

◆◆◆◆ ORIGINALNE PRACE ◆◆◆◆ I PRZYCZYNKI

Magdalena SKRZYŃSKA

UNIwersytet Jagielloński, Wydział Geografii i Geologii

HISTORIA POMIARÓW TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE DO KOŃCA XVIII WIEKU

HISTORY OF AIR TEMPERATURE MEASUREMENTS
IN EUROPE TO THE END OF THE 18TH CENTURY

Wstęp

Temperatura powietrza jest jednym z najważniejszych elementów pogody i klimatu, a jej charakterystyki są jednym z głównych zagadnień badawczych klimatologów na całym świecie. Ze względu na wpływ temperatury na życie i działalność człowieka, budzi ona powszechne zainteresowanie i jest tematem publicznej dyskusji. Cywilizacyjny rozwój od samego początku był uzależniony od warunków termicznych – zwłaszcza tych skrajnych, stanowiących zagrożenie dla ludzkiej egzystencji, które w większym lub mniejszym stopniu przyczyniały się do występowania m.in. suszy, pożarów, powodowały nieurodzaj, wywołując głód, a w konsekwencji epidemie. Stąd już w starożytności prowadzono obserwacje i pomiary temperatury, a w kolejnych stuleciach doskonalono metody i urządzenia, pozwalające na dokładniejszą i pełniejszą analizę tego parametru. Dzięki długoletnim seriom pomiarowym oraz obserwacjom przedinstrumentalnym możliwe są m.in. projekcje zmian klimatu oraz badania porównawcze współczesnego ocieplenia z końcem małej epoki lodowej.

W niniejszej pracy przedstawiono historię pomiarów temperatury powietrza w Europie do końca XVIII wieku oraz omówiono problematykę ich interpretacji.

Obserwacje przedinstrumentalne

Pierwsze wzmianki dotyczące zjawisk pogodowych znajdują się w materiałach piśmienniczych pochodzących z 4 wieku p.n.e. z terenu Chin i Indii, jednak do czasów obecnych się nie zachowały. Starożytne metody polegały na lokalnych obserwacjach (Kozuchowski 1990).

Zanim rozpoczęto pomiary meteorologiczne, informacje o warunkach pogodowych zamieszczono w kronikach (dziennikach) pogodowych (Gorczyński 1934). Najstarszym tego typu dokumentem są notatki Klaudiusza Ptolemeusza z ok. 120 roku p.n.e., w których zestawiono wyniki obserwacji w Aleksandrii dla okresu 171 dni (Lamb 1977). Spośród kronik dotyczących Europy należy wymienić prace (Lamb 1977; Klemm 1979):

- Wiliama Merle'a (obserwacje prowadzone w latach 1337-1344 na terenie hrabstw Lincolnshire i Oksford w Anglii);
- Wolfganga Hallera (opis przebiegu pogody w Zurychu w latach 1546-1576);
- Tychona Brahe (obserwacje poczynione na wyspie Hven w latach 1582-1597);
- Davida Fabriciusa (Resterhave w latach 1588-1603 oraz Osteel w latach 1603-1613).

W Polsce najstarsze wzmianki o stanie atmosfery pochodzą z XIII wieku (traktat o zjawiskach optycznych w atmosferze spisany przez Witelona ok. 1280 r.). Pierwszą zaś kroniką pogody są notatki profesorów Wszechnicy Krakowskiej z przełomu XV i XVI wieku, umieszczane na kartach kalendarzy astronomicznych (Staszewski 1966). Obserwacje te prowadził, sporadycznie od 1490 r. w Krakowie, a następnie systematycznie w latach 1502-1540 i 1525-1540 w Olkuszu, ks. Marcin Biem (Limanówka 2001). Uzupełnienie stanowią zapiski Leonarda z Bobrzyc, Michała z Wislicy i Wojciecha z Brudzewa (Parczewski 1948). Poza seriami z Krakowa i Olkusza na uwagę zasługują także obserwacje z Oleśnicy koło Wrocławia, rozpoczęte w 1536 r. i trwające 62 lata. W okresie 1628-1630 obserwacje takie prowadził Jan Kepler w Żaganii (Rojecki 1956)

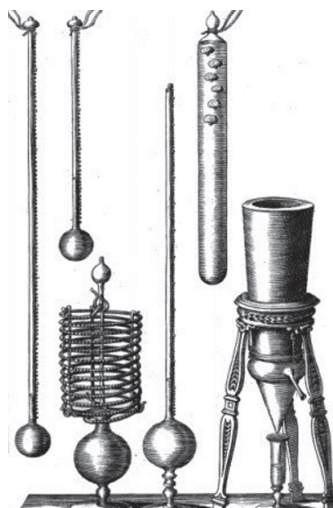
Wymienione kroniki należy traktować jako tzw. proxy data, czyli dane pośrednie, obejmujące wszelkie źródła mogące zawierać informacje o warunkach klimatycznych w różnej skali czasowej, poczynając od geologicznej, poprzez astronomiczną aż do informacji zawartych w dziełach historycznych. Każde z tych źródeł umożliwia rekonstrukcję warunków klimatycznych z różną dokładnością. Przykładami proxy klimatycznego są np. oszacowania średniej temperatury na podstawie słoii drzew czy pomiar stężenia dwutlenku węgla w pęcherzach powietrza zawartych w rdzeniach lodowych (McIntyre, McKittrick 2003).

Obserwacje w XVII wieku

W 210 roku p.n.e. powstał pierwszy przyrząd do określenia różnicy temperatury ciał, tzw. termoskop, a jego konstruktorem był Filon z Bizancjum (grecki pisarz i inżynier). Urządzenie nie było wyposażone w skalę, dwie ruchome obrączki na rurce umożliwiały zaznaczenie jedynie zmian temperatury (Kozakiewicz, Matejak 2013). Pozwalał on na określenie podobnych parametrów, jak wynaleziony w 1602 r. termoskop Galileusza (rys. 1), który składał się z kulistej bańki zaopatrzonej w ciekłą rurkę, długości od 44 do 56 cm, którą umieszczano w zbiorniku z cieczą, np. z wodą lub winem. Przed pomiarem rurkę podgrzewano, by znajdujące się w niej powietrze ulegało rozszerzeniu. Po zanurzeniu otwartego końca termoskopu, gdy powietrze w rurce ochłodziło się, zasysała się do niego ciecz z naczynia. Poziom płynu w rurce zależał od wartości



Rys. 1. Termoskop Galileusza
(Michalski, Kucharski 2004)
Fig. 1. Galileo thermometer



Rys. 2. Termoskopy florentyńskie
(Leopoldo 1666 za: Kozakiewicz, Matejak 2013)
Fig. 2. The Little Florentine Thermometer

temperatury powietrza. Termoskop Galileusza również nie miał skali, a jego wskazania były niedokładne m.in. z powodu wpływu ciśnienia atmosferycznego na odczyt (Kozakiewicz, Matejak 2013).

Pomiary temperatury powietrza w Europie rozpoczęto 1 grudnia 1654 r. w Bolonii. Kolejne stacje uruchomiono we Florencji, Palermo, Mediolanie, Curtigliano, Pizie, Innsbrucku, Vallombrose, Paryżu, Osnabrucku i w Warszawie (Hook 1667 za: Neves i in. 2017) (tab. 1). Stanowiły one pierwszą na świecie sieć stacji meteorologicznych działających na jednolitych zasadach, tzw. sieć florentyńską, która dała początek rozwojowi instrumentalnych pomiarów temperatury powietrza (Rojecki 1956). Inicjatorami i fundatorami sieci byli książę tokański Ferdynand II i jego brat Leopold de Medici (Klemm 1979; Camuffo, Bertollin 2012). Pomiary w sieci wykonywano kilkakrotnie na dobę, w określonych godzinach, przy użyciu dwóch termometrów, z których jeden był wystawiony na północ, drugi na południe budynku. Ferdynand II zmodernizował również termoskop Galileusza, odizolowując rurkę od otaczającego powietrza, dzięki czemu znajdująca się w niej ciecz przestała reagować na wahania ciśnienia (Michalski, Eckersdorf 1986). Termometry florentyńskie różniły się budową, rodzajem szkła i cieczą termometryczną (rys. 2), ale miały wspólną 200-stopniową skalę z zerem pośrodku (Geret 1760; Marciniak 1990 za: Pospieszyńska, Przybylak 2010). Członkowie Accademia del Cimento, którzy nadzorowali pracę stacji, dokonywali wspólnych doświadczeń i zapisywali najważniejsze wyniki w pamiętniku, na którego podstawie powstały *Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del cimento...* (Leopoldo 1666 za: Kozakiewicz, Matejak 2013), opublikowane w ośmiu wydaniach i przetłumaczone na język angielski i łacinę.

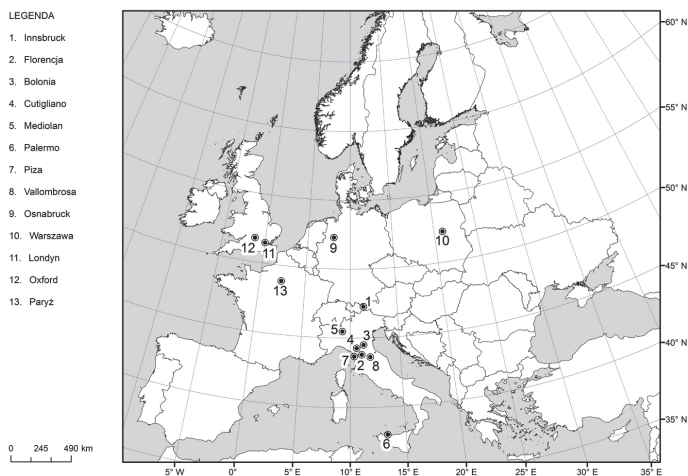
Tabela 1. Stacje na których były prowadzone pomiary temperatury powietrza w XVII wieku
 Table 1. Stations on which air temperature measurements were carried out in the 17th century

Lp.	Stacja	Początek	Rok rozpoczęcia pomiarów ciągłych
1	Bolonia	01.12.1654	1812
2	Florencja	15.12.1654	1878
3	Palermo	23.12.1654	1876
4	Innsbruck	06.03.1655	1777
5	Warszawa	10.05.1655	1779
6	Mediolan	17.12.1655	1763
7	Osnabruck	1655	1871
8	Vallombrosa	01.01.1656	1872
9	Piza	12.11.1657	1871
10	Cutigliano	06.03.1658	1878
11	Paryż	05.1658	1757
12	Londyn	1659	1772
13	Oxford	1659	1772

(na podstawie: Parker i in. 1992; Mietelski 1997; Brunetti i in. 2006; Bryś, Bryś 2010; Cubash, Kadow 2011; Camuffo, Bertolin 2012); pogrubiono stacje działające w ramach sieci florentyńskiej

Sieć florentyńska działała do 1667 r., jej dalszy rozwój uniemożliwiły liczne konflikty wojenne w Europie środkowej i wschodniej (Śniadecki 1857a-b). Późniejsze próby wznowienia pomiarów były krótkotrwałe, a serie nie zachowały się (Kozłowska-Szczęśna i in. 1996). W tym czasie zainteresowanie pomiarami temperatury wynikało z rozwoju astronomii i ścisłego związku zjawiska refrakcji światła z wahaniami temperatury powietrza. W wyniku zjawiska refrakcji dochodzi do załamania światła, promieni świetlnych na granicy dwóch ośrodków o różnej gęstości, co jest często spotykane w przyrodzie. Astronomia wiązała to ruchem Ziemi wokół Słońca i następstwem występowania pór roku i temperatury powietrza. Dlatego też stacje meteorologiczne były zwykle zlokalizowane przy obserwatoriach astronomicznych. Pierwsze obserwatorium powstało wkrótce po zamknięciu sieci florentyńskiej w Paryżu w 1671 r. – godziny prowadzonych tam obserwacji temperatury powietrza wielokrotnie zmieniano, a odczytów dokonywano trzy do czterech razy dziennie. Seria ta nie została zachowana (Mietelski 1997).

Termometrów florentyńskich używano także do pomiarów temperatury powietrza w Londynie i Oxfordzie. Stacje te nie należały do sieci florentyńskiej (Parker i in. 1992) (tab. 1), ale działały w ramach Towarzystwa Królewskiego (Meteorologicznego) założonego przez księcia Karola Teodora, elektora bawarskiego i palatyna Renu w Mannheim. Towarzystwo Meteorologiczne aktywnie promowało obserwacje meteorologiczne – rozsyłało bezpłatnie przyrządy meteorologiczne do różnych placówek naukowych na świecie i udzielało instrukcji, jak dokonywać pomiarów. Jedyną zachowaną z tam-



Rys. 3. Stacje w ramach sieci florenetyńskiej (opracowanie własne); Londyn i Oxford działały poza siecią w ramach Towarzystwa Królewskiego.

Fig. 3. Station operating in the Medici Network; London and Oxford were operating on the net as part of the Royal Society

tych czasów instrukcją do wykonywania obserwacji meteorologicznych jest *Szczegółowa Instrukcja* Jana Śniadeckiego dla stacji meteorologicznej w Krakowie, która pozwoliła na ujednoczenie sposobów zapisów obserwacji pogody (Trepieńska 1997). Profesor Jan Śniadecki zaznajomił się z ideą wykonywania obserwacji meteorologicznych w czasie swojego pobytu Mannheim. Prawdopodobnie stamtąd przywiózł do Krakowa niektóre przyrządy, chociaż pierwsze używane przez niego instrumenty – termometry i barometry rtęciowe były wyprodukowane we Francji.

Obserwacje w XVIII wieku

Na początku XVIII wieku pomiary temperatury powietrza wykonywano przy użyciu dwóch rodzajów termometru (Middleton 1966) – florenetyńskiego małego (ze skalą 50-stopniową) i wielkiego (ze skalą 100-, 200- lub 300-stopniową). Pierwszy termometr rtęciowy został skonstruowany przez Gabriela Daniela Fahrenheita, według różnych źródeł w 1710, 1716 lub 1720 roku (Maciążek 2005). Natomiast w 1730 roku francuski uczone Rene-Antoine Reaumur przedstawił termometr zawierający rozcieńczony alkohol (etanol), który lepiej pokazywał zmiany temperatury niż rtęć, ponieważ etanol rozszerzał się szybciej. Wkrótce aparaty ze skalami Fahrenheita i Reaumura stały się w Europie powszechne. W 1742 roku Anders Celsjusz opracował 100-stopniową skalę, która pierwotnie miała oznaczenia odwrotne do używanych obecnie. Jej „odwrócenia” dokonał przyrodnik Karol Linneusz lub producent termometrów Daniel Ekström w 1850 roku. Skalę Celsjusza zaczęto stosować w Europie od roku 1871 (Michalski, Eckersdorf 1986; Kozakiewicz, Matejak 2013).

W XVIII wieku pomiary temperatury powietrza prowadzono w co najmniej pięćdziesięciu pięciu miastach Europy, głównie środkowej (rys. 4, tab. 2), kontynuowano również pomiary w Londynie rozpoczęte w XVII wieku.

W 1701 roku założono pierwsze obserwatorium astronomiczne w Berlinie, gdzie pomiary temperatury powietrza prowadził astronom Gottfrieda Kircha, który od 1677 roku obserwował gwiazdy i pogodę w Lipsku (Pelz 1997). Po jego śmierci obserwacje kontynuowała żona Maria-Margaretha wraz z dziećmi, już w nowo otwartym drugim obserwatorium. Pomiarów dokonywano w północno-wschodnim oknie wieży matematycznej na wysokości 28,7 m. W kolejnych latach dane o temperaturze powietrza zbierali Karl Ludwig Gronau (w okresie 1756-1826) oraz Karl August Brand (w okresie 1757-1794) (Pelz 1997) – przyjmuje się, że regularne pomiary w Berlinie były prowadzone od 1756 roku.

1 stycznia 1781 roku rozpoczęto pomiary temperatury powietrza w obserwatorium meteorologicznym na szczycie Hohenpeißenberg, założonym przez elektora Bawarii Karola Teodora. Prowadził je augustianin Cajetan Fischer regularnie w godzinach 7, 14, 21 czasu lokalnego, czyli w tzw. „godzinach mannheimskich” (Grunow 1957; Wege 1996). Stanowisko obserwatora było rotacyjne, kolejni bracia zakonnicy obejmowali je w odstępie od roku do trzech lat. Najdłuższą funkcję tę pełnił Albin Schwaiger – 10 lat (Kępa 2009).

W drugiej połowie XVIII wieku rozpoczęto pomiary na innych niemieckich stacjach: Jena Sternwarte, Regensburg, Karlsruhe, Monachium, Stuttgart, z mniejszymi lub większymi przerwami; brakujące dane zostały zrekonstruowane (rys. 4, tab. 2) (Cubash, Kadow 2011).

W Holandii pomiary temperatury powietrza prowadzono w Zwanenburgu w latach 1735-1847, następnie w Utrechcie (1848-1897) oraz w De Bilt (1898-1977). Wykorzystując materiał z Zwanenburga i Utrechtu zrekonstruowano temperaturę powietrza w De Bilt, dzięki czemu dla stacji tej dysponujemy ciągłą serią danych od roku 1706 do czasów obecnych (Van den Dool i in. 1978; Demarée i in. 2002).

Na Wyspach Brytyjskich, poza Londynem i Oxfordem, pomiary prowadzono w Edynburgu (od 1731 r.; w 1764 r. rozpoczęto obserwacje ciągłe) i w Liverpoolu (tzw. Seria Hutchinsona; od roku 1768, ciągle – od 1871 r.) (rys. 4). Serie danych dla obu stacji, z mniejszymi i większymi lukami, zachowały się do dziś (Woodworth 2006). Najdłuższą serią pomiarową temperatury powietrza w Europie jest seria z Londynu, zestawiona przez Manley’a dla środkowej Anglii od 1659 r. i nadal realizowana (Parker i in. 1992). Zawiera ona dane, będące kompilacją wyników pomiarów z różnych lat i z kilkunastu serii ze stacji położonych w środkowej Anglii.

W tym czasie wykonywano pierwsze pomiary temperatury w Belgii (Bruksela, od 1767). Seria sięga roku 1795, kiedy to rozpoczęto ciągle pomiary, luki uzupełniono i zhomogenizowano (Demarée i in. 2002) (tab. 2).

Pierwsze instrumentalne pomiary temperatury powietrza na terenie Czech miały miejsce w 1752 r. w praskim Klementinum. Prawdopodobnie rozpoczęto je ok. 40-50 lat wcześniej, a zapisy przechowywano w prywatnych listach, kalendarzach czy kronikach parafialnych, które nie zostały opublikowane. Obserwatorium pełniło rolę instytutu meteorologicznego dla całych Czech (Mietelski 1997; Brázdil i in. 2012). Temperaturę powietrza mierzono w oknie północnym, na różnych wysokościach, początkowo dwa



Rys. 4. Stacje pomiaru temperatury powietrza w XVIII wieku (opracowanie własne)

Fig. 4. Stations operating in 18th century

razy dziennie – rano (o wschodzie słońca, a latem dwie godziny po wschodzie słońca) i po południu (około godziny 15:00). Regularne, ciągłe pomiary temperatury powietrza realizowane od 1775 roku (Radová, Kyselý 2009).

W Innsbrucku (Austria) w 1777 r. rozpoczęto (przerwane w 1667 r.) pomiary w byłym kolegium jezuickim, dzięki staraniom Franza von Zallingera, profesora Uniwersytetu Fizyki i Matematyki (Auer i in. 2001). W 1762 roku pierwsze obserwacje temperatury powietrza zrealizowano w Kremsmünster – od grudnia 1767 r. były to już pomiary ciągłe. Prowadził je dyrektor obserwatorium astronomicznego klasztoru benedyktynów Placidus Fixlmillner. W Wiedniu w Uniwersyteckim Obserwatorium Astronomicznym pomiary temperatury powietrza rozpoczęto w 1734 r., a przyjmuje się, że od 1775 r. były to pomiary ciągłe (do roku 1852 stacja pomiarowa mieściła się w obserwatorium, do 1872 r. przy Favoritenstrasse, a od 1873 r. do chwili obecnej przy Hohe Warte; rys. 4). Serie dla Innsbrucka, Kremsmünster oraz w Wiednia zostały zrekonstruowane – tabela 2 (Littrow 1861; Auer i in. 2001).

W Szwajcarii regularne i ciągłe pomiary temperatury powietrza zapoczątkował w 1864 r. Federalny Urząd Meteorologii i Klimatologii (MeteoSwiss), jednak dostępne są wzmianki o krótkotrwałych obserwacjach w Bazylei (1753), w Genewie (1755) i w Bernie (1777) – rysunek 4. Serie te zostały współcześnie zrekonstruowane (Schönwiese, Rapp 1994; Schmidli i in. 2002; Jones, Moberg 2003; Luterbacher i in. 2004) – tabela 2.

Jak już wspomniano Włochy były prekursorem rozwoju pomiarów temperatury powietrza w Europie. Po zlikwidowaniu sieci florentyńskiej obserwacje uruchomiono ponownie w XVIII wieku w następujących ośrodkach: Padwa (1725) (Cocheo, Camuffo 2002; Camuffo, Bertolin 2012), Rzym (1781), Verona (1788) oraz Mediolan (1763) (Maugeri i in. 2002) i Turyn (1753) (Cocheo, Camuffo 2002) – rysunek 4. Nieco później na każdej

z tych stacji pomiary miały już charakter regularny, a serie poddano rekonstrukcji – tabela 2 (Cocheo, Camuffo 2002; Maugeri i in. 2002).

W Europie Wschodniej pomiary temperatury powietrza prowadzono na terenie Rosji, Łotwy i Ukrainy, ale tylko przy użyciu termometru Fahrenheitita. W Rosji powstało Centralne Obserwatorium Fizyczne w Sankt Petersburgu, gdzie obserwacje astronomiczne i meteorologiczne rozpoczęto w 1725 r. (Landsberg 1981; Jones, Lister 2002), a pomiary ciągłe temperatury – w 1752 roku. Kolejne stacje uruchomiono w Archangielsku (1743), Astrachaniu (1745) i w Moskwie (1779), realizowano tam jednak badania krótkotrwałe, a pomiary ciągłe rozpoczęto dopiero w XIX wieku (Mietelski 1997). Serie te zostały zrekonstruowane. W Rydze pomiary (ciągłe) prowadzono od 1795 r. (Lizuma 2000), a w Kijowie od 1763 r., w tym ciągłe dopiero od roku 1812 (Boryczka, Stopa-Boryczka 2007) – tabela 2).

W Europie Północnej pomiary temperatury powietrza zapoczątkował Celsjusz w 1739 r. w Obserwatorium Astronomicznym w Uppsali. Po osiemnastu latach przerwano je ze względu na zły stan budynku obserwatorium. Do pomiarów wrócono dopiero sto lat później (Mietelski 1997). W 1740 roku miały miejsce pierwsze pomiary temperatury powietrza w Lund. Obserwacje wykonywano w dwóch terminach (rano i w południe) do 1767 roku. Następnie pomiary z niewiadomych przyczyn przerwano, aż do 1850 r., kiedy rozpoczęto pomiary regularne (Tidblom 1876). W Sztokholmie Obserwatorium Astronomiczne powstało w 1753 r., a pomiary prowadzono od roku 1754 (w latach 1754-1775 raz dziennie; 1756-1760 dwa razy dziennie; od 1761 r. trzy razy dziennie – o 6.30-8.00, 13.00 i 22-23.00). Nieprzerwana seria danych sięga roku 1756 (Moberg 1998). Pomiary temperatury powietrza prowadzono również w Kopenhadze (1751; Cappelen 2017), Trondheim (1762; Nordli 2004) oraz w Tallinie (1756; Tarand, Nordli 2001) – rysunek 4. Serie te również zostały zrekonstruowane (tab. 2).

W Europie Zachodniej, tj. w Hiszpanii i Francji, do pomiarów temperatury powietrza używano tylko termometru Reaumura, a obserwacje wykonywano różnych porach doby (Barriendos i in. 2002; Domínguez-Castro i in. 2014). Na większości stacji pomiary realizowano od połowy XIX wieku, z krótszymi lub dłuższymi przerwami. Ciągłe, regularne pomiary rozpoczęto dopiero w XX wieku. Do dziś zachowały się dwie najdłuższe serie z tamtego obszaru – dla Barcelony od roku 1780 (Barriendos i in. 2002) i Kadyksu od roku 1789 (Barriendos i in. 2002). Na terytorium Hiszpanii prowadzono również krótkotrwałe pomiary w kilku innych miastach: Madrycie, Saragossie, Walencji, Gibraltarze, Granadzie, Majorce i w Ferrolu (rys. 4, tab. 2). We Francji, jak już wspomniano, pierwsze pomiary były realizowane w Paryżu w ramach działania sieci florentyńskiej – wznowiono je w 1757 roku (Cornes 2010; Cornes i in. 2013). Kolejne stacje uruchomiono w Marsylii (1761) oraz Tuluzie (1784), a pomiary ciągłe rozpoczęto dopiero w XIX wieku (Jones, Bradley 1995) (rys. 4, tab. 2). Warto dodać, że w Portugalii krótkotrwałe pomiary rozpoczęto w listopadzie 1724 r., ze względu na wystąpienie burzy, która spowodowała ogromne spustoszenie. Dane te niestety się nie zachowały, dały jednak początek regularnym pomiarom w XIX wieku (Domínguez-Castro i in. 2014).

Na ziemiach polskich pomiary temperatury powietrza rozpoczął w 1740 r., w Toruniu, Samuel Luter Geret (Biskup 1996) (rys. 4, tab. 2). Obserwacji dokonywano w dwóch terminach (porannym i wieczornym) w obrębie Gimnazjum Akademickiego, przy ul. Piekary na Starym Mieście. Do dziś zachowały się jednak tylko dane z okresu 1 I 1760 – 10 VI 1767, które publikowano na łamach czasopisma *Thornische Wochentliche Nachrichten und Anzeigen* (tzw. *Tygodnika Toruńskiego*) – nieznane są przyczyny zaprzestania tej praktyki (Dunajówna 1960). Pomiary wznowiono w 1871 r., jednak na skutek zaborów i wojen ciągle obserwacje podjęto dopiero w XX wieku.

W Polsce działały cztery obserwatoria astronomiczne: w Wilnie, Krakowie, Warszawie i Wrocławiu. Pierwsze obserwatorium w Polsce zostało założone w Wilnie w 1753 r., gdzie pomiary rozpoczęto w 1771 r., w tym ciągle od 1777 roku (rys. 4, tab. 2). Termometry umieszczano w północnym oknie budynku obserwatorium na wysokości 20,6 m, ale terminy pomiarów wielokrotnie zmieniano (Marciniak 1990; Mietelski 1997).

W Krakowie pomiary rozpoczęto 1 maja 1792 r. i dokonywał ich sam założyciel obserwatorium Jan Śniadecki. Obserwacje wykonywano nieregularnie w godzinach między 7.00 a 8.00, o 12.00, między 14.00 a 15.00 i między 19.00 a 21.00 czasu lokalnego (Trepieńska 1997). Regularne pomiary są prowadzone do dziś, nieprzerwanie od 1825 r. Dzięki rekonstrukcji danych, seria sięga roku 1792 (rys. 4, tab. 2).

Jak już wspomniano, pierwsze pomiary temperatury powietrza w Warszawie były realizowane w ramach sieci florenetyńskiej, zachowała się tylko część tych danych. Wiadomo, że w latach 1725-1728 pomiary prowadził Christian-Heinrich Erndtel, w okresie 1760-1762 Jean Etienne Guettard, a od 6 V 1762 r. do 31 III 1763 ksiądz J. Delsuc. Część zachowanych pomiarów została opublikowana (Rojecki 1956). W roku 1773 miał początek serii wieloletniej, ale zapiski się nie zachowały. Pomiary regularne rozpoczął 1 stycznia 1779 r. ksiądz Jowin Fryderyk Alojzy Bystrzycki herbu Bończa, który urządził i nadzorował obserwatorium astronomiczne na Zamku Królewskim (rys. 4, tab. 2). Termometr umieszczony był na tarasie budynku, jednak bardzo często był przegrzany i jego wyniki były niemiarodajne. W okresie 1803-1828 pomiary prowadził Antoni Magier herbu Szeliga (termometr umieszczał na ścianie domu mieszkalnego przy ulicy Pivnej na wysokości 22 m; Mietelski 1997). Od 1826 roku działała stacja przy Obserwatorium Astronomicznym (aleje Ujazdowskie, obok Łazienek Królewskich, wówczas za miastem). Seria pochodząca z tej lokalizacji oraz dane zebrane przez Bystrzyckiego i Magier zostały „sklejone” w jedną, uzupełnione i ujednolicone. Seria ta nosi nazwę Warszawa – Obserwatorium Astronomiczne.

We Wrocławiu ciągle pomiary prowadzono od 1791 r. w lokalnym obserwatorium astronomicznym (rys. 4, tab. 2). Termometry znajdowały się na północno-wschodnim i północno-zachodnim oknie wieży matematycznej, na wysokości około 28,7 m (Landsberg 1983; Bryś, Bryś 2010).

W Gdańsku pierwsze pomiary prowadził w okresie 1 I 1739 – 30 IX 1772 (rys. 4, tab. 2) profesor Gimnazjum Akademickiego Michael Christoph Hanow (wykonywał je cztery razy w ciągu doby w siedzibie Towarzystwa Przyrodniczego). Pod koniec XVIII wieku pomiary termometryczne rozpoczął Johann Gottfried Kleefeld, który usprawnił

Tabela 2. Stacje na których były prowadzone pomiary temperatury powietrza i rok rozpoczęcia tych pomiarów

Table 2. Stations on which the oldest measurements of air temperature and the year of commencement of these measurements were carried out

Lp.	Stacja	Pierwsze pomiary (rok)	Początek systematycznych pomiarów	Zrekonstruowana seria	Długość serii (lata)
1.	Innsbruck	1654	1777	1777-2015	239
2.	Warszawa	1655	1779	1779-2015	237
3.	Paryż	1664	1757	1757-2015	259
4.	Mediolan	1654	1763	1763-2015	253
5.	Londyn	1659	1772	1659-2015	357
6.	Berlin	1701	1756	1756-2015	260
7.	De Bilt	1706	1898	1706-2015	310
8.	Wrocław	1710	1791	1791-2015	225
9.	Sankt Petersburg	1725	1752	1743-2015	273
10.	Padwa	1725	1774	1774-2015	242
11.	Edynburg	1731	1764	od 1764 *	-
12.	Wiedeń	1734	1775	1775-2015	241
13.	Uppsala	1739	1839	1739-2015	275
14.	Gdańsk	1739	1807	od 1739 *	-
15.	Toruń	1740	1871	1871-2015	145
16.	Lund	1740	1850	1850-2015	166
17.	Archangielsk	1743	1813	1813-2015	203
18.	Astrachań	1745	1837	1837-2015	179
19.	Kopenhaga	1751	1768	1768-2015	248
20.	Praga	1752	1775	1775-2015	241
21.	Bazylea	1753	1864	1760-2015	256
22.	Turyń	1753	1760	1760-2015	256
23.	Sztokholm	1754	1756	1756-2015	260
24.	Genewa	1755	1864	1760-2015	256
25.	Tallin	1756	1779	1779-2015	237
26.	Trondheim	1762	1818	1761-2015	255
27.	Marsylia	1761	1838	od 1761 *	-
28.	Kremsmünster	1762	1767	1767-2015	249
29.	Kijów	1763	1812	1812-2015	204
30.	Bruksela	1767	1795	1795-2015	221
31.	Liverpool	1768	1871	1871-2015	145

Lp.	Stacja	Pierwsze pomiary (rok)	Początek systematycznych pomiarów	Zrekonstruowana seria	Długość serii (lata)
32.	Kadyks	1770	1789	1789-2015	227
33.	Wilno	1771	1777	1777-2015	239
34.	Ratyżbona	1773	1773	1773-2015	243
35.	Bratysława	1775	1775	1850-2015	165
36.	Gibraltar	1777	-	od 1777*	-
37.	Berno	1777	1864	1777-2015	239
38.	Karlsruhe	1779	1779	1779-2015	237
39.	Moskwa	1779	1821	1821-2015	195
40.	Budapeszt	1780	1780	1780-2015	236
41.	Barcelona	1780	1780	1780-2015	236
42.	Hohenpeissenberg	1781	1781	1781-2015	235
43.	Monachium	1781	1781	1781-2015	235
44.	Rzym	1781	1811	1811-2015	205
45.	Madryt	1784	1784	od 1784*	-
46.	Tuluza	1784	-	od 1784*	-
47.	Weronia	1788	1788	1788-2015	228
48.	Ferrol	1788	-	od 1788*	-
49.	Majorka	1789	-	1789*	-
50.	Walencja	1791	-	od 1791*	-
51.	Granada	1791	-	od 1791*	-
52.	Stuttgart	1792	1792	1792-2015	224
53.	Kraków	1792	1826	1792-2015	224
54.	Ryga	1795	1795	1795-2015	221
55.	Saragossa	1798	-	od 1798*	-

Objaśnienia: * informacja uzyskana bezpośrednio od autorów zajmujących się rekonstrukcją temperatury powietrza

i ustandaryzował przyrządy, inicjując w 1807 r. w Gdańsku regularne, instrumentalne obserwacje meteorologiczne (Miętus i in. 1994).

Pod koniec XVIII wieku, w latach 1781-1792 funkcjonowała tzw. mannheimska sieć meteorologiczna, zorganizowana przez towarzyszanie Societas Meteorologica Palatina z Mannheim w Niemczech, pod kierunkiem Johana Jacoba Hammera. W szczytowym okresie w sieci działało 39 stacji położonych w Europie i Ameryce Północnej, w tym jedna na ziemiach polskich – Żagań (Przybylak i in. 2014). Jedyną miejscowością na ziemiach polskich, w której wykonywano pomiary temperatury, był Żagań (Przybylak i in. 2010). W ramach działania sieci mannheimskiej wprowadzono pewne procedury dotyczące pomiarów. Johan Hemmer skonstruował instrukcję przeprowadzania obserwacji, a także

wzór formularza do wprowadzania danych pomiarowych, tak aby wartości elementów meteorologicznych mogły być łatwo przetwarzane i porównywane. Temu celowi podporządkowana była także standaryzacja instrumentów pomiarowych, procedur oraz ściśle określony czas wykonywania obserwacji (Wege, Winkler 2005). Termometry umieszczano w północnym oknie każdej ze stacji, na różnych wysokościach, ale po raz pierwszy w dziejach obserwacji meteorologicznych obserwacje wykonywano w określonych godzinach: 7, 11, 14 i 21 miejscowego czasu słonecznego (Rojecki 1956). Z Mannheim rozsyłano nieodpłatnie do wielu miejscowości w Europie i Azji instrumenty meteorologiczne, pod warunkiem, że minimum trzy razy dziennie zapisywano ich wskazania (Trepiańska, Ptak 2006).

Rekonstrukcja temperatury powietrza

Jak już wspomniano, instrumentalne pomiary temperatury powietrza rozpoczęto dopiero około XVII wieku. Nie były one jednak wykonywane w sposób ciągły, stacje przenoszono, a terminy obserwacji i stosowane przyrządy często zmieniano (Pruchnicki 1987). Uzyskane w ten sposób „surowe serie” nie mogą być bezpośrednio wykorzystywane w badaniach. Pomocne w tej sytuacji są metody rekonstrukcji temperatury powietrza, opierające się na wysokiej wartości współczynnika korelacji między seriami temperatury wziętymi do analizy. Rekonstrukcja obejmuje uzupełnienie brakujących danych oraz ich weryfikację po odtworzeniu przy pomocy testów statystycznych – najczęściej stosowanym jest tzw. test Alexanderssona (Kłysik i in. 1995; Alexandersson, Moberg 1997).

Istnieje wiele innych metod umożliwiających rekonstrukcję temperatury powietrza. Jeżeli dysponujemy danymi z położonych blisko siebie stacji, uzupełnienia brakującego zbioru można dokonać przy użyciu tzw. *metody stałości różnic*, powszechnie stosowanej w klimatologii (Pruchnicki 1987; Kożuchowski 1990; Kossowska-Cezak i in. 2000), która zakłada, że wahania wartości danych w pobliskich lokalizacjach są w przybliżeniu wprost proporcjonalne. Rzadziej stosowana jest tzw. *metoda regresji wielokrotnej*, wykorzystywana w przypadku braku blisko położonej stacji odniesienia. Opiera się ona na materiale zebranym z jak największej liczby stacji o podobnych warunkach (Kaczmarek 1970; Chojnicki 1977; Greń 1978). Wykorzystuje się również metodę MASH opracowaną przez Węgierską Służbę Meteorologiczną (Szentimrey 2008), metodę Climatol (w służbach hiszpańskich) (Guijarro 2011) czy metodę warunków meteorologicznych poprzedzających (Gądek, Leszkiewicz 2012). Rekonstrukcje wykonuje się najczęściej automatycznie, dzięki zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania (Hewaarachchi i in. 2017; Squintu i in. 2019).

Wyżej wymienione metodyki posłużyły do rekonstrukcji temperatury powietrza wielu europejskich miast, m.in. Padwy (Cocheo, Camuffo 2002), Mediolanu (Maugeri i in. 2002), Wiednia (Auer i in. 2001), Barcelony (Barriendos i in. 1997), Sztokholmu (Alexandersson, Moberg 1997), a w Polsce – Krakowa (Ustrnul 1997), Łodzi (Kłysik i in. 1995), Wrocławia (Bryś, Bryś 2010) i Warszawy (Lorenc 2000). Obecnie prowadzone są rekonstrukcje temperatury powietrza na wielu innych stacjach, głównie w Hiszpanii,

np. w Walencji czy w Granadzie (Domínguez-Castro i in. 2014). Przypuszcza się, że cenne informacje dotyczące stanu wiedzy o klimacie mogą również być zachowane w archiwach bibliotek, w kościołach czy w klasztorach, które nie są dostępne dla społeczności lokalnej (Rojecki 1956).

Podsumowanie i wnioski

Zgromadzone w ciągu dziesiątków lat zapisy pomiarów temperatury powietrza, często w postaci rękopisów i kronik, stały się podstawą rozwoju klimatologii historycznej. Dzieje obserwacji temperatury powietrza w Europie dowodzą, że pogoda zawsze odgrywała istotną rolę w życiu i w działalności człowieka. Obecnie jednym z problemów, zarówno naukowych, jak i ekonomicznych, jest zjawisko ocieplenia się klimatu. Dlatego nieprzerwanie długoletnie (wiekowe) serie temperatury mają ogromne znaczenie przy porównywaniu obecnych i przeszłych warunków klimatycznych.

Pierwsze pomiary temperatury powietrza dokonywano w ramach działania sieci florentyńskiej od 1654 r. – tylko część tych danych się zachowała, m.in. seria Manley'a dla środkowej Anglii. W XVIII wieku pomiary prowadzono w pięćdziesięciu pięciu miastach europejskich, głównie w Europie Środkowej. Pod koniec XVIII wieku funkcjonowała mannheimska sieć meteorologiczna, w ramach której z powodzeniem wprowadzono stałe procedury pomiarowe. Początkowo bowiem obserwacje temperatury powietrza nie były wykonywane w sposób ciągły, stacje często przenoszono, zmieniały się terminy obserwacji i przyrządy. Uzyskane w ten sposób „surowe serie” nie mogą być wykorzystywane do badań, dlatego w określonych przypadkach konieczna była rekonstrukcja danych. Część tak przygotowanych materiałów jest dostępna w bazach: European Climate Assessment & Dataset (ECA&D) Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI Climate Explorer), RIHMI-WDC oraz HISTALP (Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region), cechuje je bardzo dobra rozdzielczość przestrzenna. Na niektórych seriach konieczne było wprowadzenie niewielkich uzupełnień, zatem można je traktować jako serie oryginalne, należą do nich: Kremsmünster (1767), Praga-Klementinum (1775), Innsbruck (1777) oraz Kraków (1826). Na niektórych z nich rekonstrukcje są nadal prowadzone.

L i t e r a t u r a

- Alexandersson H., Moberg A., 1997, Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends, *International Journal of Climatology*, 17 (1), 25-34, DOI: 10.1002/(SICI)1097-0088(199701)17:1<25::AID-JOC103>3.0.CO;2-J
- Auer I., Böhm R., Schöner W., 2001, Austrian long-term climate 1767-2000. Multiple instrumental climate time series from central Europe, *Osterreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, 25, 147 s.

- Barriendos M., Gómez B., Peña J.C., 1997, Old series of meteorological readings for Madrid and Barcelona (1780-1860). Documentary and observed characteristics, [w:] *Advances in historical climatology in Spain*, J. Martín-Vide (red.), Oikos-Tau, Barcelona, 157-172
- Barriendos M., Martín-Vide J., Peña J.C., Rodríguez R., 2002, Daily meteorological observations in Cadiz-San Fernando. Analysis of the documentary sources and the instrumental data content (1786-1996), *Climatic Change*, 53 (1-3), 151-170, DOI: 10.1023/A:1014991430122
- Biskup M. (red.), 1996, *Historia Torunia. Między barokiem i oświeceniem (1660-1793)*, Wydawnictwo TNT, Toruń, 483 s.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2007, Okresowe wahania temperatury powietrza w Europie w XIX-XXI wieku i ich przyczyny, [w:] *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*, K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 163-173
- Brázdil R., Zafradníček P., Pišoft P., Štěpánek P., Bělinová M., Dobrovolný P., 2012, Temperature and precipitation fluctuations in the Czech Republic during the period of instrumental measurements, *Theoretical and Applied Climatology*, 110 (1-2), 17-34, DOI: 10.1007/s00704-012-0604-3
- Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nanni T., 2006, Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series, *International Journal of Climatology*, 26 (3), 345-381, DOI: 10.1002/joc.1251
- Bryś K., Bryś T., 2010, Reconstruction of the 217-year (1791-2007) Wrocław air temperature and precipitation series, *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 3 (1), 121-171, DOI: 10.2478/bgeo-2010-0007
- Camuffo D., Bertolin C., 2012, The earliest temperature observations in the world: the Medici Network (1654-1670), *Climatic Change*, 111 (2), 335-363, DOI: 10.1007/s10584-011-0142-5
- Cappelen J. (red.), 2018, Denmark – DMI Historical Climate Data Collection 1768-2017, DMI Report 18-02, Danish Meteorological Institute, Kopenhaga, dostępne online https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2018/DMIREp18-02.pdf (04.07.2019)
- Chojnicki Z. (red.), 1977, *Metody ilościowe i modele w geografii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 231 s.
- Cocheo C., Camuffo D., 2002, Corrections of systematic errors and data homogenisation in the daily temperature Padova Series (1725-1998), *Climatic Change*, 53 (1-3), 77-100, DOI: 10.1023/A:1014950306015
- Cornes R.C., 2010, Early meteorological data from London and Paris: extending the North Atlantic Oscillation, PhD thesis., School of Environmental Sciences, University of East Anglia, 233 s., dostępne online https://crudata.uea.ac.uk/cru/pubs/thesis/2010-cornes/Master_withlinks.pdf (25.06.2019)
- Cornes R.C., Jones P.D., Briffa K.R., Osborn T.J., 2013, Estimates of the North Atlantic Oscillation back to 1692 using a Paris – Londyn westerly index, *International Journal of Climatology*, 33 (1), 228-248, DOI: 10.1002/joc.3416
- Cubasch U., Kadow C., 2011, Global climate change and aspects of regional climate change in the Berlin-Brandenburg Region, *Die Erde. Journal of the Geographical Society of Berlin*, 142 (1-2), 3-20
- Demaréé G.R., Lachaert P.-J., Verhoeve T., Thoen E., 2002, The long-term daily Central Belgium temperature series (1767-1998), and the early instrumental meteorological observations in Belgium, *Climatic Change*, 53 (1-3), DOI: 10.1023/A:1014931211466

- Domínguez-Castro F., Vaquero J.M., Rodrigo F.S., Farrona A.M.M., Gallego M.C., García-Herrera R., Barriendos M., Sanchez-Lorenzo A., 2014, Early Spanish meteorological records (1780-1850), *International Journal of Climatology*, 34 (3), 593-603, DOI: 10.1002/joc.3709
- Dunajówna M., 1960, Z dziejów toruńskiego czasopisma "Thornische Wochentliche Nachrichten und Anzeigen" (1760-1772), *Towarzystwo Naukowe w Toruniu, Prace Wydziału Filologiczno-Filozoficznego*, 9 (2), 208 s.
- Gądek B., Leszkiewicz J., 2012, Impact of climate warming on the ground surface temperature in the sporadic permafrost zone of the Tatra Mountains, Poland and Slovakia, *Cold Regions Science and Technology*, 79-90, 75-83, DOI: 10.1016/j.coldregions.2012.03.006
- Geret S.L. (red.), 1760-1767, *Thornische Wochentliche Nachrichten und Anzeigen*, Toruń, dostępne online <http://kpbc.umk.pl/publication/30619> (26.06.2019)
- Gorczyński W., 1934, Szkic historyczny rozwoju meteorologii w Polsce od wieku XIII do roku 1919, *Wiadomości Matematyczne*, 37, 113-143
- Greń J., 1978, *Modele i zadania statystyki matematycznej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 363 s.
- Grunow J., 1957, *Geschichte des Observatoriums Hohenpeißenberg*. [w:] *Das Observatorium Hohenpeißenberg 1781-1955, Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, 36 (5), Bad Kissingen
- Guijarro J.A., 2011, User's guide to climatoL. An R contributed package for homogenization of climatological series, Report State Meteorological Agency, Balearic Islands Office Spain, <http://webs.ono.com/climatoL/climatoL.html> (last access 20 May 2019).
- Hewararachi A.P., Li Y., Lund R., Rennie J., 2017, Homogenization of daily temperature data, *Journal of Climate*, 30, 985-999, DOI: 10.1175/JCLI-D-16-0139.1
- Hook R., 1667, *A method for making a history of the Weather*, [w:] *The history of the Royal Society of London, for the improving of natural knowledge*. T. Sprat (red.), Printed by Samuel Chapman, Londyn, 173-182
- Jones P.D., Bradley R.S., 1995, Climatic variations in the longest instrumental records, [w:] *Climatic since A.D. 1500*, R.S. Bradley, P.D. Jones (red.), Routledge, Londyn, 246-268
- Jones P.D., Lister D.H., 2002, The daily temperature record for St. Petersburg (1743-1996), *Climatic Change*, 53 (1-3), 253-267, DOI: 10.1023/A:1014918808741
- Jones P.D., Moberg A., 2003, Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001, *Journal of Climate*, 16, 206-223, DOI: 10.1175/1520-0442(2003)016<0206:HALSSA>2.0.CO;2
- Kaczmarek Z., 1970, *Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 312 s.
- Kępa S., 2009, Historia Obserwatorium Hohenpeissenberg, *Przegląd Geofizyczny*, 54 (1-2), 103-109
- Klemm F., 1979, Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Osterreich einschliesslich Bohmen und Mahren bis zum Jahr 1700, *Annalen der Meteorologie*, 21, 48 s.
- Kłysik K., Wibig J., Fortuniak K., Kafar M., 1995, The reconstruction of the temperature record in Łódź in the period 1903-1990, *Acta Universitatis Lodzianis. Folia Geographica Physica*, 3, 129-134
- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000, *Meteorologia, klimatologia: pomiary, obserwacje, zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 204 s.

- Kozakiewicz P., Matejak M., 2013, Klimat a drewno zabytkowe. Dawna i współczesna wiedza o drewnie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 292 s.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1996, Atlas Warszawy. Zeszyt 4: Środowisko fizycznogeograficzne – niektóre zagadnienia, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, 84 s.
- Kożuchowski K. (red.), 1990, Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych, Uniwersytet Łódzki, Łódź, 452 s.,
- Lamb H.H., 1977, Climate, present, past and future. Volume 2: Climatic history and the future, Methuen, Londyn, 835 s.
- Landsberg H.E., 1981, Interpretation of a manuscript weather record from St. Petersburg (now Leningrad), 1725-1732, Technical Note BN, 969, 26 s.
- Landsberg H.E., 1983, The early Wrocław (Breslau) temperature observations 1710-1721, Technical Note BN, 1003, 16 s.
- Leopoldo, 1666, Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del cimento sotto la protezione del serenissimo principe Leopoldo di Toscana e descritte dal segretario di essa accademia, In Firenze, dostępne online <https://archive.org/details/Saggidinaturali00Acca> (26.06.2019)
- Limanówka D., 2001, Rekonstrukcja warunków klimatycznych Krakowa w pierwszej połowie XVI wieku, Materiały Badawcze IMGW. Seria Meteorologia, 33, 176 s.
- Littrow C., 1861, Meteorologische Beobachtungen an der Wiener Sternwarte von 1775 bis 1855, Erster Band, Wiedeń, 314 s., dostępne online https://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs1/object/display/bsb10134181_00001.html (25.06.2019)
- Lizuma L., 2000, An analysis of a long-term meteorological data series in Riga, Folia Geographica VIII. Living with Diversity in Latvia, Societas Geographica Latviensis, Ryga, 53-60
- Lorenc H., 2000, Studia nad 220-letnią (1779-1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji, Materiały Badawcze IMGW. Seria Meteorologia, 31, 104 s.
- Luterbacher J., Dietrich D., Xoplaki E., Grosjean M., Wanner H., 2004, European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500, Science, 303 (5663), 1499-1503, DOI: 10.1126/science.1093877
- Maciążek A., 2005, Pomiary temperatury w meteorologii i hydrologii, Gazeta Obserwatora IMGW 6, 13-19
- Marciniak K., 1990, Zarys historii obserwacji meteorologicznych, [w:] Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych, K. Kożuchowski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 8-31
- Maugeri M., Buffoni L., Delmonte B., Fassina A., 2002, Daily Milan temperature and pressure series (1763-1998): Completing and homogenising the data, Climatic Change, 53 (1-3), 119-149, DOI: 10.1023/A:1014923027396
- 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 (6), 751-771, DOI: 10.1260/09583050322793632
- Michalski L., Eckersdorf K., 1986, Pomiary temperatury, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 490 s.

- Michalski L., Kucharski J., 2004, 400 lat pomiarów temperatury, pierwszy termometr – Galileusz, 1602 r., *Pomiary Automatyka Kontrola*, 50 (4), 29-31
- Middleton W.E.K., 1966, *A history of the thermometer and its use in meteorology*, John Hopkins Press, Baltimore, 249 s.
- Mietelski J., 1997, Stacje meteorologiczne w obserwatoriach astronomicznych, [w:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995). Wielowiekowe zmiany klimatu na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej (1792-1995) ze szczególnym uwzględnieniem schyłku glacjału*, J. Trepiańska (red.), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 16-33
- Miętus M., Wielbińska D., Owczarek M., 1994, Historia obserwacji meteorologicznych na niektórych stacjach polskiego wybrzeża, *Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej*, 17 (4), 149-162
- Moberg A., 1998, Meteorological observations in Sweden made before A.D. 1860, *Paläoklimafor-schung/Palaeoclimate Research*, 23, 99-119
- Neves G.Z.F., Gallardo N.P., Vecchia F.A.S., 2017, A short critical history on the development of meteorology and climatology, *Climate*, 5 (1), 23, DOI: 10.3390/cli5010023
- Nordli P.Ø., 2004, Spring and summer temperatures in Trondelag 1701-2003, met.no report no. 05/2004, dostępne online file:///C:/Users/rstepnowski/Desktop/MET-report-05-2004.pdf (26.06.2019)
- Parczewski W., 1948, *Zarys historii meteorologii w Polsce (od X do XIX wieku)*, *Przegląd Meteorologiczny, Hydrologiczny*, 2-4, 62-77
- Parker D.E., Legg T.P., Folland C.K., 1992, A new daily central England temperature series, 1772-1991, *International Journal of Climatology*, 12 (4), 317-342, DOI: 10.1002/joc.3370120402
- Pelz J., 1997, *Die Berliner Jahres mittel temperaturen von 1701 bis 1936*, Beilage zur Berliner Wetterkarte 20/97
- Pospieszńska A., Przybylak R., 2010, Temperatura powietrza w Toruniu w okresie 1760-1764, [w:] *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki termiczne i opadowe*, E. Bednorz (red.), Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań, 53-66
- Pruchnicki J., 1987, *Metody opracowań klimatologicznych*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 203 s.
- Przybylak R., Pospieszńska A., Nowakowski M., 2010, Temperatura powietrza w Żaganii w okresie 1781-1792, [w:] *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki termiczne i opadowe*, E. Bednorz (red.), Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań, 67-78
- Radová M., Kyselý J., 2009, Temporal instability of temperature singularities in a long-term series at Prague-Klementinum, *Theoretical and Applied Climatology*, 95 (3-4), 235-243, DOI: 10.1007/s00704-008-0002-z
- Rojecki A., 1956, O najdawniejszych obserwacjach meteorologicznych na ziemiach polskich, *Przegląd Geofizyczny*, 1 (3-4), 253-257
- Schmidli J., Schmutz C., Frei C., Wanner H., Schär C., 2002, Mesoscale precipitation variability in the region of the European Alps during the 20th century, *International Journal of Climatology*, 22 (9), 1049-1074, DOI: 10.1002/joc.769
- Schönwiese C.D., Rapp J., 1994, *Climate trend atlas of Europe, based on observations 1891-1990*, Kluwert Academic Publishers, 228 s.

- Squintu A.A., Schrier G., Brugnara Y., Klein Tank A., 2019, Homogenization of daily temperature series in the European Climate Assessment & Dataset, *International Journal of Climatology*, 39 (3), 1243-1261, DOI: 10.1002/joc.5874
- Staszewski J., 1966, *Historia nauki o Ziemi w zarysie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 405 s.
- Śniadecki J., 1857a, *Dziela Jana Śniadeckiego*. Tom 6: *Jeografia czyli opisanie matematyczne i fizyczne Ziemi. Część 1*, Wydanie Nowe Michała Balińskiego, Nakładem A.E. Glücksberga, 277 s.
- Śniadecki J., 1857b, *Dziela Jana Śniadeckiego*. Tom 7: *Jeografia czyli opisanie matematyczne i fizyczne Ziemi. Część 2*, Wydanie Nowe Michała Balińskiego, Nakładem A.E. Glücksberga, 264 s.
- Szentimrey T., 2008, Multiple analysis of series for homogenization, MASH v3.02, Hungarian Meteorological Service, Budapest, dostępne online http://www.dmcsee.org/uploads/file/331_2_mashmanual.pdf (04.07.2019)
- Tarand A., Nordli P.Ø., 2001, The Tallinn temperature series reconstructed back half a millennium by use of proxy data, *Climatic Change*, 48 (1), 189-199, DOI: 10.1023/A:1005673628980
- Tidblom A.V., 1876, Einige Resultate aus den Meteorologischen Beobachtungen: angestellt auf der Sternwarte zu Lund in den Jahren 1741-1870, *Lund's Universitets Arsskrift*, 12, 77 s.
- Trepińska J., 1997, *Szczegółowa instrukcja do wykonywania obserwacji meteorologicznych Jana Śniadeckiego*, [w:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*. Wielowiekowe zmiany klimatu na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej (1792-1995) ze szczególnym uwzględnieniem schyłku glacjału, J. Trepińska (red.), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 45-50
- Trepińska J. (red.), 1997, *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*. Wielowiekowe zmiany klimatu na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej (1792-1995) ze szczególnym uwzględnieniem schyłku glacjału, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 205 s.
- Trepińska J., Ptak D., 2006, Dziewiętnastowieczne obserwacje meteorologiczne w Krakowie i ich znaczenie w badaniach współczesnych zmian klimatu [w:] *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*, J. Trepińska, Z. Olecki (red.), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 101-115
- Ustrnul Z., 1997, Uzupełnienie i weryfikacja danych krakowskiej serii pomiarowej za lata 1792-1825, [w:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*. Wielowiekowe zmiany klimatu na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej (1792-1995) ze szczególnym uwzględnieniem schyłku glacjału, J. Trepińska (red.), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 79-88
- Van den Dool H.M., Krijnen H.J., Schuurmans C.J.E., 1978, Average winter temperatures at The Bilt (The Netherlands): 1634-1977, *Climate Change*, 1 (4), 319-330, DOI: 10.1007/BF00135153
- Wege K., 1996, Zur Historie des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg. *Promet - Meteorologische Fortbildung*, 25 (4), 90-98
- Wege K., Winkler P., 2005, *Societas Meteorologica Palatina (1780-1795) and the very first beginnings of Hohenpeißenberg Observatory (1781-today)*, [w:] *From Beaufort to Bjerknes and beyond: critical perspectives on observing, analysing and predicting weather and climate*, S. Emeis, C. Lüdecke (red.), Erv Dr. Erwin Rauner Verlag, Augsburg, 45-54
- Woodworth P.L., 2006, The meteorological data of William Hutchinson and a Liverpool air pressure times series spanning 1768-1999, *International Journal of Climatology*, 26 (12), 1713-1726, DOI: 10.1002/joc.1335

S t r e s z c z e n i e

Historia pomiarów temperatury powietrza związana jest z zainteresowaniem człowieka warunkami termicznymi, a w szczególności z występowaniem skrajnych warunków termicznych, które stanowiły zagrożenie dla ludzkiej egzystencji. Jest to zagadnienie ważne z punktu widzenia zmienności klimatu, ponieważ dzięki długoletnim seriom pomiarowym możemy porównać okres współczesnego ocieplenia z innymi występującymi okresami ciepła lub zimna w Europie. Celem pracy jest przedstawienie najwcześniejszych pomiarów temperatury powietrza w Europie oraz omówienie problemów związanych z tymi pomiarami. Prekursorem w rozwoju pomiarów temperatury powietrza były Włochy, gdzie utworzono pierwszą na świecie sieć stacji meteorologicznych w 1654 r., działającą do 1667 roku. W 1781 roku powstała Mannheimska (Palatyńska) sieć meteorologiczna zorganizowana przez Palatyńskie Towarzystwo Meteorologiczne z Mannheim w Niemczech, gdzie dokonano ujednoczenia pomiarów na niektórych stacjach. Sieć działała tylko do 1792 roku. Od początku XVIII wieku rozpoczęto pomiary na wielu europejskich stacjach, jednak były nieporównywalne, ponieważ nie były wykonywane w sposób ciągły. Dopiero w XXI wieku podjęto się próby rekonstrukcji pomiarów temperatury powietrza na większości europejskich stacji. Dzięki długoletnim seriom temperatury powietrza możliwe jest poznanie przeszłych warunków klimatycznych i porównanie ich z obecnymi warunkami. Ponadto stanowią cenny dowód potwierdzający współczesne ocieplenie, a także mają istotne znaczenie z punktu widzenia oceny wielkości współczesnych zmian klimatu.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, rekonstrukcja, pierwsze pomiary, systematyczne pomiary, Europa.

S u m m a r y

The history of air temperature measurements is related to the curiosity of a man with thermal conditions, and in particular with the occurrence of extreme thermal conditions, which posed a threat to human existence. This is an issue important from the point of view of climate change, and especially of contemporary climate warming, because thanks to long-term measurement series we can just compare the period of modern warming with other occurring periods of heat or cold in Europe. The aim of the work is to present the earliest measurements of air temperature in Europe and to discuss problems related to these measurements. The precursor in the development of air temperature measurements was Italy, where the measurements were started, as well as the first in the world network of meteorological stations in 1654. The network included 11 stations in Europe, including one in Poland in Warsaw. The network operated until 1667, and the measurements were not kept. At the same time, exactly in 1659, measurements were started in central England (London, Oxford), which have survived to this day and it is the longest surviving series of measuring air temperature in Europe compiled by Manley for central England from 1659. From the beginning of the 18th century, measurements were started at many European stations. Initially, these were the first short-term measurements, but over time they became systematic measurements that have survived to this day. In most cases these series were not homogeneous, therefore they were reconstructed.

It is assumed that the most unified series of air temperatures in Europe is the Praga-Klementinium series from 1775 and Krakow - the Botanical Garden from 1826, where the measurements were uninterrupted in one place. In 1781, Mannheim's (Palatinate) meteorological network was set up by the Palatine Meteorological Society from Mannheim, Germany, under the direction of J. Hammer, where measurements were made at some stations. The network operated only until 1792. Thanks to the long series of air temperatures, it is possible to know the past climatic conditions and compare them with the current conditions.

Key words: air temperature, reconstruction, first measurements, systematic measurements, Europe.