

**Zmienność warunków termiczno-opadowych w Polsce
w okresie 1501–1840 w świetle danych historycznych****Variability of thermal and precipitation conditions in Poland from 1501
to 1840 on the basis of historical sources***RAJMUND PRZYBYŁAK, GABRIEL WÓJCIK, KAZIMIERZ MARCINIAK**Instytut Geografii UMK, 87-100 Toruń, ul. Danielewskiego 6;
e-mail: rp11@geo.uni.torun.pl**WALDEMAR CHORAŻYCZEWSKI, WIESŁAW NOWOSAD,
PIOTR OLIŃSKI, KRZYSZTOF SYTA**

Instytut Historii i Archiwistyki UMK, 87-100 Toruń, Plac Teatralny 2a

Zarys treści. Na podstawie zgromadzonej bogatej bazy danych historycznych i przy zastosowaniu własnej metody, po raz pierwszy opracowano rekonstrukcję średniej temperatury powietrza zimy i lata na obszarze Polski w okresie 1501–1840. Charakterystykę klimatu tego okresu dodatkowo wzbogacono wynikami analizy częstości występowania ekstremalnych sytuacji pogodowych (termicznych i opadowych) w poszczególnych 10-letnich badanych okresach. Uzyskane wyniki badań porównano z rezultatami wcześniejszych badań dotyczących Polski i innych obszarów Europy Środkowej, a także z danymi instrumentalnymi z Warszawy.

Słowa kluczowe: zmienność klimatu, Polska, źródła historyczne, rekonstrukcja klimatu.

Wstęp

Klimatologia historyczna jest dyscypliną naukową dynamicznie rozwijającą się, szczególnie w ostatnich kilkudziesięciu latach. Kluczowe znaczenie przy detekcji zmian klimatu ma poznanie jego naturalnej zmienności, co z kolei najdokładniej i najwiarygodniej można przeprowadzić w odniesieniu do ostatniego tysiąca lat. Obecnie dysponujemy wieloma takimi rekonstrukcjami dla wybranych regionów świata (np. Pfister, 1999; Brázdil, 1994, 2002; Bradley i Jones, 1995; Ogilvie, 1995, 1996; Rácz, 1999; Proctor i inni, 2000; Glaser, 2001; Briffa i inni, 2002a, b; Luterbacher i inni, 2002), jak również dla całej kuli ziemskiej (np. Brif-

* Opracowanie wykonano w ramach realizacji projektu badawczego KBN nr 6 P04E 022.

fa i inni, 1998; Jones i inni, 1998, 2001; Mann i inni, 1998, 1999, 2000a, b; McIntyre i McKittrick, 2003). Wyraźnie wzrosła także wiedza o klimacie Polski w minionym tysiącleciu (m.in. Michalczewski, 1981, Maruszczak, 1988, 1991; Sadowski, 1991; Paczos, 1993; Bokwa i inni, 2001; Limanówka, 2001). Tematu tego dotyczą również prace opublikowane przez nasz zespół: G. Wójcik i inni, 1999, 2000; J. Majorowicz i inni, 2001, 2004; R. Przybylak i inni, 2001, 2003 oraz P. Oliński, 2002.

W tym miejscu należy też wspomnieć o wcześniejszych pracach. Pierwsze opracowanie warunków klimatycznych Polski w średniowieczu na podstawie źródeł historycznych wykonała M. Polaczkówna (1925). Niestety na wynikach tej pracy zaważyła niepełna wiarygodność wykorzystanych źródeł oraz bezkrytyczne przyjęcie teorii E. Brücknera o globalnych 35-letnich cyklach klimatycznych, która w świetle późniejszych badań nie sprawdziła się. Na niedoskonałości źródeł pisanych przy pracach nad rekonstrukcją klimatu w średniowieczu wskazywał już W. Semkowicz (1922).

W okresie przed II wojną światową, obok badań zajmujących się bezpośrednio klimatem, pojawiły się prace dotyczące klęsk elementarnych, w skład których wchodziły również rozmaite zjawiska meteorologiczne. Badania w tym kierunku zapoczątkował Franciszek Bujak w 1918 r., zgłaszając taki projekt badawczy w ramach historii gospodarczej (Hoszowski, 1960; Bujak, 1976). Zespół zorganizowany przez niego zebrał znaczne ilości danych, wadą zgromadzonych informacji jest jednak ich duża niejednorodność. Przydatność niektórych z nich (np. o głodzie, pomorach, drożdżnie czy pożarach) do prac nad zmianami klimatycznymi jest ograniczona. Inną słabością tego programu badawczego było ograniczenie poszukiwań informacji o pogodzie głównie w źródłach publikowanych. W efekcie podjętych prac opublikowano ekscerpty dla obszaru ówczesnej Polski ze źródeł dla lat 1450–1586 (Walawender, 1932), 1648–1696 (Namaczyńska, 1937) oraz tylko dla Galicji dla lat 1772–1848 (Szewczuk, 1937, 1939). Wyniki badań dla okresu 1587–1647 zaprezentowano jedynie we wstępnym sprawozdaniu R. Werchrackiego (1938). Już po II wojnie światowej ponownie analizował ten materiał S. Hoszowski, który jednak nie opublikował wyników swoich badań. Materiały dla lat 1697–1750 w czasie tej wojny uległy zniszczeniu (Hoszowski, 1960).

Po 1945 r. badania nad historią klimatu Polski zostały wznowione zarówno przez klimatologów, jak i historyków. Z inicjatywy Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego opracowano katalog zapisek pogodowych dla wieków X–XVI na podstawie publikowanych źródeł wraz z ich tłumaczeniem na język polski (Rojecki, red., 1965). Wykonany przekład zawiera jednak dość istotne mankamenty; ostatnio został również skrytykowany przez historyka K. Wnęka (1999). Po silnej suszy w 1959 r. na Śląsku powstał interdyscyplinarny zespół złożony z pracowników Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu i Katedry Historii Gospodarczej i Społecznej Uniwersytetu Wrocławskiego, którego pracami kierował historyk S. Ingot. Głównym celem zespołu było zbadanie skutków suszy

w rolnictwie. Aby go zrealizować historycy zebrali nie tylko materiały dotyczące posuch na Śląsku od XVI do połowy XIX wieku, ale również wszelkie informacje na temat ekstremalnych zjawisk hydrologiczno-meteorologicznych, np. mokrych lat i powodzi, ostrych zim, upalnych sezonów letnich itp. Sporządzony katalog informacji o pogodzie nie został niestety opublikowany, a wyniki prac historyków znane są tylko z krótkich sprawozdań S. Ingłota (1962, 1964, 1968).

Szerszy charakter ma rozprawa M. Malewicz (1980) na temat zjawisk przyrodniczych w polskim dziejopisarstwie średniowiecznym. Zaprezentowano w niej nie tylko informacje o pogodzie zawarte w analizowanych źródłach, ale także zagadnienia z historii nauki. W aneksie do tej pracy zamieszczono również wypisy źródłowe na temat zjawisk meteorologicznych i astronomicznych. Badania M. Malewicz spotkały się jednak z dość ostrą krytyką historyka M. Derwicha (1984), który zarzucał im liczne błędy w chronologii poszczególnych zapisów, a także duże braki w kwerendzie źródłowej.

W ramach tego krótkiego przeglądu warto też wspomnieć o artykułach K. Górskiego (1965), który zwracał uwagę na przydatność źródeł historycznych do badań zmian klimatycznych w Polsce i T. Dunin-Wąsowicz (1974), analizującej związek między zalesieniem, stosunkami wodnymi i osadnictwem w średniowieczu. Powstało też wiele opracowań poświęconych badaniom kłesk elementarnych, w których nie zawsze był uwzględniony klimat (np. Stamirski, 1962; Kwak, 1987; Ratajczak, 1987, 1991; Motylewicz, 1993). We wszystkich krótko omówionych wyżej opracowaniach, podejmujących w mniejszym lub większym zakresie tematykę rekonstrukcji klimatu Polski na podstawie źródeł historycznych, brak jest wniosków natury klimatologicznej oraz szczegółowej analizy fluktuacji klimatycznych.

Ten kierunek badawczy jest widoczny dopiero w pracach H. Maruszczaka (1988, 1991), który przedstawił szczegółową charakterystykę warunków termicznych i wilgotnościowych obszaru Polski za okres ostatniego tysiąclecia. Oszacował on m.in. średnią temperaturę kolejnych 50-leci na podstawie zmian temperatury w wyższych szerokościach geograficznych półkuli północnej i danych palinologicznych, z uwzględnieniem korekty wynikającej z analizy cen artykułów spożywczych pochodzenia roślinnego. Trzeba jednak zauważyć, że na półkuli tej występowało znaczne regionalne zróżnicowanie tendencji zmian klimatu, szczególnie w okresach rzędu 50 do 100 lat. Dlatego wnioskowanie o wartościach elementów klimatu Polski na podstawie danych z odległych obszarów (Wielka Brytania, Kalifornia i Grenlandia) może być zawodne. Jednymi z nielicznych prób polskich, które podejmują klimatologiczną interpretację zapisów wyłącznie ze źródeł historycznych są prace M. Sadowskiego (1986, 1991). Zawierają one m.in. zestawienie kłesk głodu w Polsce na tle towarzyszących zjawisk klimatycznych (lata mokre, suche i zimne) z okresu 1351–1750 oraz częstość występowania surowych zim i gorących sezonów letnich w poszczególnych 10-leciach począwszy od XIII wieku.

W zakończeniu tego przeglądu należy wspomnieć jeszcze o dwóch najnowszych pracach (Bokwa i inni, 2001; Limanówka, 2001), które analizują warunki klimatyczne w Polsce, jednak tylko w wybranych krótkich okresach z XVI (1502–1540) i XVII (1656–1667) wieku, na podstawie zapisów o warunkach pogodowych czynionych przez profesorów Akademii Krakowskiej (w tym szczególnie przez Marcina Biema) oraz wojewodę Jana Antoniego Chrapowickiego.

Osobną kategorię stanowią opracowania, w których opisano historię rozwoju meteorologii, w tym najdawniejsze obserwacje meteorologiczne na obszarze Polski (np. Parczewski, 1948a, b; Rojecki, 1956, 1965; Staszewski, 1966; Hanik, 1972; Michalczewski, 1979, 1988; Marciniak, 1990; Miętus i inni, 1994; Lorenc, 1996, 2000; Wnęk, 1999; Limanówka, 2001).

Z powyższego przeglądu wynika, że żaden ośrodek naukowy w Polsce w XX wieku nie zajmował się przez dłuższy czas badaniami zmian klimatu na ziemiach polskich w okresie historycznym. Najintensywniejsze badania prowadził zespół F. Bujaka z Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie. Rekonstrukcja zmian klimatycznych nie była jednak głównym jego celem, a tylko służyła do wyjaśniania zjawisk społeczno-gospodarczych. Badania interdyscyplinarne niezwykle pomocne w procesie identyfikacji tych zmian w przeszłości były prowadzone w niewielkim stopniu. Wyjątkiem w tym względzie były wspomniane już prace zespołu wrocławskiego pod kierunkiem S. Ingłota prowadzone w latach 1960.

W 1999 r. na Uniwersytecie M. Kopernika w Toruniu został utworzony zespół interdyscyplinarny (dendrochronologia, geofizyka, historia, klimatologia), którego zadaniem jest dostarczenie jak największej ilości danych na temat klimatu Polski w okresie ostatniego tysiąclecia. W pierwszym etapie zrealizowano grant KBN pt. „Rekonstrukcja klimatu na ziemiach polskich w okresie XVI–XIX w. na podstawie źródeł historycznych, dendroklimatologicznych, geofizycznych oraz instrumentalnych”. Dotychczas przedstawiono wyniki badań, uzyskane głównie przy wykorzystaniu trzech ostatnich rodzajów źródeł danych (Wójcik i inni, 1999, 2000; Majorowicz i inni, 2001, 2004; Przybylak i inni, 2001, 2003).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zmienności warunków termiczno-opadowych w Polsce w okresie 1501–1840 na podstawie danych historycznych zebranych w ramach realizacji wspomnianego projektu badawczego KBN.

Materiały źródłowe **Rodzaje źródeł**

Komputerowa baza danych historycznych powstała w rezultacie przeprowadzonej kwerendy, którą objęto kilkaset źródeł. W ponad 200 z nich znaleziono interesujące nas zapiski na temat panujących warunków pogodowych i zjawisk parameteorologicznych (np. susze, powodzie). Dużym mankamentem polskiej bazy źródłowej jest zbyt mała liczba przekazów mających charakter wieloletniej serii dla jednego miejsca. Zdecydowaną większość stanowią informacje rozproszone

w różnych źródłach, dlatego istotną sprawą była selekcja źródeł wykorzystanych w badaniach. Kilkuletnie doświadczenie badawcze skłoniło autorów do preferowania zbiorów zapisek codziennych (powszechnie już wykorzystywanych diariuszy, a także kalendarzy które dopiero ostatnio w większym stopniu zaczyna się eksploatować), kronik oraz zespołów korespondencji prowadzonej przez osoby szczególnie zainteresowane zjawiskami przyrodniczymi.

Wykorzystane źródła można podzielić na następujące rodzaje.

1. Źródła narracyjne – roczniki, kroniki (polityczne, klasztorne, parafialne, domowe, szkolne), pamiętniki i wspomnienia, opisy podróży i wycieczek. Znaczna część z nich dostarczyła bardzo cenne, ogólne charakterystyki pór roku. Wiarygodność tych źródeł najczęściej jest wysoka. W przypadku każdego źródła przeprowadzono wstępne badania krytyczne w celu ustalenia stosunku czasowego i przestrzennego autora (kronikarza, pamiętnikarza) do opisywanych zjawisk, jego źródła informacji, wiarygodności źródła itd. Przykładami źródeł tego rodzaju są nowożytna kronika klasztoru cystersów w Pelplinie oraz pamiętniki mieszczan toruńskich: Brauera oraz Richtsteiga.

2. Codzienne zapiski pogodowe. Nasycenie obserwacjami pogodowymi może być w niektórych (rzadkich) przypadkach tak silne, że skłania do uznania je za „kroniki pogodowe” (Rojecki, red., 1965). Najbardziej znanymi przykładami źródeł tego rodzaju są: diariusz J.A. Chrapowickiego prowadzony w drugiej połowie XVII w. i notatki profesorów krakowskich z XVI wieku, zwłaszcza M. Biema. Obok dzienników uwzględniono kalendarze, w których nabywcy mieli w zwyczaju uwieczniać w wolnych miejscach interesujące zdarzenia, w tym meteorologiczne. Wartość i wiarygodność źródeł tego rodzaju należy ocenić najwyżej, jednakże pod warunkiem dysponowania długimi, pełnymi ciągami dla jednego miejsca obserwacji.

3. Korespondencja. W przypadku tego rodzaju źródła istotnym problemem jest umiejętne wytypowanie zbiorów listów do kwerendy. Należało wybrać takiego korespondenta, który wykazywał dostatecznie duże zainteresowanie zjawiskami atmosferycznymi zachodzącymi w jego otoczeniu. Po znalezieniu spełniającego to wymaganie korespondenta, przeszukiwano wszelkie zbiory zawierające jego listy. Korespondenci byli szukani wśród licznych w okresie staropolskim informatorów – agentów dworów monarszych i klientów wysoko postawionych dygnitarzy oraz współpracowników funkcjonujących w Europie agencji informacyjnych. Inną grupę stanowiły listy oficjalistów folwarcznych do ich zwierzchników lub właścicieli dóbr. Przykładem tego rodzaju źródeł jest korespondencja Michała Dorengowskiego zachowana w Archiwum Radziwiłłowskim.

4. Prasa rękopiśmienna i drukowana. Informacje o zjawiskach meteorologicznych podawano najczęściej w kronikach wydarzeń, natomiast ekstremalnym zjawiskom pogodowym poświęcano osobne artykuły. Przykładem takiej prasy jest tygodnik *Thornische Wöchentliche Nachrichten*, który w latach 1760–1767 publikował dane meteorologiczne z Torunia.

5. Akta urzędowe. W: kwerendzie wykorzystano różne dokumenty (np. zwolnienia z podatku ze względu na powódź), protokoły wizytacyjne i inwentaryzacyjne, rejestry skarbowe, księgi urzędowe (informujące np. o zamknięciu urzędu na czas powodzi lub zarazy, ale też zawierające zeznania świadków), uchwały sejmów i sejmików, sprawozdania i protokoły posiedzeń ciał kolegialnych, statystyki urzędowe, rozporządzenia i raporty. Przynoszą one pewne dane, dosyć jednak rozproszone i nieliczne, ponadto niejednokrotnie informujące o wydarzeniach, których czas wystąpienia nie został bliżej określony. Warto też dodać, że osoby, których oświadczenia stanowią jedno z podstawowych źródeł informacji przy spisaniu akt oficjalnych miały naturalną skłonność do wyolbrzymiania skali zjawisk w celu osiągnięcia korzyści osobistych lub uniknięcia odpowiedzialności. Spośród dawnych akt urzędowych wartościowa okazała się kwerenda wykonana przez ks. Józefa Nowackiego, który skrzętnie zebrał zapiski historyczne z poznańskich akt diecezjalnych (Nowacki, 1957, 1958).

6. Akta gospodarcze, zwłaszcza rachunki.

7. Źródła epigraficzne (np. zapisy o poziomie wylewu rzeki w Bramie Mostowej Starego Miasta Torunia).

Ważniejsze źródła historyczne wykorzystane w niniejszym artykule zestawiono w Aneksie.

Wartość informacji zawartych w powyższych źródłach jest różnaita. Ze względu na przydatność do badania zmian klimatu, można je podzielić na dwie główne grupy. Do pierwszej zaliczyć należy te informacje, które dotyczą wydarzeń jednorazowych, krótkotrwałych i ograniczonych do niewielkiego terytorium. Przydatność takich informacji rośnie wraz ze wzrostem ich liczby. Do drugiej grupy należą informacje, które dostarczają danych do ogólnej charakterystyki warunków pogodowych dla większego terytorium i dłuższego okresu (miesiąca, sezonu, roku). Przekazy tego rodzaju, jako syntetyzujące, są szczególnie cenne w przypadku posiadania niewielkiej liczby innych danych.

Cechą charakterystyczną zebranych zapisek historycznych jest to, że w znacznej części dotyczą zjawisk ekstremalnych, które podobnie jak dzisiaj, również dawniej cieszyły się dużym zainteresowaniem. Szczególnie zwracano uwagę na zjawiska pogodowe w okresie wegetacyjnym, gdyż mogły one częstokroć być przyczyną gorszych plonów. Szansa odnotowania zjawiska meteorologicznego, nawet ciekawego, malała, gdy występowało ono w miesiącu obojętnym dla wegetacji roślin.

Rozkład chronologiczny i terytorialny

W: wyniku przeprowadzonej kwerendy zebrano łącznie 12 927 zapisek pogodowych z obszaru dawnej Rzeczypospolitej oraz 36 zapisek dotyczących różnych krajów europejskich. Ich rozkład chronologiczny jest następujący: wiek XVI – 727 zapisek, XVII – 11 151, XVIII – 1067, XIX – 18 zapisek. Wiek XVII wyróżnia się dzięki wprowadzeniu do bazy danych niezwykle bogatego w obserwacje pogodowe

we diariusza J.A. Chrapowickiego. Źródło to było już przedmiotem analiz klimatologicznych, dotychczas jednak wyłącznie przy wykorzystaniu części opublikowanej (około 40% całości). Baza powstała w trakcie realizacji naszego programu badawczego zawiera także dane z części rękopiśmiennej. Dane te po raz pierwszy wykorzystano do rekonstrukcji klimatu Polski nowożytnej. Mała liczba danych zgromadzonych dla wieku XIX wynika z wielkiej różnorodności i liczebności źródeł, których nie byliśmy dotąd w stanie w szerszym zakresie przebadac. Zebrany materiał ma jednak charakter syntetyczny (dotyczący ogólnej oceny pór roku pod względem klimatycznym), co znacznie zwiększa jego wartość.

Polska w granicach współczesnych została podzielona na 8 regionów: Pomorze, Warmia i Mazury, Wielkopolska, Mazowsze i Podlasie, Śląsk, Małopolska, Sudety oraz Karpaty. Dodatkowo wyodrębniono zapiski pogodowe odnoszące się do całego kraju. Rozkład terytorialny (podobnie jak chronologiczny) zapisek pogodowych również nie jest równomierny. Dla Sudetów i Karpat znaleziono niewielką ich liczbę (19). Dla pozostałych 6 regionów rozkład zapisek wygląda następująco: 1342 dla Pomorza, 47 dla Warmii i Mazur, 212 dla Wielkopolski, 6357 dla Mazowsza i Podlasia, 296 dla Śląska, 541 dla Małopolski. Ponadto zebrano 134 zapisek odnoszących się do całego kraju. Pozostałe 4015 zapisek dotyczy głównie wschodnich obszarów dawnej Rzeczypospolitej. Bardzo duża liczba zapisek dla Mazowsza i Podlasia oraz ziem sąsiadujących z Podlasiem od wschodu jest efektem wykorzystania diariusza J.A. Chrapowickiego.

Spośród wszystkich zgromadzonych zapisek, 263 odnoszą się do całego roku, do zimy i do wiosny po 3400, do lata 3100 oraz do jesieni 2800. Można więc przyjąć, iż rozkład zapisek pomiędzy porami roku jest w miarę równomierny.

Metody

Zgromadzone zapiski o pogodzie i o zjawiskach parameteorologicznych pozwoliły na podjęcie próby odtworzenia warunków termicznych i opadowych zarówno pór roku (XII–II, III–V, itd.), jak i całego roku. Zadanie to wykonano osobno dla poszczególnych sześciu (bez Karpat i Sudetów), spośród ośmiu wyróżnionych, regionów Polski i łącznie dla tych regionów. W niniejszym artykule prezentujemy jedynie wyniki badań uśrednione dla sześciu regionów.

Na podstawie słownych informacji zebranych dla danej pory roku, oceniono jej warunki termiczne i wilgotnościowe stosując 7-stopniową skalę zaproponowaną przez Ch. Pfistera i innych (1994). Indeksy tej skali są liczbami całkowitymi od +3 do –3, gdzie wartości +3 i –3 są zastosowane do anomalii, które – według współczesnych standardów – świadczą o ekstremalności warunków pogodowych, tj. dla wszystkich przypadków przekraczających 2σ od średniej wieloletniej z okresu 1901–1960. Indeksy +2 i –2 są zastosowane do mniejszych odchyżeń w przedziale $1,41-2,0\sigma$ od średniej, a indeksy +1 i –1 – dla przypadków w zakresie od $0,71$ do $1,40\sigma$ od średniej. Natomiast indeks 0 został użyty do przypadków

opisujących przeciętne warunki klimatyczne lub do charakterystyki miesięcy i pór roku, dla których stwierdzono brak danych. Dla tego ostatniego przypadku Ch. Pfister i inni (1994) założyli, iż brak informacji dotyczących pewnych okresów oznacza, iż nie wystąpiły w nich anomalie. Wydaje się, że przyjęcie takiego założenia jest możliwe tylko w przypadku tych źródeł, co do których istnieje znaczne prawdopodobieństwo, że zachodzące zjawiska ekstremalne były w nim odnotowywane kompletnie. Dlatego w wypadku dłuższych okresów, dla których nie znaleźliśmy żadnych informacji, zrezygnowaliśmy z przypisywania im indeksu 0.

W niniejszym opracowaniu, podobnie jak większość innych badaczy (np. Sadowski, 1991; Brázdil i Kotyza, 2000; Brázdil, 2002), skupiliśmy się na przedstawieniu warunków termiczno-opadowych w dwóch skrajnych porach roku, tj. zimą (XII–II) i latem (VI–VIII). Biorąc pod uwagę zhomogenizowaną serię temperatury z Warszawy (Lorenc, 2000), która dobrze reprezentuje warunki termiczne dla całej Polski, obliczono średnie temperatury zimy i lata (m) oraz ich odchylenia standardowe (σ) dla okresu 1901–1960. Mając do dyspozycji te dane wyznaczono zakresy temperatury, które odpowiadają poszczególnym siedmiu indeksom.

Zima ($m = -1,9^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 2,18^{\circ}\text{C}$)		Lato ($m = 17,8^{\circ}\text{C}$, $\sigma = 1,0^{\circ}\text{C}$)	
+3	> 2,5°C (skrajnie ciepła)	+3	> 19,9°C (skrajnie ciepłe)
+2	1,3–2,4°C (bardzo ciepła)	+2	19,3–19,8°C (bardzo ciepłe)
+1	-0,3–1,2°C (ciepła)	+1	18,6–19,2°C (ciepłe)
0	-0,4–(-3,3°C) (normalna)	0	17,1–18,5°C (normalne)
-1	-3,4–(-4,9°C) (mroźna)	-1	16,4–17,0°C (chłodne)
-2	-5,0–(-6,2°C) (bardzo mroźna, surowa)	-2	15,8–16,3°C (bardzo chłodne)
-3	< -6,3°C (skrajnie mroźna, b. surowa)	-3	< 15,7°C (skrajnie chłodne)

Na podstawie częstości występowania zim opisanych powyższymi indeksami stwierdzono, iż w warunkach polskich kryterium Ch. Pfistera i innych (1994) jest zbyt wysokie, szczególnie w przypadku ciepłych zim (np. skrajnie ciepła zima – indeks +3 – wystąpiła w Warszawie w okresie 1779–1998 tylko jeden raz). Lepiej pod tym względem wygląda sytuacja w przypadku pór letnich.

Poprawniejszą metodą ustalenia zakresów temperatury odpowiadających poszczególnym słownym informacjom o warunkach pogodowych jest kalibracja danych historycznych z danymi z obserwacji meteorologicznych dotyczącymi wspólnego okresu. Taką procedurę przeprowadził M. Sadowski (1991), określając kryteria wyodrębnienia ostrych zim i upalnych sezonów letnich na podstawie danych o temperaturze z Warszawy oraz danych historycznych z obszaru Polski zgromadzonych dla okresu 1789–1850. M. Sadowski do wyróżnienia ostrych zim proponuje kryterium $m-1,5\sigma$, gdzie m jest średnią temperaturą powietrza w grudniu, styczniu i lutym. Dla upalnych sezonów letnich zaproponował nato-

miast kryterium $m + 1\sigma$, gdzie m jest średnią temperaturą obliczoną z dwóch miesięcy: lipca i sierpnia. W celu dopasowania propozycji M. Sadowskiego (1991) do użytych przez nas siedmiu indeksów proponujemy dla zimy wprowadzenie dodatkowych progów o wartości $0,5$ i $1,0\sigma$, a dla lata $0,4$ i $0,7\sigma$. Używając tak zmodyfikowanych kryteriów wyznaczono zakresy temperatury powietrza odpowiadające poszczególnym indeksom opierając się na średniej temperaturze i jej odchyleniu standardowym dla serii warszawskiej z okresu 1789–1850.

Zima ($m = -3,3^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 2,60^{\circ}\text{C}$)		Lato ($m = 17,9^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 1,18^{\circ}\text{C}$)	
+3	$> 0,7^{\circ}\text{C}$	+3	$> 19,1^{\circ}\text{C}$
+2	$-0,5$ – $0,6^{\circ}\text{C}$	+2	$18,8$ – $19,0^{\circ}\text{C}$
+1	$-1,9$ – $(-0,6^{\circ}\text{C})$	+1	$18,4$ – $18,7^{\circ}\text{C}$
0	$-4,9$ – $(-2,0^{\circ}\text{C})$	0	$17,4$ – $18,3^{\circ}\text{C}$
-1	$-5,9$ – $(-5,0^{\circ}\text{C})$	-1	$17,0$ – $17,3^{\circ}\text{C}$
-2	$-7,2$ – $(-6,0^{\circ}\text{C})$	-2	$16,7$ – $16,9^{\circ}\text{C}$
-3	$< -7,3^{\circ}\text{C}$	-3	$< 16,6^{\circ}\text{C}$

Z obu przedstawionych zestawień wynika, że w okresie 1901–1960 zima była cieplejsza o $1,4^{\circ}\text{C}$ niż w okresie 1789–1850, natomiast lato było chłodniejsze o $0,1^{\circ}\text{C}$. Dlatego można sądzić, że odczucia ciepła i zimna przez ludzi żyjących w końcu XVIII wieku, a także zapewne i wcześniej, w przypadku sezonów letnich się nie różniły, w przeciwieństwie do zimy. Wydaje się więc, że przyjęte tu zakresy temperatury dla zimy odpowiadające poszczególnym indeksom są bardziej realne w przypadku zmodyfikowanego kryterium M. Sadowskiego (1991), natomiast dla sezonów letnich lepsze przybliżenie uzyskujemy stosując kryterium Pfistera i innych (1994), mimo iż ono jest zbyt wysokie. Stosując bowiem kryterium Sadowskiego do serii temperatury z Warszawy z okresu 1779–1998, uzyskujemy zbyt dużą częstość (aż około 25%) występowania skrajnie chłodnych (-3) i skrajnie ciepłych (+3) sezonów letnich. Być może do lat określonych przez M. Sadowskiego jako *hot summers/severe winters* możemy wliczyć oprócz skrajnie ciepłych/skrajnie chłodnych lat także bardzo ciepłe/bardzo chłodne lata, którym przypisano odpowiednio indeksy +2/-2. W tym przypadku do skrajnie ciepłych/skrajnie chłodnych lat należałoby zaliczyć te, w których anomalie od średniej wieloletniej są większe od $1,5\sigma$, czyli kryterium byłoby takie samo, jak użyte przez Sadowskiego wobec surowych zim. Wyniki obliczeń częstości występowania sezonów letnich według niżej podanych zakresów temperatury powietrza wskazują, iż dla warunków polskich zastosowanie w powyższy sposób zmodyfikowanego kryterium jest najwłaściwsze, gdyż – jak wspomniano – kryterium Pfistera jest zbyt wysokie. Poniżej podano zakresy temperatury powietrza odpowiadające poszczególnym indeksom według propozycji autorów.

Lato (okres: 1789–1850; $m = 17,9^{\circ}\text{C}$, $\sigma = 1,18^{\circ}\text{C}$)

+3	> 19,7°C
+2	19,1–19,6°C
+1	18,5–19,0°C
0	17,3–18,4°C
-1	16,7–17,2°C
-2	16,1–16,6°C
-3	< 16,0°C

Na podstawie serii temperatury z Warszawy z okresu 1779–1998 znaleziono wszystkie lata, w których średnie temperatury zimy i lata mieszczą się w wyznaczonych przedziałach temperatury powietrza w sezonach zimowym i letnim. Liczebności w ten sposób wydzielonych lat nie były niższe od 8 dla skrajnych przedziałów, dla pozostałych – z reguły były wyższe od 20. Z kolei na podstawie średnich wartości temperatury z sezonów zimowych i letnich leżących w poszczególnych zakresach, obliczono średnie temperatury odpowiadające poszczególnym indeksom (patrz zestawienie poniżej). Analogiczne obliczenia przeprowadzone dla okresu 1789–1850 nie wykazały większych zmian.

Indeks	Zima		Lato	
	Średnia temp. (°C)	Częstość wyst. (%)	Średnia temp. (°C)	Częstość wyst. (%)
+3	1,3	6,8	20,3	4,5
+2	0,0	12,3	19,4	8,2
+1	-1,2	26,8	18,7	13,7
0	-3,2	36,8	17,8	47,3
-1	-5,5	8,7	17,0	13,2
-2	-7,0	4,1	16,5	9,5
-3	-8,2	4,5	15,8	3,6

Wykonane obliczenia wykazały, że warunki przeciętne (indeks 0) występowały w zimie i lecie odpowiednio z częstościami 36,8 i 47,3%. Biorąc pod uwagę taki rozkład prawdopodobieństwa występowania tego indeksu zdecydowano się każdą dekadę, w przypadku braku danych historycznych, uzupełnić indeksem 0 maksymalnie do 4 lat w przypadku zimy i 5 lat w przypadku lata. Następnie wykorzystując średnie temperatury obliczone dla poszczególnych indeksów zaprezentowane w powyższym zestawieniu, obliczono średnie dekadowe temperatury powietrza wykorzystując do tego celu średnią ważoną. Obliczenia przeprowadzono tylko dla tych dekad, dla których, po uzupełnieniu według powyższych zasad indeksem 0, zgromadzono dane dotyczące co najmniej 7 lat. Następnie obliczono ich anomalie w stosunku do okresu 1901–1960 oraz 1789–1850.

Podobną ilościową rekonstrukcję stosunków opadowych będzie można przeprowadzić, gdy zostanie zebrana jeszcze bogatsza baza danych historycznych, odnosząca się szczególnie do sezonu zimowego. W związku z tym w niniejszym artykule przedstawiamy charakterystykę tego elementu klimatu, wykorzystując jedynie częstość występowania sezonów anomalnie wilgotnych i suchych. Krótka charakterystyka wilgotnościowa zarówno sezonów letnich, jak i zimowych odpowiadająca poszczególnym indeksom jest następująca: +3 (skrajnie wilgotno), +2 (bardzo wilgotno), +1 (wilgotno), 0 (normalnie), -1 (sucho), -2 (bardzo sucho), -3 (skrajnie sucho).

Zmienność warunków termiczno-opadowych w okresie 1501–1840

Zgodnie z oczekiwaniami badania wykazały, iż w okresie 1501–1840 warunki klimatyczne w Polsce podlegały różnym fluktuacjom. Ich ocena ze względu na brak (lub małą liczbę) danych historycznych z okresów 1701–1720 i 1751–1770, jak również ze względu na odnotowywanie przez kronikarzy głównie sytuacji ekstremalnych, jest zapewne niepełna i niedoskonała. Wraz z napływem nowych danych będzie jednak można dokonywać uzupełnień i wprowadzać korekty.

W badanym okresie liczącym 340 lat do ekstremalnych pod względem pogodowym (skrajnie: ciepłe, mroźne, wilgotne, suche – indeksy +3 i -3 oraz bardzo: ciepłe, mroźne, wilgotne i suche – indeksy +2 i -2) sezonów zimowych i letnich zaliczono 231 sezony, co stanowi 17,0% całkowitej ich liczby. Jak wynika z tabeli 1, więcej informacji uzyskano o sezonach ekstremalnych pod względem termicznym (55,9%) niż opadowym (44,1%). Najwięcej (34,2%) danych było na temat skrajnie mroźnych i bardzo mroźnych zim. Względnie dużo zgromadziliśmy też danych dotyczących skrajnie ciepłych i bardzo ciepłych sezonów letnich (13,0%). Pozostałe sytuacje ekstremalne były odnotowywane dużo rzadziej. W przypadku danych odnoszących się do opadów atmosferycznych, znacznie więcej informacji znaleziono dla sezonu letniego niż zimowego, co zapewne jest związane z faktem, iż opady latem są istotniejsze dla wegetacji roślin. Wyraźnie uwidacznia się także przewaga częstości występowania sytuacji anomalnie wilgotnych (28,5%) nad anomalnie suchymi (15,6%) (tab. 1). Podobny rozkład ilości informacji dotyczących zarówno elementów meteorologicznych, jak i sezonów otrzymał R. Brázdil (1994).

Najwięcej ekstremalnych sezonów letnich bądź zimowych (tab. 1) odnotowano w XVI w. (43,7%), a szczególnie w jego pierwszej połowie (24,2%). Drugorzędne ich maksimum wystąpiło w pierwszej połowie XVIII w. (15,6%), mimo iż bardzo mało źródeł zgromadzono dla okresu pierwszych 20 lat tego wieku.

Tabela 1. Częstość występowania ekstremalnie ciepłych i wilgotnych oraz chłodnych i suchych sezonów zimowych (XII-II) i letnich (VI-VIII) w Polsce w okresie 1501-1840

Okres	Temperatura powietrza				Opad atmosferyczny				Ekstremalne sytuacje	
	XII-II		VI-VIII		XII-II		VI-VIII		Suma	%
	+2 i +3	-2 i -3	+2 i +3	-2 i -3	+2 i +3	-2 i -3	+2 i +3	-2 i -3		
1501-1550	7	12	2	0	7	7	17	4	56	24,2
1551-1600	1	14	7	0	1	3	10	9	45	19,5
1601-1650	0	11	10	0	0	0	3	0	24	10,4
1651-1700	4	11	3	1	1	0	4	3	27	11,7
1701-1750	2	12	1	3	6	0	9	3	36	15,6
1751-1800	0	10	0	0	1	0	1	0	12	5,2
1801-1840	0	9	7	2	2	1	4	6	31	13,4
1501-1840	14	79	30	6	18	11	48	25	231	
%	6,1	34,2	13,0	2,6	7,8	4,8	20,7	10,8	100	100,0

Czcionką pogrubioną zaznaczono największą częstość występowania ekstremalnie ciepłych i wilgotnych oraz chłodnych i suchych sezonów w okresach 50-letnich. Objasnienia indeksów (+3, +2, -2 i -3) znajdują się w tekście.

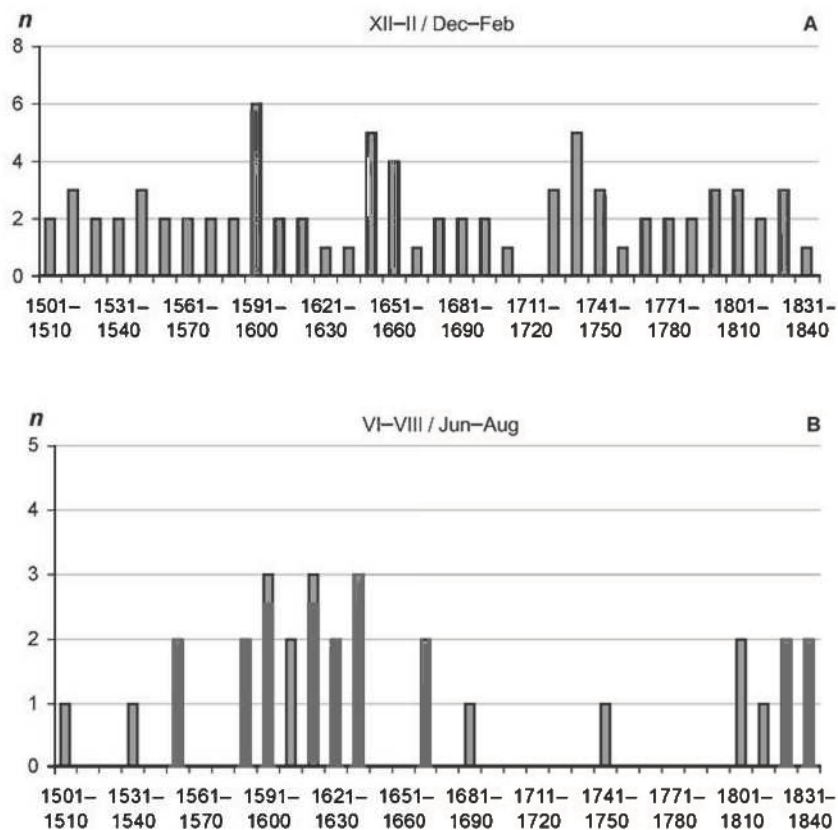
Stosunki termiczne

Jak wspomniano wcześniej, źródła historyczne najwięcej informacji dostarczają na temat warunków termicznych. W niniejszym artykule charakteryzujemy je dwojako: 1) podając częstość występowania sezonów określonych jako anomalne (tab. 1, ryc. 1) dla okresów 10- i 50-letnich; 2) rekonstruując wartości średnich 10-letnich temperatury powietrza (ryc. 2) wedle zasad przedstawionych w rozdziale pt. Metody.

Analizując częstość występowania bardzo surowych i surowych zim (indeksy odpowiednio -3 i -2) w okresach 10-letnich stwierdzono największą ich liczbę (6) w ostatniej dekadzie XVI wieku oraz w dekadach 1641-1650 i 1731-1740 (po 5). Dużo takich zim (4) zanotowano także w dekadzie 1651-1660 (ryc. 1A). Natomiast najmniej ostrych zim było w okresach 1630-1640 oraz prawdopodobnie 1701-1720. W okresach 50-letnich, najwięcej bardzo surowych i surowych zim było w XVI wieku, a szczególnie w jego drugiej połowie (14) – tabela 1. Drugorzędne maksimum (12) wystąpiło w pierwszej połowie XVIII wieku. Wyniki te są zbliżone do tych, które przedstawił wcześniej M. Sadowski (1991).

Trudniej w sposób wiarygodny ocenić liczbę skrajnie ciepłych i bardzo ciepłych zim (indeksy odpowiednio +3 i +2), gdyż informacji na ich temat jest wyraźnie mniej niż w przypadku zim bardzo surowych i surowych. Jednak analizując tabelę 1 można stwierdzić, iż najprawdopodobniej maksimum ich częstości wystąpiło w pierwszej połowie XVI wieku (7) oraz w drugiej połowie XVII wieku (4).

Lata dotyczy niemal 3-krotnie mniej znalezionych wzmianek o występowaniu ekstremalnych sytuacji w porównaniu z zimą (tab. 1). Najczęściej są to informacje o upalnych (skrajnie ciepłych) i bardzo ciepłych sezonach letnich (30 wzmianek), natomiast znacznie rzadziej – skrajnie chłodnych i bardzo chłodnych (6). Z tego względu wyniki obliczeń częstości ich występowania przedstawiono w sposób graficzny (ryc. 1B) jedynie dla ekstremalnie ciepłych sezonów letnich. Analiza tej ryciny wskazuje, iż najwięcej takich sezonów było w okresie 1580-1640



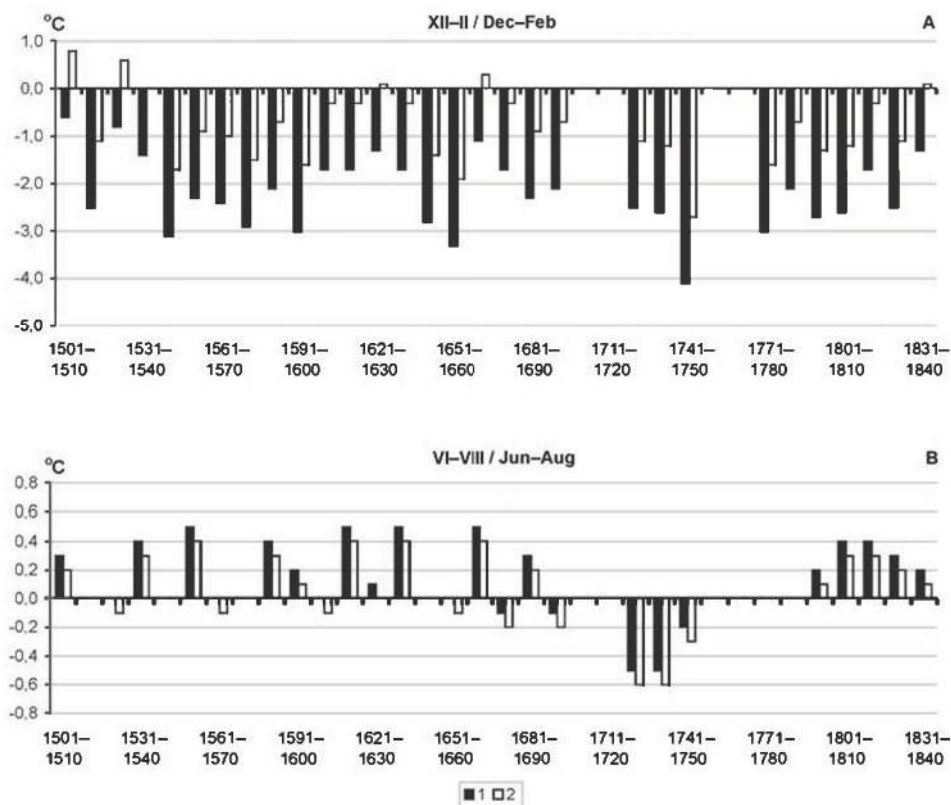
Ryc. 1. Częstość występowania (n – liczba przypadków na 10 lat): A – skrajnie chłodnych i bardzo chłodnych zim (XII–II, indeksy -3 i -2) i B – skrajnie ciepłych i bardzo ciepłych sezonów letnich (VI–VIII, indeksy $+3$ i $+2$)

Decadal frequencies of occurrence: A – of extreme cold and very cold winters (Dec–Feb, indices -3 and -2), and B – of extreme warm and very warm summers (Jun–Aug, indices $+3$ and $+2$)

oraz na początku XIX wieku. Wyniki te w wielu dekadach różnią się od danych zaprezentowanych w pracy M. Sadowskiego (1991). Na te różnice zwróciła wcześniej uwagę D. Limanówka (2001), analizując warunki klimatyczne Krakowa na podstawie wybranych lat z okresu 1502–1540. Przyczyną tych różnic są zapewne różne kryteria użyte do wydzielenia gorących sezonów letnich (*hot summers*) przez M. Sadowskiego oraz upalnych i bardzo ciepłych sezonów letnich w niniejszym artykule, a także rodzaj wykorzystanych źródeł historycznych.

Wzmianki o skrajnie chłodnych i bardzo chłodnych sezonach letnich istnieją tylko po 1650 r., a ich maksimum częstości (3 przypadki, tab. 1) wystąpiło w okresach 50-letnich w pierwszej połowie XVIII wieku.

Obraz zmian klimatu w Polsce uzyskany na podstawie informacji dotyczących zmian częstości występowania ekstremalnych sezonów letnich i zimowych nie zawsze musi być zgodny ze zmianami przebiegu średnich temperatury powietrza. Dowodzi tego porównanie wyników przedstawionych w tabeli 1 i na rycinie 1 z wynikami rekonstrukcji średnich 10-letnich wartości temperatury powietrza prezentowanych na rycinie 2. Warunki termiczne w okresie 1501–1840 zostały ukazane w porównaniu zarówno do warunków współczesnych (1901–1960), jak i występujących w okresie wczesnoinstrumentalnym (1789–1850). Średnie 10-letnie wartości temperatury powietrza zimy w badanym okresie we wszystkich przypadkach były niższe od tych, które wystąpiły w XX wieku. Najchłodniejsze zimy wystąpiły w dekadzie 1741–1750 (anomalnia wyniosła $-4,1^{\circ}\text{C}$). Duże anoma-



Ryc. 2. Rekonstrukcje średnich dekadowych temperatury powietrza w Polsce w okresie 1501–1840: A – zimy (XII–II) i B – lata (VI–VIII). 1 i 2 – anomalie w stosunku do odpowiednich średnich z okresów 1901–1960 i 1789–1850

Reconstructions of mean 10-year air temperatures in Poland from 1501 to 1840: A – winter (Dec–Feb) and B – summer (Jun–Aug). 1 and 2 – anomalies in respect of the 1901–1960 and 1789–1850 means, respectively

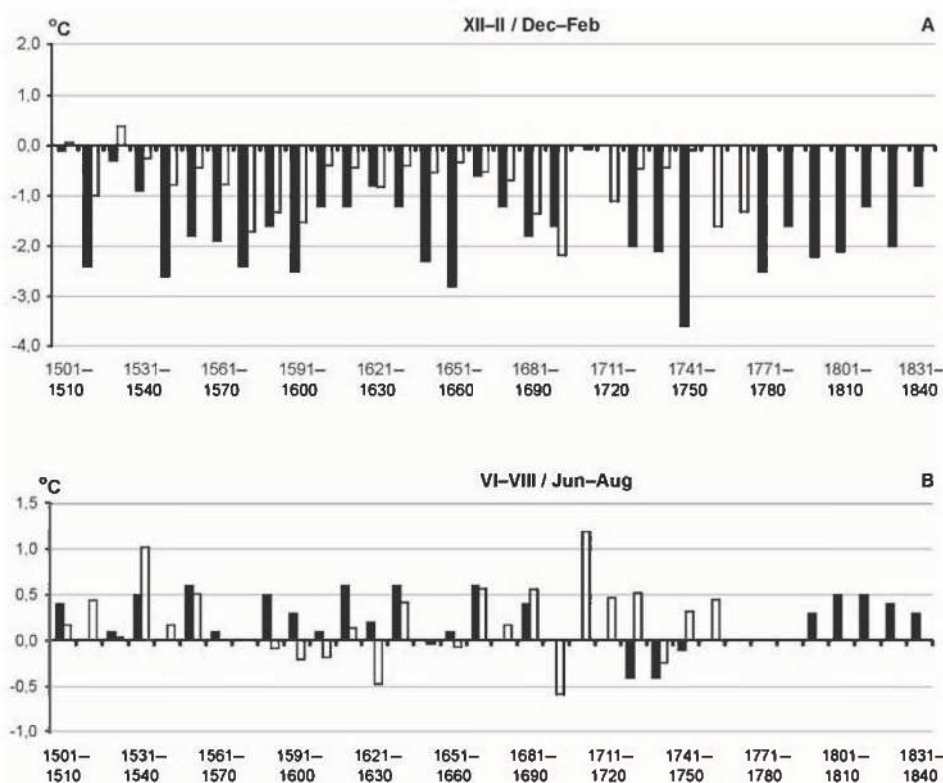
lie (około $-3,0^{\circ}\text{C}$) miały miejsce także w następujących dekadach: 1541–1550, 1571–1580, 1591–1600, 1641–1650 i 1771–1780.

W całym badanym okresie można wyróżnić dwa dłuższe podokresy z utrzymywaniem się niskich temperatur w zimie (anomalie z reguły poniżej $-2,0^{\circ}\text{C}$): 1540–1600 i 1720–1820. Między tymi dwoma okresami, z wyjątkiem lat 1640–1660, zimy były wyraźnie cieplejsze. Najcieplejsze były one w pierwszej i trzeciej dekadzie XVI wieku, w których wystąpiły nawet anomalie dodatnie, ale w porównaniu z okresem 1789–1850.

Ograniczona liczba danych historycznych odnoszących się do warunków termicznych sezonu letniego pozwoliła na rekonstrukcję ich temperatury powietrza dla nieco mniejszej liczby dekad niż w przypadku sezonów zimowych (porównaj ryc. 2A i 2B). Uzyskany obraz zmian jest jednak dobrze czytelny. Dodatnie, lub równe zeru, anomalie w stosunku do okresu współczesnego dominowały niemal przez pierwsze 200 lat badanego okresu z maksimum osiągającym $0,5^{\circ}\text{C}$ w dekadach 1551–1560, 1610–1620, 1631–1640 i 1661–1670. Wyraźnie cieplejsze sezony letnie występowały też na przełomie XVIII i XIX wieku. Chłodne sezony letnie zanotowano głównie w pierwszej połowie XVIII wieku z maksimum w okresie 1721–1740. Porównując przebieg temperatury powietrza w obydwu analizowanych sezonach widać, iż – z wyjątkiem pierwszej połowy XVIII wieku – chłodniejszym niż obecnie zimom towarzyszyły jednocześnie cieplejsze sezony letnie. Oznacza to, że w badanym okresie klimat Polski cechował się większym niż współcześnie stopniem kontynentalizmu termicznego.

Porównując niniejszą rekonstrukcję temperatury zimy (XII–II) z wcześniej wykonaną przez nas rekonstrukcją temperatury okresu I–IV (Przybylak i inni, 2001, rys. 1), wykorzystującą dane dendrochronologiczne, zauważamy okresy z przewagą zgodnych (wieki XVII–XIX) lub niezgodnych (XVI wiek, szczególnie jego druga połowa) przebiegów temperatury powietrza. Prawdopodobnymi przyczynami rozbieżności uzyskanych wyników mogą być: 1) nie w pełni porównywalne dane (średnie temperatury z różnych okresów roku, tylko częściowo nakładających się), 2) niedokładności wykonanych rekonstrukcji.

Uzyskane i zaprezentowane tutaj wyniki rekonstrukcji klimatu na podstawie źródeł historycznych wykazują dobrą korelację z wynikami dotychczasowych badań prowadzonych dla innych regionów Europy Środkowej (zobacz np. rys. 2 w: Brázdil, 1994, rys. 6.4 w: Pfister, 1995; rys. 36 w: Brázdil i Kotyza, 2000 czy rys. 4 i 6 w: Brázdil, 2002). Spostrzeżenie to potwierdza zestawienie rekonstrukcji temperatury powietrza dla Polski (1501–1840) i Czech (1500–1769) (ryc. 3). Zauważamy jednak większą zgodność przebiegu serii temperatury w zimie w porównaniu z latem. Świadczą o tym jednakowe znaki odchylenia (ujemnych w stosunku do okresu 1901–1960) niemal we wszystkich analizowanych 10-leciach. Jednakże wartości tych odchylenia w Polsce w okresie zimowym są większe niż w Czechach, co wynika zapewne m.in. z większej zmienności warunków termicznych w Polsce. Miara tej zmienności, tj. odchylenie standardowe (σ), np. za



Ryc. 3. Porównanie rekonstrukcji temperatury powietrza zimy – A i lata – B dla Polski (1501–1840, czarne słupki) i Czech (1500–1769, białe słupki; wg: Brázdil, 1996). Anomalie liczone względem średnich z okresu 1851–1950

Comparison of winter – A and summer – B air temperature reconstructions for Poland (1501–1840, black bars) and the Czech Republic (1500–1769, white bars; after: Brázdil, 1996). Anomalies have been calculated relative to 1851–1950 means

okres 1789–1850 wynosi $2,60^{\circ}\text{C}$ dla Warszawy i $2,44^{\circ}\text{C}$ dla Pragi. Pewne rozbieżności w tym zakresie mogą być spowodowane także nieznacznymi różnicami między zastosowanymi metodami rekonstrukcji w obydwu seriach. Należą do nich: 1) dostępność źródłowych materiałów historycznych, większa dla Czech, umożliwiającą ocenę termiczną (indeksowanie) poszczególnych miesięcy, a w przypadku Polski – tylko całych sezonów; 2) nieco inny wybór lat zaliczanych do dekady (Czechy – np. 1500–1509, a dla Polski 1501–1510). Ponadto mniejszy stopień zgodności przebiegu obydwu serii temperatury powietrza w sezonie letnim wynika prawdopodobnie z uboższych zasobów materiałów źródłowych. Jednakże wpływ mniej licznych materiałów historycznych na stopień wiarygodności rekonstrukcji warunków termicznych jest osłabiony przez mniejszą ich zmienność w tej porze roku.

Porównanie zrekonstruowanych warunków termicznych w Polsce w okresie zimowym z analogicznymi rekonstrukcjami dla obszaru Łotwy (Jevrejeva, 2001) i Estonii (Tarand i Nordli, 2001) nie wykazała tak ścisłych związków, jak w przypadku Czech. Wykorzystano tam jednak wieloletnie obserwacje stopnia zlodzenia Bałtyku w portach Rygi i Tallinu, które dobrze informują o ostrości zimy.

Jednym ze sposobów zbadania stopnia wiarygodności uzyskanych wyników rekonstrukcji warunków klimatycznych (w tym termicznych) jest ich porównanie z równoległymi pomiarami instrumentalnymi. Konieczność taka występuje szczególnie w przypadku zbyt małej liczby zapisek historycznych. W tym celu zestawiono anomalie średnich 10-letnich temperatury powietrza w okresie 1781–1840 zmierzonych w Warszawie i zrekonstruowanych dla obszaru Polski (tab. 2). W okresie zimowym odchylenia wykazują pełną zgodność co do znaku (są ujemne), chociaż różnią się wartościami (średnio o 0,7°C). Największe różnice w tym względzie występują na przełomie wieku XVIII i XIX, który w świetle materiałów historycznych okazał się znacznie chłodniejszy niż wynika to z homogenizowanej serii temperatury powietrza. Okazuje się, że dane zrekonstruowane wykazują większą zgodność z tą samą serią przed homogenizacją, która dla okresów 1791–1799 i 1807–1810 wprowadziła znaczną korektę dodatnią – odpowiednio 0,7°C i 0,4°C (Lorenc, 2000).

Tabela 2. Anomalie temperatury powietrza (°C) zimy (XII–II) i lata (VI–VIII) obliczone dla Warszawy i Polski (seria zrekonstruowana)

Dekada	Warszawa*		Polska – rekonstrukcja	
	XII–II	VI–VIII	XII–II	VI–VIII
1781–1790	-1,7	0,8	-2,3	-
1791–1800	-0,8	0,5	-2,7	0,2
1801–1810	-1,1	-0,1	-2,6	0,4
1811–1820	-2,2	0,2	-1,7	0,4
1821–1830	-2,1	0,1	-2,5	0,3
1831–1840	-1,1	-0,5	-1,3	0,2
Średnia	-1,5	0,2	-2,2	0,3

Anomalie obliczono względem średnich z okresu 1901–1960.

* seria homogeniczna według H. Lorenc (2000).

W okresie lata zaznacza się pewna niezgodność (dla dwóch dekad) znaków anomalii w porównywanych seriach, ale ich wartości są bardzo zbliżone i średnio ponad dwukrotnie mniejsze niż zimą (tab. 2). Wynika to ze wspomnianej już mniejszej zmienności temperatury powietrza w sezonie letnim.

Stosunki opadowe

Jak wcześniej wspomniano, mniej wzmianek historycznych zebrano na temat warunków opadowych w porównaniu z warunkami termicznymi. Szczególnie jest ich mało w odniesieniu do zimy, dlatego uzyskane wyniki dla tej pory roku nie zostały przedstawione w sposób graficzny, a jedynie w tabeli 1. Wynika z niej, że

najwięcej skrajnie wilgotnych i bardzo wilgotnych zim (indeksy odpowiednio +3 i +2) wystąpiło w okresach 1501–1550 (7) i 1701–1750 (6). Zimy skrajnie suche i bardzo suche (indeksy odpowiednio –3 i –2) były jeszcze rzadziej odnotowywane. Wzmianek na ten temat najwięcej znaleziono dla XVI wieku, szczególnie jego pierwszej połowy (7). Przeszło dwukrotnie więcej danych istnieje dla sezonu letniego, jednak również w tej porze roku wyraźnie więcej jest informacji na temat anomalnie wilgotnych niż anomalnie suchych sezonów letnich. Z uzyskanych danych wynika, że skrajnie wilgotne i bardzo wilgotne sezony letnie najczęściej były odnotowywane w XVI wieku z maksimum w dekadach 1501–1510 (5) oraz 1561–1570 (4) – rycina 4A. W tymże wieku wystąpiło także najwięcej skrajnie suchych i bardzo suchych sezonów letnich (ryc. 4B). Świadczy to o dużej zmienności letnich warunków opadowych z roku na rok. W następnych wiekach obydwie kategorie sytuacji ekstremalnych występowały już znacznie rzadziej. Warto jednak odnotować dużą liczbę wilgotnych sezonów letnich w okresie 1731–1750, w tym szczególnie w ostatnich 10 latach (5). Stosunkowo dużo zarówno suchych, jak i wilgotnych sezonów letnich wystąpiło na początku XIX wieku (ryc. 4). Wyniki te są zbliżone do tych uzyskanych dla Czech (zobacz np. rys. 2 w: Brázdil, 1994).

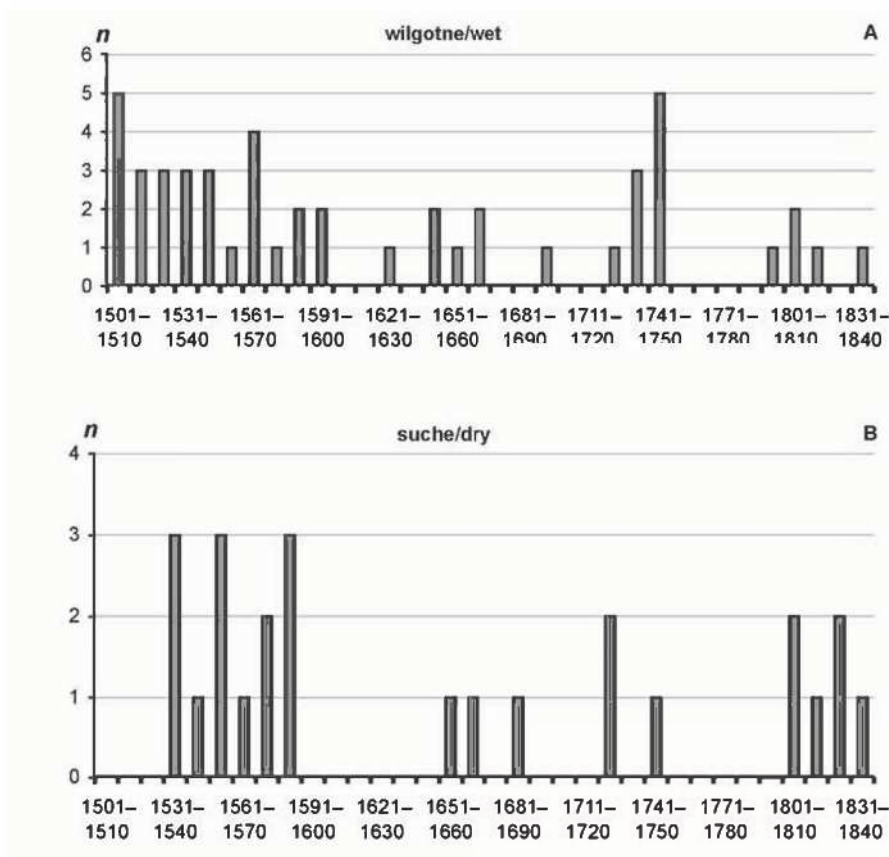
Wnioski i uwagi końcowe

1. Historyczny materiał źródłowy traktujący o zjawiskach pogodowych i parameteorologicznych wykorzystany w niniejszym artykule odznacza się incydentalnością zapisów i odnotowywaniem głównie zdarzeń ekstremalnych. Pomimo to okazało się, że umożliwia on przeprowadzenie rekonstrukcji, szczególnie temperatury powietrza.

2. Zgromadzone dane historyczne, mimo swego bogactwa, wciąż nie obejmują wszystkich istniejących zasobów źródłowych. Wskazane są więc dalsze poszukiwania w tym zakresie. Potrzeba taka występuje w odniesieniu zarówno do dekad z brakiem dostatecznej informacji historycznej, jak i dekad z niską jej jakością.

3. Oprócz materiałów dla obszaru Polski należałoby maksymalnie wykorzystać także dane historyczne z krajów ościennych, znajdujących się jeszcze w archiwach lub już opublikowanych. W tym względzie na szczególną uwagę zasługuje bogata baza danych źródłowych dla obszaru Czech. Stwierdzona zbieżność przebiegu analizowanych rekonstrukcji umożliwia uzupełnienie i korektę serii polskich w dekadach, co do których dysponujemy zbyt małą liczbą danych historycznych. Wydaje się, że korekta ta powinna dotyczyć przede wszystkim dekad odznaczających się największymi różnicami między rekonstrukcjami polskimi i z krajów sąsiednich.

4. Doskonalenia wymagają metody rekonstrukcji warunków klimatycznych na podstawie danych historycznych, w tym metody zastosowane w niniejszym opracowaniu. Dalsze wzbogacanie bazy danych historycznych umożliwi określenie



Ryc. 4. Częstość występowania (n – liczba przypadków na 10 lat) sezonów letnich (VI–VIII): A – skrajnie wilgotnych i bardzo wilgotnych (indeksy +3 i +2) i B – skrajnie suchych i bardzo suchych (indeksy -3 i -2)

Decadal frequencies (n) of occurrence of summers (Jun–Aug) that are: A – extreme wet and very wet (indices +3 and +2) and B – extreme dry and very dry (indices -3 and -2)

tych warunków nie tylko w odniesieniu do pór roku, ale także poszczególnych miesięcy. Zwiększyłoby to porównywalność wyników badań uzyskanych w Polsce i za granicą, wynikającą m.in. ze sposobu indeksowania danych historycznych.

5. Na podstawie porównania zrekonstruowanej serii temperatury powietrza dla obszaru Polski z równoległymi w czasie pomiarami instrumentalnymi i zrekonstruowaną serią dla Czech można wyrazić pogląd o znacznej wiarygodności uzyskanych wyników badań, chociaż nie jest ona jednakowa dla całego analizowanego okresu. Postęp w tym zakresie może przynieść zamierzone dalsze rozszerzenie bazy źródłowej i związane z tym udoskonalenie metod rekonstrukcji.

Piśmiennictwo

- Bokwa A., Limanówka D., Wibig J., 2001, *Pre-instrumental weather observations in Poland in the 16th and 17th centuries*, [w:] P.D. Jones (red.), *History and Climate. Memories of the Future?*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, Dordrecht-Boston-London, s. 9–27.
- Bradley R.S., Jones P.D. (red.), 1995, *Climate Since A.D. 1500*, Routledge, London.
- Brażdil R., 1994, *Climatic fluctuation in the Czech Lands during the last Millennium*, *GeoJournal*, 32, 3, s. 199–205.
- , 1996, *Reconstructions of past climate from historical sources in the Czech Lands*, [w:] P.D. Jones, R.S. Bradley, J. Jouzel (red.), *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, s. 409–431.
- , 2002, *Patterns of climate in Central Europe since Viking times*, [w:] G. Wefer, W. Berger, K.-E. Behre, E. Jansen (red.), *Climate Development and History of the North Atlantic Realm*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, s. 355–368.
- Brażdil R., Kotyza O., 2000, *History of weather and climate in the Czech Lands IV Utilisation of economic sources for the study of climate fluctuation in the Louny region in the fifteenth-seventeenth centuries*, Masaryk University, Brno.
- Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H., Osborn T.J., 1998, *Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years*, *Nature*, 393, s. 450–455.
- Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber E.H., Jones P.D., Shiyatov S.G., Vaganov E.A., 2002a, *Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 1 – Local and regional climate signals*, *The Holocene*, 12, s. 737–757.
- , 2002b, *Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 2 – Spatio-temporal variability and associated climate patterns*, *The Holocene*, 12, s. 759–789.
- Bujak E., 1976, *Pisma wybrane*, t. 1, PWN, Warszawa.
- Derwich M., 1984, *O zjawiskach przyrodniczych i ich recepcji w średniowiecznym dziejopisarstwie polskim*, *Kwartalnik Historyczny*, 91, 4, s. 975–986.
- Dunin-Wąsowicz T., 1974, *Klimat jako czynnik kształtujący środowisko człowieka w średniowieczu*, [w:] *Problemy nauk pomocniczych historii (Materiały na III Konferencję poświęconą naukom pomocniczym historii. Katowice-Wisła 29–31 maja 1974)*, 3, Katowice, s. 17–35.
- Glaser R., 2001, *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahr: Wetter, Klima, Katastrophen*, Primus Verlag, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Górski K., 1965, *Z problematyki geografii historycznej: wpływ klimatu*, *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej*, 13, 3, s. 545–551.
- Hanik J., 1972, *Dzieje meteorologii i obserwacji meteorologicznych w Galicji od XVIII do XX wieku*, Monografie z Dziejów Nauki i Techniki, 75, Zakład Historii Nauki i Techniki PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Hoszowski S., 1960, *Kłęski elementarne w Polsce w latach 1587–1648*, [w:] *Prace z dziejów Polski feudalnej ofiarowane Romanowi Grodeckiemu w 70 rocznicę urodzin*, (red. zbiorowa), PWN, Warszawa, s. 453–466.
- Inglot S., 1962, *Historyczne aspekty zjawisk klimatyczno-meteorologicznych na Śląsku od XVI do połowy XIX wieku*, Sprawozdania Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego 17A, s. 82–86.
- , 1966, *Badanie zjawisk klimatyczno-meteorologicznych na Śląsku od XVI do połowy XIX w.*, *Studia z Dziejów Gospodarstwa Wiejskiego*, 8, Warszawa, s. 69–71.

- , 1968, *Zjawiska klimatologiczno-meteorologiczne na Śląsku od XVI do połowy XIX w.*, Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B, 139.
- Jevrejeva S., 2001, *Severity of winter seasons in the northern Baltic Sea between 1529 and 1990: reconstruction and analysis*, *Climate Research*, 17, s. 55–62.
- Jones P.D., Briffa K.R., Barnett T.P., Tett S.F.B., 1998, *High-resolution paleoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with General Circulation Model control run temperatures*, *The Holocene*, 8, s. 455–471.
- Jones P.D., Osborn T.J., Briffa K.R., 2001, *The evolution of climate over the last millennium*, *Science*, 292, s. 662–667.
- Kwak J., 1987, *Kłęski elementarne w miastach górnośląskich (w XVIII i pierwszej połowie XIX w.)*, Wydawnictwo Instytutu Śląskiego, Opole.
- Limanówka D., 2001, *Rekonstrukcja warunków klimatycznych Krakowa w pierwszej połowie XVI wieku*, *Materiały Badawcze IMGW, Seria: Meteorologia*, 33, Warszawa.
- Lorenc H., 1996, *Historia pomiarów meteorologicznych w Polsce*, *Wiadomości IMGW*, 19, 4.
- , 2000, *Studia nad 220-letnią (1779–1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji*, *Materiały Badawcze IMGW, Seria: Meteorologia*, 31.
- Luterbacher J., Xoplaki E., Dietrich D., Rickli R., Jacobeit J., Beck C., Gyalistras D., Schmutz C., Wanner H., 2002, *Reconstruction of sea level pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500*, *Climate Dynamics*, 18, s. 545–561.
- Majorowicz J., Safanda J., Przybylak R., Wójcik G., 2001, *Rekonstrukcja zmian temperatury powierzchni gruntu w Polsce w ostatnim 500-leciu na podstawie profili geotermicznych*, *Przegląd Geofizyczny*, 4, s. 305–321.
- , 2004, *Ground surface temperature history in Poland in the 16th–20th century derived from the inversion of geothermal profiles*, *Pure and Applied Geophysics*, 161/2, s. 351–363.
- Malewicz M.H., 1980, *Zjawiska przyrodnicze w relacjach dziejopisarzy polskiego średniowiecza*, *Monografie z Dziejów Nauki i Techniki*, 123, Ossolineum, Wrocław
- Mann M.E., Bradley R.S., Hughes M.K., 1998, *Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries*, *Nature*, 392, s. 779–787.
- , 1999, *Northern Hemisphere temperatures during the past Millennium: Inferences, uncertainties and limitations*, *Geophysical Research Letters*, 26, s. 759–762.
- , 2000a, *Long-term variability in the El Niño Southern Oscillation and associated teleconnections*, [w:] H.E Diaz, V. Markgraf (red.), *El Niño and Southern Oscillation: Multi-scale Variability and its Impacts on Natural Ecosystems and Society*, Cambridge University Press, Cambridge, s. 357–412.
- Mann M.E., Gille E., Bradley R.S., Hughes M.K., Overpeck J.T., Keimig E.T., Gross W., 2000b, *Global temperature patterns in past centuries: An interactive presentation*, *Earth Interactions*, 4/4, s. 1–29.
- Marciniak K., 1990, *Zarys historii obserwacji meteorologicznych*, [w:] K. Kożuchowski (red.), *Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 8–31.
- Maruszczak H., 1988, *Zmiany środowiska przyrodniczego kraju w czasach historycznych*, [w:] L. Starkel (red.), *Przemiany środowiska geograficznego Polski*, Wszechnica PAN, Ossolineum, Wrocław, s. 109–135.
- , 1991, *Tendencje do zmian klimatu w ostatnim tysiącleciu*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski – środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, s. 182–190.
- McIntyre S., McKittrick R., 2003, *Corrections to the Mann et al. (1998) proxy data base and Northern Hemispheric average temperature series*, *Energy and Environment*, 14, s. 751–771.
- Michalczewski J., 1979, *Materiały do historii meteorologii w Polsce*, *Wiadomości IMGW*, 3–4, s. 103–105.

- , 1981, *Próba liczbowej oceny temperatury powietrza wyprowadzonej z opisu słownego*, Przegląd Geofizyczny, 26, 4, s. 271–273.
- , 1988, *Średnia temperatura dobowa w Warszawie w latach 1760–1763*, Przegląd Geofizyczny, 33, 4, s. 473–478.
- Miętus M., Wielbińska D., Owczarek M., 1994, *Historia obserwacji meteorologicznych na niektórych stacjach polskiego wybrzeża*, Wiadomości IMGW, 17(37), 4, s. 149–162.
- Motylewicz J., 1993, *Straty i zniszczenia wojenne oraz klęski elementarne w miastach ziemi przemyskiej i sanockiej w pierwszej połowie XVIII wieku*, Studia Przemyskie, 1, s. 71–84.
- Nowacki J., 1957, *Zapiski historyczne XVI wieku*, Roczniki Historyczne, 23, s. 183–220.
- , 1958, *Zapiski historyczne z lat 1410–1530 z ksiąg Archiwum Diecezjalnego w Poznaniu*, Studia Źródłoznawcze, 3, s. 153–183.
- Ogilvie A.E.J., 1995, *Documentary evidence for changes in the climate of Iceland, AD 1500–1800*, [w:] R.S. Bradley, P.D. Jones (red.), *Climate Since A.D. 1500*, Routledge, London, s. 92–117.
- , 1996, *Sea ice conditions off the coasts of Iceland A.D. 1601–1850 with special reference to part of the Maunder Minimum period (1675–1715)*, Archaeological Museum of Stavanger, Norway, AmS-Varia, 25, s. 9–12.
- Oliński P., 2002, *Warunki pogodowe w Toruniu i okolicach w 1. połowie XVIII wieku w świetle źródeł narracyjnych*, Rocznik Toruński, 29, s. 49–85.
- Paczos S., 1993, *Charakterystyka termiczna ziem polskich w ciągu ostatnich 200 lat*, Zeszyty IGiPZ PAN, 18, s. 49–73.
- Parczewski W., 1948a, *Zarys historii meteorologii w Polsce (od X do XIX wieku)*, Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, 1, s. 66–72.
- , 1948b, *Zarys historii meteorologii w Polsce (od X do XIX wieku)*, Część II, Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, 2–4, s. 62–77.
- Pfister C., 1995, *Monthly temperature and precipitation in central Europe from 1525–1979: quantifying documentary evidence on weather and its effects*, [w:] R.S. Bradley, P.D. Jones (red.), *Climate Since A.D. 1500*, Routledge, London, s. 118–142.
- , *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995)*, Paul Haupt, Bern-Stuttgart-Wien.
- Pfister C., Kington J., Kleinlogel G., Schüle H., Siffert E., 1994, *High resolution spatio-temporal reconstructions of past climate from direct meteorological observations and proxy data*, [w:] *Climatic Trends and Anomalies in Europe 1675–1715*, G. Fischer, Stuttgart, s. 329–375.
- Polaczkówna M., 1925, *Wahania klimatyczne w Polsce w wiekach średnich (940–1500)*, Prace Geograficzne, 5, s. 65–126.
- Proctor C.J., Baker A., Barnes W.L., Gilmour M.A., 2000, *A thousand year speleotherm proxy record of North Atlantic climate from Scotland*, Climate Dynamics, 16, s. 815–820.
- Przybylak R., Majorowicz J., Wójcik G., 2001, *Zmiany temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w Polsce w okresie XVI–XX wiek*, Prace i Studia Geograficzne, 29, s. 79–92.
- Przybylak R., Wójcik G., Marciniak K., 2003, *Wpływ Oscylacji Północnoatlantyckiej oraz Arktycznej na warunki termiczne chłodnej pory roku w Polsce w XVI–XX wiekach*, Przegląd Geofizyczny, 1–2, s. 61–74.
- Rácz L., 1999, *Climate History of Hungary since 16th Century: Past, Present and Future*, Pál, Pécs.
- Ratajczak B., 1987, *Próby zapobiegania klęskom elementarnym w Opolu w okresie od XVII do połowy XIX w.*, Studia Śląskie, 45, s. 167–182.

- , 1991, *Kłęski elementarne w Opolu od XVII do połowy XIX w.*, Kwartalnik Opolski, 37, 1–2, s. 64–76.
- Rojecki A., 1956, *O najdawniejszych obserwacjach meteorologicznych na ziemiach polskich*, Przegląd Geofizyczny, 9, 3–4, s. 253–257.
- Rojecki A. (red.), 1965, *Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI*, Wybór i przekład na język polski: R. Girguś i W. Strupczewski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Sadowski M., 1986, *Głód, klimat i historia*, Problemy, 5, s. 34–37.
- , 1991, *Variability of extreme climatic events in Central Europe since the 13th century*, Zeitschrift für Meteorologie, 41, s. 350–356.
- Semkowicz W., 1922, *Zagadnienie klimatu w czasach historycznych*, Przegląd Geograficzny, 3, s. 18–42.
- Stamirski H., 1962, *Powodzie przyczyną zagłady Ciechostawic, Gocza, Hamplowej i Zastonia w dawnej Sądecczyźnie*, Rocznik Sądecki, 5, s. 143–149.
- Staszewski J., 1966, *Historia nauki o Ziemi w zarysie*, PWN, Warszawa.
- Szewczuk J., 1937, *Zjawiska, szkody i zniszczenia przyrodnicze oraz choroby nagminne wśród ludzi i zarazy zwierząt w b. Galicji w latach 1772–1848*, Sprawozdania Towarzystwa Naukowego we Lwowie, 17, s. 235–237.
- , 1939, *Kronika kłęsk elementarnych w Galicji w latach 1772–1848*, Badania z Dziejów Społecznych i Gospodarczych, 35, wyd. Kasa im. Mianowskiego w Warszawie, Lwów.
- Tarand A., Nordli O., 2001, *The Tallin temperature series reconstructed back half millennium by use of proxy data*, Climatic Change, 48, s. 189–199.
- Werchracki R., 1938, *Kłęski elementarne w Polsce w latach 1587–1647, Cz. I. Zjawiska meteorologiczne, stan urodzajów i pomory*, Sprawozdania Towarzystwa Naukowego we Lwowie, 18, 3, s. 321–326.
- Wnęk K., 1999, *Dzieje klimatu Galicji w latach 1848–1913. Wpływ zjawisk meteorologicznych na społeczno-gospodarczy rozwój Galicji*, Historia Iagellonica, Kraków.
- Wójcik G., Majorowicz J.A., Marciniak K., Przybylak R., Śafanda J., Zielski A., 1999, *Temperatura powietrza w Polsce południowo-zachodniej w świetle danych klimatologicznych, geotermicznych i dendroklimatologicznych*, [w:] A. Dubicki i inni (red.), *Zmiany i zmienność klimatu Polski. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Łódź, 4–6 listopada 1999*, IMGW, Warszawa, s. 305–315.
- , 2000, *The last millennium climate change in Northern Poland derived from well temperature profiles, tree-rings and instrumental data*, [w:] B. Obrębska-Starkel (red.), *Reconstructions of climate and its modelling*, Instytut Geografii UJ, Prace Geograficzne, 107, s. 137–147.

[Wpłynęło: maj; poprawiono: listopad 2003 r.]

RAJMUND PRZYBYLAK, GABRIEL WÓJCIK, KAZIMIERZ MARCINIAK, WALDEMAR CHORAŻYCZEWSKI, WIESLAW NOWOSAD, PIOTR OLIŃSKI, KRZYSZTOF SYTA

VARIABILITY OF THERMAL AND PRECIPITATION CONDITIONS IN POLAND
FROM 1501 TO 1840 ON THE BASIS OF HISTORICAL SOURCES

The main aim of this paper is to investigate the variability of thermal and precipitation conditions in Poland from 1501 to 1840 on the basis of historical sources. The paper begins with a review of the current state of knowledge concerning the variability of climate in Poland in historical times. A wealth of historical sources (e.g. annals, chronicles, diaries, private correspondence, records of public administration, early newspapers) gathered for the area of Poland has been used in the reconstruction of winter and summer air temperature and precipitation for the study period. A new method was developed for the purpose of the quantitative reconstruction of mean 10-year winter and summer air temperatures.

The frequency of occurrence of very severe and severe winters (indices -3 and -2 , respectively) in the 10-year periods was greatest in the last decade of the 16th century (6 winters) and in the decades 1641–1650 and 1731–1740 (5 winters in both cases). The lowest number of such winters occurred in the decade 1631–1640, and probably in the period 1701–1720 (Fig. 1A). There are significantly fewer historical sources which describe extremely warm and very warm winters (indices $+3$ and $+2$, respectively) in comparison with severe winters. However, the results presented in Table 1 show that their maximum frequency fell in the first half of the 16th century (7) and in the second half of the 17th century (4).

Only about a third as many notes have been found for thermal conditions in summer as those in winter (Table 1). Significantly more excerpts (30) describe the hot (extremely warm) and very warm (indices $+3$ and $+2$, respectively) summers than describe extremely cold and very cold summers (indices -3 and -2 , respectively). The first group of summers occurred with the greatest frequency in the period 1580–1640 and at the beginning of the 19th century (Fig. 1B). Information about the second group of summers has only been found after 1650, with the highest frequency in the first half of the 18th century (Table 1).

Thermal conditions in winter throughout the entire period from 1501 to 1840 were colder than air temperature in the 20th century. The coldest decades (anomalies near or lower than 3°C in relation to the 1901–1960 mean) were the following: 1741–1750, 1541–1550, 1571–1580, 1591–1600, 1641–1650, and 1771–1780 (Fig. 2). On the other hand, „historic” summers were mainly warmer than those occurring in the 20th century. Such situations dominated in the 16th and 17th centuries, as well as at the turn of the 18th and 19th centuries (Fig. 2). Throughout almost the entire study period, the thermal continentality of the climate in Poland was greater than in the 20th century.

The reconstructed winter and summer air temperatures for the area of Poland correlate very well with the results presented for Central Europe, but especially for the Czech Republic (Fig. 3). Some differences in the results obtained for Poland and the Czech Republic may be a result of the methods used for the reconstruction and one-year shift in the sets of years used for the decades. For example, we have used standard decades (e.g. 1501–1510, 1511–1520 etc.), while for the Czech Republic the decades adopted were: 1500–1509, 1510–1519, etc. (Brázdil, 1996).

Significantly less historical information is available for Poland in regard to precipitation conditions than air temperature. In the study period, wet winters mainly dominated in the periods 1501–1550 and 1701–1750. Very little information exists for dry winters, though their frequency of occurrence was probably greatest in the 16th century. Markedly more excerpts concerning precipitation conditions have been found for the summers than for the winters. Wet summers occurred mainly in the 16th century, in the period from 1730 to 1750, and at the beginning of the 19th century. Dry summers were most often observed in the 16th century (Fig. 4). As with air temperature, the results of the reconstruction of precipitation relations in Poland correspond well with the analogous results obtained for the Czech Republic (see Brázdil, 1994).

Aneks

Ważniejsze wykorzystane źródła niepublikowane wraz z miejscem ich przechowywania

1. Archiwum Diecezji Pelplińskiej:
 - Kronika cystersów pelplińskich, Cod. 421–422.
2. Archiwum Główne Akt Dawnych:
 - Archiwum Radziwiłłowskie, korespondencja Michała Dorengowskiego, Dz. V, 3207/1, II, III, IV.
 - Archiwum Radziwiłłowskie, listy Wawrzyńca Gawreckiego - superintendenta pałaców warszawskich, Dz. V, 4021.
3. Archiwum Państwowe w Gdańsku:
 - Sąd grodzki w Kiszporku/Dzierzgoniu, syg. 15, 16, 19.
4. Archiwum Państwowe w Toruniu:
 - Archiwum Szanieckich z Nawry
 - Pamiętniki Dawida Brauera, Kat. II, XIII-54
 - Kronika J. Richtsteiga, Kat. II, XIII-80, 80a
 - Kat. II, 1-3519a
 - Kat. II, XIV-25.
5. Archiwum Roskie:
 - Korespondencja, VIII/21, Hofmann do J.K. Branickiego.
6. Biblioteka Czartoryskich:
 - Kronika miasta Bydgoszczy od 966 do 1637 roku, IV.1337.
7. Biblioteka Kórnicka PAN:
 - *Diaryusz Życia JW]mci Pana Jana Antoniego Chrapowickiego Wojewody Witebskiego [...] przekopiowany w roku 1786, T. 3 [1670–1673], T. 4 [1674–1676], T. 5 [1677–1679], T. 6 [1680–1682], T. 7 [1683–], Muzeum Narodowe w Krakowie, rękopis 169.*
8. Biblioteka Narodowa im. Ossolińskich:
 - 578/1.
9. Biblioteka PAN w Gdańsku:
 - notatnik Hanckiego Michała z lat 1629–1644, MS 915.

**Ważniejsze starodruki źródeł publikowanych
oraz opracowanych przez innych autorów zapisek historycznych**

- Barycz H. – *Dwa nieznanne listy Stanisława Grzepeckiego*, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, r. 10, 1965, nr 1–2, s. 91–100.
- Chrapowicki Jan Antoni – *Diariusz, część 1: 1656–1664*, oprac. i wstęp T. Wasilewski, Pax, Warszawa 1978; *część 2: 1665–1669*, oprac. i wstęp A. Rachuba i T. Wasilewski, Pax, Warszawa 1988.
- Diariusze sejmowe r. 1585*, wyd. A. Czuczynski, *Scriptores Rerum Polonicarum*, 18, Akademia Umiejętności, Kraków 1901.
- Karola Ogiera *Dziennik podróży do Polski 1635–1636*, wstęp W. Czaplinski, cz. 1, Biblioteka Miejska, Towarzystwo Przyjaciół Nauki i Sztuki, Gdańsk 1950; cz. 2, Biblioteka Miejska, Towarzystwo Przyjaciół Nauki i Sztuki, Gdańsk 1953.
- Kazimierski J. – *Opisanie krzywd wyrządzonych poddanym w dobrach Holszany i Pasikiszki na Białorusi w 1554 roku*, *Przegląd Historyczny*, t. 53, 1962, z. 4, s. 809–818.
- Kordecki A. – *Pamiętnik oblężenia Częstochowy 1655 r.*, Nakład Klasztoru Ojców Paulinów na Jasnej Górze, Częstochowa 1991.
- Kronika OO. Bernardynów lubawskich*, wyd. ks. A. Mańkowski, *Zapiski Towarzystwa Naukowego w Toruniu*, t. 9, r. 1932, s. 3–33.
- Kronika walicknowska (1703–1725)*, wyd. ks. A. Mańkowski, *Zapiski Towarzystwa Naukowego w Toruniu*, t. 8, r. 1930, s. 157–173.
- Liber seu Matricula Conventus Ordinis Fratrum Minorum Strictioris Observantiae ac Totius Fundationis Weiheropolitanae (in annis 1633–1676) auctore Gregorio Gedanense*, wyd. G. Labuda, Wejherowo 1996.
- Materiały do dziejów reformacji w Krakowie. Zaburzenia wyznaniowe w latach 1551–1598*, opr. R. Żelewski, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków 1962.
- Namaczyńska S. – *Kronika kłesk elementarnych w Polsce i w krajach sąsiednich w latach 1648–1696*, *Badania z Dziejów Społecznych i Gospodarczych*, Nr 23, Wyd. Polska B. Wysloucha, Lwów 1937.
- Niezabitowski Stanisław – *Dzienniki 1695–1700*, oprac. i wstęp A. Sajkowski, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1998.
- Odłaniecki J.W. Poczobut – *Pamiętnik [1640–1684]*, oprac. A. Rachuba, Czytelnik, Warszawa 1987.
- Ossoliński J. – *Pamiętnik*, oprac. Wł. Czaplinski, PIW, Warszawa 1976.
- Ossoliński Z. – *Pamiętnik*, oprac. J. Długosz, PIW, Warszawa 1983.
- Pamiętniki Marcina Matuszewicza kasztelana brzeskiego-litewskiego 1714–1765*, wyd. A. Pański, t. 1–4, Wyd. Gebethner i Wolff, Warszawa 1876.
- Radziwiłł Albrycht S. – *Pamiętnik o dziejach w Polsce*, t. 1, 1632–1636, t. 2, 1637–1646, t. 3, 1647–1656, oprac. A. Przyboś, R. Żelewski, PIW, Warszawa 1980.
- Radziwiłł Bogusław – *Autobiografia*, wstęp i oprac. T. Wasilewski, PIW, Warszawa 1979.
- Sarnecki Kazimierz – *Pamiętniki z czasów Jana Sobieskiego*. *Diariusz i relacje z lat 1691–1696*, oprac. J. Woliński, Ossolineum, Wrocław 1958.
- Tazbir J. – *Diariusz Hieronima Gratusa Moskorzowskiego (1645–1650)*, *Przegląd Historyczny*, t. 54, 1963, z. 2, s. 631–650.
- Triller E. – *Zapiski Piotra Wiesiołowskiego na kalendarzu Stadiusa*, *Roczniki Biblioteczne*, r. 6, z. 3–4, s. 29–40.
- Walawender Antoni – *Kronika kłesk elementarnych w Polsce i w krajach sąsiednich w latach 1450–1586*, *Badania z Dziejów Społecznych i Gospodarczych*, nr 10–11, Wyd. Kasa im. Mianowskiego, Lwów 1932.

-
- Wolf H. – *Polskie przypadki Henryka Wolfa z Zurychu. Dziennik podróży z lat 1570–1578*,
oprac. L. Kieniewicz, Zamek Królewski, Arx Regia, Warszawa 1996.
- Zapiski historyczne XVI wieku (z ksiąg Archiwum Archidiecezjalnego w Poznaniu), wyd.
J. Nowacki, Roczniki Historyczne, r. 23, 1957, s. 183–220.
- Zerneke J. H. – *Historiae Thoruniensis naufragae tabulae* (starodruk), Thorn 1711.