

Klimat Polski na tle klimatu Europy

Warunki termiczne i opadowe

pod redakcją Ewy Bednorz

Bogucki Wydawnictwo Naukowe • Poznań 2010

Temperatura powietrza w Żaganiu w okresie 1781–1792

Air temperature in Żagań (Poland) in the period 1781–1792

Rajmund Przybylak, Aleksandra Pospieszyńska,
Maciej Nowakowski

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika

Streszczenie: Seria pomiarowa z Żagania jest drugą po serii warszawskiej, której dane były uzyskane w ramach zorganizowanej sieci stacji meteorologicznych. Dane z okresu wczesnoinstrumentalnego (w tym szczególnie z XVIII wieku) stanowią istotne źródło informacji o zakresie zmian klimatu wywołanych głównie czynnikami naturalnymi. Pomiar temperatury powietrza w Żaganiu w latach 1781–1792 były wykonywane przy użyciu termometru ze skalą Reaumure'a. Średnia roczna temperatura powietrza dla analizowanego okresu była o $0,2^{\circ}\text{C}$ wyższa od temperatury z lat 1971–2000 i wyniosła $8,0^{\circ}\text{C}$. Największym zakresem zmienności temperatura powietrza charakteryzowała się w przejściowych porach roku, przy czym wiosna była chłodniejsza od jesieni. Najchłodniejszy w całym okresie był 1785 rok ($6,4^{\circ}\text{C}$), a najcieplejszy 1781 ($9,6^{\circ}\text{C}$). Średnio najsilniejszy wpływ na wartość średniej temperatury rocznej miały wartości temperatury występujące wiosną i latem, natomiast w okresie 1788–1792 – zimą. Seria z Żagania silnie koreluje (współczynnik korelacji ponad 0,9 przy $\alpha=0,05$) ze znanymi i dostępnymi seriami z Polski i Europy Środkowej z XVIII wieku.

Słowa kluczowe: Polska, temperatura powietrza, klimatologia historyczna, sieć mannheimska

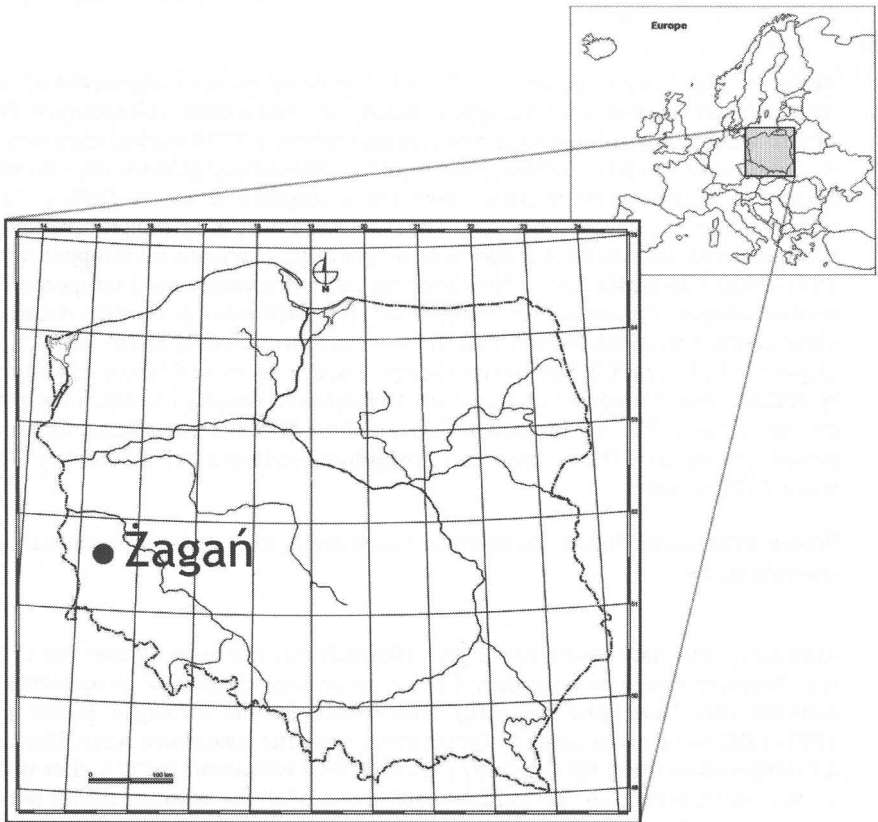
Summary: The data series from Żagań (Poland) was the second (after the 17th century Warsaw series) to be gathered using an organised network of meteorological stations (the Mannheim network). The measurements in Żagań in the period 1781–1792 were taken using a thermometer with the Reaumure scale. The annual air temperature mean for the study period (8.0°C) was about 0.2°C higher than the air temperature from the period 1971–2000. Out of all the seasons, the air temperatures observed in spring and autumn show the greatest changeability in the study period. Spring was also colder than autumn. The coldest year was 1785 (6.4°C), while the warmest was in 1781 (9.6°C). On average, the annual mean temperature was mainly influenced by spring and summer temperatures, though in the period

1788–1792 winter was a main driver. The temperature series from Żagań is strongly correlated with other 18th century temperature series from Poland and Europe (correlation coefficient higher than 0.90).

Key words: Poland, air temperature, historical climatology, Mannheim network

Wstęp

Żagań, niegdyś siedziba samodzielnego księstwa, położony jest w południowo-zachodniej Polsce nad rzeką Bóbr w obrębie Wzgórz Dalkowskich (rys. 1). Klimat tego miasta został zaliczony przez Okołowicza i Martyn do Regionu Sudeckiego z przewagą wpływów oceanicznych i osłabionym wpływem gór (Martyn 1985). Region ten charakteryzuje się łagodnym klimatem z długą porą ciepłą oraz krótką i ciepłą zimą.



Rys. 1. Położenie Żagania w Europie i Polsce

Fig. 1. Location of Żagań in Europe and Poland

Pomiary meteorologiczne (w tym temperatury powietrza) były prowadzone w Żaganiu w okresie 1781–1792 w ramach tzw. sieci mannheimskiej (zwanej także palatyńską) zorganizowanej przez Palatyńskie Towarzystwo Meteorologiczne (Societas Meteorologica Palatina). W skład tej sieci wchodziło w różnym okresie od 14 do 39 stacji, m.in. z Niemiec, północnych Włoch oraz Grenlandii: Mannheim, klasztor św. Zenona (Bawaria), Ratyzbona, Erfurt, Padwa oraz Godthab (Ephemerides 1783, Marciniak 1990). Dane opublikowane zostały między 1783 a 1795 rokiem w woluminach II–XIII serii Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae w Mannheim. Pod koniec każdego rocznika umieszczone były dane zbiorcze z wybranych stacji pracujących w ramach sieci. W sieci stacji prowadzono pomiary i obserwacje następujących elementów meteorologicznych: temperatury powietrza (skala Reaumur'a), ciśnienia atmosferycznego, opadów (w tym opadów śniegu), kierunku wiatru, zjawisk atmosferycznych i astronomicznych (rys. 2).

W XVIII wieku na terenie Polski wykonywano już w dość szerokim zakresie obserwacje i pomiary meteorologiczne (Przybylak 2010). Serie te skupiają się głównie wokół trzech ośrodków: Gdańska, Wrocławia i Warszawy. Dodatkowo znana jest seria danych wczesnoinstrumentalnych z Torunia. Wszystkie one są tzw. seriami izolowanymi. Z tego powodu dla wielu z nich trudno jest znaleźć dane dla porównań z innym obszarami Polski czy Europy Środkowej. Na tym tle dane z Żagania przedstawiają dużo większą wartość, ponieważ, jak wspomniano, były wykonywane w sieci pomiarowej i według tej samej metodyki, co oznacza, że można je w pełni wiarygodnie porównywać z innymi danymi z tej sieci. Z pewnością będzie je można ich także użyć do weryfikacji poprawności rekonstrukcji serii warszawskiej dla okresu 1781–1792, gdyż najprawdopodobniej pomiary w Żaganiu były wykonywane w sposób bardziej profesjonalny i wiarygodny.

Dane i metody

Dane źródłowe wzięte do analizy obejmowały temperaturę powietrza. Pomiary wykonywane były w Żaganiu 3 razy na dobę w obrębie zabudowań. Materiały źródłowe zawierają szczegółową instrukcję dla obserwatora, jak wykonywać pomiary oraz jak mają być zlokalizowane przyrządy pomiarowe. „Termometr na zewnątrz budynku, żadnymi, jeśli tak uda się to urządzić, budynkami czy innymi przeszkodami zamknięty, od ściany trochę oddalony, na wolnym powietrzu ku północy tak się wystawia, aby żadne promienie słońca, ani bezpośrednie, ani odbite, kiedykolwiek nań padać nie mogły. Podczas prowadzenia obserwacji należy przestrzegać, aby nie pobudzić go czy to dymem świecy czy oddechem z ust do ruchu, do którego jest bardzo skłonny. Gdy rtęć poniżej zera stopni się znajdzie, notuje się ją ze znakiem przedrostkowym (–), pomijając jednak nawias [...]” (tłum. W. Chorążyczewski 2010).

W Żaganiu stosowany był termometr ze skalą Reaumur'a, co umożliwiło łatwe przeliczenie danych na skalę Celsjusza. Ze względu na niekompletność danych pomiarowych z dalszych analiz został wykluczony rok 1787.

Pomiary wykonywano w terminach: porannym, południowym i wieczornym (przy każdym pomiarze podana jest godzina jego dokonania). Pomimo szcze-

366 **OBSERV. SAGANENSES.** *Februarius.*

Die.	Hora.	Barom.	Th. iuxta barom. fal- sitas.	Th. libero aer. ex- posit.	Hygr.	Declin.	Ventus.	Pluvia.	Fium.	Luna.	Coeli fac.	Meteor.
19		27, 8, 6 7, 2 7, 2		0, 8 3, 1 0, 9			S 1 S 2 S 1	31			bc	11 12 13
20		27, 8, 2 9, 7 10, 1		0, 4 1, 4 0, 0			N W 1 N 2 N 1	144			bc	14 15 16
21		27, 10, 7 11, 0 10, 5		0, 2 0, 4 -1, 8			N 1 O 2 O 2 +	36			bc	17 18
22		27, 10, 3 9, 5 8, 5		-3, 1 -1, 3 -2, 2			O 2 N O 3 N O 1	20			bc	19 20
23		27, 6, 5 5, 0 4, 6		-3, 7 -1, 3 -3, 6			W 3 S W 1 S W 3	128		7 h. 2 m. mane.	bc	21 22
24		27, 3, 8 4, 5 6, 0		-3, 5 -1, 3 -3, 6			S W 3 W 3 W 3	100			bc	23 24
25		27, 6, 0 4, 0 1, 8		-6, 7 -1, 4 0, 0			S S W 2 S 2 S W 2	19			bc	25 26
26		27, 1, 2 1, 8 2, 4		0, 9 2, 7 0, 0			S W 1 S W 1 S W 1				bc	27 28
27		27, 2, 9 2, 5 1, 4		-2, 6 -3, 6 0, 9			S 1 S 1 S 1				bc	29 30
28		27, 0, 1 2, 8 7, 0		0, 0 1, 4 0, 9			W 1 N W 2 N W 2	71			bc	31 1 2

Martius.

Die.	Hora.	Barom.	Th. iuxta barom. fal- sitas.	Th. libero aer. ex- posit.	Hygr.	Declin.	Ventus.	Pluvia.	Fium.	Luna.	Coeli fac.	Meteor.
1	6 mat. 1 290 m jvelf.	27, 8, 2 10, 5 11, 9	16 cir- 15 ci- 12 cer.	0, 4 2, 7 0, 9			W 1 N W 1 N W 1	10			bc	11 12
2		28, 0, 0 0, 0 0, 8		-1, 3 2, 2 0, 9			W 1 S W 1 S W 1	12			bc	13 14
3		28, 1, 4 3, 4 5, 2		0, 9 4, 1 3, 1			W 1 S W 1 S W 1	28		11 h. 42 m. mane.	bc	15 16
4		28, 1, 2 1, 4 1, 2		2, 7 5, 8 4, 5			S W 1 S W 1 S W 1	72			bc	17 18
5		28, 0, 7 0, 0 17, 10, 4		2, 7 3, 1 4, 5			S 1 S 2 S S W 1, 2				bc	19 20
6		27, 11, 3 28, 0, 1 27, 9, 0		2, 2 4, 3 3, 6			W N W 2, 3 S W 3 S W 4 +	39			bc	21 22
7		27, 7, 0 8, 0 8, 3		5, 4 8, 1 6, 3			S W 4 + N W 4 W 4	62			bc	23 24

Rys. 2. Dane źródłowe z 19 lutego–7 marca 1781 roku (Ephemerides 1783)

Fig. 2. Example of document presenting source data from 19th February to 7th March 1781 (Ephemerides 1783)

gółowej instrukcji dla obserwatorów godziny pomiarów ulegały dość znacznym zmianom w ciągu roku, przede wszystkim terminy poranne oraz wieczorne, które były dostosowane do zmieniającego się czasu wschodów i zachodów słońca.

Średnia dobowa dla analizowanego okresu i dla oryginalnych danych została obliczona według wzoru:

$$(t_{\text{por}} + t_{\text{poł}} + 2 \cdot t_{\text{w}}) / 4,$$

gdzie:

t_{por} – temperatura z terminu porannego,

$t_{\text{poł}}$ – temperatura z terminu południowego,

t_{w} – temperatura z terminu wieczornego.

Na podstawie godzinowych danych temperatury powietrza z Wrocławia z okresu 1999–2003 zostały obliczone średnie dobowe według powyższego wzoru. Uwzględniając jednak zmieniające się w ciągu roku godziny pomiarów porannych i wieczornych w Żaganiu, skonstruowano 48 różnych wzorów. Jednocześnie policzono także tzw. średnie dobowe rzeczywiste. Następnie dla każdego wariantu wzoru zostały obliczone różnice w stosunku do średnich dobowych rzeczywistych. Uzyskane wartości wykorzystano jako poprawki pozwalające na skorygowanie oryginalnych średnich dobowych z Żagania do średnich rzeczywistych. Jak widać z tabeli 1, korelacja danych temperaturowych z Żagania i Wrocławia jest bardzo wysoka i wynosi 0,98, co w pełni upoważnia nas do takiego korekcyjnego zabiegu. Dla tak przygotowanych danych wyjściowych, w celach porównawczych, policzono korelacje, zarówno wykorzystując dobowe (ze stacjami Wilno, Warszawa i Wrocław), jak i miesięczne (Berlin, Sztokholm, Wilno, Warszawa i Praga) serie temperatury powietrza (tab. 1). Średnie dobowe rzeczywiste z Żagania zostały także użyte do wszystkich prezentowanych w niniejszym artykule analiz.

Tabela 1. Korelacje serii średnich dobowych (wytluszczona czcionka) i miesięcznych (normalna czcionka) wartości temperatury powietrza z XVIII wieku między Żaganiem a wybranymi stacjami z Europy Środkowej (wszystkie współczynniki korelacji są istotne statystycznie)

Table 1. Correlation coefficients of historical mean daily (bold) and monthly (normal) air temperature series between Żagań and selected stations from Central Europe (all correlation coefficients are statistically significant)

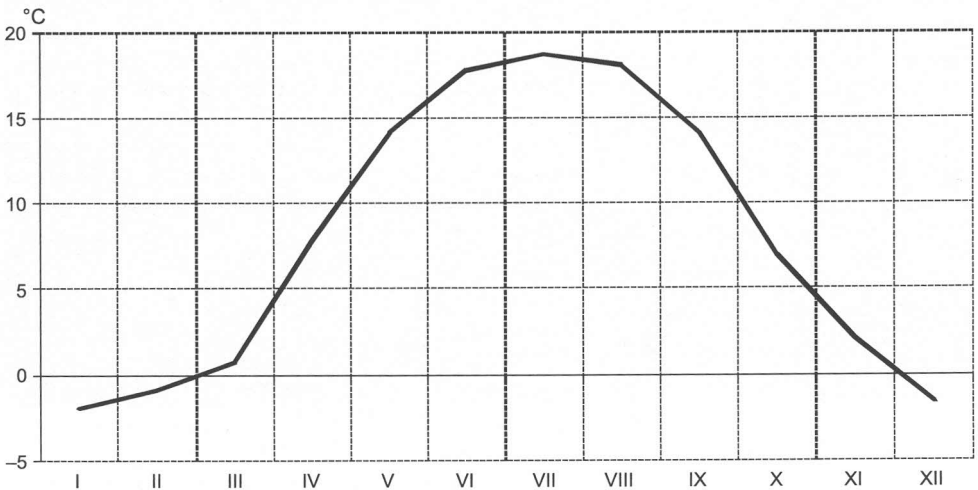
Współczynnik korelacji – Correlation coefficient		
Żagań 1781–1792	0,90	Wilno 1781–1792
	0,94	Warszawa 1781–1792
	0,98	Wrocław 1791–1792
	0,86	Berlin 1781–1792
	0,96	Sztokholm 1781–1792
	0,98	Wilno 1781–1792
	0,99	Warszawa (seria homogeniczna) 1781–1792
	0,99	Praga 1781–1792

Wyniki i dyskusja

W analizowanym okresie średnia roczna temperatura w Żaganiu osiągnęła $8,0^{\circ}\text{C}$ (Wrocław 1971–2000 – około $7,8^{\circ}\text{C}$). Maksymalna absolutna temperatura wyniosła $29,6^{\circ}\text{C}$ i wystąpiła 27 lipca 1782 roku, natomiast minimum absolutne ($-25,8^{\circ}\text{C}$) zanotowano 28 lutego 1785 roku. Najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią temperaturą $18,7^{\circ}\text{C}$ (rys. 3), a najchłodniejszym styczeń z temperaturą $-2,0^{\circ}\text{C}$. W pojedynczych latach badanego okresu można zaobserwować „przesunięcie” najcieplejszego miesiąca na czerwiec (1786, 1790) bądź sierpień (1781, 1784, 1791).

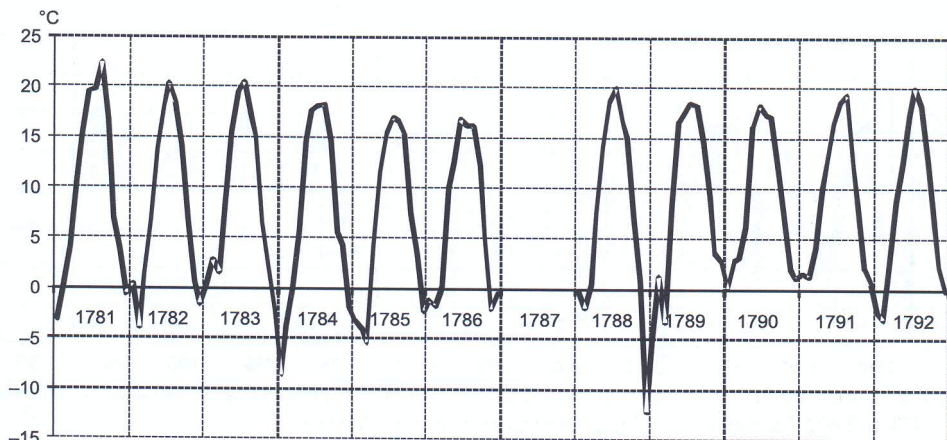
Najwyższą średnią miesięczną temperaturę miesiąca najcieplejszego zanotowano w 1781 roku ($22,4^{\circ}\text{C}$), a najniższą w roku 1786 – $16,8^{\circ}\text{C}$ (rys. 4). W przypadku miesiąca najchłodniejszego również można zaobserwować przesunięcie w przebiegu rocznym. O ile miesiąc najcieplejszy był zawsze którymś z miesięcy letnich, o tyle miesiąc najchłodniejszy występował także poza okresem zimy, wiosną i jesienią: grudzień (1783, 1788, 1791), styczeń (1781, 1784, 1789, 1790), luty (1782, 1792), marzec (1785) i listopad (1786). Najniższą wartość średnią miesięczną temperatura osiągnęła w grudniu 1788 roku, kiedy wyniosła ona tylko $-12,3^{\circ}\text{C}$. Natomiast najwyższą wartość ($0,6^{\circ}\text{C}$) zanotowano w grudniu 1791 roku. Średnia temperatura zimy wyniosła $-1,5^{\circ}\text{C}$, a lata $18,2^{\circ}\text{C}$. Jesień jest cieplejsza od wiosny (ich średnie wyniosły odpowiednio: $7,7$ i $7,6^{\circ}\text{C}$). Największym wahaniom z roku na rok podlegała temperatura zimy (rys. 5).

W analizowanym okresie najcieplejszy okazał się rok 1781 ze średnią temperaturą wynoszącą $9,6^{\circ}\text{C}$. O tak wysokiej temperaturze w tym roku zdecydowały najcieplejsze wiosna i lato oraz stosunkowo ciepła jesień. Najchłodniej było w 1785 roku ($6,4^{\circ}\text{C}$), w którym wystąpiła najchłodniejsza wiosna w całym okresie oraz



Rys. 3. Uśredniony przebieg roczny temperatury powietrza na stacji w Żaganiu w okresie 1781–1792

Fig. 3. Mean annual course of air temperature in Żagań in the period 1781–1792

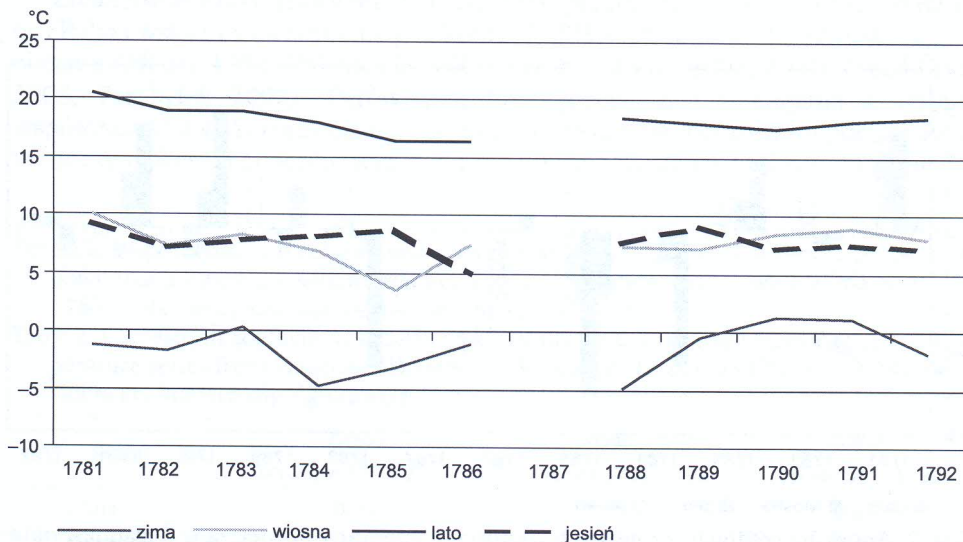


Rys. 4. Przebieg temperatury powietrza według średnich miesięcznych na stacji w Żaganiu w okresie 1781–1792

Fig. 4. Course of mean monthly air temperature in Żagań in the period 1781–1792

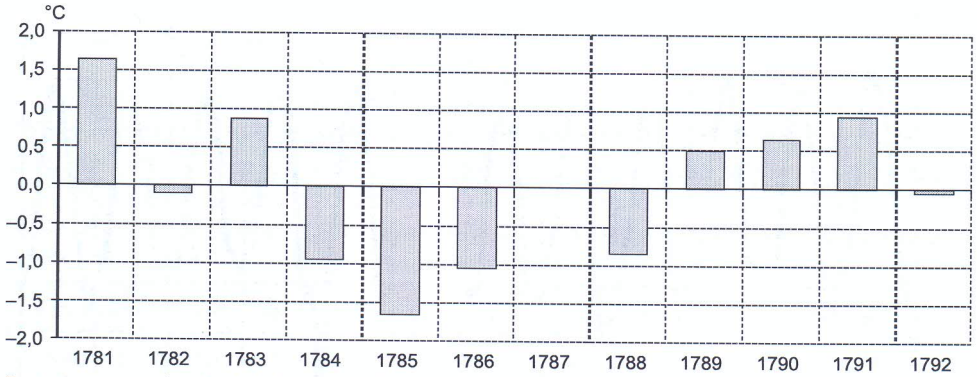
najchłodniejsze lato. Można więc stwierdzić, że najsilniejszy wpływ na termikę w Żaganiu w latach 1781–1792 miały wiosna i lato. W drugiej części analizowanego okresu, tj. w latach 1788–1792, większy wpływ na termikę w ciągu roku miała jednak zima.

Średnie roczne anomalie temperatury powietrza osiągają wartości ujemne w środkowej części badanego okresu (rys. 6). Jednak ich wartości nie przekraczają 2°C . Można wyróżnić 3 charakterystyczne podokresy: dwa cieplejsze (1781–1783 i 1789–1791) oraz jeden chłodniejszy (1784–1788).



Rys. 5. Przebieg średnich sezonowych wartości temperatury powietrza w Żaganiu w okresie 1781–1792

Fig. 5. Course of mean seasonal air temperature values in Żagań in the period 1781–1792

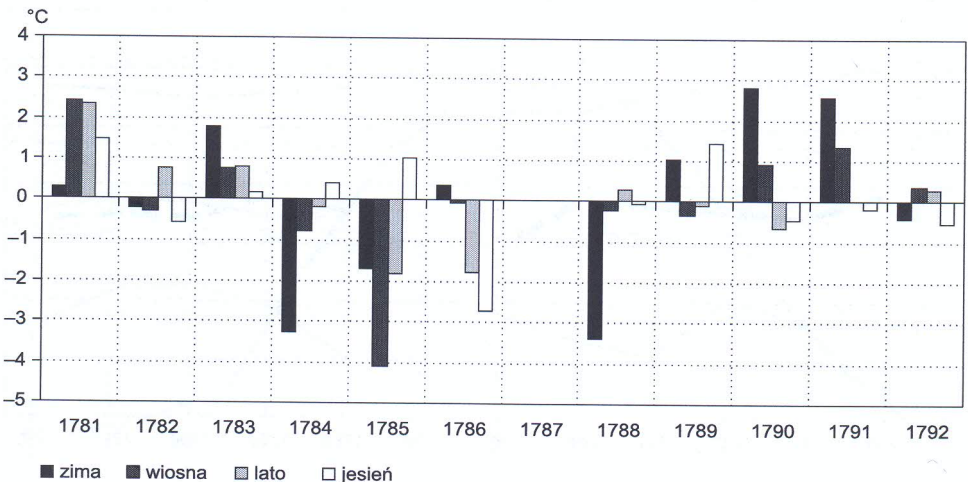


Rys. 6. Anomalie średnich rocznych wartości temperatury powietrza w Żaganiu w okresie 1781–1792 (anomalie względem średniej z całego okresu)

Fig. 6. Anomalies of mean annual air temperature in Żagań in the period 1781–1792 (anomalies calculated relative to the mean from 1781–1792)

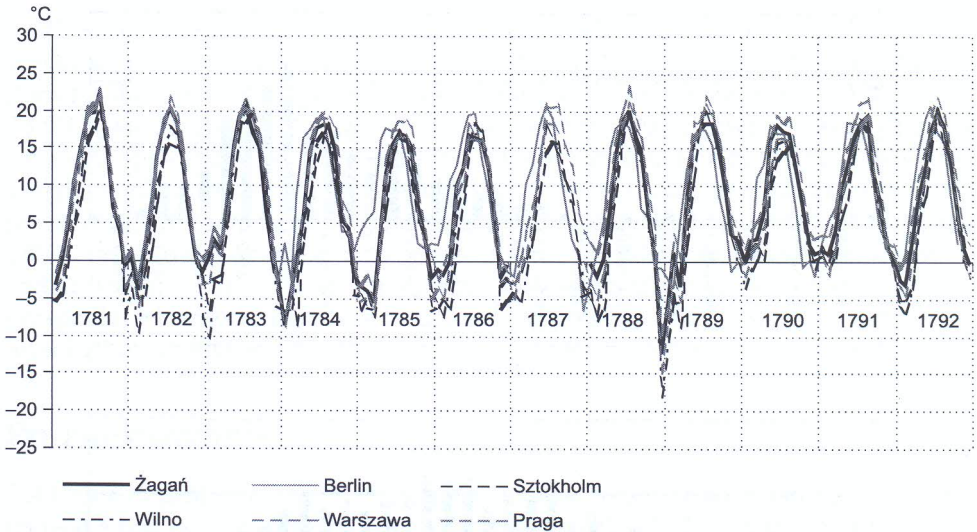
Największe wartości anomalii osiągają średnie temperatury zimy oraz wiosny (rys. 7). Ciepleszej zimie zwykle towarzyszy cieplejsza wiosna, a chłodniejszej zimie – chłodniejsza wiosna. Wyraźnie cieplejsze zimy występują po 1788 roku, czyli po wystąpieniu najchłodniejszej zimy w badanym okresie. Lato i jesień nie wykazują podobnych prawidłowości.

Najniższą korelację wykazują dane z XVIII wieku z Żagania z danymi dla Berlina (0,86). Wyższe korelacje obliczono dla danych historycznych z Wrocławia, Warszawy i Pragi, dla których współczynniki wyniosły odpowiednio 0,98, 0,99 i 0,99. W rezultacie przebieg temperatury powietrza dla ww. stacji jest prawie identyczny (rys. 8).



Rys. 7. Anomalie średnich sezonowych wartości temperatury powietrza w Żaganiu w okresie 1781–1792 (anomalie względem średnich z całego okresu)

Fig. 7. Anomalies of mean seasonal air temperatures in Żagań in the period 1781–1792 (anomalies calculated relative to means from 1781–1792)



Rys. 8. Porównanie przebiegu średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Żaganiu z seriami temperatury powietrza z wybranych stacji w Europie Środkowej w okresie 1781–1792

Fig. 8. Comparison of mean monthly air temperature series from Żagań with some temperature series from Central European stations in the period 1781–1792

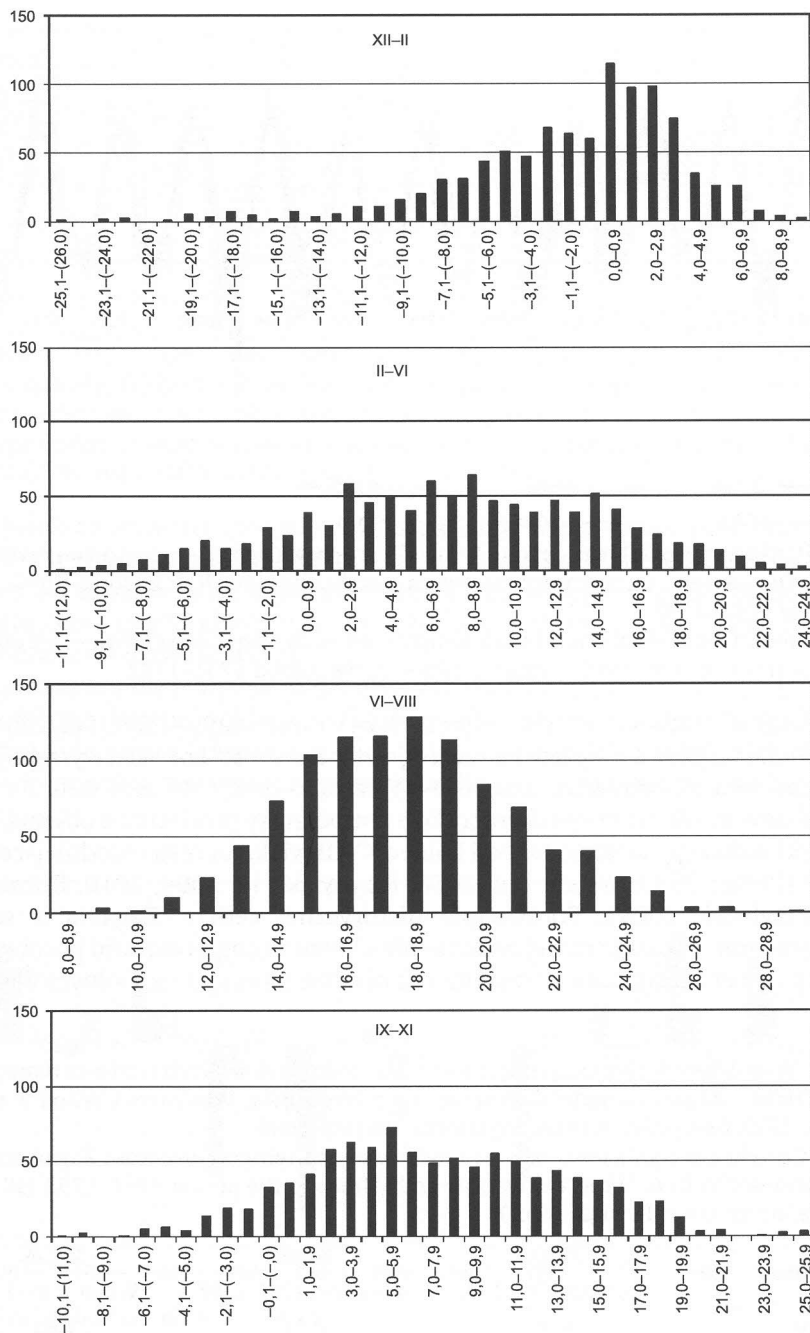
Korelacje dla sezonów serii historycznych są istotne statystycznie. Najślabszą korelacją charakteryzowały się lato i zima. Najwyższe wartości korelacji występują między Żaganiem a Wrocławiem, następnie z Warszawą oraz z Wilnem (tab. 2).

Zrealizowane do tej pory rekonstrukcje temperatury powietrza z obszaru Europy i Polski wskazują na istnienie pod koniec XVIII wieku okresu chłodniejszego niż obecnie (Pfister 1992, Wójcik i in. 2000, Przybylak i in. 2004, 2010, Brzdil i in. 2005, Przybylak 2008). Porównanie historycznej serii z Żagania z seriami współczesnymi wskazuje raczej na istnienie okresu z temperaturami porównywalnymi czy nawet nieznacznie wyższymi niż obecnie panujące na Dolnym Śląsku.

Tabela 2. Współczynniki korelacji między seriami średnich dobowych wartości temperatury powietrza z Żagania a seriami temperatury z Wrocławia, Warszawy i Wilna w okresie 1781–1792 (wszystkie wartości są istotne statystycznie)

Table 2. Correlation coefficients between mean daily air temperature from Żagań and temperature series from Wrocław, Warsaw and Vilnius in the period 1781–1792 (all coefficients are statistically significant)

Sezon	Żagań	Żagań	Żagań
	Wrocław 1791–1792	Warszawa 1781–1792	Wilno 1781–1792
Zima	0,95	0,78	0,63
Wiosna	0,97	0,93	0,87
Lato	0,91	0,68	0,42
Jesień	0,97	0,92	0,87



Rys. 9. Częstość bezwzględna temperatury powietrza w klasach jednostopniowych dla sezonów (XII-II, III-V itd.) w Żaganiu w okresie 1781–1792

Fig. 9. Frequency of air temperature in one-degree intervals for seasons (XII-II, III-V etc.) in Żagań in the period 1781–1792

Częstości temperatury w klasach dla poszczególnych sezonów wskazują na niewielki zakres zmienności temperatury latem oraz bardzo duży – w przejściowych porach roku i w zimie. Zakres wahań temperatury latem wyniósł od 6,0 do ponad 25,0°C (rys. 9). Największą częstością (ponad 100 przypadków) charakteryzowały się klasy z przedziału od 15,0 do 19,9°C. W odniesieniu do zimy częstość powyżej 100 przypadków osiągnęła tylko jedna klasa: 0,0–0,9°C. W zimie najczęściej występowały wartości temperatury powietrza z klas w przedziale (–2,1)–3,9°C – ponad 58%. Przejściowe pory roku mają bardzo zbliżony rozkład częstości, jednak w przypadku jesieni zakres klas jest mniejszy i występują klasy puste. Żadna z klas w przypadku wiosny i jesieni nie osiąga wartości powyżej 100, tj. średnio rocznie powyżej 10 przypadków.

Podsumowanie

Położenie Żagania na Dolnym Śląsku pozwala twierdzić, że to miasto jest uprzywilejowane pod względem termicznym. W latach 1791–1792 Wrocław charakteryzował się taką samą średnią roczną temperaturą powietrza co Żagań (8,0°C). Porównanie natomiast średnich wartości z Żagania z XVIII wieku z danymi współczesnymi (1971–2000) z Wrocławia wskazuje na istnienie nieznacznie, ale jednak większej amplitudy rocznej temperatury powietrza w XVIII wieku (o około 1°C). Wyraźnie zaznacza się cieplejsze lato w XVIII wieku. Średnia roczna temperatura powietrza w porównaniu do warunków współczesnych osiągnęła wartość o ok. 0,2°C wyższą niż obecnie. Zimy w Żaganiu były w XVIII wieku o około 0,7–0,8°C chłodniejsze niż obecnie. Dwie powyższe uwagi wskazują na występowanie większego kontynentalizmu termicznego w XVIII wieku, co już wcześniej było wielokrotnie udowodniane we wcześniejszych publikacjach, np. Przybylak i in. (2004, 2005, 2010). Ponadto seria z Żagania wskazuje raczej na wystąpienie pod koniec XVIII wieku na Dolnym Śląsku okresu porównywalnego lub nieznacznie cieplejszego w stosunku do warunków, które obecnie są obserwowane na tym obszarze.

Praca została sfinansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy nr N 306 018 32/1027. Dziękujemy dr. hab. Krzysztofowi Migale za udostępnienie codziennych danych temperatury powietrza z Wrocławia z okresu 1999–2003.

Literatura

- Brázdil R., Pfister C., Wanner H., von Storch H., Luterbacher J., Valášek H. 2005. Historical climatology in Europe – the state of the art. *Climatic Change*, 70: 363–430.
- Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1783–1795. Vol. II–XIII. Mannheim.
- Marciniak K. 1990. Zarys historii obserwacji meteorologicznych. W: K. Kożuchowski (red.), *Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych*. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 8–31.
- Martyn D. 1985. *Klimaty kuli ziemskiej*. PWN, Warszawa.

- Pfister C. 1992. Monthly temperature and precipitation in central Europe 1525–1979: quantifying documentary evidence on weather and its effects. W: R.S. Bradley, P.D. Jones (red.), *Climate since AD 1500*. Routledge, London–New York, s. 118–142.
- Przybylak R. 2008. Zmiany klimatu Polski i Europy w ostatnich stuleciach. *Kosmos*, 57: 195–208.
- Przybylak R. 2010. The Climate of Poland in Recent Centuries: A Synthesis of Current Knowledge: Instrumental observations. W: R. Przybylak, J. Majorowicz, R. Brázdil, M. Kejna (red.), *The Polish Climate in the European Context: An Historical Overview*. Springer, Berlin–Heidelberg–New York: 129–166.
- Przybylak R., Majorowicz J., Wójcik G., Zielski A., Chorążyczewski W., Marciniak K., Nowosad W., Oliński P., Syta K. 2005. Temperature changes in Poland from the 16th to the 20th centuries. *Int. J. of Climatology*, 25: 773–791.
- Przybylak R., Oliński P., Chorążyczewski W., Nowosad W., Syta K. 2010. The Climate of Poland in Recent Centuries: A Synthesis of Current Knowledge: Documentary evidence. W: R. Przybylak, J. Majorowicz, R. Brázdil, M. Kejna (red.), *The Polish Climate in the European Context: An Historical Overview*. Springer, Berlin–Heidelberg–New York, s. 167–190.
- Przybylak R., Wójcik G., Marciniak K., Chorążyczewski W., Nowosad W., Oliński P., Syta K. 2004. Zmienność warunków termiczno-opadowych w Polsce w okresie 1501–1840 w świetle danych historycznych. *Przegląd Geograficzny*, 76: 5–31.
- Wójcik G., Majorowicz J., Marciniak K., Przybylak R., Šafanda J., Zielski A. 2000. The last millennium climate change in northern Poland derived from well temperature profiles, tree-rings and instrumental data. *Prace Geograficzne*, 107: 137–148.

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
email: rp11@umk.pl