wyższych wartości) oszacowano na podstawie zespołów ptaków pochodzących z osadów schroniska w Kruczej Skale i schroniska w Zalasie. Zwraca uwagę wyraźnie niższa temperatura, którą uzyskano na podstawie kości z warstwy 3 schroniska w Kruczej Skale, względem temperatury uzyskanej dla warstwy III tego schroniska. Według Bocheńskiego & Tomek (2004) nie można wykluczyć obecności w warstwie III kości ptaków pochodzących z fazy alleröd, co tłumaczyłoby wysoką wartość wskaźnika termicznego tej warstwy względem wskaźnika warstwy 3.

Jeżeli przyjąć za reprezentatywne dla böllingu dwie wyższe temperatury (13,7°C i 13,9°C), a dla starszego dryasu najniższą z oszacowanych temperatur (12,4°C), co wydaje się uzasadnione, to ochłodzenie klimatu w starszym dryasie, względem böllingu i allerödu, jest czytelne. Jeżeli jednak uznać również dwie wyższe temperatury, które uzyskano dla starszego dryasu, za reprezentatywne dla tego okresu, to uwagę zwraca ich podobieństwo z temperaturami, które oszacowano dla böllingu i allerödu. Przyjęcie takich danych sugerowałoby, że ochłodzenie starszego dryasu było bardzo nieznaczne. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że na taką możliwość wskazują również wyniki szeregu innych badań, np: Lemdhal (1991, 1998), Tobolski (1998), Goslar *et al.* (1998), Ralska-Jasiewiczowa *et al.* (1998).

#### Alleröd

Pięć średnich temperatur lipca oszacowano na podstawie zespołów ptaków pochodzących z osadów schroniska w Kruczej Skale. Koncentrują się one w przedziale od 13°C do 15°C, ze wskazaniem na wartości rzędu 14–15°C.

#### Młodszy dryas

Średnią temperaturę lipca, o wartości 13,5°C, oszacowano na podstawie zespołu ptaków pochodzących z osadów Jaskini Sąspowskiej Za-

chodniej. Pięć kolejnych temperatur uzyskano na podstawie zespołów ptaków z osadów schroniska w Kruczej Skale. Wartości tych temperatur są wysokie, rzędu 15,5–16°C. Są to wartości wyższe od temperatur uzyskanych dla allerödu, na podstawie zespołów ptaków pochodzących również ze schroniska w Kruczej Skale. Bocheński & Tomek (2004) zwracają uwagę, że choć pozycja warstw 7–8 i V w profilu osadów wskazuje na ich pochodzenie z młodszego dryasu, nie można wykluczyć powstania tych warstw w holocenie (zwłaszcza warstwy 8). Brak dat radiowęglowych z tych warstw nie pozwala jednoznacznie wykluczyć obecności w ich obrębie kości holocenijskich.

Cztery pozostałe temperatury, o wartości 13–14°C, obliczono na podstawie szczątków bardziej zróżnicowanych wiekowo, gdyż pochodzących z zespołów kilku warstw. Są to temperatury obliczone dla warstw z Jaskini w Dziadowej Skale, Jaskini Obłazowej i Komarowej. W warstwie 7 z Jaskini w Dziadowej Skale stwierdzono kości ptaków pochodzące z böllingu i allerödu, natomiast w warstwie 8 ze schyłku młodszego dryasu (Lorenc 2006a, 2007). Nie można więc wykluczyć obecności w tych warstwach kości ptaków pochodzących ze starszego dryasu. Domieszki kości tego wieku nie można również wykluczyć wśród rozpatrywanych warstw z Jaskini Obłazowej. W warstwie IV tej jaskini stwierdzono kości pochodzące z böllingu, a w warstwie II z allerödu. Kości ze starszego dryasu mogą więc być obecne np. w warstwie III (Lorenc 2006a, 2007). Niemniej, temperatury uzyskane na podstawie zespołów ptaków z powyższych warstw autor uważa za charakterystyczną dla okresów o relatywnie łagodnym klimacie. Natomiast w warstwie V Jaskini Obłazowej, korelowanej z późnym vi-stulianem (Valde-Nowak *et al.* 2003), stwierdzono kości pochodzące z wczesnej i schyłkowej części górnego plenivistulianu (Lorenc 2006a, 2007). Tym bardziej zastanawia relatywnie wysoka wartość temperatury uzyskana na podstawie zespołu ptaków z warstw V–II. Pomijając wszelkie wątpliwości, należy zwrócić uwagę, że wartości temperatur obliczone na podstawie zespołów ptaków z powyższych warstw Jaskini w Dziadowej Skale i Jaskini Obłazowej są niemal jednakowe. Jednocześnie odpowiadają one

średnim, które uzyskano dla böllingu i są tylko nieznacznie niższe od większości średnich obliczonych dla allerödu. Odpowiadają również dwóm wyższym temperaturom odnoszącym się do starszego dryasu. Takie spojrzenie na powyższe wartości temperatur znajduje uzasadnienie we wspomnianych wynikach badań innych autorów, które wskazują na brak wyraźnego ochłodzenia klimatu w starszym dryasie, a więc na relatywnie jednorodny klimat w przedziale czasu od początku böllingu po schyłek allerödu. Prezentowane dane nie pozwalają jednak na podjęcie szerszej dyskusji w tym zakresie. Trudno o jakąkolwiek interpretację temperatury uzyskanej na podstawie zespołu ptaków z warstw B-B5 Jaskini Komarowej, ponieważ radiowęglowy wiek kości z tych warstw nie pozwala na bardziej precyzyjne określenie ich wieku (Bocheński & Tomek 2004). Należy jednak zauważyć, że wartość uzyskanej temperatury jest zgodna z temperaturami omówionymi powyżej.

### Późny plenivistulian

Dla późnego plenivistulianu obliczono tylko jedną średnią temperaturę lipca (Tab. 3). Odnosi się ona do początku tego okresu (Tomek & Bocheński 2005). Pomimo to, jej wartość jest bardzo wysoka. Szereg kolejnych średnich temperatur lipca dla górnego plenivistulianu autor niniejszego artykułu obliczył na podstawie zespołów ptaków znanych z osadów 4 stanowisk: Jaskini Obłazowej, Mamutowej, Deszczowej i schroniska nad Jaskinią Deszczową. Uwzględnione w tych obliczeniach zespoły ptaków pochodzą z warstw, których powstanie korelowane jest w literaturze z późnym plenivistulianem. Wyniki badań wieku radiowęglowego kości z tych warstw dowodzą jednak, że powszechne jest występowanie w ich obrębie kości innego wieku (zarówno starszych jak i młodszych). Jednocześnie, wyniki te nie potwierdziły obecności w powyższych warstwach kości z późnego plenivistulianu (Lorenc 2006a, 2007). Obliczone wartości temperatur nie mogą więc być uznane za reprezentatywne dla późnego plenivistulianu, stąd pominięto je w niniejszym opracowaniu.

### Środkowy plenivistulian

Ze środkowym plenivistulianem koreluje się sześć kolejnych średnich temperatur lipca (Tab. 3). Trzy wartości tych średnich, obliczone dla fazy denekamp, mieszczą się w przedziale od 13,5°C do 15,5°C. W powyższym przedziale mieści się też średnia uzyskana dla fazy hengelo (15,1°C), jak również średnia obliczona na podstawie szczątków z warstw XI-VIII z Jaskini Obłazowej (13,7°C), odnoszona do interwału czasowego hengelo-denekamp. Wśród kości ptaków z powyższych warstw nie można jednak wykluczyć obecności szczątków pochodzących z chłodnej oscylacji klimatycznej, która dzieliła dwie powyższe ciepłe fazy (Lorenc 2006a, 2007). Poza tym, stratygrafia warstwy VIIa z Jaskini Deszczowej oraz warstw XI-VIII z Jaskini Obłazowej (Tab. 3), z uwagi na brak jednoznacznych dowodów, ma wyłącznie charakter propozycji (Lorenc 2007). Kolejna temperatura odnosi się do fazy moershoofd. Została ona oszacowana przez Bocheńskiego (1974) na podstawie korelacji współczesnego rozsiedlenia tylko trzech gatunków ptaków, których szczątki pochodzą z warstwy 10 Jaskini Koziarni.

### Wczesny plenivistulian

Do wczesnego plenivistulianu odnosi się 6 średnich temperatur lipca (Tab. 3). Tylko trzy uzyskano poprzez obliczenie wskaźnika termicznego według Demarcq & Mourer-Chauviré (1976), a następnie przeliczenie wskaźnika na stopnie Celsjusza. Są to trzy najniższe wartości, jakie do tej pory obliczono powyższą metodą dla vistuliańskich zespołów ptaków z obszaru Polski. Pięć temperatur prawdopodobnie można odnosić do ochłodzenia schalkholz. Trzy z nich posiadają wartość około 10°C, a dwie pozostałe nie wykluczają takiej temperatury. Należy jednak dodać, że stratygrafia warstw z Jaskini Raj budzi pewne wątpliwości. Dane zawarte w opracowaniu Kowalskiego *et al.* (1972) pozwalają przypuszczać, że warstwy 1-6 pochodzą ze schyłku odderade (Lorenc 2007). Natomiast Bocheński (1974, 1989) wskazuje na powstanie warstw 4-6 na początku wczesnego

plenivistulianu (schalkholz?). Tym uzasadniona jest osobna kalkulacja temperatur dla warstw 1-6 i 4-6. Nie można też wykluczyć znacznie młodszego wieku warstwy 10 lub też obecności w tej warstwie domieszki holocenów kości (Madeyska 1972, 1981). Niemniej, uwagę zwraca zgodność temperatur, które uzyskano dla powyższych warstw z Jaskini Raj, z temperaturą obliczoną na podstawie zespołu ptaków z warstwy B/F' z Jaskini Komarowej. Brak również dokładniejszej stratygrafii warstwy 9 z Jaskini Nietoperzowej, a średnia temperatura lipca panująca w czasie jej sedymentacji została określona na podstawie korelacji współczesnego rozszedlenia tylko dwóch gatunków, których szczątki pochodzą z tej warstwy (Bocheński 1974).

### Wczesny vistulian

Dla wczesnego vistulianu określono trzy średnie temperatury lipca (Tab. 3). Dwie reprezentują wartość około 12°C, a trzecia nie wyklucza takiej wartości. Choć dokładniejsza stratygrafia warstw z wczesnego vistulianu budzi szereg wątpliwości, to niewykluczone jest, że temperatury te odnoszą się do fazy odderade. O wątpliwościach dotyczących wieku warstw 1-6 z Jaskini Raj napisano już wcześniej. Korelacja warstw XIX-XIII z Jaskini Obłazowej z odderade, z uwagi na brak jednoznacznych dowodów, ma wyłącznie charakter propozycji (Lorenc 2007). Natomiast, w odniesieniu do warstwy 10 z Jaskini Nietoperzowej Bocheński (1974) sugeruje jej powstanie w fazie brörup, jednak dane przedstawione przez Madeyską (1982) pozwalają przypuszczać, że warstwa ta powstała w fazie odderade (Lorenc 2007).

### Ocena przydatności metody do badań paleoklimatu

Jak większość metod stosowanych w badaniach paleotemperatur, tak również wnioskowanie w oparciu o zespoły ptaków posiada swoje mocne i słabe strony.

#### Zalety metody:

- Obliczenia wskaźników termicznych według Demarcq & Mourer-Chauviré (1976) są uzasadnione już dla zespołów kilkunastu gatunków ptaków. Dowodzą tego wyniki korelacji wartości wskaźników, które obliczono dla materiałów współczesnych, z obecnymi średnimi temperaturami lipca panującymi w miejscach, dla których obliczono te wskaźniki (Lorenc 2007). Jest to istotne, gdyż zdecydowana większość warstw osadów jaskiniowych zawiera kości ptaków słabo zróżnicowane gatunkowo.

- Zaproponowana przez autora metoda przeliczania wskaźników termicznych na stopnie Celsjusza (Lorenc 2007) przynosi bardzo precyzyjny wynik. Pomijając ograniczenia, które stawia materiał badawczy (kości ptaków), metoda pozwala obliczyć temperaturę z dokładnością do 0,01°C. Precyzja tego rzędu nie jest oczywiście konieczna w tego typu badaniach, ale niewątpliwie jest ona zaletą metody.

Wady metody (ograniczenia wynikające z charakteru materiału kostnego):

- Małe zróżnicowanie gatunkowe szczątków ptaków jest zazwyczaj typowe dla większości vistuliańskich warstw osadów jaskiniowych.

- Niekiedy nie można wykluczyć prawdopodobieństwa przemieszania materiału kostnego wśród warstw osadów jaskiniowych. Przemieszany, różnowiekowy zespół szczątków nie może stanowić podstawy wnioskowania na temat paleotemperatur. Wnioskowanie takie powinno być poprzedzone badaniami radiowęglowego wieku kości.

Poza tym, w przypadku kilku warstw vistuliańskich osadów jaskiniowych stwierdzono, że pochodzące z nich zespoły ptaków wskazują na bardziej łagodne warunki klimatyczne niż zespoły ssaków i wyniki analiz sedymentologicznych. Nie odnotowano sytuacji odwrotnej (Lorenc 2007). Obecnie trudno jednoznacznie wytłumaczyć te rozbieżności.

### Podziękowania

Serdecznie dziękuję recenzentom artykułu: Pani profesor Teresie Madeyskiej oraz Panu profesorowi Zygmuntowi Bocheńskiemu.

## Literatura

- BOCHEŃSKI Z., 1974: *Ptaki młodszego czwartorzędu Polski*. PWN, Warszawa–Kraków, 212 pp.
- BOCHEŃSKI Z., 1981: Szczątki kopalne ptaków z Jaskini Mamutowej. *Folia Quaternaria*, 54: 1–24.
- BOCHEŃSKI Z., 1988: Kopalne ptaki z jaskiń i schronisk Doliny Sąpowskiej. [In:] W. CHMIELEWSKI (Ed.): *Jaskinie Doliny Sąpowskiej. Tło przyrodnicze osadnictwa pradziejowego*. Prace Instytutu Archeologii UW, Warszawa, 47–77.
- BOCHEŃSKI Z., 1989: Aves. [In:] K. KOWALSKI (Ed.): History and evolution of the terrestrial fauna of Poland. *Folia Quaternaria*, 59–60: 89–108.
- BOCHEŃSKI Z., 1993: Catalogue of fossil and subfossil birds of Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 36, 2: 329–460.
- BOCHEŃSKI Z., 2000: Interpretacja składu gatunkowego zespołu ptaków dzikich. [In:] Z. BOCHEŃSKI (Ed.): *Podstawy archeozoologii. Ptaki*. PWN, Warszawa, 84–98.
- BOCHEŃSKI Z. & TOMEK T., 2004: Bird remains from a rock-shelter in Krucza Skała (Central Poland). *Acta Zoologica Cracoviensia*, 47, 1–2: 27–47.
- BOCHEŃSKI Z., GINTER B., KOZŁOWSKI K.J., MOOK W.G., MUSZYŃSKI M., NADACHOWSKI A., STWORZEWICZ E. & SZYNDLAR Z., 1985: Badania osadów schronisk podskalnych w Zalasie koło Krakowa. *Folia Quaternaria*, 56: 3–100.
- BOCHEŃSKI Z. (jun.), 1990: Fossil remains of birds from Dziadowa Skała Cave, Central Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 33, 8: 133–147.
- CASSOLI P.F., 1980: *L'avifauna del Pleistocene superiore delle Arene Candide (Liguria)*. Memorie dell'Institut Italiano di Paleontologia Umana, 3, 234 pp.
- CHMIELEWSKI W., 1958: Stanowisko paleolityczne w Dziadowej Skale koło Skarżyc w pow. zawierciańskim. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Seria Archeologiczna*, 3: 5–48.
- CHMIELEWSKI W., KOWALSKI K., MADEYSKA-NIKLEWSKA T. & SYCH L., 1967: Wyniki badań osadów jaskini Koziarni w Sąpowie, pow. Olkusz. *Folia Quaternaria*, 26: 1–69.
- CYREK K., NADACHOWSKI A., MADEYSKA T., BOCHEŃSKI Z., TOMEK T., WOJTAŁ P., MIĘKINA B., LIPECKI G., GARAPICH A., RZEBIK-KOWALSKA B., STWORZEWICZ E., WOLSAN M., GODAWA J. & KOŚCIÓW R., 2000: Excavation in the Deszczowa Cave (Kroczyckie Rocks, Częstochowa Upland, Central Poland). *Folia Quaternaria*, 71: 5–84.
- DEMARCO G. & MOURER-CHAUVIRE C., 1976: L'indice thermique, un essai de méthode pour comparer et utiliser climatologiquement les gisements quaternaires. Application aux oiseaux du pléistocène français. *Géobios*, 9, 2: 125–141.
- DYLIK J., CHMIELEWSKA M. & CHMIELEWSKI W., 1954: Badanie osadów jaskiniowych w Dziadowej Skale. *Biuletyn Peryglajny*, 1: 52–62.
- GOSLAR T., RALSKA-JASIEWICZOWA M., STARKEL L., DEMSKE D., KUC T., ŁACKA B., SZEROCZYŃSKA K., WICIK B. & WIĘCKOWSKI K., 1998: Discussion of the Late-Glacial recorded in the Lake Gościąg sediments. [In:] M RALSKA-JASIEWICZOWA, T. GOSLAR, T. MADEYSKA & L. STARKEL (Eds.): *Lake Gościąg, central Poland. A monographic study. Part 1*. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków, 171–175.
- KOPACZ J., 1975: Stanowisko środkowopaleolityczne w Olsztynie pow. Częstochowa. *Światowit*, 34: 71–80.
- KOWALSKI K., KOZŁOWSKI K.J. & MADEYSKA T., 1972: Notes on chronology and palaeoecology. Studies on Raj cave near Kielce (Poland) and its deposits. *Folia Quaternaria*, 41: 133–142.
- KOWALSKI K., KOZŁOWSKI J.K., KRYSOWSKA M. & WIKTOR A., 1965: Badania osadów schroniska w Puchaczkiej Skale w Prądniku Czajowskim, powiat Olkusz. *Folia Quaternaria*, 20: 1–44.
- KOWALSKI K., KOZŁOWSKI J.K., KRYSOWSKA-IWASZKIEWICZ W., PAWLIKOWA B. & WIKTOR A., 1967: Badania osadów schronisk podskalnych w Żytnej Skale (Bębło, pow. Kraków). *Folia Quaternaria*, 25: 1–48.
- LEMDHAL G., 1991: Paleoeologia kopalnych owadów – przykład z późnoglacialnego stanowiska w Lednickim Parku Krajobrazowym. [In:] K. TOBOLSKI (Ed.): *Wstęp do paleoekologii Lednickiego Parku Krajobrazowego*. Biblioteka Studiów Legnickich. Poznań, 129–141.
- LEMDHAL G., 1998: Późnoglacialne poziomy owadów ze stanowiska w Imiołkach nad jeziorem Lednica w Wielkopolsce. [In:] K. TOBOLSKI (Ed.): *Paleoekologiczne studium późnoglacialnych osadów Jeziora Lednica w Imiołkach (Lednicki Park Krajobrazowy)*. Biblioteka Studiów Lednickich, Tom 4. Wyd. Homini, Bydgoszcz, 55–59.
- LORENC M., 2006a: Radiocarbon dating of some Late Pleistocene faunal assemblages in caves in Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 49A, 1–2: 41–61.
- LORENC M., 2006b: On the origin of bird remains from Vistulian cave deposits in Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 49A, 1–2: 63–82.
- LORENC M., 2007: *Rekonstrukcja paleotemperatur vistulianu na podstawie kopalnych ptaków*. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 168 pp.
- MADEYSKA T., 1972: Stratigraphical and sedimentological study of the deposits. Studies on Raj cave near Kielce (Poland) and its deposits. *Folia Quaternaria*, 41: 17–44.
- MADEYSKA T., 1981: Środowisko człowieka w środkowym i górnym paleolicie na ziemiach Polskich w świetle badań geologicznych. *Studia Geologica Polonica*, 69: 7–127.
- MADEYSKA T., 1982: The stratigraphy of palaeolithic sites of the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica*, 32, 3–4: 227–242.
- MADEYSKA T., 1988: Osady jaskiń i schronisk Doliny Sąpowskiej. [In:] W. CHMIELEWSKI (Ed.): *Jaskinie Doliny Sąpowskiej. Tło przyrodnicze osadnictwa pradziejowego*. Prace Instytutu Archeologii UW, 1: 77–164.
- MADEYSKA T., 1992: Stratigraphy of the sediments in the Mamutowa Cave at Wierzchowie near Cracow. *Folia Quaternaria*, 63: 35–42.
- MADEYSKA-NIKLEWSKA T., 1969: Górnoplejstocenijskie osady jaskiń Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geologica Polonica*, 19, 2: 341–383.
- NADACHOWSKI A., 1976: Fauna kopalna w osadach Jaskini Mamutowej w Wierzchowie koło Krakowa. *Folia Quaternaria*, 48: 17–36.

- NADACHOWSKI A., HARRISON D.L. SZYNDLAR Z., TOMEK T. & WOLSAN M., 1993: Late Pleistocene vertebrate fauna from Oblazowa 2 (Carpathians, Poland): palaeoecological reconstruction. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 36, 2: 281–290.
- NADACHOWSKI A., MADEYSKA T., ROOK E., RZEBIK-KOWALSKA B., STWORZEWICZ E., SZYNDLAR Z., TOMEK T., WOLSAN M. & WOŁOSZYN W.B., 1989: Holocene snail and vertebrate fauna from Nad Mosurem Starym Duża Cave (Grodzisko near Cracov): paleoclimatic and palaeoenvironmental reconstructions. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 32, 10: 495–520.
- RALSKA-JASIEWICZOWA M., DEMSKE D. & VAN GEEL B., 1998: Late-Glacial vegetation history recorded in the Lake Gościąż sediments. [In:] M. RALSKA-JASIEWICZOWA, T. GOSLAR, T. MADEYSKA & L. STARKEL (Eds.): *Lake Gościąż, central Poland. A monographic study. Part 1*. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków, 128–143.
- TOBOLSKI K., 1998: Późnoglacialna historia zbiornika w Imiolkach. [In:] K. TOBOLSKI (Ed.): *Paleoekologiczne studium późnoglacialnych osadów Jeziora Lednica w Imiolkach (Lednicki Park Krajobrazowy)*. Biblioteka Studiów Lednickich, Tom 4. Wyd. Homini, Bydgoszcz, 69–76.
- TOMEK T. & BOCHEŃSKI Z.M., 1995: Zmiany fauny ptaków w rejonie Oblazowej w ciągu ostatnich 33 tysięcy lat. *Pieniny-Przyroda-Człowiek*, 4: 25–31.
- TOMEK T. & BOCHEŃSKI Z., 2005: Weichselian and Holocene bird remains from Komarowa Cave, Central Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 48A, 1–2: 43–65.
- TOMEK T., BOCHEŃSKI Z. & BOCHEŃSKI Z.M., 2003: Birds (Aves). [In:] P. VALDE-NOWAK, A. NADACHOWSKI & T. MADEYSKA (Eds.): *Oblazowa Cave, human activity, stratigraphy and palaeoenvironment*. Institute of Archaeology and Ethology PAN, Kraków, 102–113.
- VALDE-NOWAK P., NADACHOWSKI A. & MADEYSKA T. (Eds.), 2003: *Oblazowa Cave, human activity, stratigraphy and palaeoenvironment*. Institute of Archaeology and Ethology PAN, Kraków, 176 pp.

*Manuskrypt otrzymano 26 marca 2007;  
poprawioną wersję zaakceptowano do druku 14 września 2007.*