



# atlas

WSPÓLZALEŻNOŚCI  
PARAMETRÓW  
METEOROLOGICZNYCH  
I GEOGRAFICZNYCH  
W POLSCE



**ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE  
W TYSIĄCLECIU 1500-2500**

**UNIwersYTET WARSZAWSKI  
WYDZIAŁ GEOGRAFII I STUDIÓW REGIONALNYCH**

**MARIA STOPA-BORYCZKA, JERZY BORYCZKA**

**XLII. ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE  
W TYSIĄCLECIU 1500-2500**

# **atlas**

**WSPÓŁZALEŻNOŚCI  
PARAMETRÓW  
METEOROLOGICZNYCH  
I GEOGRAFICZNYCH  
W POLSCE**

**Warszawa 2020**



Komitet Redakcyjny

Maria STOPA-BORYCZKA

Jerzy BORYCZKA

Jolanta WAWER

Władysław ŻAKOWSKI

Recenzent

Prof. dr hab. Mirosław Bogacki

© Copyright by Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW 2020

ISBN 978 - 83 - 63245 - 55 - 9

## SPIS TREŚCI

	INICJATORZY, WSPÓLAUTORZY I REDAKTORZY NAUKOWI SERII 42 TOMÓW ATLASU WSPÓLZALEŻNOŚCI PARAMETRÓW METEOROLOGICZNYCH I GEOGRAFICZNYCH W POLSCE	7
	Maria Stopa-Boryczka	9
	Jerzy Boryczka	27
I.	WPROWADZENIE	47
II.	ZMIANY KLIMATU ZIEMI OD -500 000 BP DO 100 000 AD	49
2.1.	Wahania promieniowania słonecznego na równoleżniku 65° N według zmian orbity Ziemi	49
2.2.	Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy według izotopu tlenu ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$ ) w rdzeniu lodowym z wyspy Devon (Arktyka Kanadyjska)	50
2.3.	Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według substancji organicznych (%) w Jez. Wikaryjskim	51
2.4.	Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według substancji organicznych (%), węglanów wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) zawartych w osadach Jez. Gościąż	62
2.5.	Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu X-XX według słoju drzew	55
	ZAKRES ZMIAN TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE	
III.	( $T_{\text{sr}} - 2\sigma$ $T_{\text{sr}} + 2\sigma$ ) W OSTATNICH STULECIACH I LATACH 1900-2018	57
3.1.	Empiryczny i normalny (Gausa) rozkład prawdopodobieństwa	57
3.2.	Progi dolny $T_{\text{sr}} - 2\sigma$ i górny $T_{\text{sr}} + 2\sigma$ temperatury powietrza w 30 miastach w Europie w ostatnich stuleciach XVI-XXI i w latach 1990-2018	64
IV.	PROFILE RÓWNOLEŻNIKOWE TEMPERATURY POWIETRZA NA OBSZARZE EUROPY W LATACH 1900-2018	109
V.	PROFILE POŁUDNIKOWE TEMPERATURY POWIETRZA NA OBSZARZE EUROPY W LATACH 1900-2018	143
VI.	ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W WARSZAWIE W TYSIĄCLECIU 1500-2500 ( $\varphi = 52^{\circ}13'N$ , $\lambda = 21^{\circ}02'E$ , $H = 110$ )	177
6.1.	Anomalie temperatury powietrza w Warszawie – według pomiarów (1779-2019), rekonstrukcji (1500-1778) i prognoz (2020-2500)	177
VII.	ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W PARYŻU W TYSIĄCLECIU 1500-2500 ( $\varphi = 52^{\circ}13'N$ , $\lambda = 21^{\circ}02'E$ , $H = 110$ )	257
7.1.	Anomalie temperatury powietrza w Paryżu – według pomiarów (1757-2019), rekonstrukcji (1500-1757) i prognoz (1758-2500)	257
VIII.	ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W GENEWIE W TYSIĄCLECIU 1500-2500 ( $\varphi = 46^{\circ}15'N$ , $\lambda = 6^{\circ}08'E$ , $H = 416$ m)	329
8.1.	Ochłodzenia i ocieplenia w Genewie w latach 1768-2019	329
8.2.	Anomalie temperatury powietrza w Genewie – rekonstrukcje w latach 1500-1767 i prognozy w 2020-2500	347



**INICJATORZY, WSPÓŁAUTORZY I REDAKTORZY NAUKOWI  
SERII 42 TOMÓW ATLASU WSPÓLZALEŻNOŚCI PARAMETRÓW  
METEOROLOGICZNYCH I GEOGRAFICZNYCH W POLSCE**



## MARIA STOPA-BORYCZKA



**Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka**

Maria Magdalena Stopa-Boryczka urodziła się 15 sierpnia 1933 r. w miejscowości Rozkoszówka. Szkołę średnią ukończyła w 1952 r. w Hrubieszowie (Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Staszica). W tym samym roku rozpoczęła studia na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie, a następnie specjalizowała się w zakresie klimatologii w Uniwersytecie Warszawskim.

Tytuł magistra uzyskała w roku 1956 za pracę dyplomową:

- Stopa M., 1956, *Roczny przebieg wilgotności powietrza w Lublinie w zależności od mas powietrza w ciągu 2 lat (1952 i 1953)* (Wincenty Okołowicz, Zofia Kaczorowska).

Po ukończeniu studiów rozpoczęła pracę w Katedrze Klimatologii Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Warszawskiego, którą kontynuuje do chwili obecnej jako profesor emerytowany. Początkowo pracowała jako asystent, w latach 1959-1964 – starszy asystent, 1965-1974 – adiunkt, 1975-1989 – docent, 1990-1994 – profesor nadzwyczajny, a od 1 maja 1994 r. profesor zwyczajny.

Stopień doktora nauk przyrodniczych otrzymała w roku 1964 za pracę :

- Stopa M. , 1964, *Regiony burzowe w Polsce*, [w:] Dokumentacja Geograficzna IG PAN, z .1, 1965, ss. 96 (skrót pracy), promotor prof. dr Wincenty Okołowicz, recenzenci: doc. dr hab. Zofia Kaczorowska, prof. dr Władysław Parczewski

## Zainteresowania naukowo-badawcze

W początkowym okresie pracy domeną Jej zainteresowań naukowych były burze – ich rozkład przestrzenny na obszarze Polski np. liczba dni z burzą, wskaźnik aktywności burzowej, przebieg dobowy i czas trwania burz, okresy burzowe oraz warunki meteorologiczne sprzyjające powstawaniu burz w różnych masach powietrza. Kończącym etapem tych badań był podział Polski na regiony burzowe. Opracowania dotyczące zjawisk burzowych ze względu na ich znaczenie w różnych dziedzinach gospodarki narodowej wzbudziły duże zainteresowanie, zarówno w kraju jak i za granicą (4 prace przetłumaczono na język angielski na zamówienie zagranicy).

Głównym przedmiotem zainteresowań prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka jest (od 1967 r) określenie zależności podstawowych elementów klimatologicznych od czynników geograficznych na przykładzie Polski. Największe znaczenie metodyczne mają empiryczne równania klimatu Polski (równania regresji), określające zależność podstawowych elementów klimatologicznych od współrzędnych położenia geograficznego t.j. od szerokości geograficznej ( $\varphi$ ) i długości geograficznej ( $\lambda$ ) oraz wysokości nad poziomem morza ( $H$ ).

Wynikiem tych dociekań jest rozprawa habilitacyjna:

– Stopa-Boryczka M., 1973, *Cechy termiczne klimatu Polski*, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, nr 72, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 348.

Istotne znaczenie poznawcze mają przede wszystkim mapy gradientów horyzontalnych temperatury powietrza (zredukowane do poziomu morza) przedstawione w postaci wektorów. Ich odchylenia od miejscowych południków i długość są miarami oddziaływania mas powietrza polarnego morskiego i kontynentalnego. Izolinie ich azymutów wyodrębniają strefy różnego stopnia oddziaływania Atlantyku i Bałtyku na klimat Polski.

Wychodząc z tej tematyki, stała się ona inicjatorką i współautorką serii wydawniczej (czasopisma) Zakładu Klimatologii – 42 tomów (pozycji książkowych) opublikowanych w latach 1974-2020:

– *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, Wyd. UW WGSR (tom. I – 1974, ss.276, tom XLII – 2020, ss.400)

Dzięki tym pracom stworzyła wraz z prof. dr hab. Jerzym Boryczką i ze swoimi współpracownikami z Zakładu Klimatologii UW unikatowy w Polsce kierunek badań, ujmujący w sposób ilościowy geograficzne uwarunkowanie klimatu. Prace te mają znaczenie poznawcze i aplikacyjne.

Zainteresowania Profesor Marii Stopa-Boryczka nie ograniczają się tylko do zmian przestrzennych klimatu, ale obejmują także zmiany długookresowe klimatu miast w Europie ze szczególnym uwzględnieniem miast Polski. Udokumentowano to w 12 tomach *Atlasu* (współautorstwo J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka i współpracownicy). Na szczególną uwagę zasługują: t. XIV (2000), t. XVII (2003), t. XX-XXI (2007) i t. XXV (2010). Znaczącym postępem w badaniach zmian klimatu jest identyfikacja przyczyn naturalnych ochłodzeń i ociepleń klimatu w XVIII-XXI wieku dzięki zastosowaniu nowej metody J. Boryczki „sinusoid regresji” badania okresowości zjawisk przyrodniczych (także występujących w różnych odstępach czasu).

Duże znaczenie poznawcze mają wyniki badań anomalii temperatury powietrza w Europie. W *Atlasach współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*:

– Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, , , t. XL .. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW

- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2020, t.XLI. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW
- Stopa-Boryczka M. Boryczka J., 2020, XLII. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW

Ekstrema temperatury powietrza w Europie określono na podstawie wyników pomiarów wykonanych w 30 miastach: o szerokości geograficznej  $\varphi$ , długości  $\lambda$  i wysokości nad poziomem morza  $H$ . O anomaliach temperatury powietrza (największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu) informują ekstrema – minima ( $t_{\text{inf}}$ ,  $T_{\text{inf}}$ ) i maksima ( $t_{\text{sup}}$ ,  $T_{\text{sup}}$ ). Za wyjątkowe pod względem temperatury powietrza uznano te miesiące, pory roku, lata, w których średnia temperatura ( $T$ ) różni się od średniej wieloletniej ( $T_{\text{sr}}$ ) co najmniej o 2 odchylenia standardowe ( $\sigma$ ):  $T_{\text{inf}} \leq T_{\text{sr}} - 2\sigma$  – bardzo chłodne,  $T_{\text{sup}} \geq T_{\text{sr}} + 2\sigma$  – bardzo ciepłe.

Interesujące są też profile równoleżnikowe i południkowe temperatury powietrza w latach 1900-2018 – wielomiany regresji względem szerokości geograficznej  $\varphi$  i długości  $\lambda$ .

Według Profesor Marii Stopa-Boryczka najważniejszym ogniwem w kształceniu klimatologów są prace magisterskie, które zazwyczaj mają charakter oryginalnych opracowań cząstkowych. Przykładem takiej współpracy studentów z opiekunami naukowymi jest seria 9 tomów Atlasów – od XXII (2008) do XXX (2013) dotyczących naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu miast Europy ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy.

Ważnym eksperymentem naukowym był udział Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem profesor Marii Stopa-Boryczka w programie Rządowym PR-5. *Ekofizjograficzne podstawy kształtowania środowiska Białoleka Dworska* (1979, 1980, 1982). Założeniem tego eksperymentu było przeprowadzenie kompleksowych badań środowiska przyrodniczego, w tym badań klimatycznych, przed powstaniem osiedla, w trakcie jego budowy i po jej zakończeniu. Praca ta przyniosła poważne osiągnięcia w zakresie metod badań i opracowań klimatologicznych na potrzeby urbanistów przy projektowaniu nowych osiedli mieszkaniowych.

Najważniejszymi wydarzeniami ostatniej dekady były dwie Konferencje Ogólnopolskie z okazji 50-lecia (25-27 X 2001) i 60-lecia (10-11 XII 2010) Zakładu Klimatologii z udziałem gości zagranicznych zorganizowane w Warszawie przez Zespół pracowników i doktorantów Zakładu Klimatologii UW (pod kierunkiem Prof. Marii Stopa-Boryczka i Prof. Krzysztofa Błazejczyka). Z okazji tych konferencji wydano specjalne publikacje – *Prace i Studia Geograficzne*: t. 28, t. 29 (2001), t. 47 (2011). Suplement do t. 47 obejmuje cały 60-letni dorobek naukowy i dydaktyczny w zakresie kształcenia absolwentów klimatologii (Stopa-Boryczka M., Boryczka J., i in., 2011).

Największą wartość naukowo-metodyczną i poznawczą mają pozycje książkowe (35) i artykuły naukowe, opublikowane w ostatnich 30 latach (ogółem ponad 234 pozycji, w tym 50 – w jez. angielskim). Trzy książki: *Regiony burzowe w Polsce*, *Cechy termiczne klimatu Polski*, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. I (1974) i t. II (1976) zostały wyróżnione nagrodami Ministra Edukacji Narodowej, a kilka publikacji – nagrodami J. M. Rektora.

Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka marginesowo zajmowała się klimatem Pojezierza Mazurskiego, wpływem zbiorników wodnych na klimat lokalny (na przykładzie jezior Śniardwy, Narie i Rajgrodzkiego – 7 opracowań zespołowych i jedno indywidualne), wpływem warunków meteorologicznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń powie-



trza (na przykładzie Warszawy i Kudowy – 5 opracowań zespołowych i jedno indywidualne, nie licząc innych prac o charakterze metodycznym, jak skrypt do ćwiczeń z klimatologii (współautorstwo), czy też rozdział w przewodniku do badań środowiska geograficznego dla nauczycieli. Ponadto jest współautorką obszernego rozdziału w podręczniku akademickim: Stopa-Boryczka M, Boryczka J., 2005, III. *Klimat* [w:] Geografia Fizyczna Polski (red. A. Richling, K. Ostaszewska), Wyd. PWN, Warszawa, s.84-127.

Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka brała czynny udział w wielu konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych:

1. 25<sup>th</sup> International Geographical Congress, Paris-Alpes (1984),
2. Kongres Geograficzny, Moskwa,
3. Konferencja CEB-III-RWPG, Urban Ecological Studies in Central and Eastern Europe, Proceedings of the International Symposium Warszawa-Jablonna (24-25.09.1986)
4. X Czesko-polskie Sympozjum, Praga (6-9.06 .1988),
5. II European Meeting of the INTECOL and UNESCO – *Program 11 Man and Biosphere International Network for Urban Ecology, Warsaw-Mądralin, 15-17 December 1992, ss. 20*
6. International Conference, Polish National Committees for IGBP – Global Change, Kraków (17-20 October 1995),
7. Międzynarodowna Naukowa Konferencja Kaliningrad/Swietlogorsk, Rosja (4-7 junja 2001),
8. Konferencje międzynarodowe: Kraków (2004, 2006, 2007),
9. Proceedings Conference “Landscape Science – Traditions and Trends”, September 8-12, Ivan Franko National University of Lviv, Lwów (2004).

Profesor Maria Stopa-Boryczka wraz z Zespołem dała się poznać jako popularyzator badań własnych Zakładu Klimatologii dotyczących naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Polski ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy. Poligonem doświadczalnym był udział Zakładu w 7 Piknikach Naukowych organizowanych przez Polskie Radio BIS i Centrum Nauki Kopernik w latach 2002-2008 (Pikniki VI – XII) i publikacje zamieszczone w Materiałach Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Na uwagę zasługuje ostatnie dzieło Piknikowe pt. *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007* (2008).

Profesor Maria Stopa-Boryczka (oprócz 42 tomów *Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*) jest również redaktorem lub współredaktorem publikacji popularnonaukowych – z Pikników Naukowych Polskiego Radia BIS :

- *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*, VI Piknik pod hasłem „Co nauka daje sztuce?”, 8. 06 2002.
- *Klimat Europy. Przeszłość – teraźniejszość – przyszłość*, VIII Piknik pod hasłem „Nauka bez granic”, 22 V 2004
- *Prognozy pogody w przysłowiacz i ich sprawdzalność w Polsce*. X Piknik pod hasłem „Świat za 10 lat”, 3.06.2006.
- *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. XI Piknik NAUKOWY pod hasłem „Matematyka i my”, 26.05.2007.
- *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*. XII Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik pod hasłem „Poznaj język nauki” 14.06.2008..

## Działalność dydaktyczno-wychowawcza i organizacyjna

Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka ma także duże osiągnięcia w zakresie kształcenia kadry, dydaktyki oraz organizacji. Była promotorem 8 rozpraw doktorskich (w tym 3 doktorantów zagranicznych):

1. **Nguyen Thien Son** (Hanoi – Wietnam), 1978, *Związki korelacyjne parametrów meteorologicznych w różnych masach powietrza*, promotor doc. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: doc. dr hab. Zofia Kaczorowska, doc. dr hab. Edward Strauch.
2. **Andrzej Górka**, 1979, *Pionowe gradienty temperatury powietrza w Sudetach*, [w:] Prace i Studia Geograficzne, t. 28, 2001 (skrót pracy), promotor doc. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Mieczysław Hess, doc. dr hab. Zofia Kaczorowska.
3. **Badr Jaddoa Ahmed**, 1987, *Wpływ czynników geograficznych na klimat Iraku*, [w:] Prace i Studia Geograficzne, t. 28, 2001 (skrót pracy), promotor doc. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: doc. dr hab., Elżbieta Kupczyk, doc. dr hab. Mirosław Bogacki.
4. **Nguyen Van Than**, 1990, *Wpływ czynników geograficznych na klimat Wietnamu* (maszynopis, 1990), [w:] *Miscellanea Geographica*, v. 5, 1992 (skrót pracy, z M. Stopą-Boryczką), promotor doc. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: prof. dr Jerzy Kondracki, doc. dr hab. Stanisław Paczos.
5. **Bożena Kicińska**, 1999, *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na stężenie dwutlenku siarki w powietrzu w Polsce*, [w:] *Miscellanea Geographica*, v. 9, 2000 (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Florian Plit, prof., dr hab. Halina Lorenc.
6. **Magdalena Kuchcik**, 2000, *Wpływ warunków arosanitarnych i biometeorologicznych na zgony mieszkańców Warszawy*, [w:] Prace i Studia Geograficzne, t. 28, 2001 (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci dr hab. Andrzej Kowalczyk, doc. dr hab. Krzysztof Błażejczyk.
7. **Dariusz Baranowski** (WSP – Słupsk), 2001, *Zróźnicowanie warunków atmosferycznych w Polsce w zależności od typu cyrkulacji*, [w:] Prace i Studia Geograficzne, t. 29, 2001 (skrót pracy), promotorzy: prof. dr hab. Andrzej Ewert, prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Elżbieta Kupczyk, prof. dr hab. Gabriel Wójcik.
8. **Katarzyna Grabowska**, 2002, *Burze w Polsce i ich uwarunkowania*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVI, 2002) (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Elżbieta Kupczyk, prof. dr hab. Czesław Koźmiński.

Dwie osoby w Jej Zespole uzyskały stopień doktora habilitowanego (Jerzy Boryczka – 1983, Elwira Żmudzka – 2008). Kierowała 117 pracami magisterskimi i 5 licencjackimi.

Opiniowała 6 prac doktorskich i 4 habilitacyjne. Ponadto recenzowała dorobek naukowy 10 kandydatów (dr hab.) z wnioskami na tytuł lub stanowisko profesora.

W ramach wykładów (meteorologia i klimatologia, metody opracowań klimatologicznych, klimat Polski), seminariów i prac dyplomowych wychowała wraz z zespołem liczne grono klimatologów – kadry dobrze przygotowanych badaczy, którzy w Uniwersytecie Warszawskim i w innych ośrodkach polskiej nauki prowadzą dydaktykę i pracę badawczą nad wymienionymi problemami naukowymi.

Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka wyróżnia się również dużym zaangażowaniem w działalności organizacyjnej, pełniąc funkcje: Kierownika Zakładu Klimatologii przez 29 lat (od 1975 do 2003 r, prodziekana Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW w latach 1987-1993, dyrektora Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych w latach 1993-1999 i wicedyrektora od 1999 do 2002 r. Poza tym jest redaktorem głównym *Prac i Studiów Geograficznych – Klimatologia* oraz redaktorem 10 tomów i współredaktorem 34 tomów (z J. Boryczką i in.). *Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. Była członkiem Rady Wydziału Geografii i Stu-

diów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego i Rady Naukowej Instytutu Geografii Fizycznej WGSR. Jest członkiem dwóch towarzystw naukowych: Polskiego Towarzystwa Geograficznego i Polskiego Towarzystwa Geofizycznego.

Zakład Klimatologii pod kierownictwem prof. dr hab. Marii Stopy-Boryczki współpracował z szeregiem instytucji i instytutów naukowo-badawczych w kraju np.: Zakład Klimatologii Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie, Instytut Kształtowania Środowiska, Biuro Studiów i Projektów Inżynierii Miejskiej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej) oraz za granicą: Uniwersytet w Moskwie, we Lwowie, w Sofii, Brnie, Hanoi i Berlinie.

Prof. dr hab. Maria Stopa-Boryczka została odznaczona za działalność naukową, dydaktyczną oraz organizacyjną:

- Złotym Krzyżem Zasługi,
- Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski
- Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski
- Medalem Imienia Jerzego Kondrackiego za zasługi dla Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW (25 X 2001 r.).
- Medal z okazji Jubileuszu 100-lecia Polskiej Geografii, który obchodzono w 2018 r.

Z okazji Podwójnego Jubileuszu Pani Profesor Marii Stopa-Boryczka – 80 Rocznicy Urodzin i zbliżającego się 60-lecia pracy naukowej i dydaktycznej, składamy najlepsze życzenia, wiele zdrowia oraz dalszych tak interesujących jak dotychczas, badań naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Polsk

### SPIS PUBLIKACJI (1960-2020)

1. Stopa M., 1960, *Liczba dni z burzą w Polsce*, Prz. Geogr., t. XXXII, z. 3, s. 329-333.
2. Stopa M., 1962, *Burze w Polsce*, Prace Geogr. IG PAN nr 34, s. 109-185.
3. Stopa M., 1964, *Burze w Polsce*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 1, s. 128-129.
4. Okołowicz W., Stopa M., 1964, *Wyniki badań terenowych na Pojezierzu Mazurskim w lipcu i sierpniu 1961 roku*. Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 1, s. 104-119
5. Stopa M., 1964, *Wyniki pomiarów zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie w styczniu i lutym 1962*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 1, s. 60-69.
6. Stopa M., 1964, *Przebieg dobowy występowania burz w Polsce*, Prz. Geogr., t. XXXIV, z. 1, s. 103-118.
7. Stopa M., 1964, *Warunki meteorologiczne sprzyjające powstawaniu burz w różnych masach powietrza*, Prz. Geof., R. IX, (XVII), z. 1, s. 67-75.
8. Stopa M., 1964, *Czas trwania burz w różnych masach powietrza*, Prz. Geof., R. IX, (XVII), z. 3-4, s. 287-290.
9. Stopa M., 1965, *Rejony burzowe w Polsce*, Dok. Geogr. IG PAN, z. 1, ss. 96.
10. Stopa M., 1965, *Podział Polski na regiony burzowe*, Prz. Geogr., t. XXXVII, z. 4, s. 659-668.
11. Stopa M., 1966, *Thunderstorms in Poland*, The Scientific Publications Foreign Cooperation Centre of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, s. 98-172.
12. Stopa M., 1966, *Diurnal course of storm occurrence in Poland*, The Scientific Publications Foreign Cooperation Centre of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, ss. 17.
13. Stopa M., 1966, *Meteorological conditions favouring formation of thunderstorms in different air masses*, The Scientific Publications Foreign Cooperation Centre of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, ss. 8.
14. Stopa M., 1966, *Prawdopodobieństwo występowania burz w wybranych regionach geograficznych*. Prz. Geof., R. XI (XIX), z. 1, s. 45-55.
15. Stopa M., 1966, *Storms occurrence probability over some geographic regions of Poland*, The Scientific Publications Foreign Cooperation Centre of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, ss. 11.
16. Stopa M., 1967, *Storm regions in Poland*, Geographia Polonica, nr 11, s. 39-47.
17. Stopa M., Przybylska G., 1967, *Wpływ jezior i rzeźby terenu na kształtowanie się stosunków termiczno-wilgotnościowych podczas upalnego lata 1963*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 2, s. 62-107.

18. Stopa M., Kossowska U., 1967, *Różnice wskazań temperatury na psychrometrze Augusta i Assmanna*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 3, s. 51-67.
19. Stopa M., 1967, *Częstość występowania burz w okolicy Wielkich Jezior Mazurskich*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 2, s. 138-144.
20. Stopa M., 1967, *Powtarzalność liczby burz w ciągu doby na terenie Polski*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 3, s. 128-134.
21. Stopa M., 1968, Przybylska G., Boryczka J., *Ćwiczenia z klimatologii*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 181
22. Stopa M., 1968, *Temperatura powietrza w Polsce*, Dok. Geogr. IG PAN, z. 1, ss. 213.
23. Okołowicz W., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Nowacka M., 1970, *Charakterystyka klimatu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich z punktu widzenia wczasów i turystyki*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 4-50
24. Okołowicz W., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Boryczka J., 1970, *Wpływ ukształtowania powierzchni i warunków meteorologicznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń (na przykładzie Kudowy)*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 133-148.
25. Okołowicz W., Kaczorowska Z., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Martyn D., Nowacka M., 1970, *Cechy charakterystyczne klimatu zachodniej części Pojezierza Mazurskiego, ze szczególnym uwzględnieniem sezonu letniego*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 5, s. 4-42
26. Stopa-Boryczka M., 1970, *Prawdopodobieństwo występowania określonych wartości temperatur ekstremalnych oraz amplitud dobowych w różnych masach powietrza*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 177-205.
27. Stopa-Boryczka M., 1970, *Okresy burzowe w Polsce*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 163-169.
28. Stopa-Boryczka M., Czechowicz B., Kossowska U., Ostaszewska E., 1973, *Charakterystyka i ocena środowiska przyrodniczego i jego zmian na obszarze zurbanizowanym WZM pod względem warunków zdrowotnych*, Prace i Materiały Techniczno-Ekonomicznej Rady Naukowej przy Prezesie Stołecznej Rady Narodowej, Sekcja 4, nr 55, Warszawa, ss. 146.
29. Stopa-Boryczka M., 1973, *Mapy dotyczące burz w Polsce: średnia liczba dni z burzą, średnie daty występowania najwcześniejszych burz, średni okres potencjalny występowania burz*, [w:] *Narodowy Atlas Polski*, Warszawa.
30. Stopa-Boryczka M., 1973, *Cechy termiczne klimatu Polski*, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, nr 72, Wyd. UW, Warszawa, ss. 348.
31. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1974, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. I, *Związki korelacyjne między elementami meteorologicznymi i czynnikami geograficznymi w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 276.
32. Stopa-Boryczka M., 1975, *Geographical gradients of air temperature in Poland*, *Geographia Polonica*, nr 31, s. 189-211.
33. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1976, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. II, *Zależność elementów meteorologicznych od czynników geograficznych w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 451.
34. Stopa-Boryczka M., 1976, *Cechy termiczne klimatu Polski*, Dok. Geogr. IG PAN, z. 1, s. 64-67.
35. Stopa-Boryczka M., 1976, *Cechy termiczne klimatu Polski*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 8, s. 57-112.
36. Stopa-Boryczka M., 1976, *Związki korelacyjne między składowymi obiegu wody na obszarze Polski*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 8, s. 5-18.
37. Stopa-Boryczka M., 1976, *Klimatologia w służbie gospodarki narodowej, trzydziestolecie PRL w Uniwersytecie Warszawskim*, s. 209-213.
38. Stopa-Boryczka M., 1977, *Zależność temperatury powietrza od współrzędnych geograficznych*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 9, s. 39-72.
39. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1977, *Zależność parametrów meteorologicznych od wysokości nad poziomem morza w Polsce*, *Prz. Geof.*, t. XXII, z. 2, 1977, s. 121-130.
40. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1978, *Zależność parametrów meteorologicznych od temperatury powietrza w Polsce*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 11, s. 147-175.
41. Stopa-Boryczka M., 1978, *Jubileusz prof. dr Wincentego Okołowicza*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 10, s. 5-17.
42. Stopa-Boryczka M., 1978, *Badania naukowe Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii Uniwersytetu Warszawskiego w okresie 25 lat (1951-1975)*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia z. 10, s. 19-53.
43. Stopa-Boryczka M., 1978, *Badania klimatu lokalnego*, [w:] *Poradnik do badań środowiska geograficznego (dla nauczycieli)*, Ciechanów, s.125-157.
44. Stopa-Boryczka M., 1978, *Działalność naukowa i dydaktyczna doc. dr hab. Zofii Kaczorowskiej*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z.11, s. 5-9.

45. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 1980, *The influence of activity of the Sun on air temperature and precipitation on Mountain*, X Międzynarodowa Konferencja Karpacka, Kraków.
46. Stopa-Boryczka, Boryczka J., 1980, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. III, *Geograficzne gradienty parametrów wilgotności powietrza w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 322.
47. Stopa-Boryczka M., *Wincenty Okolowicz (1906-1979)*, 1980, *Prz. Geogr.*, t. LII, z. 2, s. 439-443.
48. Stopa-Boryczka M., 1980, *Wincenty Okolowicz (w rocznicę śmierci)*, *Prz. Geof.*, R. XXV, z. 2, s. 439-443.
49. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Ryczywolska E., Boryczka J., Górka A., 1982, *Ocena klimatu lokalnego do projektu zespołu osiedli mieszkaniowych w Białoleśce Dworskiej w Warszawie*. *Człowiek i Środowisko*, t. 6, nr 3-4, s. 335-349.
50. Boryczka J., Stopa-Boryczka, Styś K., 1984, *Aproksymacja pola opadów atmosferycznych w Polsce*, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 288, s. 201-214.
51. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1984, *Centennial air temperature fluctuation in Warsaw*, 25<sup>th</sup> International Geographica Congress, Abstracts of Papers, t. I, Paris-Alpes.
52. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1984, *The multiperiodical changes of air temperature in Warsaw*, *Miscellanea Geographica*, vol.1, Wyd. UW, s. 87-96.
53. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Kossowską-Cezak U., Ryczywolska E., Wawer J., 1984, *Badania wpływu zabudowy na klimat lokalny w Warszawie*, [w:] *Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji nt. Klimat i Bioklimat miast*. Wyd. UŁ, Łódź, 22-24 X 1984 r., s. 29-35.
54. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., 1984, *Aproksymacja pola temperatury powietrza w Polsce*. *Materiały sympozjum naukowego Udział nauki polskiej w światowym programie klimatycznym*, Skierniewice, V 1984 r., streszczenia referatów, s. 13-15.
55. Stopa-Boryczka M., Martyn D., 1985, *Klimat (województwa suwalskiego)*, [w:] *Województwo Suwalskie. Studia i Materiały*, t. 1, Ośrodek Badań Naukowych w Białymstoku, IGI PAN w Warszawie, Białystok, s. 81-118.
56. Boryczka J., Stopa-Boryczka, M., 1986, *Matematyczny model klimatu Polski*, I Sesja Naukowa INFG UW, Warszawa s. 117-130.
57. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1986, *A mathematical model of Poland's climate*. *Miscellanea Geographica*, vol. 2, s. 55-69.
58. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Kossowską-Cezak U., Mierzwiński B., Wawer J., 1986, *Deformacja pól elementów meteorologicznych pod wpływem zabudowy*. [w:] *Materiały I Sesji Naukowej INFG*, Warszawa, s. 137-142.
59. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Kossowską-Cezak U., Mierzwiński B. Wawer J., 1986, *Deformation of fields of meteorological elements under the influence of buildings*. *Miscellanea Geographica*, vol. 2, s. 91-102.
60. Stopa-Boryczka M., Martyn D., Boryczka J., Wawer J., Ryczywolska E., Kopacz-Lembowicz M., Kossowską-Cezak U., Lenart W., Danielak D., Styś K., 1986, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. IV, *Klimat północno-wschodniej Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 511.
61. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1986, *Wlijanije goroda na pole mieteorologiczieskich pieremiennych*. CEB-III-RWPG, Jabłonna 24-25 września, ss. 11.
62. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1988, *Deformation of the field of air temperature due the relief of Poland*, *Miscellanea Geographica*, vol. 3, Wyd. UW, s. 113-125.
63. Stopa-Boryczka M., 1988, *Air temperature field deformation under the influence of built-up area in Warsaw*, *Miscellanea Geographica*, t. 3, s. 133-144.
64. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1989, *Wpływ czynników antropogennych na klimat lokalny Warszawy*, *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, No 2, Praha, s. 49-66.
65. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kicińska B., Żmudzka E., 1989, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. V, *Z badań klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 284.
66. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1989, *The multiperiodical changes of air temperature and precipitation in Poland*, *Materiały Konferencji Klimatycznej*, Brno, maj Japan, November 6-11 1989, Book of abstracts, Kyoto 1989.
67. Stopa-Boryczka M., 1989, *Podwójny Jubileusz Profesora Jerzego Kondrackiego*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 24, s. 7-11.
68. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1990, *Deformacja pola temperatury powietrza w Warszawie pod wpływem czynników antropogenicznych*, *Problemy współczesnej klimatologii*, Conference Papers 4, Sympozjum Ogólnopolskie, Stare Pole k/Malborka, 7-9 październik 1988, s. 131-146.

69. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kicińska B., Żmudzka E., 1990, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VI, *Wpływ Oceanu Atlantyckiego i rzeźby terenu na klimat Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 334.
70. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1990, *Influence of the city of fields of meteorological variable*, Urban Ecological Studies in Central and Eastern Europe, Proceedings of the International Symposium Warszawa-Jablonna, 24-25 September, Wrocław.
71. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Boryczka J., 1990, *Influence of the city on field of meteorological variable*, [w:] Urban Ecological Studies, Ossolineum, Wrocław, s. 26-35.
72. Stopa-Boryczka M., 1990, *The climate of Poland against a background of climates of the Northern Hemisphere*. Miscellanea Geographica, vol. 4, s. 79-88.
73. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Mierzwiński B., Wawer J., 1991, *Zależność pola temperatury powietrza od charakteru zabudowy*. Acta Universitatis Wratislaviensis, nr 1213, Prace Instytutu Geograficznego, Seria A, t. V.
74. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1991, *Mapy gradientów temperatury i opadów w Polsce*, Acta Universitatis Wratislaviensis, No 1213, Prace Instytutu Geograficznego, seria A, t. V, Wrocław, s. 180.
75. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Błażek E., Kicińska B., Żmudzka E., 1992, *Antropogeniczne zmiany temperatury powietrza w Warszawie – pozytywne i negatywne skutki*, II Ogólnopolska Konferencja Klimat i bioklimat miast, Łódź 9-11 XII 1992 r., s. 169-179.
76. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kicińska B., Żmudzka E., 1992, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VII, *Zmiany wiekowe klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 438.
77. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1992, *Wpływ Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego na klimat Polski*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, t. XLIV, seria A, Geografia Fizyczna, Wyd. UP s. 153-158.
78. Stopa-Boryczka M., 1992, *Z badań klimatu Warszawy Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, Prace i Studia Geogr., t. 11, s. 21-38.
79. Stopa-Boryczka M., 1992, *Deformacja pól zmiennych meteorologicznych przez zabudowę w Warszawie*. Prace i Studia Geogr., t. 11, s. 39-73.
80. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1992, *Positive and negative effects of the city heat island in Warsaw*, [w:] II European Meeting of the INTECOL and UNESCO – Program 11 Man and Biosphere International Network for Urban Ecology, Warsaw-Mądralin, 15-17 December 1992, ss. 20
81. Stopa-Boryczka M., 1992, *Climate in Poland*, Film Production Guide General Information, Poland, s. 42-47.
82. Stopa-Boryczka M., Nguyen Van Than, 1992, *Dependence of climate upon geographical factors in Poland and in Vietnam*, Miscellanea Geographica, t. 5, Wyd. UW, s. 45-51.
83. Stopa-Boryczka M., 1993, *Cechy termiczne klimatu Polski na tle Europy*, Sympozjum w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika nt. *Działalność naukowa Profesora Władysława Gorczyńskiego i jej kontynuacja*, Toruń, 16-17 września.
84. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1994, *Deformacja pól temperatury i opadów w Polsce po wpływie rzeźby terenu*, IX Seminarium Polsko-Czeskie, Warszawa, s. 95-119.
85. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Błażek E., Kicińska B., Żmudzka E., 1994, *The heat island in Warsaw and effects*. Miscellanea Geographica, vol. 6, s. 93-102
86. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1994, *Positive and negative effects of the urban heat island in Warsaw*, Memorabilia Zoologica, t. 49, Proceedings of the II European Meeting of the International Network for Urban Ecology, Wyd. PAN, s. 68-80
87. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wągrowka M., Śmiałkowski J. 1994, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VIII, *Cechy oceaniczne klimatu Europy* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 405
88. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1994, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Kotliny Warszawskiej*, [w:] Materiały Zjazdu PTG w Lublinie, 1-4 września.
89. Stopa-Boryczka M., 1994, *Studium porównawcze klimatu Polski, Iraku i Wietnamu*. Wyniki badań prezentowanych na Konferencji Klimatologicznej w Radzikowie koło Warszawy, 7-8 listopada, Wyd. PAN.
90. Stopa-Boryczka M., 1994, *Wspomnienia pośmiertne – Zofia Kaczorowska (1902-1993)*. Prz. Geof., z. 1, s. 83-86.
91. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Błażek E., Skrzypczuk J., 1995, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. IX, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Warszawy* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW Warszawa, ss. 320

92. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Błażek E., Kicińska B., Żmudzka E., 1995, *Antropogeniczne zmiany temperatury powietrza w Warszawie: Pozytywne i negatywne skutki*, [w:] *Klimat i bioklimat miast*, red. K. Kłysik, Łódź, Wyd. UŁ, s. 169-179.
93. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1996, *Modeli otrazajuszczije prirodnyje i antropogennyje izmieni-ja klimata*, [w:] *Prirodnyje resursy: racjonalnoje ispolzowanije i ochrana*, Wyd. MGU, Moskwa, s. 101-116
94. Stopa-Boryczka M., 1996, *Thermal characteristics of the climate of Europe*. *Miscellanea Geographica*, t. 7, s. 55-64.
95. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1996, *Tendencje zmian klimatu Polski*. [w:] *Materiały 45 Zjazdu PTG*, Słupsk-Ustka, 18-21 września, s. 183-185.
96. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1997, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. X, pt. *Cykliczne zmiany aktywności Słońca i cyrkulacji atmosferycznej w Europie* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 220
97. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1997, *Natural and antropogenic changes of climate in Europe*, *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, XXXII, Praha
98. Stopa-Boryczka M., 1997, *Wkład Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego w badania klimatu Polski*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 20, s. 13-35.
99. Stopa-Boryczka M., 1997, *Empiryczne modele zmienności Klimatu Polski*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 20, s. 37-78.
100. Stopa-Boryczka M., 1997, *Nowe metody badań cech termicznych klimatu miast Polski*, [w:] *Materiały 46 Zjazdu PTG*, 18-21 września, Rynia nad Zalewem Zegrzyńskim, s. 151-152.
101. Stopa-Boryczka M., Wesołowska K., 1997, *Warunki synoptyczne sprzyjające powstawaniu burz w Polsce*, [w:] *Materiały 46 Zjazdu PTG*, 18-21 września, Rynia nad Zalewem Zegrzyńskim, s. 174
102. Stopa-Boryczka M., Śmietanka M., 1997, *Próba określenia wpływu warunków meteorologicznych na zanieczyszczenie powietrza w Warszawie*, [w:] *Materiały 46 Zjazdu PTG*, 18-21 września, Rynia nad Zalewem Zegrzyńskim, ss. 173
103. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1998, *Współczesne zmiany klimatu i ich uwarunkowania*, [w:] *Materiały 47 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, Sosnowiec 23-26 września 1998, Wyd. Nauk o Ziemi UŚ
104. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1998, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XI, *Tendencje wiekowe klimatu miast w Europie*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 258.
105. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1998, *Cechy kontynentalne klimatu Polski Południowo-Wschodniej*, [w:] *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*, Wyd. UMCS, Lublin s. 111-114.
106. Stopa-Boryczka M., 1998, *Z badań naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Polski*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 22, s. 155-168.
107. Stopa-Boryczka M., 1998, *On thermal characteristic analysis of city climates*, *Miscellanea Geographica*, vol. 8, Warszawa, s. 123-128.
108. Stopa-Boryczka M., 1998, *Znaczenie prac Prof. Romualda Gumińskiego dla klimatologii polskiej i ich kontynuacja w Zakładzie Klimatologii*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 22, s. 27-35.
109. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wągrowa M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1999, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XII, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu miast w Europie* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 255
110. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1999, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIII, *Cykliczne zmiany klimatu miast w Europie*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 283.
111. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Lorenc H., Kicińska B., Błażek E., Skrzypczuk J., 2000, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIV, *Prognoza zmian klimatu Warszawy w XXI wieku* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa ss. 300
112. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2000, *Zmiany klimatu Polski w XVIII-XXI wieku*, *Acta Universitatis Nicolai, Geographia XXXI – Nauki Matematyczno-Przyrodnicze*, z. 106, Toruń 2000, s. 55-79
113. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2000, *The warmings and coolings of the climate of Warsaw during the last centuries and their conditioning*, *Miscellanea Geographica*, z. 9, Wyd. UW, s. 39-51
114. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Kalendarz ważniejszych wydarzeń w Zakładzie Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2000)*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 28, Wyd. UW, s. 313-328.
115. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Błażek E., Skrzypczuk J., 2001, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XV, *Prognozy zmian klimatu miast Europy* (red. M. Stopa-Boryczka, Jerzy Boryczka), Wyd. UW, ss. 249.
116. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Czynniki kształtujące klimat Ziemi*. Encyklopedia Multimedialna PWN

117. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Klimat Polski w pracach Andrzeja Ewerta – pierwszego doktora seminarium doktorskiego Zakładu Klimatologii*. Prace i Studia Geogr. t. 28, s. 193-198, Wyd. UW, Warszawa
118. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kirschenstein M., 2001, *Wspomnienia pośmiertne, Andrzej Ewert (1938-2001)*. Prz. Geof., z.3.
119. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *50 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2001)*, [w:] Prace i Studia Geogr., Wyd. UW, t. 29, s. 13-28.
120. Stopa-Boryczka M., 2001, *Udział studentów w badaniach naukowych Zakładu Klimatologii*, [w:] Prace i Studia Geogr., t. 28, s. 273-282., Wyd. UW, Warszawa
121. Stopa-Boryczka M., 2001, *Kierunki i ważniejsze wyniki badań naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Polski*, [w:] Prace i Studia Geogr., t. 28, s. 113-136, Wyd. UW, Warszawa
122. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Wiekowe zmiany temperatury powietrza i opadów w Warszawie*, [w:] red.: Cz, Koźmiński, *Atlas klimatycznego ryzyka upraw roślin w Polsce*, Wyd. Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin, (plansza 28)
123. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Przewidywane średnie sezonowe i roczne zmiany temperatury powietrza na wybranych stacjach*, [w:] red. Cz, Koźmiński, *Atlas klimatycznego ryzyka upraw roślin w Polsce*, Wyd. Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin, (plansza 28)
124. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Wawer J., 2001, *Klimat Warszawy w pracach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] Prace Geogr., nr 180, *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej*, Wyd. IGPZ PAN, Warszawa, s. 57-69.
125. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *The forecast of climate in Warsaw*, *Geografija. Obszczestwo, Okružajuszczaja Średa: Razwitiu Geografii w Stranach Centialnoij i Wostocznoij Ewropy, Mieżdurarodnaja Naucznaia Konfierencja, Kalininrad/Swietłogorsk, Rosija, 4-7 iunja 2001 goda., Tiezisy dokładow, cz I, Izdatielstwo Kaliningradskogo Gosudarstwiennogo Uniwersitieta*, s. 166.
126. Stopa-Boryczka M., 2001, *Przedmowa*. Prace i Studia Geogr., t. 28, s. 9-16.
127. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Grabowska K., Błażek E., Skrzypczuk J., 2002, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVI, *Prognozy zmian klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, ss. 212.
128. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Lorenc H., Kicińska B., Błażek E., Skrzypczuk J., 2002, *Dokumentacja historyczna prowadzonych pomiarów temperatury powietrza w Warszawie od 1779 roku*, [w:] *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*. Materiały Zakładu Klimatologii WGSR UW z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 8 VI 2002, Warszawa.
129. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Błażek E., Skrzypczuk J., 2002, *Pole temperatury powietrza w Europie a typy cyrkulacji atmosferycznej*, [w:] *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*, Materiały Zakładu Klimatologii WGSR UW z VI Pikniku Naukowego
130. Richling A., Stopa-Boryczka M., 2002, *The study of the natural environment and the socio-economic relations of the surroundings of Pińczów (1959-2000)*. *Miscellanea Geographica*, vol. 10.
131. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Wawer J., 2002, *The climate of Warsaw according to research done by University of Warsaw Department of Climatology*, vol. 10.
132. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2002, *The 50 years of research and teaching activity of the Department of Climatology at the University of Warsaw*. *Miscellanea Geographica*, vol. 10, s. 89-102
133. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2002, *50 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*. Materiały Zakładu Klimatologii WGSR UW z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 8 VI 2002, Warszawa
134. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Wawer J., 2002, *Klimat Warszawy w pracach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*, Materiały Zakładu Klimatologii WGSR UW z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 8 VI 2002, Warszawa
135. Stopa-Boryczka M., J. Boryczka, 2002 (red.), *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*. Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, pod hasłem *Co nauka daje sztuce ?*, 8 VI 2002, Warszawa, ss. 73.
136. Stopa-Boryczka M., 2002, *Ekstremalne zjawiska atmosferyczne i ich negatywne skutki w pracach Romualda Gumińskiego*, [w:] *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*. Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 8 VI 2002, Warszawa.
137. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2003, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*. Materiały Konferencji, Kraków, czerwiec 2003 r.



138. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Kirschenstein M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2003, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. t. XVII, *Mroźne zimy i upalne lata w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 297.
139. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2003, *The cyclic changes of the climate of Warsaw and their conditioning*, [w:] M. Stopa-Boryczka (red.) *Studies on the climate of Warsaw*, Wyd. WGRS UW, Warszawa, s. 35-50.
140. Stopa-Boryczka M. (red.), 2003, *Studies on the climate of Warsaw*, Wyd. WGRS UW, Warszawa, ss. 208.
141. Stopa-Boryczka M., 2003, *Studies on the climate of Warsaw in the second half of the 20th century*, [w:] M. Stopa-Boryczka (red.), *Studies on the climate of Warsaw*, Wyd. WGRS UW, Warszawa.
142. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2003, *Cykliczne zmiany klimatu Warszawy i ich uwarunkowania*, [w:] *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*. Prace Geogr., nr 188, IGiPZ PAN
143. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2003, *The influence of the man-made factors on the local climate of Warsaw*, [w:] *Studies on the climate of Warsaw* (Stopa-Boryczka M., red.), Wyd. WGRS UW, Warszawa, s. 95-110.
144. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Wawer J., 2003, *The findings of the research on the climate of Warsaw conducted at the Department of Climatology of Warsaw University*, [w:] M. Stopa-Boryczka (red.), *Studies on the climate of Warsaw*. Wyd. WGRS UW, Warszawa
145. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2004, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVIII, *Groźne zjawiska pogodowe w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 217.
146. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2004, *Climate of the Europe – Past, Present, Future*, *Miscellanea Geographica* vol. 11, s. 101-118
147. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2004, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, *Acta Agrophysica*, PAN, vol. 3 (1).
148. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2004, *The influence of the North Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, *Proceedings Conference Landscape Science – Traditions and Trends* September 8-12, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv.
149. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2004, *Klimat Europy. Przeszłość – teraźniejszość – przyszłość*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z VIII Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, pod hasłem *Nauka bez granic*, 22 V 2004, Warszawa, ss. 77.
150. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2004, *Przeszłość i teraźniejszość klimatu Polski*. [w:] *Klimat Europy – Przeszłość – Teraźniejszość – Przyszłość*, Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z VIII Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 22.05.2004, Warszawa.
151. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Pietras K., Bijak S., Błażek E., Skrzypczuk J., 2005, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIX, *Cechy termiczne klimatu Europy* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 184
152. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2005, *Klimat*, [w:] red.: A. Richling A., K. Ostaszewska, *Geografia fizyczna Polski*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, s. 84-127
153. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2005, *Zmiany klimatu Polski w XIX-XXI wieku ze szczególnym uwzględnieniem Wyżyny Małopolskiej*, [w:] *Środowisko przyrodnicze jako przedmiot badań interdyscyplinarnych: teoria i praktyka* (Strzyż M., Świercz A., red.), Wyd. Instytut Geografii Akademii Świętokrzyskiej, Kielce, s. 33-34
154. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2006, *Cyclic Temperature and Precipitation Fluctuations in Poland in the 19th-21st Centuries*, *Miscellanea Geographica*, vol. 12, s. 43-53.
155. Boryczka J., Mucha B., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2006, *The influence of the North Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, *Miscellanea Geographica*, vol. 12, pp. 75-80.
156. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2006, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, [w:] *Prognozy pogody w przysłowiach i ich sprawdzalność w Polsce*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z X Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 3 VI 2006, Wyd. UW, Warszawa.
157. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2006, *Zmiany klimatu Polski ze szczególnym uwzględnieniem Wyżyny Małopolskiej*, *Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe. Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. 16/1, Warszawa, s. 297-305.
158. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2006, *Prognozy pogody w przysłowiach i ich sprawdzalność w Polsce*, [w:] *Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z X Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS pod hasłem Świat za 10 lat*, 3 VI 2006, Wyd. UW, Warszawa, ss. 85.
159. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2007, *Okresowe wahania temperatury powietrza w Europie w XIX-XXI wieku i ich przyczyny*, [w:] *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*. (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz), Kraków, s. 163-173.

160. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2007, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*. Acta Agrophysica PAN, vol. 9(3), s. 555-570.
161. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., Bijak Sz., 2007, *Okresowe zmiany klimatu Europy według ciągów dendrologicznych*, Materiały XXXII Ogólnopolskiego Zjazdu Agrometeorologów i Klimatologów, Zasoby i Zagrożenia klimatyczne. Akademia Rolnicza w Szczecinie – Uniwersytet Szczeciński, Kołobrzeg 13-15 września 2007.
162. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., Bijak Sz., 2007, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Toruń, 11-13 października 2007.
163. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Mucha B., 2007, *Tendencies in climate changes in Poland and Ukraine during the last centuries and their causes*, Miscellanea Geographica, Warszawa, vol. 13, pp. 77-88.
164. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2007, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, Warszawa.
165. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Cykliczność i tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, Warszawa.
166. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Okresowe zmiany opadów atmosferycznych w Polsce*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*, Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, Warszawa.
167. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Tendencje i zmiany okresowe burz w Polsce*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, Warszawa.
168. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Maksymalne dobowe sumy opadów atmosferycznych i częstość opadów  $\geq 10$  mm w Warszawie i Krakowie*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 6.05.2007, Warszawa.
169. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Liczba dni z pokrywą śnieżną w Warszawie i Krakowie*, [w:] *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, Warszawa.
170. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2007, *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*, Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS, pod hasłem *Matematyka i my*, 26.05.2007, Warszawa, ss.90.
171. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Bijak Sz., Cebulski R., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XX-XXI, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 266.
172. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2007, *Cechy termiczne klimatu Europy*, [w:] *Znaczenie badań krajo-  
brazowych dla zrównoważonego rozwoju* (red. K. Ostaszewska), WGRS, Warszawa, s. 203-217.
173. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Mucha B., 2008, *Tendencies in climate changes in Poland and Ukraine during the last centuries and their causes*, Miscellanea Geographica, Warszawa, vol. 13, pp. 77-88.
174. *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*. (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), 2008, [w:] Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW na XII Piknik Naukowego Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik, pod hasłem *Poznaj język nauki* 14.06.2008, Warszawa.
175. Kotynia P., Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Zmiana warunków meteorologicznych w Warszawie po przejściu burzy*, [w:] *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW na XII Piknik Naukowego Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik, 14.06.2008, Warszawa.
176. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2008, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, *Wpływ zabudowy i zieleni osiedlowej na zróżnicowanie klimatu lokalnego w Warszawie* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 332.
177. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Górka A., Ryczywolska E., Boryczka J., 2008, *Charakterystyka i ocena warunków klimatycznych Białoleki Dworskiej oraz określenie wpływu zabudowy na ich zmiany*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s.21-42.

178. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Ryczywolska E., 2008, *Wpływ zabudowy na zróżnicowanie warunków mikroklimatycznych w osiedlach Sady Żoliborskie i Szwoleżerów*. [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce* t. XXII, s. 65-80.
179. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Kossowska-Cezak U., Mierzwiński B., Wawer J., 2008, *Deformacja pól elementów meteorologicznych pod wpływem zabudowy*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s.89-94.
180. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 2008, *Influence of the city on field of meteorological variable*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s.293-298.
181. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 2008, *Positive and negative effects of the urban heat island in Warsaw*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. t. XXII, s.299-308.
182. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Wprowadzenie*, [w:] *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*, Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW na XII Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik, 14.06.2008, Warszawa.
183. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Udział studentów w badaniach naukowych Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*, Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW na XII Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik, 14.06.2008, Warszawa.
184. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Wawer J., 2008, *Klimat Warszawy w publikacjach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Klimat Wielkiej Warszawy w pracach magisterskich Zakładu Klimatologii w latach 1952-2007*. Materiały Zakładu Klimatologii WGRS UW na XII Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik, 14.06.2008, Warszawa.
185. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Zofia Kaczorowska (1902-1993)*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 40, ss. 255-268.
186. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Wincenty Okołowicz (1906-1979)*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 40, ss. 247-254.
187. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, *Klimat Warszawy i innych miast Polski, Studia porównawcze* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 383.
188. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2009, *Klimat Polski w publikacjach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego, Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, s. 13-42.
189. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*. [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce.*, t. XXIII, s.43-52.
190. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Zmiany okresowe i tendencje niektórych zjawisk pogodowych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy i Krakowa*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. t. XXIII, s. 53-74.
191. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Empiryczne równania przebiegów rocznych temperatury powietrza w Polsce (na przykładzie 32 miast)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. t. XXIII, s. 346-363.
192. Stopa-Boryczka M., 2009, *Działalność naukowa i dydaktyczna Prof.dr hab. Mirosława Bogackiego*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 41, s. 11-24.
193. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2009, *Wpływ czynników geograficznych na klimat Europy*. *Prace i Studia Geogr.* t. 41, ss. 191-208.
194. Stopa-Boryczka M., *Witold Kusiński (1928-2008)*. 2009, *W 80. Rocznicę urodzin i 60-lecie pracy dydaktycznej*, *Czasopismo Geogr.*
195. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2010, *Cooling and Warming of Climate of the Earth's Northern Hemisphere (on the basis of fluctuations of the oxygen isotope  $\delta^{18}O$  and dendrological data)*. *Miscellanea Geographica*, vol. 14, pp. 47-58.
196. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIV, *Klimat Warszawy i miejscowości strefy podmiejskiej* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW ss. 333.

197. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, *Zmiany klimatu Warszawy i innych miast Europy w XVII-XXI wieku* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 417.
198. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2010, *Modelowanie naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu w Atlasie współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce (1974-2010)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s.13-70.
199. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziólek A., Gieszcz P., 2010, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Północnej Półkuli Ziemi (na podstawie wahań izotopu tlenu  $\delta^{18}O$  i danych dendrologicznych)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s.88-98.
200. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Problemy badań współczesnych zmian klimatu*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 123-132.
201. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Współczesne zmiany klimatu w publikacjach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 299-306.
202. Boryczka J., Mucha M., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2010, *The influence of the north Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 307-311.
203. Boryczka J., Mucha M., Stopa-Boryczka M., 2010, *Tendencje zmian klimatu Polski i Ukrainy w ostatnich stuleciach i ich przyczyny*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 312-320.
204. Boryczka J., M., Stopa-Boryczka M., Lorenc H., Kicińska B., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Zmiany klimatu Warszawy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 321-362.
205. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., 2010, *Influence of Build-up Area and Housing Estate Vegetation on Diversity of the Local Climate in Warsaw*. *Miscellanea Geographica*, vol. 14, pp.121-134.
206. Stopa-Boryczka, Boryczka, J., Wawer J., Grabowska K., 2010, *Cykliczne zmiany miejskiej wyspy ciepła w Warszawie (The cyclic changes of the urban islands in Warsaw)*, *Materiały Międzynarodowego Naukowego Seminarium*, 14-15 maja 2010, s. 5-8, Lviv, Briuchowyczi, Wyd. Lwowskiego Uniw. im. I. Franki .
207. Stopa-Boryczka, Boryczka, J., Bijak Sz., Cebulski R., Błażek, E., Skrzypczuk J., 2010, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według ciągów dendrologicznych*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, *Zmiany klimatu Warszawy i innych miast Europy w XVII-XXI wieku*, Wyd. UW, s. 99-122.
208. Boryczka J., Stopa-Boryczka, Unton-Pyziólek A., Gieszcz P., 2011, *Zmiany klimatu Półkuli Północnej (na podstawie wahań promieniowania słonecznego i izotopu tlenu  $\delta^{18}O$ )*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 47, Wyd. WGSR UW, s. 25-32,
209. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., 2011, *Wpływ zabudowy i zieleni osiedlowej na zróżnicowanie klimatu lokalnego w Warszawie*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 47, Wyd. WGSR UW s. 373-381.
210. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., 2011, *Cykliczne zmiany miejskiej wyspy ciepła w Warszawie i ich przyczyny*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 47, Wyd. WGSR UW, s. 409-416, Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., 2011, *60 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2010)*, *Prace i Studia Geogr. – Suplement*, t. 47, Wyd. WGSR UW, ss. 206.
211. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., 2011, *Badania miejskiej wyspy ciepła w Warszawie*, *Prace i Studia Geogr. – Suplement*, t. 47, Wyd. WGSR UW, s. 169-178 ,
212. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2011, *Fale chłodu i ciepła w przebiegu rocznym temperatury powietrza w Warszawie (1951-2010)*, *Prz. Geof.* 56, 3-4, 181-200.
213. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2011, *Heat and cold waves in an annual cycle air temperatures in Warsaw (1951-2010)*, *Miscellanea Geographica*, 15, 103-114.
214. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification of forecasts of periodic changes in the climate of Warsaw in the period 1779-2010*, *Miscellanea Geographica*, vol. 16, No. 2, 2012, 16-22.
215. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2012, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVI-XXVII, *Z badań klimatu Mazowsza (z uwzględnieniem większych miast)* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 596.

216. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2012, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVIII, *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie i innych miastach Polski* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 470.
217. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2010*, *Prz. Geof.*, LVII 2012, 3-4, 343-362.
218. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification forecasts concerning of periodic changes in the climate of warsaw in the period*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVIII, *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie i innych miastach Polski* (red.: K. Błażejczyk, . Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, s.431-451.
219. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2013, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 451.
220. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2013, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1813-2010*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski*, s. 382-402.
221. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2013, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXX, *Klimat północno wschodniej Polski według podziału fizycznogeograficznego J. Kondrackiego i J. Ostrowskiego* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski),Wyd. UW, ss. 550.
222. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2014, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXI-XXXII, pt. *Modele empiryczne przestrzennych i czasowych zmian klimatu Europy z wyodrębnieniem Polski (ważniejsze wyniki badań)*, (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 422.
223. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Romuald Gumiński (1896-1952)*, *Słownik geografów polskich*, Kraków (w druku).
224. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Wincenty Okołowicz (1906-1979)*, *Słownik geografów polskich*, Kraków (w druku)
225. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Zofia Kaczorowska (1902-1993)*, *Słownik geografów polskich*, Kraków (w druku).
226. Stopa-Boryczka M., 2014, *Biogram, Witold Kusiński (1928-2008)*, [w:] *Słownik geografów polskich*, Kraków (w druku).
227. Boryczka J. , Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2014, *Zależność najniższych i najwyższych średnich dobowych wartości temperatury powietrza od aktywności Słońca (na przykładzie Warszawy, 1951-2010)*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 56, Wyd. WGSR UW ss. 67-95.
228. Boryczka J. Stopa-Boryczka M. , Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Europie w XX-XXI wieku*, *Prz. Geof.* LX 2015, 3-4, 133-161.
229. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2015, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW, ss. 444.
230. Boryczka J. Stopa-Boryczka M. , Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Europie w XX-XXI wieku*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGSR UW, s. 310-340.
231. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Zależność przebiegu rocznego temperatury powietrza od aktywności Słońca (na przykładzie Warszawy (1951-2010))*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGSR UW, s. 363-375.
232. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGSR UW, s. 376-388.

233. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIV, *Klimat Europy – Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość (w kolejnych 33 tomach Atlasu I, 1974 – XXXIII, 2015)* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGRS UW, ss. 462
234. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2017, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010.*, *Miscellanea Geographica*, Vol. 21, No 3, pp 132-138, ISSN 2084-61-18, DOI 10 1515, Wyd. WGRS UW .
235. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXV. *Badania klimatu Europy w różnych skalach przestrzennych (w publikacjach Zakładu Klimatologii UW, 1951-2016)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415
236. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXVI. *Postęp badań zmian klimatu Ziemi w ostatnim tysiącleciu (XI-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 407
237. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXVII *Postęp badań zmian klimatu Polski i ich znaczenie dla życia i gospodarczej działalności człowieka, 100 lat geografii w Uniwersytecie Warszawskim* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 407.
238. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce t. XXXVIII-XXXIX. Postęp badań zmian klimatu Warszawy w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red.: M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 428
239. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XL. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 510
240. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2020, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XLI. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 606.
241. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2020, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych geograficznych w Polsce*, t. XLII. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415

### **Recenzje, prace popularnonaukowe, wywiady**

1. *Atlas klimatyczny Polski*, Prz. Geof., 1974, z. 3-4, s. 258 (z J. Boryczką).
2. Paszyński J., Niedźwiedz T., *Klimat*, [w:] *Geografia Polski, środowisko przyrodnicze*, Przegląd Geogr., 1993, s. 180-181.
3. *Igraszki aury, czyli rzecz o klimacie lokalnym*. „Panorama Północy”, 19 VI 1966.
4. *Tajemnice klimatu*. „Ekspress Wieczorny”, 18 VI 1967.
5. *Prawda o burzach*. „Głos Koszaliński”, 28 VI 1971, przedruk z „Trybuny Ludu”, 20 VI 1971.
6. *Niech wnuczki mają nadzieję (o zmianach klimatu w czasie)*. „Dookoła Świata”, 27 II 1966.
7. *100 błyskawic w każdej sekundzie notuje się na świecie*. „Ekspres Wieczorny”, 1 VIII 1971.
8. *O Dniu Meteorologa*. Audycja radiowa „Popołudnie z młodością”, 23 III 1969
9. Audycja radiowa „Rozgłosnia Harcerska”, 24 XII 1972.
10. *Andrzejowi Richlingowi (przedmowa do zeszytu jubileuszowego z okazji 60. urodzin)*. *Prace i Studia Geogr*, 1997, t. 21, s. 7-8.
11. *Przedmowa*, *Prace i Studia Geogr*, 1997, t. 20, s. 9-11.
12. Olszewski K., 1995, *Przedmowa*, [w:] *Meteorologia zanieczyszczeń. Wybrane zagadnienia*, Wyd. UW, Warszawa, s. 3.

## SUMMARY

**Maria Stopa-Boryczka**, M.A. in 1956, Ph.D. in 1964, associated professor in 1973, full professor in 1990. Employed at UW since 1956. Head of the Department of Climatology since 1975 till 2003; Vice-Dean of Faculty of Geography and Regional Studies in the years 1987-1993; Director of the Institute of Physico-Geographical Studies in the years 1993-1999; Deputy head of the Physico-Geographical Studies since 1999.

**Research interests:** Interdependences between the meteorological elements and the geographical climate factors within the area of Poland; deformation of the fields of meteorological variables by town; climate change trends in Poland.

**Important publications:** Author over 220 scientific publications, including *Oceanic features of the climate of Europe* and *Natural and anthropogenic changes of the climate of Warsaw*, in *Atlas of interdependence of meteorological and geographical parameters in Poland*, 1994, 1995; *Empirical models of climate variability in Poland*, *Prace i Studia Geograficzne*, 1997.

Professor Maria Stopa-Boryczka authored or co-authored 42 volumes of the *Atlas of interdependence of meteorological and geographical parameters in Poland* (I – 1974, XLII – 2030).

**Teaching:** Meteorology and climatology; methodology of climatic analyses; climate of Poland. Tutored more 100 Master's dissertations; promoted 8 doctors.

**Cooperation with foreign centers:** With the countries of Central Europe within the framework of the Project *Urban Ecological Studies in Europe*; University in Lviv.

**Membership in learned societies, committees, scientific councils:** Scientific editor of *Atlas of interdependence of meteorological and geographical parameters in Poland*, 1974-1997; member of the Editorial Committee of *Prace i Studia Geograficzne* (in the domain climatology), in the years 1974-1977.

**Biogram** opracowano na podstawie materiałów z archiwum prywatnego Marii Stopy-Boryczki, teczek osobowych z archiwum Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW i publikacji (uaktualniony).

*Prace i Studia Geograficzne, Działalność naukowa i dydaktyczna oraz organizacyjna pracowników Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW (1956-2001)*, t. 28, 2001, s. 51-59, Wyd. UW.

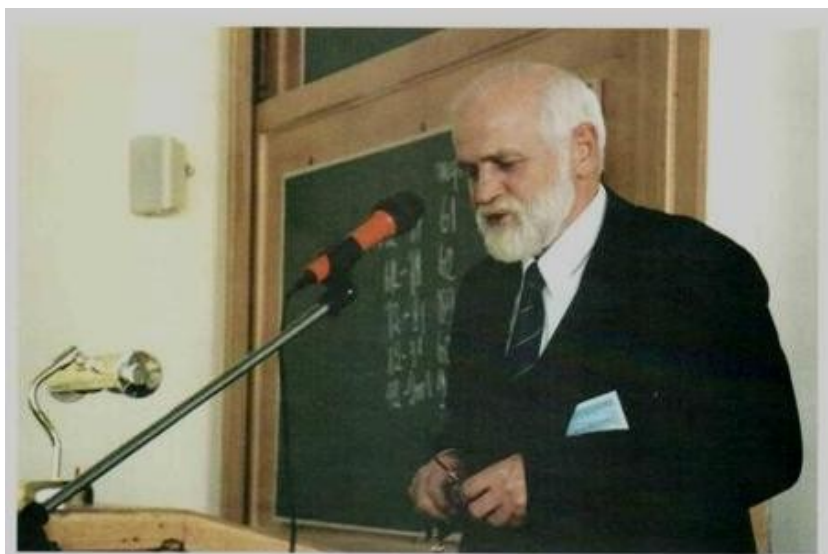
*Prace i Studia Geograficzne, Suplement t. 47, 2011, Wykaz publikacji pracowników i doktorantów, (1951-2010)*, s. 112-168, Wyd. WGSR UW.

Wawer J., 2014, *Działalność naukowa i dydaktyczna prof. dr hab. Marii Stopy-Boryczki*, [w:] *Prace i Studia Geograficzne, Tom dedykowany Pani Prof. dr hab. Marii Stopy-Boryczce*, t. 56, s. 7-16, Wyd. WGSR UW.

Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2015, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, s. 417-430, Załącznik 1. Maria Stopa-Boryczka – Spis publikacji (1960-2015), Wyd. WGSR UW.

Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXV. *Badania klimatu Europy w różnych skalach przestrzennych (w publikacjach Zakładu Klimatologii UW, 1951-2016)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415

## JERZY BORYCZKA



**Prof. dr hab. Jerzy Boryczka**

Jerzy Kazimierz Boryczka urodził się 1 lipca 1937 r. w miejscowości Nowiny k/Kozienic. Liceum Ogólnokształcące ukończył w Kozienicach w roku 1955. Studia wyższe ukończył w roku 1961 na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu Warszawskiego (specjalizacja – astronomia).

Tytuł magistra astronomii otrzymał w dniu 26 czerwca 1961 r. na podstawie pracy wykonanej (dla celów geofizycznych) pod kierunkiem doc. dr hab. Macieja Bielickiego (astronoma – specjalisty badań w zakresie *Mechaniki Nieba*), opublikowanej w języku polskim (1961) i angielskim (1962):

- Boryczka J., 1961, *Wyznaczenie wysokości satelity kołowego z jednej obserwacji współrzędnych i ich pochodnych względem czasu*, Biuletyn polskich obserwacji satelitów Ziemi, nr 5, Warszawa, s. 29-39.
- Boryczka J., 1962, *Determination of the distance ad a satelite with a quasi circular orbit – on the basis of one observation of the coordinates, and their derivatives in relation to time*, COSPAR, Waszyngton, ss. 10.

W tym samym roku – od 1 października 1961 rozpoczął pracę w Zakładzie Klimatologii Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Warszawskiego. Najpierw pracował jako asystent, w latach 1963-1968 – starszy asystent, 1968-1988 – adiunkt, a od 1 czerwca 1988 – na stanowisku docenta. Od 1 marca 1991 r. do 31 grudnia 2007 r. pracował na stanowisku profesora nadzwyczajnego Uniwersytetu Warszawskiego.

Obrona pracy doktorskiej i nadanie stopnia naukowego doktora nauk przyrodniczych. odbyło się na Radzie Instytutu Geograficznego UW (10 czerwca 1968 r.):

- Boryczka J., 1968, *Turbulencyjna transformacja pyłu i gazów w atmosferze ziemskiej i jej zależność od parametrów klimatologicznych*, [w:] Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 6, 1973 (skrót pracy), promotor prof. dr Wincenty Okołowicz, recenzenci: doc. dr hab. Zofia Kaczorowska, prof. dr Zdzisław Kaczmarek, prof. dr Jan Juda.

W pracy doktorskiej określono zmiany roczne intensywności pionowego turbulencyjnego ruchu powietrza i przestrzennych rozkładów stężeń dymów i opadu pyłu w otoczeniu wysokich źródeł emisji (kominów fabrycznych) – na podstawie pomiarów



gradientowych prędkości wiatru i ekstremów dobowych temperatury powietrza (wieża na Jelonkach i UW). Porównano również istniejące wzory na rozkład koncentracji i opad pyłu w otoczeniu źródeł punktowych, uwzględniając przybliżone rozwiązanie (autora) ogólnego równania dyfuzji turbulencyjnej.

Po przedstawieniu rozprawy habilitacyjnej:

- Boryczka J., 1984, *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu*, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, nr 234, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 272 (recenzenci: Doc. dr hab. Maciej Bielicki, Prof. dr hab. Edward Michna).

i złożeniu kolokwium w dniu 26 kwietnia 1983 r. Rada Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW nadała stopień naukowy doktora habilitowanego nauk geograficznych w zakresie klimatologii.

Publikacja ta stanowi znaczący wkład dr hab. Jerzego Boryczki w rozwój klimatologii (w odniesieniu do literatury polskiej i zagranicznej).

### Działalność naukowa

Prof. dr hab. Jerzy Boryczka jest autorem lub współautorem 219 publikacji naukowych (książek i artykułów naukowych). Dużą wartość poznawczą mają liczne artykuły naukowe z zakresu zmian klimatu, opublikowane w czasopismach krajowych i zagranicznych (ponad 40 w jęz. angielskim i rosyjskim). Przedstawiono w nich nowe metody badań i nowe koncepcje identyfikacji astronomicznych przyczyn współczesnych i holocenijskich wahań klimatu Ziemi, a także prognozy naturalnych zmian klimatu Europy (i Polski) w XXI wieku.

Znaczący wkład w rozwój klimatologii (w odniesieniu do publikacji krajowych i zagranicznych) mają także wyniki badań przedstawione np. w publikacjach książkowych:

- Boryczka J., 1993, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 400.
- Boryczka J., 2015, *Zmiany klimatu Ziemi* (wydanie drugie rozszerzone), Wyd. WGR UW, ss. 280.
- Boryczka J., 2019, *Zmiany klimatu Ziemi* (wydanie trzecie uaktualnione), Wyd. WGR UW, ss. 346

oraz w 42 tomach czasopisma (współautorstwo):

- *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, od tom I – 1974, ss.276 do tom XLII – 2020.

Ponadto jest autorem kilku prac popularno-naukowych i kilku recenzji książek opublikowanych

Do głównych osiągnięć naukowych należy zaliczyć wyniki badań w zakresie zmian klimatu Ziemi i ich przyczyn:

1. Wprowadzono do literatury klimatologicznej nową metodę J. Boryczki „*sinusoid regresji*” badań okresowości zjawisk przyrodniczych. Polega ona na wyznaczaniu cykli tj. okresów, amplitud i faz przez aproksymację wyników pomiarów – punktów empirycznych (wg najmniejszych kwadratów) kolejnymi sinusoidami regresji o okresach np. 0,1; 0,2; ...,  $n$  lat. Okresy – to minima lokalne ciągu wartości wariancji resztkowej (widma) (maksima współczynnika determinacji).

Do walorów metody należą:

Metodę można stosować, gdy odstęp czasu między pomiarami są różne (np. erupcje wulkaniczne, osady morskie i jeziorne). Można ją stosować, gdy seria pomiarowa nie jest kompletna – nie jest „uzupełniona” – występują braki. Umożliwia wy-

znaczenie widma – nie tylko w zakresie krótkookresowym (jak w innych metodach), lecz także w zakresie długookresowym  $0,5n-n$  (tj. w całym przedziale  $0-n$ ). Wyznaczane są wszystkie parametry cyklu: okres, amplituda i faza. Umożliwia to porównanie długookresowej części widma wg serii np. 50-letniej z krótkookresową częścią widma serii 100-letniej.

2. W identyfikacji naturalnych (astronomicznych) przyczyn wahań klimatu Ziemi. fundamentalne znaczenie ma wykazanie analogicznej cykliczności zmiennych: *astronomicznych* (aktywność Słońca – liczby Wolfa, aktywność geomagnetyczna, stała słoneczna, parametry Układu Słonecznego – wypadkowa siła grawitacji planet, planetarne siły pływowe na Słońcu, przyspieszenie Słońca, koncentracja masy planet w US), *geologicznych* (erupcje wulkaniczne – *dust veil index DVI*, odstęp czasu między erupcjami), *klimatologicznych* (cyrkulacja atmosferyczna – wschodnia, zachodnia, południkowa, strefowa, North Atlantic Oscillation index *NAO*, cyklonalna), temperatura powietrza, opady atmosferyczne, *hydrologicznych* (odpływy rzek, poziom Morza Bałtyckiego), dendrologicznych (szerokość słoju drzew) oraz sedymentologicznych (substancje organiczne, stosunek izotopów tlenu  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Kluczowe znaczenie w identyfikacji przyczyn zmian klimatu ma wykazanie planetarnej 178,9-letniej cykliczności parametrów Układu Słonecznego, aktywności Słońca (liczb Wolfa) i stałej słonecznej. Implikuje to tezy o:
  - kształtowaniu aktywności Słońca (i stałej słonecznej) przez wypadkowe siły grawitacyjnego oddziaływania planet na Słońce i ruch Słońca dookoła środka masy US,
  - wpływie pól grawitacyjnych planet (wraz z Księżycem Ziemi) na daty erupcji wulkanicznych i ostatecznie tezę o wpływie zmian parametrów Układu Słonecznego na klimat Ziemi.Na podstawie substancji organicznych zdeponowanych w osadach polskich jezior (Wikaryjskie, Gościąż, Święte (Boryczka J., Wicik B., 1983, 1989). Znaczącym osiągnięciem jest wykrycie w ciągach chronologicznych: substancji organicznych i węglanów wapnia (sprzed 12 000 lat) okresów bardzo długich (kilkaset i kilka tysięcy lat), analogicznych do okresów parametrów Układu Słonecznego. Są to pierwsze (w historii holocenu) próby wyjaśnienia przyczyn holocenijskich wahań klimatu w publikacjach Ponadto scharakteryzowano ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według substancji organicznych (%) w Jez. Wikaryjskim oraz w osadach Jez. Gościąż. Holocenijskie ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Polsce (Boryczka, Wicik, 1994). W laminowanych osadach jez. Gościąż (w pobliżu Płocka) można było określić czas kalendarzowy (zliczając roczne przyrosty rdzenia osadów). Ponadto ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie są określone według węglanów wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) i tlenków żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż.
3. W chronologicznych seriach pomiarowych temperatury powietrza wyodrębniono dwa składniki: naturalny  $T_N$  wynikający z interferencji cykli i antropogeniczny  $T_A$ . Jeżeli przez punkty empiryczne poprowadzimy prostą regresji o nachyleniu  $A$ , a przez otrzymane z interferencji – o nachyleniu  $B$ , to różnica współczynników regresji  $B - A$  jest tendencją antropogenicznych zmian. Wyjaśniono postępujące ocieplenie klimatu w XIX-XX wieku – coraz cieplejsze zimy w Europie np. w: Warszawie (1779-2000) – o  $1,1^\circ\text{C}/100$  lat. Jest ono wypadkową interferencji naturalnych cykli temperatury, wynikającą z tendencji rosnącej aktywności Słońca i spadkowej aktywności wulkanicznej oraz wzrostu antropogenicznego efektu cieplarnianego i miejskich wysp ciepła. Opracowano nowe w literaturze klimatologicznej dwojakiemu rodzaju prognozy zmian klimatu Polski (i Europy) w XXI wieku: tzw. klimatologiczne i astronomiczne

ne. W prognozach klimatologicznych podstawowe znaczenie mają wykryte składniki deterministyczne (okresowe) w seriach pomiarowych. Polegają one na ekstrapolacji funkcji trendu czasowego (wypadkowej interferencji sinusoidalnych cykli). Natomiast tzw. prognozy astronomiczne otrzymano ekstrapolując wielomiany regresji 4. stopnia względem parametrów Układu Słonecznego.

4. Zweryfikowano (Boryczka J. i inni, 2012, 2015) prognozy temperatury powietrza otrzymane według interferencji cykli wykrytych metodą „sinusoid regresji” w serii wyników pomiarów w Warszawie (Obserwatorium Astronomiczne, od 1779 roku). Dobrą sprawdzalnością cechują się prognozy temperatury powietrza w Warszawie z wyprzedzeniem 31 lat, tj. na lata 1980-2100. Zweryfikowano także prognozy zmian temperatury powietrza w innych miejscach Europy, wybierając niektóre spośród 40 miast Europy, opublikowane w 3 tomach *Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce: zima i lato* (t. XVII, 2003), *styczeń i lipiec* (t. XIX, 2005) oraz rok (XX-XXI, 2007). Synchroniczność wahań zmierzonych wartości temperatury powietrza i prognozowanych w Warszawie i innych miejscach Europy: Anglia Środkowa, Berlin, Moskwa, Sztokholm i Rzym z wyprzedzeniem wielu lat daje podstawę do pozytywnej oceny prognoz według interferencji cykli wyznaczanych metodą „sinusoid regresji”. Z przeprowadzonej weryfikacji wynika, że długie cykle około 100- i 180-letnie, wyznaczone na podstawie niezbyt długich – dwuwiekowych serii wyników pomiarów można było ekstrapolować poza przedział aproksymacji. Okazało się też, że cykle około 100- i 180-letnie są obecne w kilkusetletnich ciągach szerokości słoju drzew rosnących w Europie. Interesujące są ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu X-XX według słoju drzew.
5. Ważnym rozwiązywanym problemem są wahania klimatu Półkuli Północnej według promieniowania Słońca i izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$ . W celu określenia przyczyn wahań klimatu Półkuli Północnej obliczono dobowe sumy promieniowania słonecznego w miesiącach marzec-wrzesień (III-IX) na górnej granicy atmosfery, wzdłuż równoleżnika  $\varphi = 65^\circ \text{N}$ . Wahania promieniowania słonecznego na równoleżniku  $65^\circ \text{N}$  (od -1 mln lat) spowodowane zmianami eliptycznej orbity Ziemi. W obliczeniach posłużono się teorią M. Milankoviča (1930). W obliczeniach sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień (III-IX) przyjęto zakres zmian i długości cykli:
  - 100 000 lat – mimośrodowi orbity Ziemi w przedziale  $0 \leq e \leq 0,066$  (wydłużając cykl 92 000 lat M. Milankoviča 1930),
  - 40 000 lat – nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki  $21^\circ 58' \leq \varepsilon \leq 24^\circ 36'$
  - 21 000 lat – długości ekliptycznej perihelium względem punktu równonocy wiosennej ( $\Omega$ ).
6. Główne ekstrema sum promieniowania słonecznego w szerokości geograficznej  $\varphi = 65^\circ \text{N}$  zgadzają się z datami kolejnych glacjałów i interglacjałów. Informacji o globalnych zmianach klimatu w przedziale czasu – od -500 000 BP do 500 000 AD dostarczyły publikacje (Boryczka i in., 2010, 2011, 2015) dotyczące prognoz zmian klimatu półkuli północnej. Porównano wypadkowe interferencji cykli promieniowania słonecznego oraz cykli zawartości wskaźnika zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu lodowym z Wyspy Devon (Arktyka Kanadyjska). W najbliższych stuleciach można oczekiwać znacznego ochłodzenia klimatu (kolejnego zlodowacenia Ziemi).

7. Duże znaczenie poznawcze mają wyniki badań anomalii temperatury powietrza w Europie. W *Atlasach współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, , t. XL.. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW
  - Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2020, t. XLI. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGR UW
  - Stopa-Boryczka M. Boryczka J., 2020, t. XLII. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGR UW

Ekstrema temperatury powietrza w Europie określono na podstawie wyników pomiarów wykonanych w 30 miastach: o szerokości geograficznej  $\varphi$ , długości  $\lambda$  i wysokości nad poziomem morza  $H$ .

Obszar Europy podzielono na 5 części – stref wzdłuż równoleżników

Strefa I.	$\varphi \geq 60^\circ \text{ N}$	– 2 miasta
Strefa: II.	$55^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 60^\circ \text{ N}$	– 5 miast
Strefa III.	$50^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 55^\circ \text{ N}$	– 9 miast
Strefa IV.	$45^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 50^\circ \text{ N}$	– 9 miast
Strefa: V.	$\varphi \leq 45^\circ \text{ N}$	– 5 miast

O anomaliach temperatury powietrza (największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu) informują ekstrema– minima ( $t_{\text{inf}}$ ,  $T_{\text{inf}}$ ) i maksima ( $t_{\text{sup}}$ ,  $T_{\text{sup}}$ ). Za wyjątkowe pod względem temperatury uznano te miesiące, pory roku i lata, w których średnia temperatura ( $T$ ) różni się od średniej wieloletniej ( $T_{\text{sr}}$ ) co najmniej o 2 odchylenia standardowe ( $\sigma$ ):  $T_{\text{inf}} \leq T_{\text{sr}} - 2\sigma$  –bardzo chłodne),  $T_{\text{sup}} \geq T_{\text{sr}} + 2\sigma$  – bardzo ciepłe. Interesujące są też profile równoleżnikowe i południkowe temperatury powietrza w latach 1900-2018– wielomiany regresji temperatury powietrza względem szerokości geograficznej  $\varphi$  i długości  $\lambda$ .

### Konferencje międzynarodowe i sympozja naukowe

Niektóre wyniki badań były prezentowane na międzynarodowych konferencjach lub sympozjach naukowych:

1. 25<sup>th</sup> International Geographical Congress, Paris-Alpes (1984),
2. Kongres Geograficzny, Moskwa,
3. Palaeology and Palaeohydrology of Balkan Peninsula and Adjacent Areas, Symposium in Bulgaria, Varna, (29.09-4.10.1985, z B. Wicikiem),
4. Konferencja CEB-III-RWPG, Urban Ecological Studies in Central and Eastern Europe, Proceedings of the International Symposium Warszawa-Jablonna (24-25.09.1986, z M. Stopą-Boryczką i M. Kopacz-Lembowicz),
5. X Czesko-polskie Sympozjum, Praga (6-9.06 .1988),
6. Konferencja Klimatyczna, Brno (maj 1989),
7. European climate reconstructed from documentary data: methods and results „European paleoclimate and men”, Stuttgart (1992, z M. Gutry-Korycką);
8. Warszawa-Mądralin (1992),
9. International Conference, Polish National Committees for IGBP – Global Change, Kraków (17-20 October 1995),
10. Międzynarodowa Naukowa Konferencja Kaliningrad/Swietlogorsk, Rosja (4-7 junja 2001),

11. Konferencje międzynarodowe: Kraków (2004, 2006, 2007,
12. Konferencja międzynarodowa, Wrocław (2002),
13. Proceedings Conference "Landscape Science – Traditions and Trends", September 8-12, Ivan Franko National University of Lviv, Lwów (2004).

Opracował ponad 15 ekspertyz, dotyczących oceny stanu zanieczyszczenia powietrza w otoczeniu projektowanych źródeł emisji np.:

- *Obliczanie maksymalnych stężeń pyłu i SO<sub>2</sub> emitowanych przez E.C. Powiśle wg założeń projektu koncepcyjnego modernizacji* – zamówiona przez WAN BiG, 1965 r.
- *Koreferat do Projektu Wstępnego Elektrowni Kozienice, cz. III ciepła, t. 3. Zanieczyszczenie terenu od wybuchów elektrowni* (z W. Okołowiczem) – zamówiona przez Centralny Urząd Gospodarki Wodnej, Warszawa 1968 r..

Jest też autorem ponad 30 recenzji nie opublikowanych, w tym w latach 1993-1995 19 recenzji *Projektów badawczych* zleconych przez Komitet Badań Naukowych (Wspólna 1/3).

W latach 1990-1991 był kierownikiem badań w ramach konkursu Ministerstwa Edukacji Narodowej (1990) – wg projektu badawczego pt. "Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Polski". Natomiast w latach 1991-1993 był głównym wykonawcą w ramach projektu zatwierdzonego przez Komitet Badań Naukowych pt. *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Warszawy* – grantu P6 nr 66238.

Współpracował w zakresie badań naukowych z zagranicą: w ramach programów: CEB-III-RWPG (1986), INFOEOL (1990,1992), Global Change IGBP (1989, 1993), Seminariów Polsko-Czeskich (1986, Praha 1989). Współpracował w zakresie klimatologii z Uniwersytetami w: Lwowie, Moskwie i Petersburgu.

Niektóre publikacje były nagrodzone przez Ministra Edukacji Narodowej:

np. *Zmiany klimatu Ziemi*, Wyd. Akademickie „Dialog”, Warszawa 1998, ss. 165;

Tomy X i XI *Atlasu* były opracowane w ramach nowego projektu 3. letnich badań naukowych (w latach 1995-1998) pt. *Modele naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Polski* – złożonego w Komitecie Badań Naukowych (kontynuacja zakończonego – oceną bardzo dobrą grantu nr 6 6238 92 02).

Jest współredaktorem dwóch jubileuszowych tomów z okazji 50 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii: *Prace i Studia Geograficzne*: t. 28 (2001, z M. Stopą-Boryczką) i tom. 29 (2001, z U. Kossowską-Cezak).

### **Działalność dydaktyczno-wychowawcza i organizacyjna**

Prof. dr hab Jerzy Boryczka ma także duże osiągnięcia w zakresie kształcenia kadry, dydaktyki oraz organizacji. Jest promotorem pięciu rozpraw doktorskich: Jolanta Wawer (1994), Anna Michalska (1998), Elwira Żmudzka (1998), Robert Cebulski (2007) i Katarzyna Pietras (2009):

1. **Jolanta Wawer**, 1994, *Cechy termiczne klimatu lokalnego Warszawy*, [w:] *Prace i Studia Geograficzne*, t. 20, 1997 (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Jerzy Boryczka, recenzenci: prof. dr Jerzy Kondracki, prof. dr hab. Andrzej Ewert.
2. **Anna Michalska**, 1998, *Długookresowe zmiany opadów atmosferycznych w Polsce*, [w:] *Prace i Studia Geograficzne*, t. 20, 1997 (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Jerzy Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Andrzej Ewert, prof. dr hab. Elżbieta Kupczyk.
3. **Elwira Żmudzka**, 1998, *Cykliczne zmiany temperatury powietrza w Polsce*, [w:] *Prace i Studia Geograficzne*, t. 20, 1997 (skrót pracy), promotor prof. dr hab. Jerzy Boryczka, recenzenci prof. dr hab. Krzysztof Kozuchowski, prof. dr hab. Elżbieta Kupczyk.
4. **Robert Cebulski** (Kraków), 2007, *Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu opadów atmosferycznych i stanów wody rzeki górskiej*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XX-XXI, 2007 (autoreferat). promotor prof. dr

hab. Jerzy Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Tadeusz Niedźwiedz, UŚ, dr hab. Artur Magnuszewski, UW,

5. **Katarzyna Pietras**, 2009, *Wpływ zbiorowisk leśnych na klimat lokalny w Puszczy Boreckiej jest określenie wpływu zbiorowisk leśnych Puszczy Boreckiej*, [w:] *Prace i Studia Geograficzne* t. 47, Suplement, 2011 (autoreferat), promotor prof. dr hab. Jerzy Boryczka, recenzenci: prof. dr hab. Krzysztof Błażejczyk, UW, dr hab. Marek Nowosad, UMCS,

Prof. dr hab. Jerzy Boryczka przez prawie 50 lat prowadził ćwiczenia i wykłady na Specjalizacji Klimatologicznej – z następujących przedmiotów:

- *Meteorologia dynamiczna* (IV rok, 45 godz.)
- *Matematyczne podstawy klimatologii* (III rok, 90 godz.)
- *Metody badań i opracowań klimatologicznych* (IV rok, 90 godz.)
- *Klimatologia dynamiczna* (od 1994 r., II rok Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska (30 godz.)
- *Zmiany klimatu Ziemi* (wykłady – sporadycznie na Studiach Podyplomowych Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych
- *Elementy fizyki atmosfery* (wykłady w latach 1969, 1970 na specjalizacji klimatologicznej na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (4 godz. co 2 tygodnie).

Opiekował się 45 pracami magisterskimi z zakresu klimatologii i 11 pracami licencjackimi. (od roku 2003)

Jest współautorem skryptu *Ćwiczenia z klimatologii* i autorem podręcznika *Wstęp do metod matematycznych klimatologii*.

Dużo czasu poświęca na konsultacje w zakresie zastosowań metod statystycznych w pracach magisterskich, licencjackich i doktorskich różnych specjalności, czy też w publikacjach.

Prof. dr hab. Jerzy Boryczka w latach 1.10.1987-31.12.1990 był Pełnomocnikiem Dziekana ds. Informatycznych.

Początkowo był pełnomocnikiem ds. Międzynarodowego Układu Jednostek Fizycznych (SI). Zajmował się: obliczeniami EMC, wykonywanymi w Centrum Informatycznym Uniwersytetu Warszawskiego – planami, koordynacją wydziałowych zleceń obliczeń, stosowanymi programami oraz zakupami sprzętu informatycznego.

Od 1 grudnia 1990 r. do 3 września 1993 r. był członkiem Komisji Senackiej Uniwersytetu Warszawskiego ds. Informatycznych, wspomagając dalszą komputeryzację Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW. Jest autorem kilku programów komputerowych opracowanych w języku FORTRAN (wspólnie z pracownikami Centrum Informatycznego UW). Do najważniejszych należy program badania okresowości dowolnych zmiennych metodą „sinusoid regresji” (bor1.exe – wyznaczanie widma i okresów, bor2.exe – wyznaczanie amplitud i faz poszczególnych cykli, bor3.exe – interferencja cykli), który jest często wykorzystywany w pracach magisterskich, doktorskich i habilitacyjnych.

Przez wiele lat organizował badania terenowe podczas ćwiczeń terenowych i praktyk specjalizacyjnych np. w latach 1962-1963 – nad Jez. Śniardwy (Wyspa Szeroki Ostrów), później – w okolicach Suwałk. Organizował badania INTERKOSMOS TELEFOTO-78 w zakresie meteorologii, w kilku miejscowościach w okolicy Płocka – objętych zdjęciami satelitarnymi. Organizował badania naukowe w zakresie meteorologii w kilku miejscowościach, leżących w dorzeczu Wilgi (na zamówienie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej). Wielokrotnie organizował ćwiczenia terenowe i praktyki studenckie w Warszawie, realizując temat rządowy PR-5 pt. *Charakterystyka i*

*ocena warunków klimatycznych Białoleki Dworskiej oraz określenie wpływu zabudowy na ich zmiany* (nagroda zespołowa Rektora UW).

W latach sześćdziesiątych był członkiem Komisji Rzecznawców przy Radzie Ochrony Powietrza Atmosferycznego (ROPA), a w siedemdziesiątych – członkiem Rady Naukowej przy Wojewódzkiej Radzie Narodowej w Warszawie. Nieco później należał do Międzynarodowej Organizacji Naukowej KAPG.

Od 1 lutego 1991 do 31 sierpnia 1993 był Zastępcą Dyrektora Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych WGSR.

Z dniem 1 stycznia 2004 r. objął funkcję Kierownika Zakładu Klimatologii WGSR UW, którą pełnił do 31 grudnia 2007 r.

W latach 1996-1998 był członkiem Rady Naukowej Studiów Doktoranckich.

Jest członkiem:

Rady Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego,  
Rady Naukowej Instytutu Geografii Fizycznej WGSR.

Jest członkiem trzech towarzystw naukowych:

Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (od 1961 r.),  
Polskiego Towarzystwa Geofizycznego (od 1968 r.),  
Polskiego Towarzystwa Geograficznego (od 1973 r.).

- Za 20-letnią pracę pedagogiczną Uchwałą Rady Państwa został odznaczony „Złotym Krzyżem Zasługi” (22 września 1982, nr 1724-82-27).
- Decyzją Rady Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych z dnia 26 lutego 2019 r. przyznany został Profesorowi Jerzemu Boryczce Medal Jerzego Kondrackiego za zasługi dla Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.

#### **SPIS PUBLIKACJI (1961-2020)**

1. Boryczka J., 1961, *Wyznaczanie wysokości satelity kołowego z jednej obserwacji współrzędnych i ich pochodnych względem czasu*, Biuletyn polskich obserwacji satelitów Ziemi, nr 5, Warszawa, s. 29-39
2. Boryczka J., 1962, *Determination of the distance ad a satellite with a quasi circular orbit – on the basis of one observation of the coordinates, and their derivatives in relation to time*, COSPAR, Waszyngton, ss. 10.
3. Boryczka J., 1964, *Próba wyznaczenia klimatycznego wskaźnika turbulencyjnego na podstawie temperatur ekstremalnych w przyziemnej warstwie atmosfery*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 1, s. 70-103.
4. Boryczka J., 1964, *Zależność klimatycznego wskaźnika turbulencyjnego od wysokości przy różnym stopniu zachmurzenia*, Prz. Geof., t. IX, z. 3-4, s. 216-226.
5. Boryczka J., 1964, *Kształtowanie się niektórych elementów meteorologicznych zależnie od pionowej turbulencyjnej wymiany ciepła*, Prz. Geogr., t. XXXVI, z. 1, s. 119-129.
6. Boryczka J., Okołowicz W., 1964, *Turbulencyjne rozprzestrzenianie się pyłów i innych zanieczyszczeń powietrza w różnych porach roku w zależności od charakteru podłoża ze szczególnym uwzględnieniem warunków miejskich*, Prz. Geof., t. IX (XVII), z. 2, s. 121-137.
7. Boryczka J., 1966, *Próba klasyfikacji warunków miejskich dla celów klimatologicznych*, Przegląd Geogr., t. XXXVIII, z. 1, s. 118-123.
8. Boryczka J., 1967, *Pattern of certain meteorological elements depending on vertical turbulent exchange of heat*, The Scientific Publication Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warsaw, Poland 1967, ss. 10.
9. Boryczka J., 1967, Okołowicz W., *Turbulent diffusion of dust and other air contaminants in different season of the ground, Especially under Urban Conditions*, The Scientific Publication Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warsaw, Poland, ss. 16.
10. Boryczka J., 1967, *Wpływ wilgotności gruntu i zbiorników wodnych na zawartość pary wodnej w przyziemnej warstwie powietrza*, Prace i Studia IG UW– Klimatologia, z. 2 s. 145-165.

11. Boryczka J., 1967, *Parametry określające intensywność turbulencyjnej wymiany powietrza i ich zależność od warunków meteorologicznych i charakteru podłoża*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 3, s. 90-127.
12. Boryczka J., Okołowicz W., 1968, *Zależność natężenia oświetlenia od wysokości Słońca przy różnym stopniu zachmurzenia w porze letniej*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 3, s. 36-50.
13. Stopa M., Przybylska G., Boryczka J., 1968, *Ćwiczenia z klimatologii*. Wyd. UW, Warszawa, ss. 181
14. Boryczka J., 1970, *Próba porównania różnych rozkładów gęstości i opadu pyłu oraz ich przystosowanie do opracowań klimatologicznych*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 51-132.
15. Boryczka J., 1970, *Pionowa transformacja pary wodnej w warunkach miejskich*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 207-211.
16. Boryczka J., 1970, *Zmiany roczne w turbulencyjnym ruchu powietrza*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 5, s. 43-64.
17. Okołowicz W., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Boryczka J., 1970, *Wpływ ukształtowania powierzchni i warunków meteorologicznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń (na przykładzie Kudowy)*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 4, s. 133-148.
18. Boryczka J., 1973, *Turbulencyjna transformacja pyłu i gazów w atmosferze ziemskiej i jej zależność od parametrów klimatologicznych*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 6, s. 85-110.
19. Boryczka J., *Turbulencyjna transformacja pyłu i gazów w atmosferze ziemskiej i jej zależność od parametrów klimatologicznych (skrót pracy doktorskiej)*, Dok. Geogr., z. 6, s. 69-74.
20. Boryczka J., 1973, *Rozkład zanieczyszczeń powietrza w otoczeniu punktowych źródeł emisji w warunkach miejskich*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 7, s. 21-39.
21. Boryczka J., 1973, *Badania współzależności parametrów meteorologicznych metodą płaszczyzn głównych*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 7, s. 109-139.
22. Boryczka J., 1974, *Wstęp do metod matematycznych klimatologii*, cz. I, Wyd. UW, Warszawa 1974, ss. 309.
23. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1974, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. I, *Związki korelacyjne między elementami meteorologicznymi i czynnikami geograficznymi w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 276.
24. Boryczka J., 1975, *Prognoza geograficznego rozkładu parametrów meteorologicznych na obszarze Polski*, Prz. Geof., t. XX, z. 4, s. 325-328.
25. Boryczka J., 1975, *Dwuwymiarowy rozkład prawdopodobieństwa elementów i zjawisk meteorologicznych w Polsce*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 8, s. 35-56.
26. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1976, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. II, *Zależność elementów meteorologicznych od czynników geograficznych w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 451.
27. Boryczka J., 1977, *Zależność wilgotności powietrza od współrzędnych geograficznych na obszarze Polski*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 9, s. 73-110.
28. Boryczka J., 1977, *Empiryczne równania klimatu Polski*, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 288.
29. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1977, *Zależność parametrów meteorologicznych od wysokości nad poziomem morza w Polsce*, Prz. Geof., t. XXII, z. 2, 1977, s. 121-130.
30. Boryczka J., 1978, *Empiryczne równania klimatu Polski*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 10, s. 117-126.
31. Boryczka J., 1978, *Wielowymiarowy normalny rozkład prawdopodobieństwa zbioru parametrów meteorologicznych*, Prz. Geof., t. XXIII, z. 2, s. 115-128.
32. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1978, *Zależność parametrów meteorologicznych od temperatury powietrza w Polsce*, Prace i Studia IG UW – Klimatologia, z. 11, s. 147-175.
33. Boryczka J., 1979, *Nowa metoda wyznaczania okresowych zmian parametrów meteorologicznych*, Prz. Geof., t. XXIV, z. 1, s. 45-56.
34. Boryczka J., 1980, *Nowa metoda wyznaczania trendu pól zmiennych meteorologicznych*, Prz. Geof., t. XXV, z. 3-4, s. 265-282.
35. Boryczka J., 1980, *O dokładności empirycznych funkcji trendu pól zmiennych meteorologicznych*, Prz. Geof., t. XXV, z. 3-4.
36. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 1980, *The influence of activity of the Sun on air temperature and precipitation on Mountain*, X Międzynarodowa Konferencja Karpacka, Kraków.
37. Stopa-Boryczka, Boryczka J., 1980, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. III, *Geograficzne gradienty parametrów wilgotności powietrza w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 322.
38. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Ryczywolska E., Boryczka J., Górka A., 1982, *Oceń klimat lokalnego do projektu osiedla mieszkaniowego w Białoleśce Dworskiej*, Człowiek i Środowisko, t. 6, z. 3-4, s. 335-349.



39. Boryczka J., Wicik B., 1983, *Holocenyckie cykle klimatu w środkowej Polsce na podstawie statystycznej analizy osadów jeziornych*, Prz. Geof., t. XXVIII, z. 3-4, s. 291-302.
40. Boryczka J., 1983, *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu*, Materiały Zjazdu Geografów Polskich, Toruń.
41. Boryczka J., 1984, *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu*, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, nr 234, Wyd. UW, Warszawa, ss. 272.
42. Boryczka J., Stopa-Boryczka, Styś K., 1984, *Aproksymacja pola opadów atmosferycznych w Polsce*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 288, s. 201-214.
43. Boryczka J., Stopa-Boryczka, M., Wawer J., 1984, *Aproksymacja pola temperatury powietrza w Polsce*, Sympozjum Naukowe *Udział nauki polskiej w światowym programie klimatycznym*, Skierniewice, maj 1984.
44. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1984, *Centennial air temperature fluctuation in Warsaw*, 25<sup>th</sup> International Geographical Congress, Abstracts of Papers, t. I, Paris-Alpes 1984.
45. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1984, *The multiperiodical changes of air temperature in Warsaw*, Miscellanea Geographica, vol.1, Wyd. UW, s. 87-96
46. Boryczka J., 1984, *Prognoza temperatury powietrza na rok 2000 w Warszawie*, Przewodnik Ogólnopolskiego Zjazdu Towarzystwa Geograficznego, Lublin 13-15 IX, 1984, s. 101-105.
47. Boryczka J., 1984, *Trend wiekowy temperatury powietrza w Warszawie (1500-2500)*, Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji na temat: *Klimat i bioklimat miast*, Wyd. UŁ, Łódź 22- 24 XI, s. 204-213.
48. Boryczka J., Wicik B., Gutry-Korycka M., 1985, *Posiednikowyje cikly klimata w jużnoj Polshi na fonie statyčeskowo analiza otłożenij w gornych oziorach*, IGCP Projekt 158, Palaeocology and Palaeohydrology of the Balkan Peninsula and Adjacent Areas, Sympozjum in Bulgaria, Varna 29 IX 1985.
49. Stopa-Boryczka M., Martyn D., Boryczka J., Wawer J., Ryczywolska E., Kopacz-Lembowicz, M., Kossowska-Cezak U., Lenart W., Danielak D., Styś K., 1986, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. IV, *Klimat północno-wschodniej Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 511.
50. Boryczka J., Stopa-Boryczka, M., 1986, *Matematyczny model klimatu Polski*, I Sesja Naukowa INFG UW, Warszawa s. 117-130.
51. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1986, *Mathematical model of Poland's climate*, Miscellanea Geographica, vol. 2, s. 55-69.
52. Stopa-Boryczka, M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1986, *A mathematical model of Poland's climate*, Miscellanea Geographica, vol.2, Wyd. UW, s. 55-69.
53. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1987, *Wlijanije goroda na pole meteorologicznych pieremiennych*. CEB-III-RWPG, Jabłonna 24-25 września, ss. 11.
54. Boryczka J., 1987, *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu*, Dok. Geogr., Wyd. PAN, Warszawa.
55. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1988, *Deformation of the field of air temperature due the relief of Poland*, Miscellanea Geographica, Wyd. UW, Warszawa, s. 113-125.
56. Boryczka J., Wicik B., Gutry-Korycka M., 1988, *Attempt at analysis of holocene climate cycles on the basis of lake sediments*, Miscellanea Geographica, Wyd. UW, Warszawa, t. 3, s.99-104.
57. Boryczka J., Więckowski K., Wicik B., 1989, *Holocene climatic in the light of statistical analysis of laminated sediments from the Gościąg Lake*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Matematyka-Fizyka, z. 57, Geochronometria nr 5, 1989, s. 75-85.
58. Boryczka J., Gutry-Korycka M., 1989, *Long-term fluctuation of hydroclimate elements in North-Eastern Europe*, Global Change Regional Research Centers: Scientific Problems and Concept Developments, September 25-29, Warszawa, s. 33-47.
59. Boryczka J., 1989, *Zmiany klimatu Ziemi w stuleciach XVIII-XXI i ich przyczyny*, *Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce*, Materiały Konferencji 12-14 grudnia, Łódź, s. 15-16.
60. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1989, *Wpływ czynników antropogennych na klimat lokalny Warszawy*, Acta Universitatis Carolinae 1989, Geographica, No 2, Praha, s. 49-66.
61. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kicińska B., Żmudzka E., 1989, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. V, *Z badań klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 284.
62. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1989, *The multiperiodical changes of air temperature and precipitation in Poland*, Materiały Konferencji Klimatycznej, Brno, maj 1989, November 6-11 1989. Book of abstracts, Kyoto 1989.

63. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1990, *Deformacja pola temperatury powietrza w Warszawie pod wpływem czynników antropogenicznych*, *Problemy współczesnej klimatologii*, Conference Papers 4, Sympozjum Ogólnopolskie, Stare Pole k/Malborka, 7-9 październik 1988, s. 131-146.
64. Boryczka J., Gutry-Korycka M., 1990, *Długookresowe zmiany elementów bilansu wodnego w Polsce w zlewisku Bałtyku*, Prz., Geof., t. XXXV, z. 3-4, Łódź 1991, s. 175-188
65. Boryczka J., 1990, *Współczesne zmiany klimatu Ziemi i ich przyczyny*, Materiały Konferencji, 25-28 września, Przesieka k/Jeleniej Góry.
66. Boryczka J., 1990, *Changes in Earth's climate in the 18<sup>th</sup> through 21<sup>st</sup> centuries and their reasons*, *Miscellanea Geographica*, vol.4, Wyd. UW, s. 71-78, Warszawa.
67. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kicińska B., Żmudzka E., 1990, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VI, *Wpływ Oceanu Atlantyckiego i rzeźby terenu na klimat Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 334.
68. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1990, *Influence of the city of fields of meteorological variable*, *Urban Ecological Studies in Central and Eastern Europe*, Proceedings of the International Symposium Warszawa-Jabłonna, 24-25 September, Wrocław.
69. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Boryczka J. 1990, *Influence of the city on field of meteorological variable*. [w:] *Urban Ecological Studies*, Ossolineum, Wrocław, s. 26-35
70. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1991, *Mapy gradientów temperatury i opadów w Polsce*, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, No 1213, Prace Instytutu Geograficznego, seria A, t. V, Wrocław, s. 180.
71. Boryczka J., 1992, *Naturalny i antropogeniczny trend temperatury powietrza w Warszawie*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 17, Wyd. UW.
72. Boryczka J., 1992, *Naturalne zmiany temperatury powietrza w Warszawie*, Materiały II Ogólnopolskiej Konferencji *Klimat i bioklimat miast*, Wyd. UŁ, Łódź, 9-11 grudnia.
73. Boryczka J., 1992, *The influence of Parameters of the Solar System on Earth's Climate*, *Miscellanea Geographica*, t. 5, Wyd. UW, Warszawa, s. 33-44.
74. Gutry-Korycka M., Łopata K., Boryczka J., 1992, *Periodical changes of precipitation in Poland and their causes*, *Miscellanea Geographica*, t. 5, Wyd. UW, Warszawa s. 100-104.
75. Gutry-Korycka M., Boryczka J., 1992, *Long-term fluctuation of hydroclimate elements in Poland, European climate reconstructed from documentary data: methods and results*, Special Issue: ESF Project European Palaeoclimate and Man 2, Stuttgart-Jena-New York, Palaeoclimate Research, v. 7, s. 152-175.
76. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kicińska B., Żmudzka E., 1992, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VII, *Zmiany wiekowe klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 438.
77. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., *Wpływ Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego na klimat Polski, Badania Fizjograficzne na Polską Zachodnią*, t. XLIV, seria A, Geografia Fizyczna, Wyd. UP s. 153-158.
78. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 1992, *Positive and negative effects of the city heat island in Warsaw*, [w:] II European Meeting of the INTECOL and UNESCO – Program 11 Man and Biosphere International Network for Urban Ecology, Warsaw-Mądralin, 15-17 December 1992, ss. 20.
79. Boryczka J., 1993, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 400.
80. Boryczka J., 1993, *The influence of the eruptions of volcanoes on the Earth's climate in the 17<sup>th</sup> - 21<sup>st</sup> century*, *Scientific activities of Professor Władysław Gorczyński and their continuation*, Symposium in Nicholas Copernicus University, Toruń, 16-17 September s. 24-25.
81. Boryczka J., 1993, *Wpływ erupcji wulkanów na klimat Ziemi w XVII-XXI wieku, Działalność naukowa Profesora Władysława Gorczyńskiego i jej kontynuacja*, Sympozjum w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, Toruń 16-17 września, s. 22-23.
82. Gutry-Korycka M., Boryczka J., 1993, *Długookresowe fluktuacje elementów obiegu wody, Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*, Kraków, s. 277-298.
83. Boryczka J., 1993, *The natural changes of climate in Europe in the 18<sup>th</sup> – 21<sup>st</sup> centuries*, *Early Meteorological Instrumental Records in Europe, Methods and results*, *Zeszyty Naukowe UJ MLXIX, Prace Geograficzne*, z. 95, Prace Instytutu Geograficznego, z. 117, Kraków 1993, s. 128-137.
84. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1994, *Deformacja pól temperatury i opadów w Polsce po wpływie rzeźby terenu*, IX Seminarium Polsko-Czeskie, Warszawa, s. 95-119.
85. Boryczka J., Wicik B., 1994, *Record of holocene climatic cycles in Lake sediments in Central Poland*, *Miscellanea Geographica*, t. 6, Wyd. UW, Warszawa, s. 69-77.

86. Boryczka J., 1994, *Cykliczne zmiany klimatu w różnych szerokościach geograficznych i ich przyczyny, Współczesne badania klimatologiczne*, Conf. Papers, 23, IGIpZ PAN, Warszawa (Radzików, 7-8 listopada 1984), s. 111-124.
87. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J. 1994, *Positive and negative effects of the urban heat island in Warsaw*, Memorabilia Zoologica, t. 49, Proceedings of the I European Meeting of the International Network for Urban Ecology, Wyd. PAN, s. 68-80.
88. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wągrowka M., Śmiałkowski J., 1994, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. VIII, *Cechy oceaniczne klimatu Europy* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss.405.
89. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1994, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Kotliny Warszawskiej*, [w:] Materiały Zjazdu PTG w Lublinie, 1-4 września 1994.
90. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Błażek E., Skrzypczuk J., 1995, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. IX, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Warszawy* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW Warszawa, ss. 320.
91. Stopa-Boryczka M., Kopacz M., Błażek E., Kicińska B., Żmudzka E., 1995, *Antropogeniczne zmiany temperatury powietrza w Warszawie: Pozytywne i negatywne skutki*, [w:] *Klimat i bioklimat miast* (red. K. Kłtyś), Łódź, Wyd. UL, s. 169-179.
92. Boryczka J., 1996, *The tendency of natural changes of the Earth's climate and identification of its causes*, Proceedings of International Conference on Climate Dynamics and the Global Change Perspective, Cracow, October 17-20, Zeszyty Naukowe UJ MCLXXXVI, Prace Geogr., z. 102, Prace Inst. Geograficznego UJ, z. 124, s. 293-299.
93. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1996, *Modeli otrzajaszczije prirodnije i antropogennije izmieniija klimata*, [w:] Prirodnyje resursy: racjonalnoje ispolzowanije i ochrana, Wyd. MGU, Moskwa, s. 101-116.
94. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1996, *Tendencje zmian klimatu Polski*, 45 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Polska w Europie Bałtyckiej, Słupsk-Ustka, 18-21 września, s. 183-185.
95. Boryczka J., 1996, *Natural warming of the Earth's climate in 18<sup>th</sup> trough 20<sup>th</sup> centuries*, Miscellanea Geographica, z. 7, Wyd. UW, Warszawa, s. 41-53.
96. Boryczka J., 1996, *Globalne ocieplenie klimatu jako efekt zmian Układu Słonecznego*, Materiały Konferencji *Metody badań wpływu czynników antropogenicznych na warunki klimatyczne i hydrologiczne w obszarach zurbanizowanych*, 12-14 września, Katowice.
97. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1996, *Tendencje zmian klimatu Polski*. [w:] Materiały 45 Zjazdu PTG, Słupsk-Ustka, 18-21 września, s. 183-185.
98. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1997, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. X, *Cykliczne zmiany aktywności Słońca i cyrkulacji atmosferycznej w Europie* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 220.
99. Boryczka J., 1997, *Wahania klimatu Ziemi zdeterminowane cyklicznością parametrów Układu Słonecznego*, Prace i Studia Geogr., t.20, Wyd. UW, Warszawa, s. 200-233.
100. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1997, *Natural and antropogenic changes of climate in Europe*, Acta Universitatis Carolinae, Geographica, XXXII, Praha
101. Boryczka J., 1997, *Tendencje wiekowe temperatury powietrza w Europie*, Materiały 46 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Rynia-Warszawa, 18-21 września, s. 130-133.
102. Boryczka J., 1997, *Problemy współczesnej klimatologii w zakresie zmian klimatu*, Materiały 46 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Rynia-Warszawa, 18-21 września, s. 127-130.
103. Kożuchowski K., Boryczka J., 1997, *Cykliczne wahania i trendy zmian poziomu morza Świnoujściu (1811-1990)*, Prz. Geof., R. XLII, t. 1, s. 31-48
104. Boryczka J., 1998, *Problems of contemporary climatology in the domain of climate change*, Miscellanea Geographica, z. 8, Wyd. UW.
105. Boryczka J., 1998, *Zmiany klimatu Ziemi*, Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa, ss. 165
106. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 1998, *Współczesne zmiany klimatu i ich uwarunkowania*, [w:] Materiały 47 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Sosnowiec 23-26 września 1998, Wyd. Nauk o Ziemi UŚ.
107. Boryczka J., 1998, *Postęp badań współczesnych wahań klimatu Ziemi w drugiej połowie XX wieku*, Prace i Studia Geogr., t. 22, Wyd. UW, Warszawa, s. 51-63.
108. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1998, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XI, *Tendencje wiekowe klimatu miast w Europie*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 258.
109. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1998, *Cechy kontynentalne klimatu Polski Południowo-Wschodniej*, [w:] *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*, Wyd. UMCS, Lublin s. 111-114.

110. Boryczka J., 1999, *Klimat Polski a naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi, Geografia na przełomie wieków – jedność w różnorodności*, Materiały sesji jubileuszowej 18-20 czerwca 1998, Warszawa, s. 135-147.
111. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wągrowa M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1999, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XII, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu miast w Europie*, t. XII, Wyd. UW, Warszawa, ss. 255.
112. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1999, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIII, *Cykliczne zmiany klimatu miast w Europie*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss.283.
113. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Lorenc H., Kicińska B., Błażek E., Skrzypczuk J., 2000, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIV, *Prognoza zmian klimatu Warszawy w XXI wieku* (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa s. 300.
114. Boryczka J., 2000, *Changes of climate in Poland during recent centuries*, Polish Geography, Problems, Reserches, Applications (ed. Z. Chojnicki, J. J. Parysek), Adam Mickiewicz University, Wyd. Bogucki, Poznań 2000 (The present book has been published on the occasion of the 29<sup>th</sup> International Geographical Congress in Seoul).
115. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2000, *Zmiany klimatu Polski w XVIII-XXI wieku*, Acta Universitatis Nicolai, Geografia XXXI – Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, z. 106, Toruń 2000, s. 55-79.
116. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2000, *The warmings and coolings of the climate of Warsaw during the last centuries and their conditioning*, Miscellanea Geographica, z. 9, Wyd. UW, s. 39-51.
117. Boryczka J., 2000, *Tendency of climate in Poland*, [w:] Materiały VII Ukraińskiego Towarzystwa Geograficznego, Kijów.
118. Boryczka J., 2001, *Postęp badań przyczyn zmian klimatu w drugiej połowie XX wieku*, Prace i Studia Geogr., t. 28, s. 137-156.
119. Boryczka J., 2001, *Klimat Ziemi. Przeszłość, Teraźniejszość, Przyszłość*, Prace i Studia Geogr., t. 29, s. 55-72.
120. Boryczka J., 2001, *Zmiany klimatu Warszawy od XVIII do XXI wieku*, Prace Geogr., nr 180, *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej*. Wyd. IGPZ PAN, s. 27-37.
121. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Błażek E., Skrzypczuk J., 2001, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XV, *Prognozy zmian klimatu miast Europy* (red. M. Stopa-Boryczka, Jerzy Boryczka), Wyd. UW, ss. 249.
122. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2001, *The forecast of the climate in Warsaw*, Obszczestwo, Okrużajuszczaja Średa. Razwitie Gieografii w Stranach Cienralnoj i Wostocznoj Ewropu. Międzunarodnaja Nauczniejsza Konferencja, Kaliningrad/ Swietlogorsk, Rosija, 4-7 junja 2001 goda, Tiezisisy dokladow, cz. I, Izdatielstwo Kaliningradskogo Gosudarstwiennego Uniwersitieta, s. 166.
123. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2001, *Współczesne zmiany klimatu i ich przyczyny*, Encyklopedia Multimedialna PWN.
124. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Kalendarz ważniejszych wydarzeń w Zakładzie Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2000)*, Prace i Studia Geogr., t. 28, Wyd. UW, s. 313-328.
125. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., *Czynniki kształtujące klimat Ziemi*, Encyklopedia Multimedialna PWN.
126. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Klimat Polski w pracach Andrzeja Ewerta – pierwszego doktora seminarium doktorskiego Zakładu Klimatologii*, Prace i Studia Geogr. t. 28 s. 193-198, Wyd. UW.
127. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kirschenstein M., 2001, *Wspomnienia pośmiertne, Andrzej Ewert (1938-2001)*, Prz. Geof., z.3.
128. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *50 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2001)*, [w:] Prace i Studia Geogr., Wyd. UW, t. 29, s. 13-28).
129. Stopa-Boryczka M. Boryczka J., 2001, *Wiekowe zmiany temperatury powietrza i opadów w Warszawie*. [w:] *Atlas klimatycznego ryzyka upraw roślin w Polsce*, (red. Cz. Koźmiński), Wyd. Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin, (plansza 28).
130. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2001, *Przewidywane średnie sezonowe i roczne zmiany temperatury powietrza na wybranych stacjach*, [w:] *Atlas klimatycznego ryzyka upraw roślin w Polsce*, (red. Cz. Koźmiński), Wyd. Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin, (plansza 28).
131. Boryczka J., 2002, *The progres in the study of the causes of climate changes on the Earth*. Miscellanea Geographica, vol. 10.
132. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Grabowska K., Błażek E., Skrzypczuk J., 2002, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVI, *Prognozy zmian klimatu Polski* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 212.
133. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2002, *The 50 years of research and teaching activity of the Department of Climatology at the University of Warsaw*, Miscellanea Geographica, vol. 10, s. 89-102.

134. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2002, *Zmiany klimatu i ich przyczyny. Hipotezy i fakty*, Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z VI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS pod hasłem Co nauka daje sztuce?, 8 VI 2002, Warszawa, ss.73.
135. Boryczka J., 2003, *Changes in the climate of Warsaw from 18th to 21st century*, [w:] *Studies on the climate of Warsaw* (Stopa-Boryczka M., red.), Wyd. WGSR UW, Warszawa, s. 25-33.
136. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2003, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, Materiały Konferencji, Kraków, czerwiec 2003 r.
137. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Kirschenstein M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2003, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*. t. XVII, *Mroźne zimy i upalne lata w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 297
138. Boryczka J., 2003, *Trends in climate change in Europe and their causes, Man and Climate in the 20<sup>th</sup> Century* (red. J. L. Pyka i inni), *Studia Geograficzne*, nr 75, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, nr 2542, Wrocław, s. 98-107.
139. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2003, *The cyclic changes of the climate of Warsaw and their conditioning*, [w:] *Studies on the climate of Warsaw* (Stopa-Boryczka M., red.), Wyd. WGSR UW, Warszawa, s. 35-50.
140. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2003, *Cykliczne zmiany klimatu Warszawy i ich uwarunkowania*, [w:] *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*, *Prace Geogr.*, nr 188, IGIIPZ PAN.
141. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2003, *The influence of the man-made factors on the local climate of Warsaw*, [w:] *Studies on the climate of Warsaw* (Stopa-Boryczka M., red.), Wyd. WGSR UW, Warszawa, s. 95-110.
142. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2003, *The cyclic changes of the climate of Warsaw and their conditioning*, [w:] *Studies on the climate of Warsaw*, Wyd. WGSR UW, Warszawa.
143. Boryczka J., 2004, *Mit efektu cieplarnianego*, *Prz. Geof.*, z. 1-2, s. 43-56.
144. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2004, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVIII, *Groźne zjawiska pogodowe w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 217.
145. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2004, *Climate of the Europe – Past, Present, Future*, *Miscellanea Geographica* vol. 11, s. 101-118.
146. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2004, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, *Acta Agrophysica*, PAN, vol. 3 (1).
147. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2004, *The influence of the North Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, *Proceedings Conference "Landscape Science – Traditions and Trends* September 8-12, Ivan Franko National University of Lviv.
148. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2004, *Klimat Europy. Przeszłość – teraźniejszość – przyszłość*, Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z VIII Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS pod hasłem Nauka bez granic, 22 V 2004, Warszawa, ss. 77.
149. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Pietras K., Bijak S., Błażek E., Skrzypczuk J., 2005, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIX, *Cechy termiczne klimatu Europy* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 184
150. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2005, *Zmiany klimatu Polski w XIX-XXI wieku ze szczególnym uwzględnieniem Wyżyny Małopolskiej*, [w:] *Środowisko przyrodnicze jako przedmiot badań interdyscyplinarnych: teoria i praktyka* (Strzyż M., Świercz A., red.), Wyd. Instytut Geografii Akademii Świętokrzyskiej, Kielce, s. 33-34.
151. Boryczka J., 2006, *Warming and Cooling of the Earth's Climate and their Causes*, *Miscellanea Geographica*, vol. 12, s. 31-41.
152. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2006, *Cyclic Temperature and Precipitation Fluctuations in Poland in the 19<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> Centuries*, *Miscellanea Geographica*, vol. 12, s. 43-53.
153. Boryczka J., Mucha B., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2006, *The influence of the North Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, *Miscellanea Geographica*, vol. 12, pp. 75-80.
154. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2006, *Zmiany klimatu Polski ze szczególnym uwzględnieniem Wyżyny Małopolskiej*, *Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe, Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. 16/1, Warszawa, s. 297-305.
155. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), 2006, [w:] *Prognozy pogody w przysłowia i ich sprawdzalność w Polsce*. Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z X Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS pod hasłem Świat za 10 lat, w dniu 03 VI 2006, Wyd. UW, Warszawa, ss. 85.

156. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2007, *Okresowe wahania temperatury powietrza w Europie w XIX-XXI wieku i ich przyczyny*, [w:] *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*, (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz, Kraków, s. 163-173.
157. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., 2007, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, *Acta Agrophysica PAN*, vol. 9(3), s. 555-570.
158. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., Bijak Sz., 2007, *Okresowe zmiany klimatu Europy według ciągów dendrologicznych*, *Materiały XXXII Ogólnopolskiego Zjazdu Agrometeorologów i Klimatologów. Zasoby i Zagrożenia klimatyczne*, Akademia Rolnicza w Szczecinie – Uniwersytet Szczeciński, Kołobrzeg 13-15 września 2007.
159. Boryczka J., Stopa-Boryczka J., Bijak Sz., 2007, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, *Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej*, Toruń, 11-13 października 2007.
160. Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (red.), *Cykliczność i tendencje zmian klimatu Polski*, *Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego z XI Pikniku Naukowego Polskiego Radia BIS*, w dniu 26.05.2007 w Warszawie pod hasłem *Matematyka i my*, ss. 90.
161. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Bijak Sz., Cebulski R., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XX-XXI, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 266
162. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2007, *Cechy termiczne klimatu Europy*, [w:] *Znaczenie badań krajobrazowych dla zrównoważonego rozwoju*, red.: K. Ostaszewska, WGSR, Warszawa, s. 203-217.
163. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Mucha B., 2008, *Tendencjes in climate changes in Poland and Ukraine during the last centuries and their causes*, *Miscellanea Geographica*, Warszawa, vol. 13, pp. 77-88.
164. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2008, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, *Wpływ zabudowy i zieleni osiedlowej na zróżnicowanie klimatu lokalnego w Warszawie* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 332.
165. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Górka A., Ryczywolska E., Boryczka J., Wawer, 2008, *Charakterystyka i ocena warunków klimatycznych Białoleki Dworskiej oraz określenie wpływu zabudowy na ich zmiany*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s. 21-42.
166. Błażejczyk K., Boryczka J., Grabowska K., 2008, *Wieloletnia zmienność wysokich opadów w Polsce na tle ogólnych zmian klimatu*, [w:] *Symposium Ogólnokrajowe Hydrotechnika X'2008*, Ustroń.
167. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 2008, *Influence of the city on field of meteorological variable*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s. 293-298.
168. Stopa-Boryczka M., Kopacz-Lembowicz M., Boryczka J., 2008, *Positive and negative effects of the urban heat island in Warsaw*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXII, s. 299-308.
169. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Wprowadzenie*, [w:] *Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego na XII Piknik Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik*, 14.06.2008, Warszawa.
170. Kotynia P., Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Zmiana warunków meteorologicznych w Warszawie po przejściu burzy*, [w:] *Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego na XII Piknik Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik*, 14.06.2008, Warszawa.
171. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2008, *Udział studentów w badaniach naukowych Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Materiały Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego na XII Piknik Polskiego Radia BIS i Centrum Nauki Kopernik*, 14.06.2008, Warszawa.
172. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, *Klimat Warszawy i innych miast Polski*, *Studia porównawcze* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 383.
173. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2009, *Klimat Polski w publikacjach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, s. 13-42.

174. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, s.43-52.
175. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Zmiany okresowe i tendencje niektórych zjawisk pogodowych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy i Krakowa*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, s. 53-74.
176. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2009, *Empiryczne równania przebiegów rocznych temperatury powietrza w Polsce (na przykładzie 32 miast)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIII, s. 346-363.
177. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2009, *Wpływ czynników geograficznych na klimat Europy*, *Prace i Studia Geogr.*, t. 41, ss. 191-208.
178. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2010, *Cooling and Warming of Climate of the Earth's Northern Hemisphere (on the basis of fluctuations of the oxygen isotope  $\delta^{18}C$  and dendrological data)*, *Miscellanea Geographica*, vol. 14, pp.47-58.
179. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIV, *Klimat Warszawy i miejscowości strefy podmiejskiej* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 333.
180. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, *Zmiany klimatu Warszawy i innych miast Europy w XVII-XXI wieku* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 417.
181. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2010, *Modelowanie naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu w atlasie Współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce (1974-2010)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s.13-70.
182. Boryczka J., 2010, *Metoda J. Boryczki sinusoid regresji badań okresowości zmiennych przyrodniczych*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 71-87.
183. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2010, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Północnej Półkuli Ziemi (na podstawie wahań izotopu tlenu  $\delta^{18}O$  i danych dendrologicznych)*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s.88-98.
184. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Problemy badań współczesnych zmian klimatu*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 123-132.
185. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Współczesne zmiany klimatu w publikacjach Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 299-306.
186. Boryczka J., Mucha M., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2010, *The influence of the north Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 307-311.
187. Boryczka J., Mucha M., Stopa-Boryczka M., 2010, *Tendencje zmian klimatu Polski i Ukrainy w ostatnich stuleciach i ich przyczyny*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 312-320.
188. Boryczka J., M., Stopa-Boryczka M., Lorenc H., Kicińska B., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Zmiany klimatu Warszawy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 321-362.
189. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., 2010, *Influence of Build-up Area and Housing Eestate Vegetation on Diversity of the Local Climate in Warsaw*, *Miscellanea Geographica*, vol. 14, pp.121-134.
190. Stopa-Boryczka, Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., 2010, *Cykliczne zmiany miejskiej wyspy ciepła w Warszawie (The cyclic changes of the urban islands in Warsaw)*, *Materiały Międzynarodowego Naukowego Seminarium*, 14-15 maja 2010, s. 5-8, Lviv, Briuchowyczi, Wyd. Lwowskiego Uniw. im. I. Franki.
191. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2011, *Fale chłodu i ciepła w przebiegu rocznym temperatury powietrza w Warszawie (1951-2010)*, *Prz. Geof.* 56, 3-4, 181-200.
192. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2011, *Heat and cold waves in an annual cycle air temperatures in Warsaw (1951-2010)*, *Miscellanea Geographica*, 15, 103-114.

193. Boryczka J., Stopa-Boryczka, Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2011, *Zmiany klimatu Półkuli Północnej (na podstawie wahań promieniowania słonecznego i izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$ )*. Prace i Studia Geogr., 47, Wyd. WGSR UW, s. 25-32.
194. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., 2011, *Wpływ zabudowy i zieleni osiedlowej na zróżnicowanie klimatu lokalnego w Warszawie*, Prace i Studia Geogr., t. 47, Wyd. WGSR UW, s. 373-381,
195. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., 2011, *Cykliczne zmiany miejskiej wyspy ciepła w Warszawie i ich przyczyny*, Prace i Studia Geogr., t. 47, s. 409-416, Wyd. WGSR UW.
196. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., 2011, *60 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego (1951-2010)*, Prace i Studia Geogr. – Supplement, t. 47, ss. 206, Wyd. WGSR UW.
197. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., 2011, *Badania miejskiej wyspy ciepła w Warszawie*, Prace i Studia Geogr. – Supplement, t. 47, Wyd. WGSR UW, s. 169-178.
198. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification of forecasts of periodic changes in the climate of Warsaw in the period 1779-2010*, Miscellanea Geographica, vol. 16, No. 2, 16-22.
199. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2012, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVI-XXVII, *Z badań klimatu Mazowsza (z uwzględnieniem większych miast)* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 596.
200. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2012, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVIII, *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie i innych miastach Polski* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 470.
201. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification forecasts concerning of periodic changes in the climate of Warsaw in the period*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVIII, *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie i innych miastach Polski*, Wyd. UW, s.431-451.
202. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2013, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 451.
203. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2010*, Prz. Geof. LVII 2012, 3-4, 343-362.
204. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2013, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1813-2010*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski*, s. 382-402.
205. Boryczka J., *O realności okresów i tendencji zmiennych klimatologicznych*, 2013, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski*, s. 403-417,
206. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., Grzęda M., 2013, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXX, *Klimat północno wschodniej Polski według podziału fizycznogeograficznego J. Kondrackiego i J. Ostrowskiego* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, ss. 550.
207. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Romuald Gumiński (1896-1952)*, Słownik geografów polskich, Kraków (w druku).
208. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Wincenty Okołowicz (1906-1979)*, Słownik geografów polskich, Kraków (w druku)
209. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2014, *Biogram, Zofia Kaczorowska (1902-1993)*, Słownik geografów polskich, Kraków (w druku).
210. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2014, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXI-XXXII, *Modele empiryczne przestrzennych i czasowych zmian klimatu Europy z wyodrębnieniem Polski (ważniejsze wyniki badań)*, (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW, ss. 422.
211. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2014, *Zależność najniższych i najwyższych średnich dobowych wartości temperatury powietrza od aktywności Słońca (na przykładzie Warszawy, 1951-2010)*, Prace i Studia Geogr., t. 56, Wyd. WGSR UW, ss.67-95.
212. Boryczka J., 2015, *Zmiany klimatu Ziemi* (wydanie drugie rozszerzone), Wyd. WGSR UW, Warszawa, ss. 280



213. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Europie w XX-XXI wieku*, Prz. Geof. LX 2015, 3-4, 133-161.
214. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Zależność przebiegu rocznego temperatury powietrza od aktywności Słońca (na przykładzie Warszawy (1951-2010))*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGSR UW, s. 363-375.
215. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2015, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW, ss. 444.
216. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Europie w XX-XXI wieku*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, WGSR UW, s. 310-340.
217. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010.*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGSR UW, s. 376-388.
218. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIV, *Klimat Europy – Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość (w kolejnych 33 tomach Atlasu I, 1974 – XXXIII, 2015)* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW, ss. 462.
219. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2017, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010.*, *Miscellanea Geographica*, Vol. 21, No 3, pp 132-138, ISSN 2084-61-18, DOI 10 1515, Wyd. WGSR UW.
220. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXV. *Badania klimatu Europy w różnych skalach przestrzennych (w publikacjach Zakładu Klimatologii UW, 1951-2016)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415
221. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXVI. *Postęp badań zmian klimatu Ziemi w ostatnim tysiącleciu (XI-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 407
222. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXVII *Postęp badań zmian klimatu Polski i ich znaczenie dla życia i gospodarczej działalności człowieka, 100 lat geografii w Uniwersytecie Warszawskim* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 407.
223. Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2017, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010.*, *Miscellanea Geographica*, Vol. 21, No 3, pp 132-138, ISSN 2084-61-18, DOI 10 1515, Wyd. WGSR UW.
224. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXVIII-XXXIX. *Postęp badań zmian klimatu Warszawy w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red.: M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 428
225. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XL. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 510
226. Boryczka J., 2019, *Zmiany klimatu Ziemi* (wydanie trzecie uaktualnione), Wyd. WGSR UW, Warszawa, ss. 346
227. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2020, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XLI. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 606.
228. Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2020, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych geograficznych w Polsce*, t. XLII. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415

## Prace popularno – naukowe, recenzje, wywiady

1. *Sputnik w meteorologii*, audycja radiowa, 30 XI 1963 r. o godz. 16.15, Redakcja Przyrodnicza, program II PR.
2. Brand J. C., 1972, *Introduction to the Solar Wind*, „Wiadomości Służby Hydrologicznej” t. VIII, z. 2, s. 72.
3. Fraser J. I., Haber F. C., Muller G. H., 1973, *The Study of Time*, Przegląd Geofizyczny, z. 3-4, s. 342-343.
4. Gerstenberger M., 1973, *Das Himmelsjahr, Sonne, Mond und Sterne in Jahr*, Stuttgart, t. XIX, z. 2, s. 170.
5. *Atlas Klimatyczny Polski*, 1974, Przegląd Geofizyczny, t. XIX, z. 3-4, s.258 (z M. Stopą-Boryczką).
6. Muller R., 1975, *Sonne, Satelliten, Kometen und Blitze*, Wiadomości Meteorologii i Gospodarki Wodnej, t. XXIII, z. 1, s. 66.
7. *Prognoza na 500 lat*, Kurier Polski z dni 10-13 IV 1982 r. (A. Market).
8. Reznikov A. P., 1983, *Priedskazaniye jestiestwiennych prociesow obuczajuszcziesja sistiemoj*, „Przegląd Geofizyczny”, t. XXVIII, z. 3-4, s. 448-450.
9. *Spokojne Słońce przyczyną mroźnej zimy*, „Głos Pomorza”, Koszalin-Słupsk, R. XXXV, nr 18, 22 01. 1987.
10. *Czy pogoda zwariowała ?*, Przegląd Reader's Digest, grudzień 1997 (Anna Sobczyk).
11. *Stochastic Climate Models* (red. P. Imkeller J.-S. von Storch), Progres in Probabilisty, vol. 49, Birkhauser Verlag, Bassel-Boston-Berlin 1999, ss. 398.
12. *Jak będą wyglądać Polska i Europa w wyniku globalnego ocieplenia*, „Przegląd”, 23 VI 2001 r., s. 22.
13. *Przyczyny zmian klimatu*, VI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 8.06. 2002, s. 26-29.
14. *50 lat działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego*, VI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 8.06.2002, s. 10-15 (z M. Stopą-Boryczką).
15. *Klimat Europy w XVIII-XXI wieku*, VI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 8.06. 2002, s. 32-33.
16. *Dokumentacja historyczna prowadzonych pomiarów temperatury powietrza w Warszawie od 1779 roku*, VI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 8.06. 2002, s. 35-37 (z innymi autorami).
17. *Pole temperatury powietrza w Europie a typy cyrkulacji atmosferycznej*, VI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 8.06.2002, s. 55-57 (z innymi autorami).
18. *Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość klimatu Europy*, VIII Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 22.05..2004, s.25-29 ( z innymi autorami).
19. *Tajemnice zimy. Będzie mróz za 50 lat, Tylko zimy żal*, Super Express, nr 1, 29-30 stycznia 2005 (rozmawiała Ewa Jabłońska).
20. *Wprowadzenie, X Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS*, 3.06.2006, s. 7-13 (Stopa-Boryczka M., Boryczka J.).
21. *Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX-XXI wieku*, X Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 3.06.2006, s. 49-54 (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J.).
22. *Prognozy pogody w przysłowiach i ich sprawdzalność w Polsce*, X Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 3.06.2006, s. 65-69 (Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Tońską M.).
23. *Wprowadzenie, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS*, 22.05.2004, s. 7-9 (Stopa-Boryczka, Boryczka J.).
24. *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 19-25 (Boryczka J., M. Stopą-Boryczka).
25. *Cykliczność i tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 27-37 (Boryczka J, Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J.).
26. *Cykliczność i tendencje ciśnienia atmosferycznego w Polsce*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s.37-43 (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J.).
27. *Okresowe zmiany opadów atmosferycznych w Polsce*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 43-48 (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J.).
28. *Tendencje i zmiany okresowe burz w Polsce*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 53-58 (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J.).
29. *Maksymalne dobowe sumy opadów atmosferycznych i częstość opadów 10 mm w Warszawie i Krakowie*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 59-62 (z innymi autorami).
30. *Liczba dni z pokrywą śnieżną w Warszawie i Krakowie*, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS, 26.05.2007, s. 63-65 (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Grabowska K., Wawer J., Błażek E., Skrzypczuk J.).
31. *Wprowadzenie, XI Piknik Naukowy Polskiego Radia BIS*, 26.05.2007, s. 7-9 (z M. Stopą-Boryczką).

## SUMMARY

**Jerzy Boryczka.** M.A. in 1961, Ph.D. on 1968, associate professor in 1983, professor in 1991. Employed at UW since 1961. Deputy head of the Institute of Physicogeographical Sciences in the years 1990-1991.

Jerzy Boryczka was born on 1 July 1937 in -Nowiny - Kozienice. He completed secondary education at the general secondary school in Kozienice in 1955 and graduated from Warsaw University's Faculty of Mathematics and Physics, with Astronomy as his main specialisation.

He was awarded the title of Master of Astronomy (*magister astronomii*) on 26 June 26, 1961 for the dissertation entitled *Determining the Height of a Circular Orbit Satellite in One Observation of Coordinates and Their Derivatives Relative to Time*, carried out for geophysical purposes.

On 1 October 1961 Professor Jerzy Boryczka started work in the Climatology Department of Warsaw's University Institute of Geography. First he worked as an assistant, in 1963-1968 - as a senior assistant, in 1968-1988 - as a lecturer, and since 1 June 1988 - as an assistant professor. Starting from 1 March 1991, he has held the post of associate professor.

Professor Jerzy Boryczka defended his doctoral dissertation entitled *Turbulence Transformation of Dusts and Gases in the Earth's Atmosphere and Its Dependence on Climatological Parameters* on 10 June 1968. The Council of Warsaw's University Institute of Geography awarded him the academic degree of Doctor of Natural Sciences.

After submitting and defending the dissertation entitled *The Deterministic and Stochastic Model of Multicyclical Climate Changes*, on 26 April 1983, the Council of the Faculty of Geography and Regional Studies of Warsaw University awarded Jerzy Boryczka the postdoctoral degree in geographic sciences, specialisation of climatology

**Research interests:** Natural (periodic) climate changes and their reasons; influence of solar activity (solar constant) and volcanic eruptions on climate; role of parameters of solar system on the course of climate on the Earth; trends in natural and anthropogenic climate changes in Europe and the forecasts for the 21<sup>st</sup> century; the Holocene climatic cycles identified on the basis of organic substance deposited in lake sediments.

**Important publications:** Author over of 200 publications, including: *Changes of the Earth's Climate*, 20; *Changes of climate in Poland during recent centuries, Researches, Applications* "29<sup>th</sup> International Geographical Congress" in Seul (Z. Chojnicki, J. Parysek), Poznań 2000; *The forecast of the climate changes in Warsaw*, in: the *Atlas of interdependence of meteorological and geographical parameters in Poland*, 2000; *Natural and anthropogenic changes of the Earth's climate in 17<sup>th</sup>- 21<sup>st</sup> centuries*, 1993; *Cyclical changes of solar activity and atmospheric circulation in Europe*, in the *Atlas of interdependence of meteorological and geographical parameters in Poland* 1997.

**Teaching:** Dynamic meteorology, Dynamic climatology, Methods of climatological analysis and reporting, Mathematical foundations of climatology, Climate changes. Tutored 50 Master's dissertations. Promoted 5 doctors: J. Wawer (1994), A. Michalska (1998), E. Żmudzka (1998), R. Cebulski (2007) i K. Pietras (2009).

**Cooperation with foreign centres:** Within framework of the Global Change Regional Research Centres, Scientific Problems and Concept Developments; Urban Ecological Studies in Europe; 1<sup>st</sup>-2<sup>nd</sup> European Meeting of the INFECOL; University in Lviv; University MGU in Moscow.

**Membership in learned societies, committees, scientific councils:** Member of the Council for Doctoral Studies

#### **Biogram opracowano na podstawie publikacji (uaktualniony):**

Prace i Studia Geograficzne, *Działalność naukowa i dydaktyczna oraz organizacyjna pracowników Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW (1956-2001)*, t. 28, 2001, s. 59-70, Wyd. UW.

Prace i Studia Geograficzne, Suplement 47, 2011, *Wykaz publikacji pracowników i doktorantów*, (1951-2010).Wyd. WGSR UW, s. 112-168.

Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Bijak Sz., Cebulski R., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XX-XXI, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, (red. M. Stopa-Boryczka), Wyd. UW, Warszawa, ss. 266

Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2015, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, s. 417-430, Załącznik 1. Maria Stopa-Boryczka – Spis publikacji (1960-2015), Wyd. WGSR UW.

Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXV. *Badania klimatu Europy w różnych skalach przestrzennych (w publikacjach Zakładu Klimatologii UW, 1951-2016)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415

## I. WPROWADZENIE

*Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce t. XLII. Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500* dotyczy ekstremów wiekowych temperatury powietrza w 30 miastach Europy w okresach obserwacji oraz w 4 miastach (Warszawa, Paryż, Genewa, Sztokholm) w latach 1500-2500 (wartości rekonstruowanych i prognozowanych).

W rozdz. II. *Zmiany klimatu Ziemi od -500 000 bp do 100 000 ad* przedstawiono ważniejsze wyniki dotychczasowych badań wahań promieniowania słonecznego na równoleżniku  $65^\circ \text{N}$  (od -500 tys. lat) spowodowane zmianami eliptycznej orbity Ziemi. W obliczeniach sum promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^\circ \text{N}$  posłużono się teorią M. Milankoviča (1930). W obliczeniach sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień (III-IX) przyjęto zakres zmian i długości cykli:

- 100 000 lat – mimośrodowi orbity Ziemi w przedziale  $0 \leq e \leq 0,066$  (wydłużając cykl 92 000 lat M. Milankoviča 1930),
- 40 000 lat – nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki  $21^\circ 58' \leq \varepsilon \leq 24^\circ 36'$
- 21 000 lat – długości ekliptycznej perihelium względem punktu równonocy wiosennej ( $\Omega$ ).

Omówiono ochłodzenia i ocieplenia według zawartości izotopu tlenu ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$ ) w rdzeniu lodowym z wyspy Devon (Arktyka Kanadyjska).

Ostatnie głębokie minimum ( $t_{\min} = -22000$  lat temu) sum promieniowania słonecznego (w miesiącach marzec-wrzesień) spowodowało ostatnie zlodowacenie Ziemi. Natomiast ostatnie lokalne „rozległe” maksimum sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień określa holocenijskie ocieplenie klimatu, ponieważ przypada na datę -11 000 lat BP. Na ogół zmiany i zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu lodowym (wyspa Devon) i promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^\circ \text{N}$  są synchroniczne, głównie w przedziale czasu  $t$  od -120 000 BP.

Ponadto scharakteryzowano ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według zawartości substancji organicznych (%) w osadach Jez. Wikaryjskiego oraz substancji, organicznych (%), węglanów wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) i tlenków żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) zdeponowanych w Jez. Gościąż. Ochłodzenia i ocieplenia klimatu – to minima i maksima lokalne przebiegów czasowych  $y_i$  koncentracji substancji organicznych (%) w osadach jeziora Wikaryjskiego. Holocenijskie ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Polsce są znane przede wszystkim na podstawie badań substancji organicznych, zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż (Boryczka, Wicik, 1994). W laminowanych osadach jeziora Gościąż (w pobliżu Płocka) można było określić czas kalendarzowy (zliczając roczne przyrosty rdzenia osadów).

W widmie substancji organicznych zdeponowanych w Jez. Gościąż w ciągu ostatnich 12542 lat (wyznaczonym z odstępem czasu  $\Delta\Theta = 10$  lat) jest obecnych 10 istotnych okresów na poziomie 0,01.

W rozdz. III. *Zakres zmian temperatury powietrza w Europie ( $T_{sr} - 2\sigma$   $T_{sr} + 2\sigma$ ) w ostatnich stuleciach i latach 1900-2018* omówiono metody badań anomalii temperatury powietrza w Europie, Rozkłady prawdopodobieństwa (histogram, dystrybuanta) oraz profile równoleżnikowe i południkowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018. Za wyjątkowe pod względem termicznym uznano te miesiące, pory roku, lata, w których średnia temperatura ( $T$ ) różni się od średniej wieloletniej ( $T_{sr}$ ) co najmniej o 2 odchylenia standardowe ( $\sigma$ ). O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty ekstremów – minimów  $t_{\inf}$ ,  $T_{\inf}$  i maksimów  $t_{\sup}$ ,  $T_{\sup}$ , np.:  $T_{\inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$  – bardzo zimna zima i  $T_{\sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  – bardzo ciepła zima..

Przedstawiono średnie wartości temperatury powietrza, ( $T_{sr}$ ), odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) oraz progi dolny  $T_{sr} - 2\sigma$  i górny  $T_{sr} + 2\sigma$  w 30 miastach w Europie w ostatnich stuleciach XVI-XXI i w latach 1990-2018.

W rozdziałach IV. *Profile równoleżnikowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018* i V. *Profile południkowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018* pola średniej temperatury powietrza  $T_{sr}$ , odchylenia standardowego  $\sigma$ , progu dolnego  $T_{sr}-2\sigma$  i progu górnego  $T_{sr}+2\sigma$  temperatury powietrza w Europie w miesiącach I, II. ... XII i porach roku (wiosna, lato, jesień, zima) oraz roku w takim samym przedziale czasu – w latach 1900-2018 opisano wielomianami regresji 3- stopnia względem szerokości geograficznej ( $\varphi$ ) – profil równoleżnikowy i długości geograficznej ( $\lambda$ ) – profil południkowy.

W przypadku średniej temperatury powietrza w zimie wielomiany te mają postać

$$T_{sr} = 0,000381 \varphi^3 - 0,032840 \varphi^2 - 0,135738 \varphi + 41,211835 \quad (1)$$

$$T_{sr} = 0,000332 \lambda^3 - 0,015027 \lambda^2 - 0,086485 \lambda + 4,314640 \quad (2)$$

W rozdziałach VI *Anomalie temperatury powietrza w Warszawie w tysiącleciu 1500-2500* ( $\varphi=52^{\circ}13'N$ ,  $\lambda=21^{\circ}02'E$ ,  $H=110$  m, 1779-2019) i VII. *Anomalie temperatury powietrza w Paryżu w tysiącleciu 1500-2500* ( $\varphi=48^{\circ}58'N$ ,  $\lambda=2^{\circ}27'E$ ,  $H=65$  m, 1757-2019) określono *ekstrema* temperatury powietrza w miesiącach I, II. ... XII i porach roku (wiosna, lato, jesień, zima) oraz roku: w *Warszawie – wartości zmierzonych (1779-2019), rekonstruowanych (1500-1778) i prognozowanych (2020-2500)*. w *Paryżu – wartości zmierzonych (1757-2019), rekonstruowanych (1500-1757) i prognozowanych (1758-2500)*.

Rekonstrukcje i prognozy zmian temperatury powietrza w tych miastach opracowano, stosując metodę *sinusoid regresji* J. Boryczki (1998). Rekonstrukcji i prognoz temperatury dokonano według interferencji  $k$  najistotniejszych statystycznie („najsilniejszych”) cykli – okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$

$$f(t) = a_o + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j \right) \quad (3)$$

W rozdziałach VIII. *Anomalie temperatury powietrza w Genewie w latach 1500-2500* ( $\varphi=46^{\circ}15'N$ ,  $\lambda=6^{\circ}08'E$ ,  $H=416$  m, 1768-2019) i IX. *Anomalie temperatury powietrza w Sztokholmie w latach 1500-2500* ( $\varphi=59^{\circ}34'N$ ,  $\lambda=18^{\circ}06'E$ ,  $H=44$  m, 1756-2019) rekonstrukcje i prognozy opracowano tylko dla pór roku i roku.

Na przykład, średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ), odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) oraz progi dolny  $T_{sr}-2\sigma$  i górny  $T_{sr}+2\sigma$  temperatury powietrza w Warszawie i Paryżu w zimie, lecie i roku w latach 1500-2500 (rekonstruowanych i prognozowanych wartości) wynoszą

Warszawa	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
XII-II	-2,382	1,149141	-4,68074	-0,08417
VI-VIII	17,943	0,627133	16,68876	19,19729
I-XII	7,813	0,442537	6,927884	8,69803

Paryż	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
XII-II	3,590	1,029263	1,530888	5,647939
VI-VIII	18,184	0,971446	16,24080	20,12658
I-XII	10,793	0,773501	9,246374	12,34038

W rozdziale X. *Zakończenie* omówiono niektóre ważniejsze wyniki badań, a w XI. *Literatura* zamieszczono niektóre pozycje publikacji.

W Załączniku przedstawiono promocję metody sinusoid regresji w Katedrze Inżynierii Leśnej Akademii Rolniczej w Poznaniu.

## II. ZMIANY KLIMATU ZIEMI OD -500 000 BP DO 100 000 AD

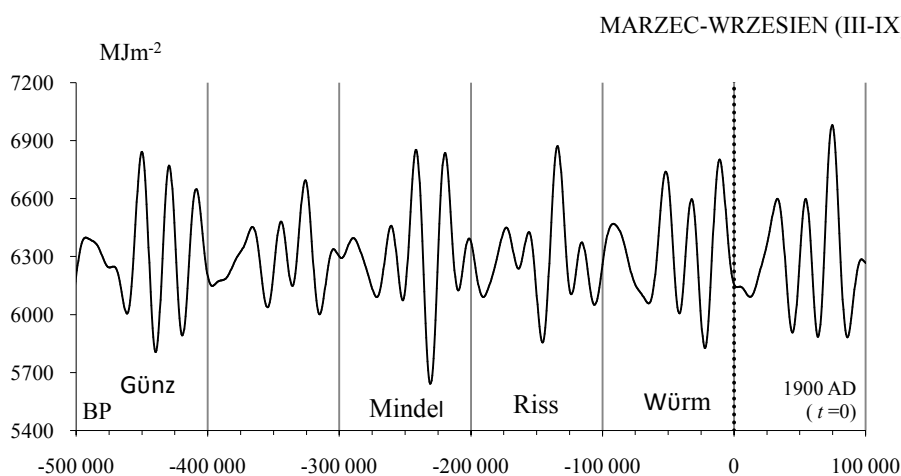
### 2.1. Wahania promieniowania słonecznego na równoleżniku 65° N według zmian orbity Ziemi

Obliczono dobowe sumy promieniowania słonecznego  $I$  ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ ) w miesiącach marzec-wrzesień (III-IX) (od -500 000 BP do 100 000 AD) na górnej granicy atmosfery, wzdłuż równoleżnika  $\varphi=65^\circ \text{ N}$  według cykli parametrów orbity eliptycznej Ziemi (rys. 1).

W obliczeniach sum promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^\circ \text{ N}$  posłużono się teorią M. Milankoviča (1930). W obliczeniach sum promieniowania słonecznego przyjęto zakres zmian i długości cykli:

- 100 000 lat – mimośrodowi orbity Ziemi w przedziale  $0 \leq e \leq 0,066$  (wydłużając cykl 92 000 lat M. Milankoviča 1930),
- 40 000 lat – nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki  $21^\circ 58' \leq \varepsilon \leq 24^\circ 36'$
- 21 000 lat – długości ekliptycznej peryhelium względem punktu równonocy wiosennej ( $\Omega$ ).

Okresy zbliżone, tj. 23 000, 42 000 i 100 000 lat, wykryto w zmianach izotopu tlenu  $^{18}\text{O}$  zawartego w węglanach wapnia osadów głębokomorskich (Hays i in. 1976).



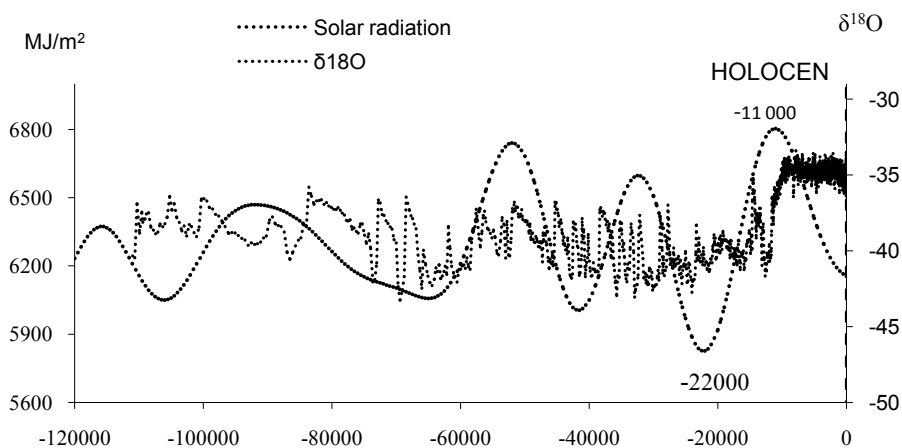
**Rys. 1.** Zmiany sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień na równoleżniku  $\varphi = 65^\circ \text{ N}$  (od -500 000 BP) z prognozą do 100 000 lat (1900 AD,  $t = 0$ )

**Fig. 1.** Changes in the sums of solar radiation in the period March-September at the latitude  $\varphi = 65^\circ \text{ N}$ , (in -500,000 BP) with a forecast up 100,000 years (1900 AD,  $t = 0$ )

## 2. 2. Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy według izotopu tlenu ( $\delta^{18}\text{O}$ ‰) w rdzeniu lodowym z wyspy Devon (Arktyka Kanadyjska)

Ważnych informacji o globalnych zmianach klimatu dostarczają zmiany zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniach lodowych z Arktyki (Boryczka i in., 2010). Izotop  $\delta^{18}\text{O}$  ‰ zawarty w rdzeniu lodowym (od  $t = -110\,980$  BP) z wyspy Devon (w Arktyce Kanadyjskiej), pochodzi z parowania ciężkiej wody ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) z oceanów – większego podczas ociepleń. Interesujące jest porównanie zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu lodowym z wyspy Devon z sumami promieniowania słonecznego w okresie III-IX (rys.2).

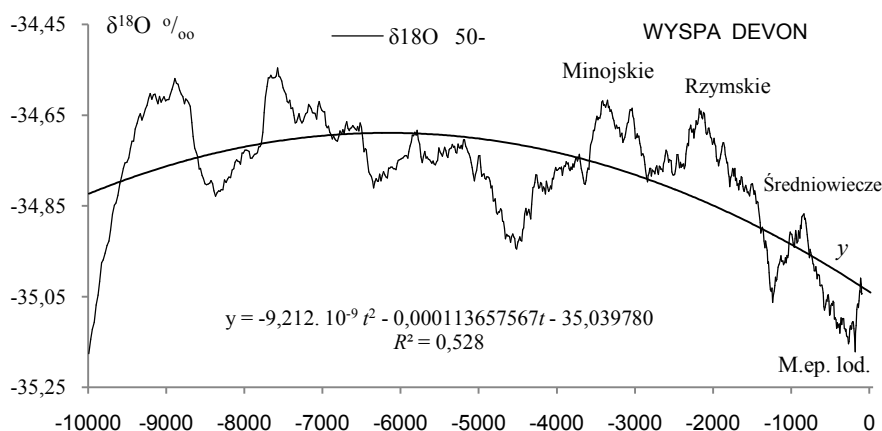
Ostatnie głębokie minimum ( $t_{\text{min}} = -22000$  lat temu) sum promieniowania słonecznego (w miesiącach marzec-wrzesień) spowodowało ostatnie zlodowacenie Ziemi. Natomiast ostatnie lokalne „rozległe” maksimum sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień określa holocenne ocieplenie klimatu, ponieważ przypada na datę  $-11\,000$  lat BP. Na ogół zmiany i zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu lodowym (wyspa Devon) i promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^\circ$  N są synchroniczne, głównie w przedziale czasu  $t$  od  $-120\,000$  BP.



**Rys. 2.** Zmiany wskaźnika izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  (od  $t = -110\,980$  BP) w rdzeniu lodowym z wyspy Devon  
**Fig. 2.** Changes of the oxygen isotope  $\delta^{18}\text{O}$  coefficient in the Devon Island ice core

Zmiany temperatury na Grenlandii w holocenie określone na podstawie stosunku izotopu tlenu ( $\delta^{18}\text{O}$ ) w rdzeniu lodowym GISP2 według Alleya (2000) (Marks, 2016), gdzie wiek określono w tysiącach lat przed 2000 AD (rys. 3): *M* – ocieplenie Minojskie (4000-3000 lat BP), *R* – Rzymskie (2300 BP-530 AD), *S* – Średniowieczne (950-1250 AD), *L* – Mała epoka lodowa (1300-1850 AD).

Holocenne ochłodzenia i ocieplenia określono teraz według zmian izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  ‰ w rdzeniu lodowym (od  $t = -110\,980$  BP) z wyspy Devon (w Arktyce Kanaadyjskiej (rys. 3)). Są to zmiany średnich konsekwentnych 50-warstwowych izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  od -9 990 lat temu do teraźniejszości (do  $t=0$  BP czyli do roku 1950 AD) i trend paraboliczny  $\delta^{18}\text{O}$ .



Rys. 3. Zmiany izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  50- (wyspa Devon) w przedziale czasu:  $-10\,000 < t < 0$  lat BP  
 Fig. 3. Changes of isotope  $\delta^{18}\text{O}$  50-(Devon Island) in the time frame:  $-10\,000 < t < 0$  years BP

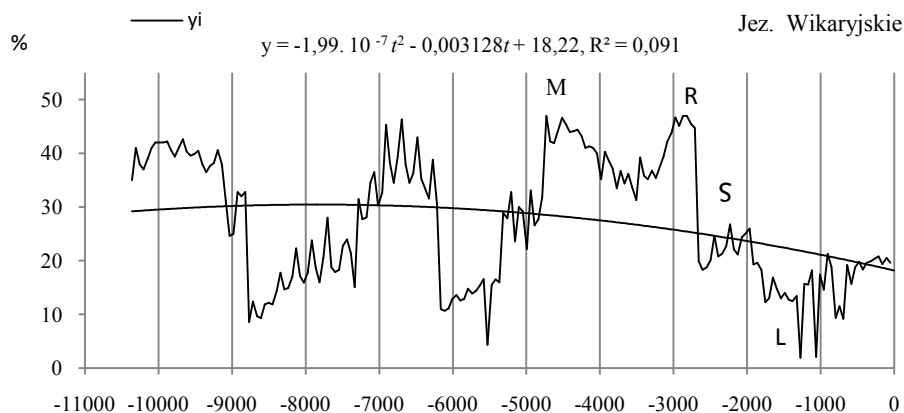
### 2.3. Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według substancji organicznych (%) w Jez. Wikaryjskim

Holocenne ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Europie są znane na podstawie badań substancji organicznych (strata przy wyprężaniu w temperaturze  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) zdeponowanych w osadach Jez. Wikaryjskiego, położonego w Kotlinie Płockiej (Boryczka, Wicik, 1983). Pod pięciometrową warstwą wody występuje tu osad złożony głównie z  $\text{Ca CO}_3$  i substancji organicznej. Stwierdzono, że miąższość osadu wynosi 3,80 m. Poniżej osadów akumulacji jeziornej znaleziono cienką warstwę torfów, których wiek określony metodą  $\text{C}^{14}$  wynosi  $10360 \pm 200$  lat (TA 1387). W przypadku Jeziora Wikaryjskiego można przyjąć, że średnia tendencja akumulacji wynosi 38mm/100 lat. Ponieważ w tym jeziorze pobrano próby w odległości co 20,0 mm, zatem odstęp czasu między kolejnymi próbami wynosi w przybliżeniu 50 lat. Ochłodzenia i ocieplenia klimatu – to minima i maksima lokalne przebiegów czasowych  $y_i$  koncentracji substancji organicznych (w %) w osadach jeziora Wikaryjskiego. Przyjęto rok 1980 jako czas  $t=0$  (rys. 4).

W ciągu ostatnich 5000 lat wystąpił spadek temperatury na Ziemi, z krótkimi okresami znacznego ocieplania. Podobne wnioski wynikają z badań geologicznych w innych miejscach Ziemi. Dla ostatnich kilkuset lat zmian klimatu istotne znaczenie mają dane dendrologiczne i historyczne, a od końca XVII wieku – pomiary instrumentalne. Wynika z nich jednoznacznie: w X-XIII wieku ocieplenie średniowieczne, a po nim



XV-XIX w. mała epoka lodowa . Mała epoka lodowa zaznaczyła się w Europie obniżeniem średniej rocznej temperatury powietrza o ok. 1°C. Po erupcji . wulkanu Tambora w Indonezji (10 kwietnia 1815) duże ilości pyłu wyrzucone zostały do atmosfery, powodując znaczne obniżenie temperatury na półkuli północnej, gdzie rok 1816 – to „rok bez lata”. Średnia roczna temperatura spadła wtedy w niektórych miejscach o ponad 1°C. W Europie środkowej przymrozki występowały w wielu miesiącach , a opady śniegu nawet w czerwcu.



**Rys. 4** Zmiany substancji organicznych (%) zdeponowanych w osadach Jez. Wikaryjskiego (-12 000 ≤ t ≤ 0),  $y_i$  – wartości zmierzone

**Fig. 4.** Changes of organic substance (%) deposited in the sediments of the lake Wikaryjskie (-12 000 ≤ t ≤ 0),  $y_i$  – values measured

#### 2..4. Zmiany klimatu w holocenie według substancji organicznych (%) i węglanów wapnia ( $C_aCO_3$ ) zawartych w osadach Jez. Gościąż

Holocenijskie ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Polsce są znane na podstawie badań substancji organicznych, zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż (Boryczka, Wicik, 1994). W laminowanych osadach jeziora Gościąż (w pobliżu Płocka) można było określić czas kalendarzowy (zliczając roczne przyrosty rdzenia osadów).

W widmie substancji organicznych zdeponowanych w Jez. Gościąż w ciągu ostatnich 12542 lat (wyznaczonym z odstępem czasu  $\Delta\Theta = 10$  lat) jest obecnych 10 istotnych na poziomie 0,01 okresów (tab. 3).

Okresy  $\Theta$  wyznaczono metodą *sinusoid regresji* J. Boryczki (1998)

$$y = a_o + b \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta} t + c \right) \quad (1)$$

jako minima lokalne wariancji resztkowej  $\varepsilon^2$ . spośród sinusoid  $\Theta_j = 1, 2, \dots, n$ , ( $n$  – liczba pomiarów). Znalezienie ukrytego okresu  $\Theta_j$  sprowadza się do wyznaczenia równania płaszczyzny regresji ( $\alpha = b \cos c$ ,  $\beta = b \sin c$ ):

$$y = a_0 + \alpha x_1 + \beta x_2 \quad (2)$$

$$x_1 = \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta} t\right), x_2 = \cos\left(\frac{2\pi}{\Theta} t\right) \quad (3)$$

Rekonstrukcję holocenijskich ochłodzeń i ociepleń klimatu według interferencji tych cykli  $F(t)$  w odniesieniu do zmian paleotemperatury w Jez. Wisconsin (Ameryka Północna) (C. D. Schönwiese, 1992); H. Shapley, 1953) przedstawiono na (rys. 5).

**Tabela 2.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli substancji organicznych (%) zdeponowanych w osadach Jez. Gościąg ( $\epsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora)

**Table 2.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of numerical cycles of organic substance (%) deposited in the sediments of the lake Gościąg, ( $\epsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

Okres $\Theta$	$b$	$c$	$\epsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
50	0,750469	2,887150	15.549	0,200	5,97
210	0,896687	1,738749	15.692	0,177	4,63
390	0,784750	1,101632	15.671	0,180	4,83
1120	0,664652	2,383902	15.407	0,221	7,31
1380	0,728514	2,018771	15.268	0,240	8,64
1770	0,230813	2,731617	15.640	0,186	5,12
2970	0,963431	0,553983	15.566	0,198	5,81
3880	1,322310	2,027288	14.731	0,301	13,87
6080	0,606897	1,931705	15.049	0,266	10,75
12380	3,242047	0,187921	11.478	0,540	50,54

Holocenijskie ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Polsce są znane na podstawie badań substancji organicznych, zdeponowanych w osadach Jez. Gościąg (Boryczka, Wicik, 1994). W laminowanych osadach jeziora Gościąg (w pobliżu Płocka) można było określić czas kalendarzowy (zliczając roczne przyrosty rdzenia osadów).

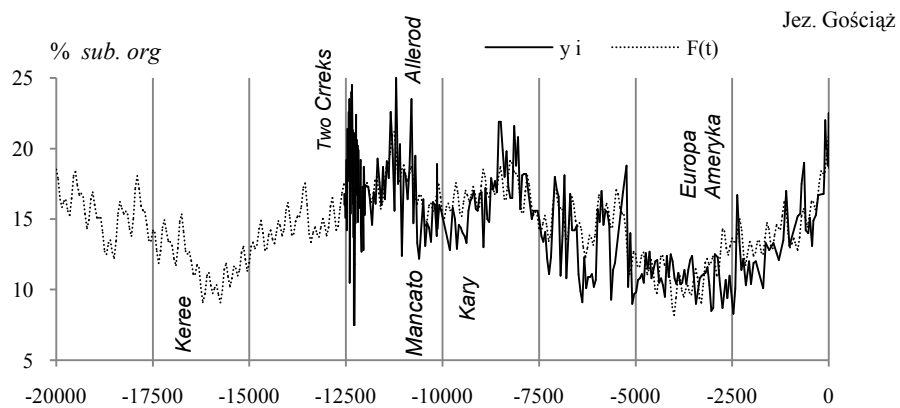
Porównano ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy (ekstremum zawartości substancji organicznych w osadach Jez. Gościąg z ociepleniami i ochłodzeniami wód w Jez. Wisconsin (klimatu Ameryki Północnej w ciągu ostatnich 17 000 lat) (tab. 3, rys. 5).

**Tabela 3.** Daty ochłodzeń i ociepleń klimatu Ameryki Północnej (Jez. Wisconsin) w ciągu ostatnich 17 000 lat

**Table 3.** Dates of coolings and warmings of the climates of North America during the last 17 thousand years

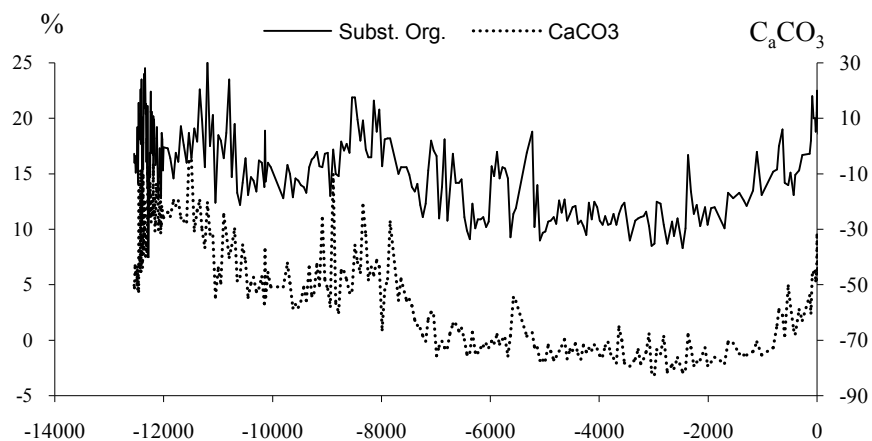
Daty zlodowacenia	Daty ocieplenia
- 17000, Keree	-11400 ± 350, Two-Creeks
-10000, Mancato, Kary	-10800 ± 580, Alleröd
-8 500, Europa	5800, Minimum aktywności sejsmicznej
-3 900, Europa, Am. Pół	-4000, Optimum klimatu
-2 500- -1 900, Europa	-1600- -1000, Europa, Am. Pół.

Rekonstruowane daty głównych ochłodzeń klimatu Europy na podstawie trendów czasowych substancji organicznych w osadach jeziora Gościąg (-17 000 lat temu) pokrywają się ze znanymi ochłodzeniami klimatu np. Keree w Ameryce Północnej (-17 000 lat wstecz). Ekstrapolowane daty wskazują ostatnią fazę zlodowacenia würm (-18 000 lat temu, Schönwiese, 1992).

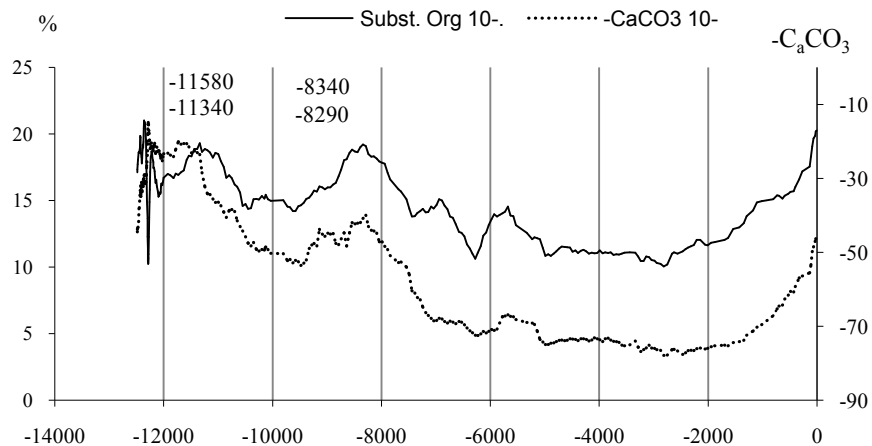


**Rys. 5.** Rekonstrukcja holocenijskich ochłodzeń i optimum klimatu na podstawie substancji organicznych, zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż – w odniesieniu do Jez. Wisconsin (Ameryka Północna)  
**Fig. 5.** Reconstruction of the Holocene coolings and optima climate on the basis of organic substances deposited in the sediments of Gościąż lake – in reference to Wisconsin Lake (North America)

Istnieje zgodność wahań średnich i średnich konsekwentnych 10-warstwowych substancji organicznych (%) i węglanów wapnia ( $C_aCO_3$ ) w Jez. Gościąż (rys. 6-7).



**Rys. 6** Zmiany substancji organicznych (%) i węglanów wapnia ( $-CaCO_3$ ) zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż I,  $y_i$  – wartości zmierzone ( $-14\ 000 \leq t \leq 0$ )  
**Fig. 6.** Changes of organic substance (%) and calcium carbonate content ( $-CaCO_3$ ) deposited in the sediments of the lake Gościąż I,  $y_i$  – measured values ( $-14\ 000 \leq t \leq 0$ )



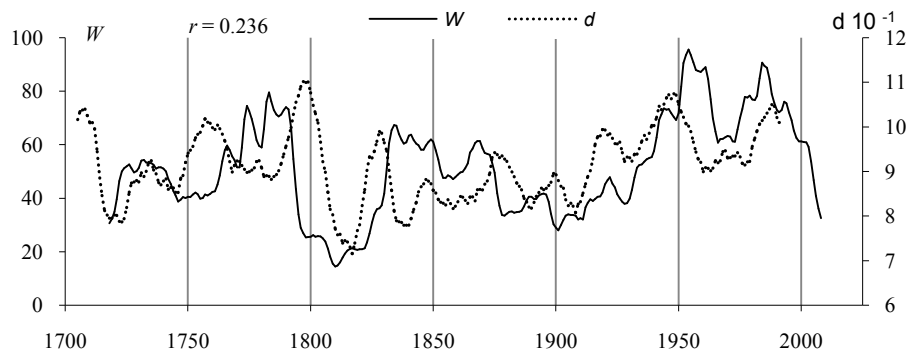
**Rys.7.** Zmiany substancji organicznych (%) i węglanów wapnia ( $-CaCO_3$ ) zdeponowanych w osadach Jez. Gościąg I,  $y_t$  – wartości zmierzone, 10- – średnie konsekwentne (10- warstwowe) ( $-14\ 000 \leq t \leq 0$ )  
**Fig. 7.** Changes of organic substance (%) and calcium carbonate content ( $-CaCO_3$ ) deposited in the sediments of the lake Gościąg I,  $y_t$  – measured values, 10- – moving averages ( $-14\ 000 \leq t \leq 0$ )

## 2..5. Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu X-XX według słoju drzew

Jedną z możliwości wykorzystania „zapisów” warunków klimatycznych jest analiza słoju przyrostu rocznego drzew. Rozmiary przyrostu rocznego drzew (szerokość słoja) zależą od warunków klimatycznych.

Pierwsze badania w zakresie relacji rocznych przyrostów drzew z klimatem podjął A.E. Douglass (1941, 1944), który poszukiwał zależności warunków klimatycznych od liczb Wolfa (od aktywności Słońca). Brak danych pomiarowych chciał zastąpić wynikami pomiarów szerokości słoju drzew. Od tego czasu opracowano szczegółową metodykę badań oraz przeprowadzono wiele analiz pozwalających ustalić związki między przyrostami drewna, a temperaturą powietrza i opadami atmosferycznymi, dla jak największej liczby gatunków (Fritts 1976, Zielski, Krapiec 2004).

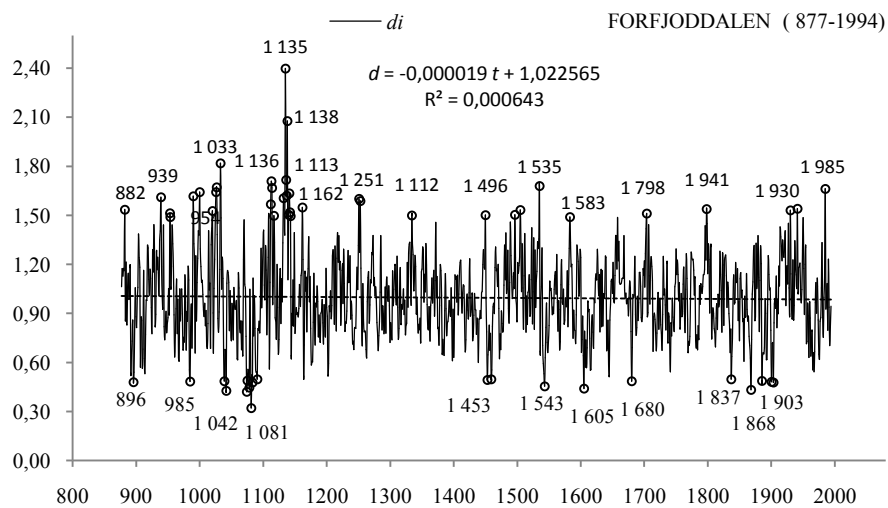
O wpływie aktywności Słońca na klimat Europy (i Polski) świadczą również np. synchroniczne wahania średniej szerokości słoju ( $d$ ) pięciu drzew (1 sosna, 3 świerki i 1 modrzew) i liczb Wolfa (rys. 8). Są to drzewa: *Pinus silvestris* (Fortfjorddalen, Norwegia, 1877-1994); *Picea abies* (Falkenstein, Niemcy, 1540-1995; Fodara Vedla, Włochy, 1598-1990; Stonnglandes, Norwegia, 1403-1997) i *Larix decidua* (Pinega, Rosja, 1578-1990). Współczynnik korelacji  $r = 0,236$  między średnią szerokością słoju drzew ( $d$ ) i liczbami Wolfa ( $W$ ) jest istotny na poziomie 0,01 ( $r > r_{0,01}$ )



**Rys. 8.** Synchroniczne wahania średniej szerokości słoików 5 drzew rosnących w Europie i liczb Wolfa w latach 1700-2015 (średnie konsekwentne 11-letnie), współczynnik korelacji  $r = 0.236$   
**Fig. 8.** Synchronous fluctuations of the average tree ring widths of trees growing in Europe and Wolf numbers in the years 1700-2015 (11-year moving average), correlation coefficient  $r = 0.236$

Za wyróżniający się pod względem termicznym uznano ten rok, w którym grubość słoika danego drzewa ( $d_{inf}$ ) różni się od średniej wszystkich jego słoików ( $d_{sr}$ ) (średniej wieloletniej) co najmniej o dwa odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) (rys. 9).

$$d_{inf} \leq d_{sr} - 2\sigma - \text{bardzo zimny (BZ)}, \quad d_{sup} \geq d_{sr} + 2\sigma - \text{bardzo ciepły (BC)},$$



**Rys. 9.** Zmiany szerokości słoików sosny (*Pinus sylvestris*) w Forfjordalen (877-1994, Norwegia);  $d_{sr} = 0,995$ ,  $\sigma = 0,2476$   
**Fig. 9.** Changes of Scots pine (*Pinus sylvestris*) tree ring widths in Forfjordalen (877-1994, Norway);  $d_{sr} = 0,995$ ,  $\sigma = 0,2$

### III. ZAKRES ZMIAN TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE ( $T_{sr} - 2\sigma$ i $T_{sr} + 2\sigma$ ) W OSTATNICH STULECIACH I LATACH 1900-2018

#### 3.1. Empiryczny i normalny (Gaussa) rozkład prawdopodobieństwa

*Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XL. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2017) zawiera wyniki badań anomalii temperatury powietrza w 10 miastach Europy. O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty minimów  $T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$  i maksimów  $T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  temperatury powietrza oraz ekstrema  $d_{inf} \leq d_{sr} - 2\sigma$ ,  $d_{sup} \geq d_{sr} + 2\sigma$  rocznych przyrostów (słojów) drzew rosnących w Europie ( $\sigma$  – odchylenie standardowe słojów drzew).

W *Atlasach XLI. Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (Boryczka J. Stopa-Boryczka M., 2020) i *XLII. Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500*, Stopa-Boryczka M. Boryczka J., 2020) ekstrema temperatury powietrza w Europie określono na podstawie wyników pomiarów wykonanych w 30 miastach: o szerokości geograficznej  $\varphi$ , długości  $\lambda$  i wysokości nad poziomem morza  $H$  (tab.1 i rys. 1=2).

O anomaliiach termicznych (największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu) informują ekstrema– minima ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) i maksima ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) temperatury powietrza. Za wyjątkowe pod względem termicznym uznano te miesiące, pory roku, lata, w których średnia temperatura ( $T$ ) różni się od średniej wieloletniej ( $T_{sr}$ ) co najmniej o 2 odchylenia standardowe ( $\sigma$ ):  $T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$ ,  $T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  (rys. b). Wyznaczono też równania prostych regresji  $y=ax+b$  temperatury powietrza  $y$  względem czasu  $x$  (rys. a).

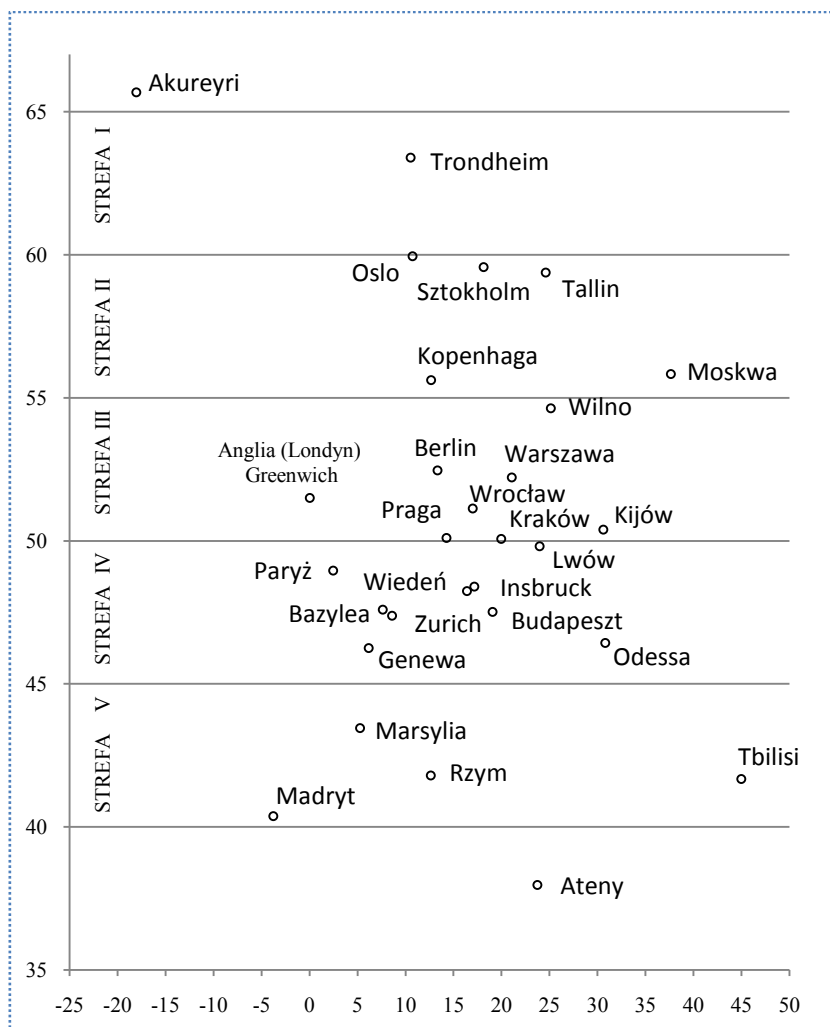
Obszar Europy podzielono na 5 części – stref wzdłuż równoleżników (tab.1, rys. 1-2):

Strefa I.	$\varphi \geq 60^\circ \text{ N}$	– 2 miasta
Strefa: II.	$55^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 60^\circ \text{ N}$	– 5 miast
Strefa III.	$50^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 55^\circ \text{ N}$	– 9 miast
Strefa IV.	$45^\circ \text{ N} \leq \varphi \leq 50^\circ \text{ N}$	– 9 miast
Strefa: V.	$\varphi \leq 45^\circ \text{ N}$	– 5 miast

Miasta w strefach zestawiono w kolejności  $W \rightarrow E$  – ze wzrostem długości geograficznej  $\lambda$ . Zdefiniowano skrajne przypadki miesiąca, zimy, lata i roku, przyjmując kryteria:  $T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$  – bardzo zimne,  $T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  – bardzo ciepłe

Tabela 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Europie  
 Table 1. Location of meteorological stations in Europe

	Miejscowość	Okres	$\varphi$	$\lambda$	H
Strefa I, $\varphi \geq 60^\circ \text{N}$					
1	Akureyri	1882-2018	65°41' N	18° 5' W	27
2	Trondheim	1761-2018	63°24' N	10°30' E	133
Strefa II, $55^\circ \text{N} \leq \varphi \leq 60^\circ \text{N}$					
3	Oslo	1816-2018	59°57' N	10°43' E	96
4	Sztokholm	1756-2018	59°34' N	18°06' E	44
5	Tallinn	1779-2018	59°23' N	24°35' E	34
6	Kopenhaga	1768-2018	55°37' N	12°39' E	5
7	Moskwa	1779-2018	55°50' N	37°37' E	156
Strefa III, $\text{N} \leq \varphi \leq 55^\circ \text{N}$					
8	Anglia ( Londyn)	1660-2018	–	–	–
9	Greenwich	1763-2018	51°30' N	0°00	
10	Berlin	1769-2018	52°28' N	13°18' E	58
11	Warszawa	1779-2018	52°13' N	21°02' E	110
12	Wilno	1778-2018	54,63	25,10	
13	Praga	1771-2018	50°06' N	14°15' E	365
14	Wrocław	1792-2018	51°08' N	16°59' E	116
15	Kraków	1827-2018	50°04' N	19°57' E	221
16	Kijów	1812-2018	50°24' N	30°34' E	167
Strefa IV, $45^\circ \text{N} \leq \varphi \leq 50^\circ \text{N}$					
17	Paryż	1757-2018	48°58' N	2°27' E	65
18	Wiedeń	1761-2018	48°15' N	16°22' E	200
19	Innsbruck	1777-2018	48°24' N	17°09' E	207
20	Lwów	1824-2018	49°49' N	23°57' E	323
21	Bazylea	1755-2018	47,60°	7,60° W	
22	Zurych	1864-2018	47°23' N	8°34' E	569
23	Budapeszt	1780-2018	47°31' N	19°02' E	129
24	Genewa	1768-2018	46°15' N	6°08' E	416
25	Odessa	1821-2018	,	30°46' E	42
Strefa V, $\varphi \leq 45^\circ \text{N}$					
26	Marsylia	1838-2018	43°27' N	5°14' E	36
27	Rzym	1798-2018	41°48' N	12°36' E	46
28	Madryt	1880-2018	40,378° N	3,789° W	
29	Tbilisi	1881-2018	41,68	44,95	
30	Ateny	1858-2018	37°58' N	23°43' E	107



Rys. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Europie  
 Fig. 1. Location of meteorological stations in Europe





Rys. 2. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Europie  
Fig. 2. Location of meteorological stations in Europe

Istotne znaczenie poznawcze ma porównanie histogramu i dystrybuanty empirycznej średniej wartości temperatury powietrza ( $T$ ) z rozkładem normalnym  $f(T)$  i  $f(t)$  i dystrybuantą rozkładu normalnego  $F(t_0)$ .

$$f(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{T-T_{sr}}{\sigma}\right)^2}, \quad f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} \quad (1)$$

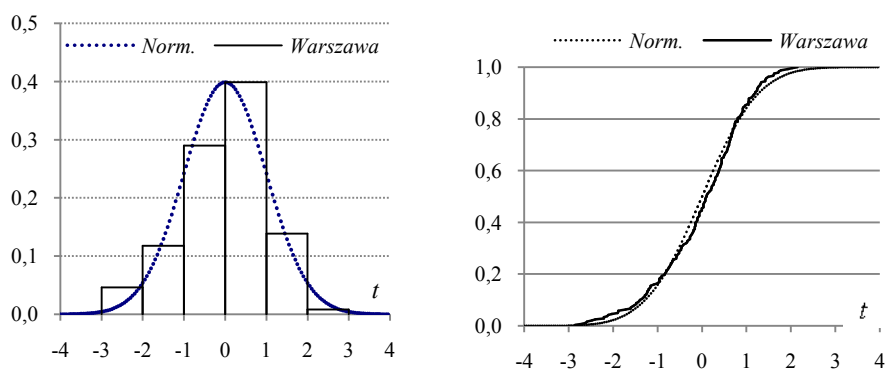
$$F(t_0) = \int_{-\infty}^{t_0} f(t) dt, \quad \sigma = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{sr})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

gdzie:  $T_{sr}$  – średnia arytmetyczna,  $\sigma$  – odchylenie standardowe,  $t = \frac{T-T_{se}}{\sigma}$  – zmienna standaryzowana,  $n$  – długość serii pomiarowej.

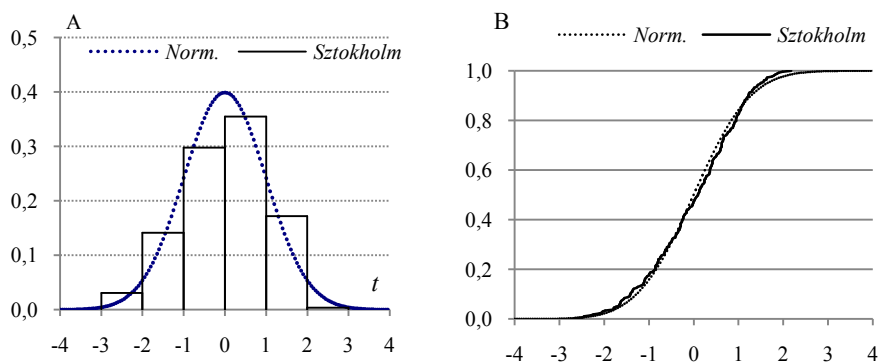
Przykładowo porównano histogramy i dystrybuanty empiryczne średniej temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2018 i w Sztokholmie w latach 1756-2018 z rozkładem normalnym (Gaussa) (rys. 3-4).

A

B



**Rys. 3.** Histogram (A) i dystrybuanta (B) temperatury powietrza ( $T$ ) w zimie w Warszawie (1779-2018 )  
**Fig. 3.** The histograms (A) and cumulative distribution (B) of air temperature) in winter in Warsaw (1779-2018)



**Rys. 4.** Histogram (A) i dystrybuanta (B) temperatury powietrza ( $T$ ) w zimie w Sztokholmie (1756-2018)  
**Fig. 4.** The histograms (A) and cumulative distribution (B) of air temperature) in winter in Stockholm (1756-2018)

Rozkłady prawdopodobieństwa wystąpienia temperatury powietrza ( $T$ ) w zimie w Warszawie (1779-2019) i w Sztokholmie (176-2018) są zbliżone z rozkładem normalnym (Gaussa). Świadczą o tym częstości w przedziałach  $T_{sr} - 4\sigma \leq T \leq T_{sr} + 4\sigma$ .

	-4 - -3	-3 - -2	-2 - -1	-1 - 0	0 - +1	+1 - +2	+2 - +3	+3 - +4
$n = 239$	0	11	28	59	95	33	2	0
Warszawa	0	0,0462	0,1176	0,2899	0,3992	0,1387	0,0084	0
$n = 262$	0	8	37	78	93	45	1	0
Sztokholm	0	0,03053	0,14122	0,29771	0,35496	0,17176	0,00382	0
Normalny	0,0013	0,0214	0,1359	0,3413	0,3413	0,1359	0,0214	0,0013

Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019 przedstawiono w tab. 2-3 i na rys. 5a-5b.

**Tabela 2.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2019

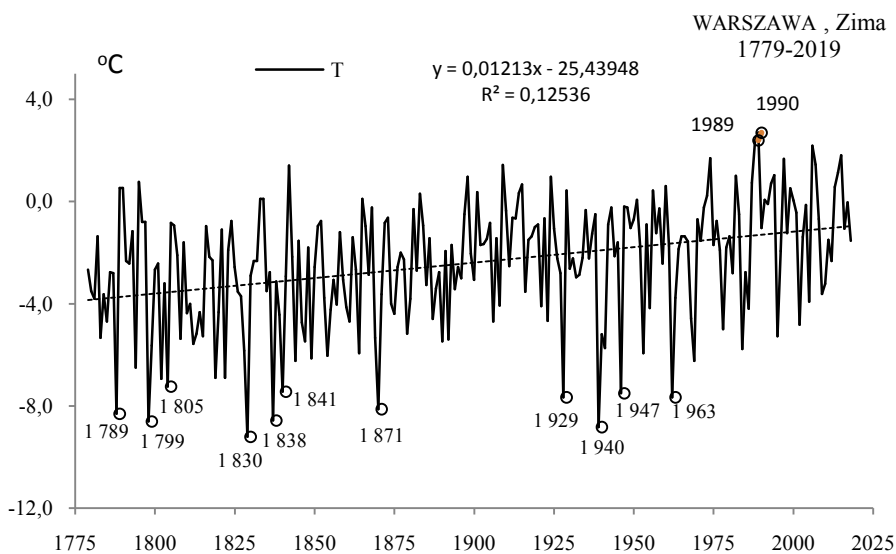
**Table 2.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Warsaw in years 1779-2019

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$
XII-II	-2,41153	2,373428	-7,15839	2,33532
VI-VIII	17,96439	1,073798	15,81679	20,11198
I-XII	7,817842	1,014289	5,78926	9,84642

**Tabela 3.** Najchłodniejsze ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) i najcieplejsze ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) zimy, lata i rok w Warszawie (1779-2019)

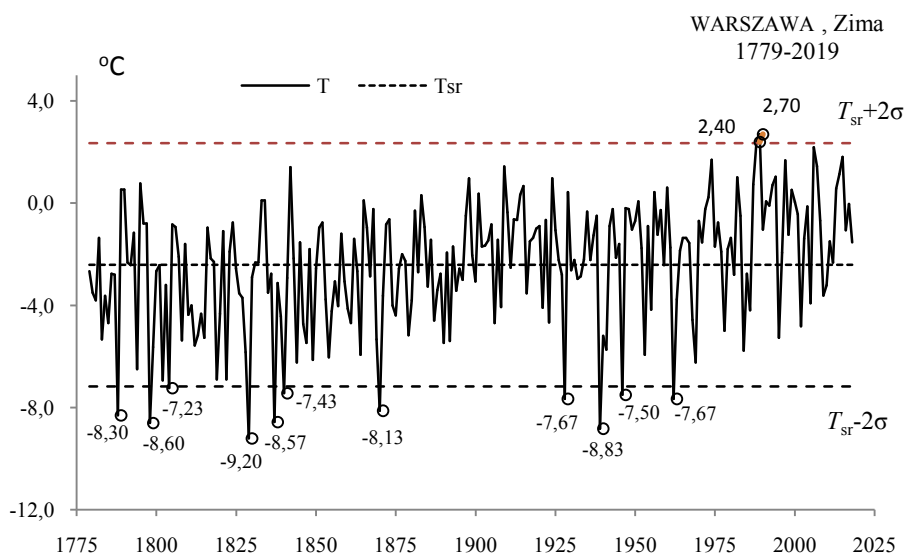
**Table 3.** The frosty ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) and hot ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) winters, summers, and years in Warsaw (1779-2019)

Zima				Lato				Rok			
$T_{inf}$		$T_{sup}$		$T_{inf}$		$T_{sup}$		$T_{inf}$		$T_{sup}$	
1830	-9,20	1990	2,70	1913	15,47	1784	20,20	1829	4,74	1989	9,82
1940	-8,83	1989	2,40	1832	15,57	2015	20,27	1799	5,21	2014	9,83
1799	-8,60			1923	15,57	1939	20,60	1785	5,28	2015	10,31
1838	-8,57			1844	15,70	1992	20,60	1805	5,32	2018	10,44
1789	-8,30			1907	15,77	1781	20,70	1871	5,37		
1871	-8,13			1913	15,47	1811	21,60	1838	5,75		
1929	-7,67			1832	15,57	2018	20,77	1803	5,75		
1963	-7,67										
1947	-7,50										
1841	-7,43										
1805	-7,23										



**Rys. 5a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019

**Fig. 5a.** Changes of air temperature in Warsaw in Winter in the 1779-2019 years



**Rys.5b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2010

**Rys. 5b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Winter in the 1779-2019 years.

Istotność statystyczną współczynnika regresji ( $a$ ) w równaniu  $y = ax + b$  ocenić można testem t-Studenta.

Na przykład w Warszawie (rozdz. V) w latach 1779-2019 w zimie równanie prostej regresji temperatury powietrza ( $y$ ) względem czasu ( $x$ ) ma postać

$$y = 0,01213 x - 25,43948, \quad R^2 = 0,12536 \quad (3)$$

Tendencja wzrostowa temperatury  $a = 1,219$  °C/100 lat jest istotna na poziomie 0,01, ponieważ  $n = 239$ ,  $r = 0,3537$ ,  $t_{\text{obl}} = 5,83547$ ,  $t_{\text{kr}} = 2,6006$ .

### 3.2. Progi dolny $T_{sr}-2\sigma$ i górny $T_{sr}+2\sigma$ temperatury powietrza w 30 miastach w Europie w ostatnich stuleciach XVI-XXI i w latach 1990-2018

1. Akureyri ( $\varphi=65^{\circ}41' N$ ,  $\lambda=18^{\circ} 5' W$ ,  $H= 27$  m); 1882-2018, 1900-2018  
STREFA  $\varphi > 60^{\circ} N$

**Tabela 1a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Akureyri w latach 1882-2018

**Table 1a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Akureyri in years 1882-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,760	2,488317	-6,73663	3,21663
II	-1,634	2,546363	-6,72711	3,45835
III	-1,044	2,676126	-6,39605	4,30846
IV	1,661	2,116939	-2,57329	5,89446
V	5,732	1,972357	1,78711	9,67654
VI	9,465	1,505947	6,45292	12,47671
VII	10,992	1,461590	8,06923	13,91559
VIII	10,081	1,612033	6,85688	13,30501
IX	7,268	1,728371	3,81158	10,72506
X	3,070	1,891213	-0,71286	6,85199
XI	0,104	1,973685	-3,84292	4,05182
XII	-1,385	2,104925	-5,59489	2,82481
III-V	2,116	1,719685	-1,32317	5,55557
VI-VIII	10,179	1,208454	7,76248	12,59630
IX-XI	3,481	1,322118	0,83654	6,12502
XII-II	-1,591	1,641882	-4,87465	1,69288
I-XII	3,546	1,092435	1,36094	5,73068

**Tabela 1b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Akureyri w latach 1900-2018

**Table 1b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Akureyri in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,576	2,489817	-6,55543	3,40384
II	-1,436	2,483852	-6,40392	3,53149
III	-0,708	2,607134	-5,92267	4,50586
IV	1,776	2,041714	-2,30696	5,85990
V	5,922	1,863304	2,19491	9,64812
VI	9,544	1,455511	6,63251	12,45455
VII	11,106	1,411944	8,28250	13,93027
VIII	10,267	1,493263	7,28062	13,25367
IX	7,385	1,766103	3,85317	10,91758
X	3,223	1,857428	-0,49191	6,93780
XI	0,276	1,988058	-3,70040	4,25183
XII	-1,199	2,045836	-5,29041	2,89293
III-V	2,330	1,628971	-0,92808	5,58780
VI-VIII	10,306	1,111080	8,08353	12,52785
IX-XI	3,628	1,291546	1,04492	6,21110
XII-II	-1,411	1,599352	-4,60926	1,78814
I-XII	3,715	0,997572	1,71985	5,71014

**Tabela 1c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1882-2018 w Akureyri

**Table 1c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1882-2018 in Akureyri

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,184	0,0015	0,1812	0,1872
II	0,198	-0,0625	0,3232	0,0731
III	0,336	-0,0690	0,4734	0,1974
IV	0,115	-0,0752	0,2663	-0,0346
V	0,190	-0,1091	0,4078	-0,0284
VI	0,079	-0,0504	0,1796	-0,0222
VII	0,114	-0,0496	0,2133	0,0147
VIII	0,186	-0,1188	0,4237	-0,0513
IX	0,117	0,0377	0,0416	0,1925
X	0,153	-0,0338	0,2210	0,0858
XI	0,172	0,0144	0,1425	0,2000
XII	0,186	-0,0591	0,3045	0,0681
III-V	0,214	-0,0907	0,3951	0,0322
VI-VIII	0,127	-0,0974	0,3211	-0,0684
IX-XI	0,147	-0,0306	0,2084	0,0861
XII-II	0,180	-0,0425	0,2654	0,0953
I-XII	0,169	-0,0949	0,3589	-0,0205

## 2. Trondheim ( $\varphi = 63^{\circ}24'N$ , $\lambda = 10^{\circ}30'E$ , $H = 133$ m); 1761-2018, 1900-2018

**Tabela 2a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Trondheim w latach 1761-2018

**Table 2a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Trondheim in years 1761-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,946	2,767979	-8,48208	2,58983
II	-2,345	2,796454	-7,93826	3,24756
III	-0,288	2,329592	-4,94756	4,37081
IV	3,729	1,711765	0,30593	7,15299
V	8,379	1,663641	5,05179	11,70635
VI	12,109	1,756359	8,59658	15,62202
VII	14,458	1,687606	11,08293	17,83335
VIII	13,525	1,541269	10,44227	16,60734
IX	9,825	1,303642	7,21791	12,43248
X	5,080	1,691652	1,69654	8,46315
XI	0,763	2,000581	-3,23798	4,76434
XII	-1,871	2,601487	-7,07352	3,33243
III-V	3,940	1,335843	1,26837	6,61174
VI-VIII	13,364	1,261752	10,84058	15,88759
IX-XI	5,223	1,121280	2,98018	7,46530
XII-II	-2,392	1,992206	-6,37689	1,59193
I-XII	5,035	0,911923	3,21104	6,85873

**Tabela 2b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Trondheim w latach 1900-2018

**Table 2b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Trondheim in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,329	2,701147	-7,73171	3,07288
II	-1,934	2,869025	-7,67166	3,80444
III	0,319	2,200545	-4,08176	4,72042
IV	3,965	1,510167	0,94437	6,98504
V	8,619	1,625029	5,36927	11,86939
VI	11,901	1,652169	8,59650	15,20518
VII	14,337	1,711546	10,91388	17,76007
VIII	13,502	1,569723	10,36223	16,64113
IX	9,841	1,432246	6,97668	12,70567
X	5,487	1,698272	2,09085	8,88394
XI	1,322	2,030902	-2,73996	5,38365
XII	-1,129	2,568567	-6,26655	4,00772
III-V	4,301	1,228717	-1,84369	6,75856
VI-VIII	13,246	1,236930	-10,77264	15,72036
IX-XI	5,550	1,236640	-3,07686	8,02342
XII-II	-1,816	2,061744	5,93971	2,30727
I-XII	5,325	0,975992	3,37309	7,27705

**Tabela 2c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1761-2018 w Trondheim

**Table 2c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1761-2018 in Trondheim

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,617	-0,0668	0,7504	0,4831
II	0,411	0,0726	0,2666	0,5569
III	0,607	-0,1290	0,8658	0,3496
IV	0,236	-0,2016	0,6384	-0,1680
V	0,240	-0,0386	0,3175	0,1630
VI	-0,208	-0,1042	-0,0001	-0,4168
VII	-0,121	0,0239	-0,1690	-0,0733
VIII	-0,023	0,0285	-0,0800	0,0338
IX	0,016	0,1286	-0,2412	0,2732
X	0,407	0,0066	0,3943	0,4208
XI	0,559	0,0303	0,4980	0,6193
XII	0,742	-0,0329	0,8070	0,6753
III-V	0,361	-0,1071	-3,1121	0,1468
VI-VIII	-0,118	-0,0248	-21,6132	-0,1672
IX-XI	0,327	0,1154	-6,0570	0,5581
XII-II	0,576	0,0695	12,3166	0,7153
I-XII	0,290	0,0641	0,1621	0,4183

### 3 Oslo ( $\varphi = 59^{\circ}57'N$ , $\lambda = 10^{\circ}43'E$ , $H = 96$ m); 1816-2018, 1900-2018

#### Srefo $55^{\circ}N < \varphi < 60^{\circ}N$

**Tabela 3a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Oslo w latach 1816-2018

**Table 3a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Oslo in years 1816-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-4,151	2,846006	-9,84276	1,54126
II	-3,628	3,239848	-10,10720	2,85220
III	-0,361	2,314272	-4,98939	4,26769
IV	4,737	1,575538	1,58542	7,88758
V	10,578	1,627375	7,32320	13,83270
VI	15,075	1,493591	12,08802	18,06238
VII	17,108	1,616040	13,87542	20,33958
VIII	15,618	1,681765	12,25437	18,98143
IX	11,339	1,201319	8,93666	13,74194
X	5,985	1,634660	2,71533	9,25397
XI	0,742	1,940617	-3,13928	4,62318
XII	-2,735	2,736343	-8,20774	2,73764
III-V	4,985	1,419303	2,14593	7,82314
VI-VIII	15,934	1,215379	13,50277	18,36429
IX-XI	6,022	1,094810	3,83235	8,21159
XII-II	-3,499	2,218099	-7,93504	0,93735
I-XII	5,859	1,023042	3,81282	7,90498

**Tabela 3b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Oslo w latach 1816-2018

**Table 3b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Oslo in years 1816-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,794	2,817281	-9,42810	1,84103
II	-3,365	3,031173	-9,42700	2,69769
III	0,216	2,201827	-4,18788	4,61943
IV	5,206	1,469126	2,26778	8,14429
V	11,029	1,480552	8,06812	13,99033
VI	15,174	1,521362	12,13090	18,21634
VII	17,378	1,618641	14,14030	20,61487
VIII	15,902	1,621175	12,66006	19,14476
IX	11,476	1,315143	8,84609	14,10667
X	6,247	1,553844	3,13912	9,35450
XI	1,178	1,884411	-2,59046	4,94718
XII	-2,253	2,636282	-7,52524	3,01989
III-V	5,484	1,260173	2,96333	8,00402
VI-VIII	16,151	1,157152	13,83690	18,46551
IX-XI	6,301	1,101001	4,09852	8,50252
XII-II	-3,143	2,128209	-7,39926	1,11357
I-XII	6,200	0,974834	4,24994	8,14928



**Tabela 3c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  w latach 1900-2018 i 1816-2018 w Oslo

**Table 3c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  in 1900-2018 and 1816-2018 in Oslo

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	0,357	-0,0287	0,4147	0,2998
II	0,263	-0,2087	0,6802	-0,1545
III	0,577	-0,1124	0,8015	0,3517
IV	0,469	-0,1064	0,6824	0,2567
V	0,451	-0,1468	0,7449	0,1576
VI	0,099	0,0278	0,0429	0,1540
VII	0,270	0,0026	0,2649	0,2753
VIII	0,284	-0,0606	0,4057	0,1633
IX	0,137	0,1138	-0,0906	0,3647
X	0,262	-0,0808	0,4238	0,1005
XI	0,436	-0,0562	0,5488	0,3240
XII	0,482	-0,1001	0,6825	0,2823
III-V	0,499	-0,1591	0,8174	0,1809
VI-VIII	0,217	-0,0582	0,3341	0,1012
IX-XI	0,279	0,0062	0,2662	0,2909
XII-II	0,356	-0,0899	0,5358	0,1762
I-XII	0,341	-0,0482	0,4371	0,2443

#### 4 Sztokholm ( $\varphi=59^{\circ}34'N$ , $\lambda=18^{\circ}06'E$ , $H=44$ m); 1756-2018, 1900-2018

**Tabela 4a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Sztokholmie w latach 1756-2018

**Table 4a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Stockholm in years 1756-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	-3,255	3,007842	-9,27082	2,760551
II	-3,247	3,234378	-9,71590	3,221607
III	-1,023	2,758580	-6,54035	4,493967
IV	3,867	1,933163	0,00059	7,733246
V	9,525	1,878900	5,76768	13,28327
VI	14,730	1,560063	11,60953	17,84978
VII	17,401	1,713278	13,97458	20,8277
VIII	16,182	1,674712	12,83270	19,53155
IX	11,872	1,439222	8,99380	14,75069
X	6,722	1,803474	3,11511	10,329
XI	1,915	1,953618	-1,99241	5,822065
XII	-1,410	2,523000	-6,45589	3,636114
III-V	4,123	1,692519	0,73803	7,508106
VI-VIII	16,104	1,268609	13,56709	18,64153
IX-XI	6,836	1,193713	4,44895	9,223801
XII-II	-2,645	2,257950	-7,16043	1,871371
I-XII	6,107	1,127723	3,85114	8,362036

**Tabela 4b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Stockholm w latach 1900-2018

**Table 4b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Stockholm in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,389	2,687531	-7,76414	2,98599
II	-2,608	3,127250	-8,86206	3,64694
III	0,052	2,450411	-4,84872	4,95292
IV	4,601	1,803148	0,99454	8,20714
V	10,279	1,703870	6,87125	13,68673
VI	14,909	1,625996	11,65725	18,16124
VII	17,603	1,717822	14,16772	21,03901
VIII	16,355	1,669285	13,01605	19,69319
IX	11,982	1,485785	9,00994	14,95308
X	7,086	1,610798	3,86412	10,30731
XI	2,559	1,855648	-1,15247	6,27012
XII	-0,565	2,387418	-5,33954	4,21013
III-V	4,977	1,508209	1,96089	7,99373
VI-VIII	16,289	1,309836	13,66940	18,90875
IX-XI	7,209	1,195904	4,81688	9,60049
XII-II	-1,862	2,111271	-6,08445	2,36064
I-XII	6,655	1,086989	4,48134	8,82930

**Tabela 4c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1756-2018 w Stockholm

**Table 4c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1756-2018 in Stockholm

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,866	-0,3203	1,5067	0,2254
II	0,639	-0,1071	0,8538	0,4253
III	1,075	-0,3082	1,6916	0,4590
IV	0,734	-0,1300	0,9940	0,4739
V	0,754	-0,1750	1,1036	0,4035
VI	0,179	0,0659	0,0477	0,3115
VII	0,202	0,0045	0,1931	0,2113
VIII	0,173	-0,0054	0,1833	0,1616
IX	0,110	0,0466	0,0161	0,2024
X	0,364	-0,1927	0,7490	-0,0217
XI	0,644	-0,0980	0,8399	0,4481
XII	0,845	-0,1356	1,1164	0,5740
III-V	0,854	-0,1843	1,2229	0,4856
VI-VIII	0,185	0,0412	0,1023	0,2672
IX-XI	0,373	0,0022	0,3679	0,3767
XII-II	0,783	-0,1467	1,0760	0,4893
I-XII	0,548	-0,0407	0,6302	0,4673

5. Tallin ( $\varphi=59^{\circ}23'N$ ,  $\lambda=24^{\circ}35'E$ ,  $H=34$  m); 1779-2018, 1900-2018

**Tabela 5a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Tallinie w latach 1779-2018

**Table 5a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Tallin in years 1779-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-5,236	3,531945	-12,30022	1,82756
II	-5,592	3,666088	-12,92372	1,74063
III	-2,733	2,836580	-8,40616	2,94016
IV	2,709	1,935449	-1,16190	6,57990
V	8,449	1,932703	4,58326	12,31407
VI	13,583	1,600159	10,38272	16,78336
VII	16,609	1,602258	13,40403	19,81306
VIII	15,632	1,482088	12,66803	18,59638
IX	11,407	1,371153	8,66449	14,14910
X	6,101	1,730291	2,64038	9,56154
XI	0,990	2,043307	-3,09657	5,07665
XII	-2,886	3,020235	-8,92630	3,15464
III-V	2,808	1,712988	-0,61761	6,23420
VI-VIII	15,275	1,142328	12,98994	17,55925
IX-XI	6,166	1,177281	3,81137	8,52049
XII-II	-4,579	2,607225	-9,79303	0,63587
I-XII	4,919	1,102653	2,71407	7,12468

**Tabela 5b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Tallinie w latach 1900-2018

**Table 5b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Tallin in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-4,470	3,310894	-11,09170	2,15187
II	-5,041	3,720215	-12,48135	2,39951
III	-1,968	2,737974	-7,44418	3,50771
IV	3,408	1,798642	-0,18922	7,00535
V	8,991	1,811410	5,36777	12,61341
VI	13,675	1,615059	10,44492	16,90516
VII	16,753	1,632071	13,48838	20,01666
VIII	15,682	1,371112	12,93954	18,42399
IX	11,475	1,394784	8,68547	14,26461
X	6,272	1,786575	2,69853	9,84483
XI	1,469	1,990595	-2,51220	5,45018
XII	-2,093	2,765604	-7,62449	3,43793
III-V	3,477	1,616793	0,24322	6,71039
VI-VIII	15,370	1,105446	13,15888	17,58067
IX-XI	6,405	1,249304	3,90663	8,90385
XII-II	-3,881	2,491678	-8,86442	1,10229
I-XII	5,346	1,065029	3,215888	7,47600

**Tabela 5c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  w latach 1900-2018 1779-2018 w Tallinie

**Table 5c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  in 1900-2018 and 1779-2018 in Tallin

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	0,766	-0,2211	1,2085	0,3243
II	0,551	0,0541	0,4424	0,6589
III	0,765	-0,0986	0,9620	0,5676
IV	0,699	-0,1368	0,9727	0,4255
V	0,542	-0,1213	0,7845	0,2993
VI	0,092	0,0149	0,0622	0,1218
VII	0,144	0,0298	0,0843	0,2036
VIII	0,050	-0,1110	0,2715	-0,1724
IX	0,068	0,0236	0,0210	0,1155
X	0,171	0,0563	0,0581	0,2833
XI	0,479	-0,0527	0,5844	0,3735
XII	0,793	-0,2546	1,3018	0,2833
III-V	0,669	-0,0962	0,8608	0,4762
VI-VIII	0,095	-0,0369	0,1689	0,0214
IX-XI	0,239	0,0720	0,0953	0,3834
XII-II	0,698	-0,1155	0,9286	0,4664
I-XII	0,427	-0,0376	0,5018	0,3513

## 6. Kopenhaga ( $\varphi=55^{\circ}37'N$ , $\lambda=12^{\circ}39'E$ , $H=5$ m); 1798-2018, 1900-2018

**Tabela 6a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Kopenhadze w latach 1798-2018

**Table 6a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Copenhagen in years 1798-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	-0,069	2,343543	-4,75586	4,61831
II	-0,141	2,598603	-5,33838	5,05603
III	1,836	2,176167	-2,51614	6,18853
IV	6,213	1,610053	2,99302	9,43323
V	11,382	1,557991	8,26637	14,49833
VI	15,360	1,362642	12,63444	18,08501
VII	17,221	1,554623	14,11157	20,33006
VIII	16,799	1,565825	13,66699	19,93029
IX	13,468	1,257812	10,95225	15,98350
X	9,024	1,558349	5,90774	12,14113
XI	4,540	1,741183	1,05745	8,02218
XII	1,626	2,055373	-2,48450	5,73699
III-V	6,477	1,397894	3,68144	9,27301
VI-VIII	16,460	1,160461	14,13881	18,78065
IX-XI	9,011	1,139916	6,73088	11,29054
XII-II	0,464	1,864486	-3,26473	4,19321
I-XII	8,105	1,054467	5,99601	10,21387

**Tabela 6b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Kopenhadze w latach 1900-2018

**Table 6b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Copenhagen in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,648	2,193721	-3,73954	5,03534
II	0,459	2,504162	-4,54950	5,46715
III	2,558	2,101200	-1,64442	6,76038
IV	6,782	1,511394	3,75957	9,80514
V	11,907	1,323271	9,26018	14,55327
VI	15,561	1,312462	12,93558	18,18543
VII	17,619	1,478318	14,66269	20,57596
VIII	17,082	1,505767	14,07082	20,09389
IX	13,703	1,278817	11,14489	16,26015
X	9,391	1,484825	6,42111	12,36041
XI	5,236	1,602924	2,03029	8,44198
XII	2,322	1,782839	-1,24383	5,88753
III-V	7,082	1,261014	4,56033	9,60438
VI-VIII	16,754	1,074055	14,60595	18,90217
IX-XI	9,443	1,104962	7,23321	11,65306
XII-II	1,129	1,712716	-2,29686	4,554003
I-XII	8,606	0,938216	6,72917	10,48203

**Tabela 6c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1798-2018 w Kopenhadze

**Table 6c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1798-2018 in Copenhagen

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,717	-0,1498	1,0163	0,4170
II	0,600	-0,0944	0,7889	0,4111
III	0,722	-0,0750	0,8717	0,5719
IV	0,569	-0,0987	0,7666	0,3719
V	0,525	-0,2347	0,9938	0,0549
VI	0,201	-0,0502	0,3011	0,1004
VII	0,398	-0,0763	0,5511	0,2459
VIII	0,283	-0,0601	0,4038	0,1636
IX	0,235	0,0210	0,1926	0,2767
X	0,367	-0,0735	0,5134	0,2193
XI	0,696	-0,1383	0,9728	0,4198
XII	0,696	-0,2725	1,2407	0,1505
III-V	0,605	-0,1369	0,8789	0,3314
VI-VIII	0,294	-0,0864	0,4671	0,1215
IX-XI	0,432	-0,0350	0,5023	0,3625
XII-II	0,665	-0,1518	0,9679	0,3608
I-XII	0,501	-0,1163	0,7332	0,2682

7. Moskwa ( $\varphi=55^{\circ}50'N$ ,  $\lambda=37^{\circ}37'E$ ,  $H=156$  m); 1821-2018, 1900-2018

**Tabela 7a** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Moskwie w latach 1821-2018

**Table 7a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Moscow in years 1821-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-9,631	4,086434	-17,80427	-1,45853
II	-8,649	3,703274	-16,05550	-1,24240
III	-3,508	2,932051	-9,37182	2,35638
IV	4,878	2,495463	-0,11327	9,86859
V	12,362	2,304267	7,75304	16,97011
VI	16,410	2,041157	12,32809	20,49272
VII	18,620	1,886606	14,84655	22,39298
VIII	16,776	1,903904	12,96839	20,58401
IX	11,036	1,772134	7,49187	14,58041
X	4,524	2,008305	0,50754	8,54076
XI	-1,836	2,550928	-6,93765	3,26607
XII	-7,013	3,610759	-14,23468	0,20836
III-V	4,577	1,882228	0,81272	8,34163
VI-VIII	17,269	1,469620	14,32955	20,20803
IX-XI	4,575	1,491050	1,59273	7,55693
XII-II	-8,439	2,806589	-14,05176	-2,82540
I-XII	4,497	1,230829	2,03575	6,95907

**Tabela 7b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Moskwie w latach 1900-2018

**Table 7b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Moscow in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-8,966	3,949254	-16,86464	-1,06763
II	-8,358	4,009338	-16,37641	-0,33906
III	-3,090	2,924998	-8,94008	2,75991
IV	5,310	2,412823	0,48427	10,13556
V	12,325	2,439118	7,44639	17,20286
VI	16,423	2,035266	12,35283	20,49389
VII	18,439	1,977142	14,48504	22,39361
VIII	16,659	1,706865	13,24535	20,07280
IX	11,001	1,689393	7,62189	14,37946
X	4,655	2,043452	0,56797	8,74178
XI	-1,537	2,581794	-6,70073	3,62645
XII	-6,431	3,369841	-13,17036	0,30901
III-V	4,621	1,987735	0,64576	8,59670
VI-VIII	17,260	1,484082	14,29225	20,22857
IX-XI	4,640	1,68885	1,26185	8,01725
XII-II	-8,299	3,368766	-15,03605	-1,56099
I-XII	4,571	1,556799	1,45735	7,68454

**Tabela 7c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  w latach 1900-2018 1821-2018 w Moskwie

**Table 7c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  in 1900-2018 and 1821-2018 in Moscow

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,665	-0,1372	0,9396	0,3909
II	0,291	0,3061	-0,3209	0,9033
III	0,418	-0,0071	0,4317	0,4035
IV	0,432	-0,0826	0,5975	0,2670
V	-0,037	0,1349	-0,3067	0,2328
VI	0,013	-0,0059	0,0247	0,0012
VII	-0,181	0,0905	-0,3615	0,0006
VIII	-0,117	-0,1970	0,2770	-0,5112
IX	-0,035	-0,0827	0,1300	-0,2010
X	0,131	0,0351	0,0604	0,2010
XI	0,299	0,0309	0,2369	0,3604
XII	0,582	-0,2409	1,0643	0,1007
III-V	0,044	0,1055	-0,1670	0,2551
VI-VIII	-0,009	0,0145	-0,0373	0,0205
IX-XI	0,065	0,1978	-0,3309	0,4603
XII-II	0,140	0,5622	-0,9843	1,2644
I-XII	0,074	0,3260	-0,5784	0,7255

## 8. Anglia (Londyn); 1659-2018, 1900-2018

Strefa  $50^{\circ} N \leq \varphi \leq 55^{\circ} N$

**Tabela 8a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Anglii (Londynie) w latach 1659-2018

**Table 8a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in England in years 1659-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	3,303	2,051684	-0,80004	7,40669
II	3,909	1,843873	0,22112	7,59661
III	5,360	1,504771	2,35057	8,36965
IV	7,978	1,261888	5,45406	10,50162
V	11,307	1,212494	8,88221	13,73219
VI	14,430	1,143951	12,14174	16,71754
VII	16,071	1,246301	13,57804	18,56324
VIII	15,715	1,159289	13,39666	18,03381
IX	13,379	1,159807	11,05933	15,69856
X	9,755	1,369427	7,01599	12,49370
XI	6,112	1,431302	3,24986	8,97507
XII	4,165	1,781737	0,60107	7,72802
III-V	8,215	0,947140	6,32077	10,10933
VI-VIII	15,405	0,906903	13,59137	17,21898
IX-XI	9,749	0,949140	7,85047	11,64703
XII-II	3,789	1,401153	0,98705	6,59166
I-XII	9,290	0,754314	7,78168	10,79893

**Tabela 8b** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Anglii (Londynie) w latach 1900-2018

**Table 8ab** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in England in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	4,170	1,762177	0,64565	7,69435
II	4,221	1,888425	0,44398	7,99768
III	5,970	1,504194	2,96161	8,97839
IV	8,314	1,258458	5,79725	10,83108
V	11,657	1,187907	9,28085	14,03248
VI	14,589	1,172376	12,24441	16,93392
VII	16,471	1,404362	13,66211	19,27956
VIII	16,066	1,334135	13,39756	18,73410
IX	13,736	1,133710	11,46841	16,00325
X	10,425	1,385415	7,65417	13,19583
XI	6,724	1,476369	3,77143	9,67691
XII	4,887	1,672021	1,54262	8,23071
III-V	8,215	0,947140	6,32077	10,10933
VI-VIII	15,405	0,906903	13,59137	17,21898
IX-XI	9,749	0,949140	7,85047	11,64703
XII-II	3,789	1,401153	0,98705	6,59166
I-XII	9,290	0,754314	7,78168	10,79893

**Tabela 8c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1659-2018 w Anglii

**Table 8c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1659-2018 in England

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,867	-0,2895	1,4457	0,2877
II	0,312	0,0446	0,2229	0,4011
III	0,610	-0,0006	0,6110	0,6087
IV	0,336	-0,0034	0,3432	0,3295
V	0,350	-0,0246	0,3986	0,3003
VI	0,159	0,0284	0,1027	0,2164
VII	0,400	0,1581	0,0841	0,7163
VIII	0,351	0,1748	0,0009	0,7003
IX	0,357	-0,0261	0,4091	0,3047
X	0,670	0,0160	0,6382	0,7021
XI	0,612	0,0451	0,5216	0,7018
XII	0,722	-0,1097	0,9416	0,5027
III-V	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
VI-VIII	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
IX-XI	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
XII-II	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
I-XII	0,000	0,0000	0,0000	0,0000



9. Greenwich ( $\varphi=51^{\circ}30'N$ ,  $\lambda=0^{\circ}00'$ ); 1763-2015, 1900-2015

**Tabela 9a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Greenwich w latach 1763-2015

**Table 9a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Greenwich in years 1763-2015

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	3,584	2,097462	-0,61136	7,77849
II	4,212	1,972326	0,26694	8,15625
III	5,701	1,595913	2,50895	8,89260
IV	8,366	1,365945	5,63460	11,09839
V	11,821	1,299040	9,22284	14,41900
VI	14,973	1,263974	12,44505	17,50095
VII	16,850	1,413421	14,02311	19,67680
VIII	16,501	1,221395	14,05810	18,94368
IX	14,011	1,203687	11,60338	16,41812
X	10,308	1,351411	7,60529	13,01093
XI	6,536	1,489804	3,55591	9,51513
XII	4,528	1,934177	0,65916	8,39587
III-V	8,629	0,949876	6,72965	10,52915
VI-VIII	16,108	0,985002	14,13845	18,07846
IX-XI	10,285	0,894356	8,49608	12,07350
XII-II	4,098	1,413686	1,27113	6,92587
I-XII	9,782	0,680008	8,42237	11,14240

**Tabela 9b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Greenwich w latach 1900-2015

**Table 9b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Greenwich in years 1900-2015

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	4,318	1,748040	0,82238	7,81455
II	4,351	1,920336	0,51047	8,19182
III	6,147	1,465429	3,21653	9,07824
IV	8,536	1,235693	6,06502	11,00779
V	11,866	1,103128	9,66007	14,07258
VI	14,818	1,173175	12,47132	17,16402
VII	16,813	1,374754	14,06376	19,56277
VIII	16,474	1,278976	13,91641	19,03231
IX	14,123	1,152651	11,81728	16,42789
X	10,719	1,277532	8,16348	13,27361
XI	6,973	1,421621	4,12992	9,81640
XII	5,007	1,694303	1,61882	8,39603
III-V	8,875	0,850627	7,17348	10,57599
VI-VIII	16,035	0,974213	14,08680	17,98366
IX-XI	10,616	0,859032	8,89755	12,33368
XII-II	4,549	1,279101	1,99063	7,10703
I-XII	10,022	0,627607	8,76687	11,27730

**Tabela 9c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1763-2018 w Greenwich

**Table 9c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1763-2018 in Greenwich

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,734	-0,3494	1,4337	0,0361
II	0,139	-0,0520	0,2435	0,0356
III	0,446	-0,1305	0,7076	0,1856
IV	0,170	-0,1303	0,4304	-0,0906
V	0,045	-0,1959	0,4372	-0,3464
VI	-0,155	-0,0908	0,0263	-0,3369
VII	-0,037	-0,0387	0,0406	-0,1140
VIII	-0,027	0,0576	-0,1417	0,0886
IX	0,112	-0,0510	0,2139	0,0098
X	0,411	-0,0739	0,5582	0,2627
XI	0,437	-0,0682	0,5740	0,3013
XII	0,479	-0,2399	0,9597	0,0002
III-V	0,246	-0,0992	0,4438	0,0468
VI-VIII	-0,073	-0,0108	-0,0517	-0,0948
IX-XI	0,331	-0,0353	0,4015	0,2602
XII-II	0,451	-0,1346	0,7195	0,1812
I-XII	0,240	-0,0524	0,3445	0,1349

10. Berlin ( $\varphi=52^{\circ}28'N$ ,  $\lambda=21^{\circ}02'E$ ,  $H=58$  m); 1769-2018, 1900-2018

**Tabela 10a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Berlinie w latach 1769-2018

**Table 10a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Berlin in years 1769-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,677	3,24580	-7,16879	5,81439
II	0,665	2,88918	-5,11312	6,44360
III	3,700	2,32465	-0,94927	8,34935
IV	8,728	1,86991	4,98782	12,46746
V	13,860	1,76454	10,33136	17,38952
VI	17,243	1,53718	14,16844	20,31716
VII	18,894	1,63101	15,63237	22,15643
VIII	18,180	1,54036	15,09969	21,26111
IX	14,468	1,43112	11,60536	17,32984
X	9,338	1,54310	6,25180	12,42420
XI	4,128	1,81309	0,50182	7,75418
XII	0,919	2,53838	-4,15796	5,99556
III-V	8,763	1,29613	6,17044	11,35497
VI-VIII	18,106	1,09610	15,91366	20,29807
IX-XI	9,311	1,03752	7,23616	11,38624
XII-II	0,299	2,12365	-3,94875	4,54584
I-XII	9,121	0,90900	7,30252	10,93850

**Tabela 10b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Berlinie w latach 1900-2018

**Table 10b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Berlin in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,124	2,908896	-5,69342	5,94216
II	0,877	2,969451	-5,06151	6,81630
III	4,272	2,162148	-0,05194	8,59665
IV	8,922	1,749389	5,42316	12,42071
V	14,048	1,602661	10,84266	17,25331
VI	17,140	1,534714	14,07091	20,20976
VII	18,945	1,695902	15,55273	22,33634
VIII	18,078	1,520071	15,03801	21,11829
IX	14,312	1,529825	11,25211	17,37142
X	9,440	1,521571	6,39719	12,48348
XI	4,601	1,707546	1,18575	8,01593
XII	1,386	2,241709	-3,09770	5,86913
III-V	9,081	1,214701	6,651355	11,51016
VI-VIII	18,054	1,097258	15,85983	20,24886
IX-XI	9,451	1,086139	7,278702	11,62326
XII-II	0,775	2,021581	-3,26806	4,818259
I-XII	9,345	0,882949	7,579579	11,11137

**Tabela 10c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1769-2018 w Berlinie

**Table 10c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1769-2018 in Berlin

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,801	-0,3369	1,4754	0,1278
II	0,212	0,0803	0,0516	0,3727
III	0,572	-0,1625	0,8973	0,2473
IV	0,194	-0,1205	0,4353	-0,0468
V	0,188	-0,1619	0,5113	-0,1362
VI	-0,103	-0,0025	-0,0975	-0,1074
VII	0,051	0,0649	-0,0796	0,1799
VIII	-0,102	-0,0203	-0,0617	-0,1428
IX	-0,156	0,0987	-0,3532	0,0416
X	0,102	-0,0215	0,1454	0,0593
XI	0,473	-0,1055	0,6839	0,2618
XII	0,467	-0,2967	1,0603	-0,1264
III-V	0,318	-0,0814	0,4809	0,1552
VI-VIII	-0,052	0,0012	-0,0538	-0,0492
IX-XI	0,140	0,0486	0,0425	0,2370
XII-II	0,476	-0,1021	0,6807	0,2724
I-XII	0,224	-0,0261	0,2771	0,1729

11. Warszawa ( $\varphi=52^{\circ}13'N$ ,  $\lambda=21^{\circ}02'E$ ,  $H=110$  m); 1779-2018, 1900-2018

**Tabela 11a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2018

**Table 11a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Warsaw in years 1779-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,464	3,46278	-10,38930	3,46180
II	-2,184	3,27511	-8,73421	4,36622
III	1,492	2,62722	-3,76267	6,74622
IV	7,745	2,00309	3,73839	11,75075
V	13,600	1,86635	9,86738	17,33276
VI	17,118	1,46147	14,19513	20,04100
VII	18,833	1,48277	15,86752	21,79859
VIII	17,948	1,54607	14,85612	21,04040
IX	13,585	1,43768	10,70965	16,46035
X	8,157	1,72338	4,70984	11,60338
XI	2,552	2,08323	-1,61437	6,71853
XII	-1,573	3,07737	-7,72766	4,58183
III-V	7,598	1,47661	4,64480	10,55124
VI-VIII	17,966	1,07555	15,81536	20,11756
IX-XI	8,095	1,13382	5,82730	10,36257
XII-II	-2,415	2,37771	-7,17062	2,34021
I-XII	7,818	1,01638	5,78547	9,85099

**Tabela 11b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Warszawie w latach 1900-2018

**Table 11b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Warsaw in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,605	3,317913	-9,24087	4,03078
II	-1,653	3,419728	-8,49205	5,18686
III	2,281	2,444875	-2,60886	7,17064
IV	8,266	1,860707	4,54495	11,98777
V	13,996	1,78244	10,43106	17,56082
VI	17,143	1,413469	14,31622	19,97010
VII	18,971	1,492083	15,98671	21,95504
VIII	17,987	1,470647	15,04596	20,92855
IX	13,659	1,452963	10,75290	16,56475
X	8,377	1,63537	5,10646	11,64794
XI	3,218	2,080467	-0,94329	7,37858
XII	-0,578	2,442831	-5,46381	4,30751
III-V	8,157	1,317004	5,52337	10,79138
VI-VIII	18,034	1,049412	15,93494	20,13259
IX-XI	8,412	1,148698	6,11452	10,70931
XII-II	-1,627	2,230438	-6,08749	2,834257
I-XII	8,256	0,89371	6,46850	10,04335

**Tabela 11c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  w latach 1900-2018 1779-2018 w Warszawie

**Table 11c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  in 1900-2018 and 1779-2018 in Warsaw

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,859	-0,1449	1,1484	0,5690
II	0,531	0,1446	0,2422	0,8206
III	0,789	-0,1823	1,1538	0,4244
IV	0,521	-0,1424	0,8066	0,2370
V	0,396	-0,0839	0,5637	0,2281
VI	0,025	-0,0480	0,1211	-0,0709
VII	0,138	0,0093	0,1192	0,1565
VIII	0,039	-0,0754	0,1898	-0,1119
IX	0,074	0,0153	0,0433	0,1044
X	0,220	-0,0880	0,3966	0,0446
XI	0,666	-0,0028	0,6711	0,6601
XII	0,995	-0,6345	2,2639	-0,2743
III-V	0,559	-0,1596	0,8786	0,2401
VI-VIII	0,068	-0,0261	0,1196	0,0150
IX-XI	0,317	0,0149	0,2872	0,3467
XII-II	0,788	-0,1473	1,0831	0,4940
I-XII	0,438	-0,1227	0,6830	0,1924

## 12. Wilno ( $\varphi=54,63N$ , $\lambda=25,10 E$ ); 1778-2018, 1900-2018

**Tabela 12a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Wilnie w latach 1778-2018

**Table 12a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Vilnius in years 1778-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-5,564	3,716994	-12,99773	1,87025
II	-4,631	3,447839	-11,52635	2,26501
III	-0,840	2,723077	-6,28620	4,60611
IV	6,083	2,025522	2,03228	10,13436
V	12,608	2,049221	8,50950	16,70638
VI	16,419	1,699748	13,01954	19,81853
VII	18,267	1,649810	14,96777	21,56701
VIII	17,198	1,605296	13,98718	20,40836
IX	12,501	1,509911	9,48085	15,52049
X	6,790	1,742624	3,30433	10,27483
XI	1,145	2,141745	-3,13891	5,42807
XII	-3,407	3,322235	-10,05149	3,23745
III-V	5,950	1,563388	2,82363	9,07718
VI-VIII	17,295	1,192174	14,91039	19,67908
IX-XI	6,812	1,162534	4,48654	9,13668
XII-II	-4,541	2,504347	-9,54926	0,46813
I-XII	6,381	1,004293	4,37215	8,38932

**Tabela 12b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Wilnie w latach 1900-2018

**Table 12b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Vilnius in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-5,283	3,618032	-12,51856	1,95356
II	-4,621	3,702668	-12,02603	2,78465
III	-0,596	2,763426	-6,12280	4,93090
IV	6,281	2,006638	2,26802	10,29457
V	12,696	2,019880	8,65584	16,73536
VI	15,982	1,567420	12,84731	19,11700
VII	17,888	1,635529	14,61722	21,15933
VIII	16,923	1,522253	13,87851	19,96752
IX	12,283	1,484233	9,31481	15,25174
X	6,697	1,746183	3,20436	10,18909
XI	1,255	2,182966	-3,11067	5,62119
XII	-2,901	2,677970	-8,25741	2,45447
III-V	6,127	1,57187	2,98324	9,27072
VI-VIII	16,931	1,131685	14,66778	19,19452
IX-XI	6,745	1,220743	4,30360	9,18657
XII-II	-4,300	2,408672	-9,11775	0,51694
I-XII	6,384	1,024902	4,33395	8,43355

**Tabela 12c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1778-2018 w Wilnie

**Table 12c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1778-2018 in Vilnius

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,281	-0,0990	0,4792	0,0833
II	0,010	0,2548	-0,4997	0,5196
III	0,244	0,0403	0,1634	0,3248
IV	0,198	-0,0189	0,2357	0,1602
V	0,088	-0,0293	0,1463	0,0290
VI	-0,437	-0,1323	-0,1722	-0,7015
VII	-0,379	-0,0143	-0,3506	-0,4077
VIII	-0,275	-0,0830	-0,1087	-0,4408
IX	-0,218	-0,0257	-0,1660	-0,2688
X	-0,093	0,0036	-0,1000	-0,0857
XI	0,110	0,0412	0,0282	0,1931
XII	0,506	-0,6443	1,7941	-0,7830
III-V	0,177	0,0085	0,1596	0,1935
VI-VIII	-0,364	-0,0605	-0,2426	-0,4846
IX-XI	-0,067	0,0582	-0,1829	0,0499
XII-II	0,241	-0,0957	0,4315	0,0488
I-XII	0,003	0,0206	-0,0382	0,0442

### 13. Praga ( $\varphi=51^{\circ}08'N$ , $\lambda=14^{\circ}15'E$ , $H=365$ m); 1773-2018, 1900-2018

**Tabela 13a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Pradze w latach 1773-2018

**Table 13a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Pragua in years 1773-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,446	3,101244	-7,64806	4,75692
II	0,095	3,030141	-5,96518	6,15538
III	3,639	2,265447	-0,89182	8,16996
IV	8,838	1,930306	4,97761	12,69883
V	14,128	1,879015	10,37010	17,88616
VI	17,408	1,628938	14,15030	20,66605
VII	19,164	1,682778	15,79866	22,52977
VIII	18,580	1,601981	15,37640	21,78433
IX	14,673	1,683351	11,30633	18,03974
X	9,265	1,650459	5,96453	12,56637
XI	3,775	1,804450	0,16575	7,38355
XII	0,267	2,711749	-5,15649	5,69050
III-V	8,857	1,369756	6,11725	11,59627
VI-VIII	18,384	1,279554	15,82514	20,94336
IX-XI	9,258	1,231914	6,79424	11,72190
XII-II	-0,366	2,095540	-4,55669	3,82547
I-XII	9,038	1,047741	6,94229	11,13325

**Tabela 13b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Pradze w latach 1900-2018

**Table 13b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Pragua in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,231	2,992816	-7,21680	4,75447
II	-0,182	3,148509	-6,47877	6,11527
III	3,710	2,199567	-0,68955	8,10872
IV	8,527	1,826562	4,87388	12,18012
V	13,665	1,684470	10,29639	17,03427
VI	16,829	1,577505	13,67349	19,98351
VII	18,641	1,661128	15,31824	21,96276
VIII	18,641	1,661128	15,31824	21,96276
IX	14,061	1,697996	10,66517	17,45716
X	8,814	1,577338	5,65957	11,96893
XI	3,660	1,787970	0,08372	7,23560
XII	0,269	2,310243	-4,35174	4,88924
III-V	8,634	1,301328	6,03132	11,23663
VI-VIII	17,832	1,190435	15,45144	20,21317
IX-XI	8,872	1,26477	6,34213	11,40121
XII-II	-0,401	2,010913	-4,42296	3,620687
I-XII	8,738	1,013427	6,71072	10,76442

**Tabela 13c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  w latach 1900-2018 1773-2018 w Pradze

**Table 13c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr=2\sigma}$ ,  $T_{sr+2\sigma}$  in 1900-2018 and 1773-2018 in Pragua

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	0,215	-0,1084	0,4313	-0,0024
II	-0,277	0,1184	-0,5136	-0,0401
III	0,071	-0,0659	0,2023	-0,0612
IV	-0,311	-0,1037	-0,1037	-0,5187
V	-0,463	-0,1945	-0,0737	-0,8519
VI	-0,579	-0,0514	-0,4768	-0,6825
VII	-0,523	-0,0217	-0,4804	-0,5670
VIII	0,061	0,0591	-0,0582	0,1784
IX	-0,612	0,0146	-0,6412	-0,5826
X	-0,451	-0,0731	-0,3050	-0,5974
XI	-0,115	-0,0165	-0,0820	-0,1480
XII	0,002	-0,4015	0,8047	-0,8013
III-V	-0,223	-0,0684	-0,0859	-0,3596
VI-VIII	-0,552	-0,0891	-0,3737	-0,7302
IX-XI	-0,386	0,0329	-0,4521	-0,3207
XII-II	-0,035	-0,0846	0,1337	-0,2048
I-XII	-0,300	-0,0343	-0,2316	-0,3688

14. Wrocław ( $\varphi=51^{\circ}08'N$ ,  $\lambda=16^{\circ}59'E$ ,  $H=116$  m); 1792-2018, 1900-2018

**Tabela 14a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1792-2018

**Table 14a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Wrocław in years 1792-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr-2\sigma}$	$T_{sr+2\sigma}$
I	-1,914	3,53102	-8,97569	5,14838
II	-0,555	3,33414	-7,22309	6,11348
III	2,824	2,53213	-2,24064	7,88786
IV	8,177	1,97916	4,21863	12,13529
V	13,431	1,80247	9,82642	17,03631
VI	16,812	1,51379	13,78440	19,83956
VII	18,486	1,52145	15,44264	21,52846
VIII	17,869	1,55366	14,76194	20,97656
IX	14,022	1,50976	11,00277	17,04181
X	8,971	1,77773	5,41581	12,52674
XI	3,597	2,11916	-0,64106	7,83559
XII	-0,060	2,94662	-5,95341	5,83306
III-V	8,144	1,45706	5,22985	11,05811
VI-VIII	17,722	1,11531	15,49164	19,95288
IX-XI	8,864	1,23808	6,38745	11,33977
XII-II	-0,840	2,38802	-5,61631	3,93578
I-XII	8,472	1,12582	6,22010	10,72338



**Tabela 14b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1900-2018

**Table 14b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Wrocław in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,975	3,194973	-7,36474	5,41516
II	-0,001	3,386819	-6,77481	6,77246
III	3,702	2,275751	-0,84932	8,25369
IV	8,743	1,801726	5,13932	12,34623
V	13,905	1,573417	10,75854	17,05221
VI	17,123	1,415246	14,29253	19,95352
VII	18,888	1,474776	15,93818	21,83728
VIII	18,135	1,451880	15,23103	21,03855
IX	14,230	1,465745	11,29859	17,16157
X	9,226	1,689415	5,84722	12,60488
XI	4,258	1,940599	0,37678	8,13918
XII	0,657	2,440701	-4,22460	5,53821
III-V	8,783	1,277534	6,22838	11,33851
VI-VIII	18,049	1,053160	15,94220	20,15483
IX-XI	9,238	1,164862	6,90831	11,56776
XII-II	-0,122	2,209111	-4,54068	4,29576
I-XII	8,994	0,940392	7,11335	10,87492

**Tabela 14c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 i 1792-2018 we Wrocławiu

**Table 14c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1792-2018 in Wrocław

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,939	-0,3360	1,6110	0,2668
II	0,554	0,0527	0,4483	0,6590
III	0,878	-0,2564	1,3913	0,3658
IV	0,566	-0,1774	0,9207	0,2109
V	0,474	-0,2291	0,9321	0,0159
VI	0,311	-0,0985	0,5081	0,1140
VII	0,402	-0,0467	0,4955	0,3088
VIII	0,266	-0,1018	0,4691	0,0620
IX	0,208	-0,0440	0,2958	0,1198
X	0,255	-0,0883	0,4314	0,0781
XI	0,661	-0,1786	1,0178	0,3036
XII	0,717	-0,5059	1,7288	-0,2948
III-V	0,639	-0,1795	0,9985	0,2804
VI-VIII	0,327	-0,0621	0,4506	0,2020
IX-XI	0,374	-0,0732	0,5209	0,2280
XII-II	0,718	-0,1789	1,0756	0,3600
I-XII	0,522	-0,1854	0,8932	0,1515

15. Kraków ( $\varphi = 50^{\circ}04'N$ ,  $\lambda = 19^{\circ}57'E$ ,  $H = 221$  m); 1826-2018, 1900-2018

**Tabela 1a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-2018

**Table 15a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Krakow in years 1826-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
I	-3,220	3,31314	-9,84598	3,40660
II	-1,411	3,49643	-8,40427	5,58147
III	2,411	2,46304	-2,51520	7,33696
IV	8,149	1,82477	4,49963	11,79871
V	13,524	1,71414	10,09554	16,95212
VI	16,886	1,35947	14,16708	19,60494
VII	18,486	1,33822	15,80956	21,16246
VIII	17,675	1,29859	15,07796	20,27230
IX	13,715	1,41623	10,88206	16,54696
X	8,584	1,68851	5,20744	11,96147
XI	2,888	2,09171	-1,29534	7,07150
XII	-1,277	2,89243	-7,06154	4,50817
III-V	8,028	1,29965	5,42885	10,62745
VI-VIII	17,683	0,93316	15,81631	19,54894
IX-XI	8,391	1,07407	6,24250	10,53878
XII-II	-1,970	2,24615	-6,46280	2,52182
I-XII	8,035	0,88285	6,26930	9,80068

**Tabela 15b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Krakowie w latach 1900-2018

**Table 15b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Krakow in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
I	-2,708	3,264789	-9,23714	3,82202
II	-1,143	3,478109	-8,09907	5,81336
III	2,792	2,405930	-2,02026	7,60346
IV	8,304	1,804239	4,69564	11,91260
V	13,602	1,628320	10,34504	16,85832
VI	16,782	1,293420	14,19467	19,36835
VII	18,487	1,348984	15,78943	21,18536
VIII	17,700	1,274969	15,15006	20,24994
IX	13,629	1,461457	10,70650	16,55233
X	8,492	1,654236	5,18396	11,80091
XI	3,318	2,066973	-0,81630	7,45159
XII	-0,692	2,321821	-5,33524	3,95205
III-V	8,233	1,292866	5,64682	10,81828
VI-VIII	17,657	0,970531	15,71547	19,59759
IX-XI	8,472	1,152530	6,16682	10,77694
XII-II	-1,532	2,084290	-5,70047	2,63669
I-XII	8,214	0,862362	6,48975	9,93920

**Tabela 15c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1826-2018 w Krakowie

**Table 15c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1826-2018 in Krakow

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,512	-0,0484	0,6088	0,4154
II	0,268	-0,0183	0,3052	0,2319
III	0,381	-0,0571	0,4949	0,2665
IV	0,155	-0,0205	0,1960	0,1139
V	0,078	-0,0858	0,2495	-0,0938
VI	-0,104	-0,0660	0,0276	-0,2366
VII	0,001	0,0108	-0,0201	0,0229
VIII	0,025	-0,0236	0,0721	-0,0224
IX	-0,086	0,0452	-0,1756	0,0054
X	-0,092	-0,0343	-0,0235	-0,1606
XI	0,430	-0,0247	0,4790	0,3801
XII	0,585	-0,5706	1,7263	-0,5561
III-V	0,205	-0,0068	0,2180	0,1908
VI-VIII	-0,026	0,0374	-0,1008	0,0486
IX-XI	0,081	0,0785	-0,0757	0,2382
XII-II	0,438	-0,1619	0,7623	0,1149
I-XII	0,179	-0,0205	0,2205	0,1385

16. Kijów ( $\varphi=50^{\circ}24'N$ ,  $\lambda=30^{\circ}34'E$ ,  $H=167$  m); 1854-2018, 1900-2018

**Tabela 16a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Kijowie w latach 1854-2018

**Table 16a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Kiev in years 1854-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-5,608	3,571435	-12,75075	1,53499
II	-4,788	3,467457	-11,72273	2,14710
III	0,030	2,946263	-5,86265	5,92241
IV	7,950	2,322380	3,30482	12,59434
V	14,798	2,063226	10,67137	18,92427
VI	18,152	1,786129	14,57926	21,72377
VII	19,859	1,688912	16,48109	23,23673
VIII	18,857	1,674306	15,50836	22,20558
IX	13,927	1,833175	10,26032	17,59302
X	7,684	1,956704	3,77108	11,59789
XI	1,362	2,521387	-3,68096	6,40459
XII	-3,352	2,996252	-9,34463	2,64038
III-V	7,592	1,802184	3,98806	11,19679
VI-VIII	18,956	1,277780	16,40024	21,51136
IX-XI	7,658	1,403280	4,85110	10,46422
XII-II	-4,576	2,403670	-9,38293	0,23175
I-XII	7,406	1,187379	5,03106	9,78058

**Tabela 16b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Kijowie w latach 1900-2018

**Table 16b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Kiev in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-5,233	3,502007	-12,23679	1,77124
II	-4,377	3,586509	-11,55024	2,79579
III	0,493	2,955821	-5,41895	6,40433
IV	8,377	2,277977	3,82119	12,93310
V	14,986	2,016071	10,95391	19,01819
VI	18,307	1,803905	14,69891	21,91453
VII	19,952	1,795427	16,36142	23,54312
VIII	19,056	1,718444	15,61942	22,49319
IX	14,088	1,803704	10,48083	17,69564
X	7,798	1,941097	3,91562	11,68001
XI	1,648	2,530315	-3,41273	6,70853
XII	-2,827	2,593680	-8,01425	2,36047
III-V	7,952	1,782008	4,38795	11,51598
VI-VIII	19,105	1,371058	16,36298	21,84721
IX-XI	7,845	1,447013	4,95062	10,73868
XII-II	-4,163	2,37038	-8,90401	0,57751
I-XII	7,689	1,185159	5,31870	10,05934

**Tabela 16c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1954-2018 w Kijowie

**Table 16c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1954-2018 in Kiev

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,375	-0,0694	0,5140	0,2363
II	0,411	0,1191	0,1725	0,6487
III	0,463	0,0096	0,4437	0,4819
IV	0,427	-0,0444	0,5164	0,3388
V	0,188	-0,0472	0,2825	0,0939
VI	0,155	0,0178	0,1197	0,1908
VII	0,093	0,1065	-0,1197	0,3064
VIII	0,199	0,0441	0,1111	0,2876
IX	0,161	-0,0295	0,2205	0,1026
X	0,114	-0,0156	0,1445	0,0821
XI	0,286	0,0089	0,2682	0,3039
XII	0,525	-0,4026	1,3304	-0,2799
III-V	0,360	-0,0202	0,3999	0,3192
VI-VIII	0,149	0,0933	-0,0373	0,3359
IX-XI	0,187	0,0437	0,0995	0,2745
XII-II	0,413	-0,0333	0,4789	0,3458
I-XII	0,283	-0,0022	0,2876	0,2788

## 17. Paryż ( $\varphi=48^{\circ}58'N$ , $\lambda=2^{\circ}27'E$ , $H=65$ m); 1757-2018, 1900-2018

**Tabela 17a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Paryżu w latach 1757-2018

**Table 17a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Paris in years 1757-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	2,883	2,65985	-2,43687	8,20252
II	4,267	2,27961	-0,29205	8,82640
III	6,728	1,92299	2,88188	10,57384
IV	10,184	1,67820	6,82795	13,54075
V	13,985	1,65873	10,66728	17,30218
VI	17,083	1,58600	13,91083	20,25482
VII	18,931	1,73280	15,46494	22,39612
VIII	18,537	1,65552	15,22637	21,84844
IX	15,616	1,58431	12,44740	18,78466
X	11,096	1,64992	7,79596	14,39564
XI	6,561	1,74426	3,07254	10,04959
XII	3,733	2,54458	-1,35633	8,82198
III-V	10,299	1,21533	7,86833	12,72964
VI-VIII	18,184	1,30575	15,57209	20,79508
IX-XI	11,091	1,20327	8,68442	13,49751
XII-II	3,628	1,68488	0,25795	6,99748
I-XII	10,800	0,97918	8,84192	12,75865

**Tabela 17b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Paryżu w latach 1900-2018

**Table 17b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Paris in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	3,799	2,389279	-0,97940	8,57772
II	4,407	2,464700	-0,52268	9,33612
III	7,284	1,815664	3,65271	10,91536
IV	10,292	1,738499	6,81544	13,76944
V	14,110	1,560510	10,98906	17,23110
VI	17,077	1,567980	13,94135	20,21327
VII	19,066	1,804357	15,45683	22,67426
VIII	18,597	1,719142	15,15835	22,03492
IX	15,695	1,595679	12,50360	18,88632
X	11,473	1,660551	8,15201	14,79421
XI	6,913	1,777098	3,35841	10,46680
XII	4,502	1,989763	0,52215	8,48121
III-V	10,562	1,261858	8,03847	13,0859
VI-VIII	18,246	1,377993	15,49051	21,00248
IX-XI	11,360	1,250847	8,85853	13,86192
XII-II	4,249	1,606858	1,03502	7,462456
I-XII	11,101	1,034961	9,03127	13,17111

**Tabela 17c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1757-2018 w Paryżu

**Table 17c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1757-2018 in Paris

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,916	-0,2706	1,4575	0,3752
II	0,140	0,1851	-0,2306	0,5097
III	0,556	-0,1073	0,7708	0,3415
IV	0,108	0,0603	-0,0125	0,2287
V	0,125	-0,0982	0,3218	-0,0711
VI	-0,006	-0,0180	0,0305	-0,0415
VII	0,135	0,0716	-0,0081	0,2781
VIII	0,060	0,0636	-0,0680	0,1865
IX	0,079	0,0114	0,0562	0,1017
X	0,377	0,0106	0,3561	0,3986
XI	0,352	0,0328	0,2859	0,4172
XII	0,769	-0,5548	1,8785	-0,3408
III-V	0,263	0,0465	0,1701	0,3563
VI-VIII	0,062	0,0722	-0,0816	0,2074
IX-XI	0,269	0,0476	0,1741	0,3644
XII-II	0,621	-0,0780	0,7771	0,4650
I-XII	0,301	0,0558	0,1893	0,4125

18. Wiedeń ( $\varphi=48^{\circ}15'N$ ,  $\lambda=16^{\circ}22'E$ ,  $H=200$  m); 1775-2018, 1900-2018

**Tabela 18a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Wiedniu w latach 1775-2018

**Table 18a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Vienna in years 1775-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,271	2,958677	-7,18866	4,64604
II	0,538	2,877168	-5,21622	6,29245
III	4,468	2,323588	-0,17914	9,11521
IV	9,814	1,933582	5,94677	13,68110
V	14,691	1,808586	11,07381	18,30816
VI	17,940	1,533565	14,87262	21,00688
VII	19,764	1,556880	16,64977	22,87728
VIII	19,156	1,624279	15,90759	22,40471
IX	15,198	1,497989	12,20197	18,19393
X	9,782	1,611969	6,55803	13,00591
XI	4,215	1,899886	0,41539	8,01494
XII	0,359	2,620262	-4,88110	5,59995
III-V	9,658	1,360609	6,93643	12,37887
VI-VIII	18,953	1,207318	16,53851	21,36778
IX-XI	9,732	1,139551	7,45259	12,01080
XII-II	2,975	1,712394	-0,45015	6,39942
I-XII	9,554	1,015306	7,52386	11,58509

**Tabela 18b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Wiedniu w latach 1900-2018

**Table 18b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Vienna in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	3,799	2,389279	-0,97940	8,57772
II	4,407	2,464700	-0,52268	9,33612
III	7,284	1,815664	3,65271	10,91536
IV	10,292	1,738499	6,81544	13,76944
V	14,110	1,560510	10,98906	17,23110
VI	17,077	1,567980	13,94135	20,21327
VII	19,066	1,804357	15,45683	22,67426
VIII	18,597	1,719142	15,15835	22,03492
IX	15,695	1,595679	12,50360	18,88632
X	11,473	1,660551	8,15201	14,79421
XI	6,913	1,777098	3,35841	10,46680
XII	4,502	1,989763	0,52215	8,48121
III-V	10,562	1,261858	8,03847	13,0859
VI-VIII	18,246	1,377993	15,49051	21,00248
IX-XI	11,360	1,250847	8,85853	13,86192
XII-II	4,249	1,606858	1,03502	7,462456
I-XII	11,101	1,034961	9,03127	13,17111

**Tabela 18c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1775-2018 w Wiedniu

**Table 18c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1775-2018 in Vienna

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	5,070	-0,5694	6,2093	3,9317
II	3,869	-0,4125	4,6935	3,0437
III	2,816	-0,5079	3,8319	1,8002
IV	0,478	-0,1951	0,8687	0,0883
V	-0,581	-0,2481	-0,0847	-1,0771
VI	-0,863	0,0344	-0,9313	-0,7936
VII	-0,698	0,2475	-1,1929	-0,2030
VIII	-0,559	0,0949	-0,7492	-0,3698
IX	0,497	0,0977	0,3016	0,6924
X	1,691	0,0486	1,5940	1,7883
XI	2,698	-0,1228	2,9430	2,4519
XII	4,143	-0,6305	5,4033	2,8813
III-V	0,904	-0,0988	1,1020	0,7070
VI-VIII	-0,707	0,1707	-1,0480	-0,3653
IX-XI	1,628	0,1113	1,4059	1,8511
XII-II	1,274	-0,1055	1,4852	1,0630
I-XII	1,547	0,0197	1,5074	1,5860

19. Innsbruck ( $\varphi=48^{\circ}24'N$ ,  $\lambda=17^{\circ}09'E$ ,  $H=207$  m);1877-2018, 1900-2018

**Tabela 19a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Innsbrucku w latach 1877-2018

**Table 19a** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Innsbruck in years 1877-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,133	2,636939	-7,40673	3,14102
II	0,220	2,644899	-5,07015	5,50944
III	4,800	2,033696	0,73304	8,86782
IV	9,144	1,685851	5,77201	12,51542
V	13,698	1,661356	10,37557	17,02100
VI	16,661	1,508193	13,64447	19,67724
VII	18,152	1,371234	15,40953	20,89447
VIII	17,557	1,431764	14,69390	20,42096
IX	14,227	1,507662	11,21132	17,24197
X	9,176	1,646130	5,88353	12,46805
XI	3,473	1,757806	-0,04240	6,98883
XII	-0,867	2,174480	-5,21610	3,48182
III-V	9,214	1,130868	6,95241	11,47588
VI-VIII	17,457	1,061957	15,33285	19,58068
IX-XI	8,959	1,124368	6,70981	11,20728
XII-II	-0,945	1,798429	-4,54230	2,65141
I-XII	8,676	0,850256	6,97516	10,37618

**Tabela 19b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Innsbrucku w latach 1900-2018

**Table 19b** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Innsbruck in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,881	2,484743	-6,85068	3,08829
II	0,342	2,689554	-5,03680	5,72142
III	4,976	2,065189	0,84535	9,10611
IV	9,183	1,736272	5,71053	12,65562
V	13,824	1,676798	10,47085	17,17804
VI	16,751	1,476323	13,79881	19,70410
VII	18,267	1,366546	15,53426	21,00044
VIII	17,696	1,414113	14,86784	20,52429
IX	14,352	1,526235	11,29907	17,40401
X	9,344	1,598854	6,14597	12,54138
XI	3,588	1,801373	-0,01428	7,19121
XII	-0,686	2,131489	-4,94930	3,57665
III-V	9,328	1,158676	7,01040	11,64510
VI-VIII	17,572	1,049566	15,47249	19,67076
IX-XI	9,095	1,098806	6,89695	11,29217
XII-II	-0,759	1,725151	-4,20945	2,69116
I-XII	8,813	0,829152	7,15474	10,47135



**Tabela 19c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1877-2018 w Innsbrucku

**Table 19c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1877-2018 in Innsbruck

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,252	-0,1522	0,5561	-0,0527
II	0,122	0,0447	0,0333	0,2120
III	0,176	0,0315	0,1123	0,2383
IV	0,039	0,0504	-0,0615	0,1402
V	0,126	0,0154	0,0953	0,1570
VI	0,090	-0,0319	0,1543	0,0269
VII	0,115	-0,0047	0,1247	0,1060
VIII	0,139	-0,0177	0,1739	0,1033
IX	0,125	0,0186	0,0877	0,1620
X	0,168	-0,0473	0,2624	0,0733
XI	0,115	0,0436	0,0281	0,2024
XII	0,181	-0,0430	0,2668	0,0948
III-V	0,114	0,0278	0,0580	0,1692
VI-VIII	0,115	-0,0124	0,1396	0,0901
IX-XI	0,136	-0,0256	0,1871	0,0849
XII-II	0,186	-0,0733	0,3329	0,0398
I-XII	0,137	-0,0211	0,1796	0,0952

20. Lwów ( $\varphi=49^{\circ}49'N$ ,  $\lambda=23^{\circ}57'E$ ,  $H=323$ ) m; 1882-2018, 1900-2018

**Tabela 20a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza we Lwowie w latach 1882-2018

**Table 20a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Lviv in years 1882-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,953	3,055122	-10,06288	2,15761
II	-2,743	3,182785	-9,10843	3,62271
III	1,573	2,643992	-3,71505	6,86092
IV	7,977	1,931014	4,11542	11,83947
V	13,680	1,760915	10,15862	17,20228
VI	16,641	1,439248	13,76211	19,51910
VII	18,369	1,411403	15,54637	21,19198
VIII	17,599	1,419441	14,76037	20,43813
IX	13,495	1,652197	10,19110	16,79988
X	8,198	1,800918	4,59666	11,80033
XI	2,734	2,218544	-1,70325	7,17092
XII	-1,717	2,310004	-6,33655	2,90347
III-V	7,744	1,411962	4,91968	10,56753
VI-VIII	17,536	1,005112	15,52612	19,54656
IX-XI	8,143	1,252262	5,63808	10,64713
XII-II	-2,836	2,043411	-6,92243	1,25122
I-XII	7,655	0,848061	5,95851	9,35076

**Tabela 20b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza we Lwowie w latach 1900-2018

**Table 20b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Lviv in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,887	3,070958	-10,02898	2,25485
II	-2,739	3,325833	-9,39046	3,91287
III	1,605	2,671718	-3,73826	6,94861
IV	8,021	1,921005	4,17868	11,86270
V	13,619	1,809597	9,99977	17,23816
VI	16,659	1,420482	13,81766	19,49959
VII	18,312	1,433115	15,44584	21,17830
VIII	17,587	1,362397	14,86227	20,31186
IX	13,447	1,648847	10,14886	16,74424
X	8,149	1,790275	4,56859	11,72969
XI	2,758	2,267201	-1,77664	7,29216
XII	-1,623	2,266258	-6,15579	2,90924
III-V	7,748	1,431858	4,88456	10,61199
VI-VIII	17,519	1,019993	15,47927	19,55924
IX-XI	8,118	1,287974	5,54187	10,69376
XII-II	-2,777	2,082759	-6,94213	1,388909
I-XII	7,659	0,880846	5,89722	9,420601

**Tabela 20c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1992-2018 we Lwowie

**Table 20c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1882-2018 in Lviv

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,066	0,0158	0,0339	0,0972
II	0,004	0,1430	-0,2820	0,2902
III	0,032	0,0277	-0,0232	0,0877
IV	0,044	-0,0100	0,0633	0,0232
V	-0,061	0,0487	-0,1589	0,0359
VI	0,018	-0,0188	0,0556	-0,0195
VII	-0,057	0,0217	-0,1005	-0,0137
VIII	-0,012	-0,0570	0,1019	-0,1263
IX	-0,048	-0,0033	-0,0422	-0,0556
X	-0,049	-0,0106	-0,0281	-0,0706
XI	0,024	0,0487	-0,0734	0,1212
XII	0,094	-0,0437	0,1808	0,0058
III-V	0,004	0,0199	-0,0351	0,0445
VI-VIII	-0,017	0,0149	-0,0469	0,0127
IX-XI	-0,025	0,0357	-0,0962	0,0466
XII-II	0,059	0,0393	-0,0197	0,1377
I-XII	0,004	0,0328	-0,0613	0,0698

21. Bazylea ( $\varphi = 47,60^\circ$ ,  $\lambda = 7,60^\circ$  W); 1755-2018, 1900-2018

**Tabela 21a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Bazylei w latach 1755-2018

**Table 21a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Basel; in years 1755-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,197	2,959129	-6,11503	5,72149
II	1,579	2,674542	-3,77055	6,92762
III	4,827	2,093937	0,63936	9,01511
IV	9,126	1,731445	5,66330	12,58908
V	13,402	1,632519	10,13712	16,66719
VI	16,708	1,456515	13,79447	19,62053
VII	18,539	1,594842	15,34882	21,72818
VIII	17,897	1,522765	14,85151	20,94257
IX	14,363	1,551048	11,26121	17,46540
X	9,345	1,770991	5,80275	12,88671
XI	4,278	1,822986	0,63222	7,92416
XII	0,947	2,641524	-4,33643	6,22966
III-V	9,119	1,190617	6,73729	11,49976
VI-VIII	17,714	1,112330	15,48969	19,93901
IX-XI	9,329	1,240978	6,84679	11,81070
XII-II	0,779	1,911192	-3,04358	4,60119
I-XII	9,234	0,976498	7,28144	11,18743

**Tabela 21b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Bazylei w latach 1900-2018

**Table 21b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Basel; in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,854	2,607407	-4,36070	6,06893
II	2,068	2,813182	-3,55813	7,69460
III	5,730	1,898651	1,93278	9,52739
IV	9,427	1,678736	6,06950	12,78445
V	13,688	1,592785	10,50233	16,87347
VI	16,983	1,547736	13,88730	20,07824
VII	18,956	1,734295	15,48696	22,42414
VIII	18,263	1,673443	14,91639	21,61016
IX	14,843	1,700277	11,44197	18,24307
X	10,036	1,760239	6,51507	13,55602
XI	4,929	1,746860	1,43510	8,42254
XII	1,895	2,062348	-2,22957	6,01982
III-V	9,610	1,162696	7,28475	11,93553
VI-VIII	18,061	1,260635	15,54009	20,58263
IX-XI	9,924	1,250815	7,42231	12,42557
XII-II	1,586	1,745621	-1,90477	5,07712
I-XII	9,791	0,969163	7,85281	11,72947

**Tabela 21c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1755-2018 w Bazylei

**Table 21c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1755-2018 in Basel

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	1,051	-0,3517	1,7543	0,3474
II	0,489	0,1386	0,2124	0,7670
III	0,903	-0,1953	1,2934	0,5123
IV	0,301	-0,0527	0,4062	0,1954
V	0,286	-0,0397	0,3652	0,2063
VI	0,275	0,0912	0,0928	0,4577
VII	0,417	0,1395	0,1381	0,6960
VIII	0,366	0,1507	0,0649	0,6676
IX	0,480	0,1492	0,1808	0,7777
X	0,691	-0,0108	0,7123	0,6693
XI	0,651	-0,0761	0,8029	0,4984
XII	0,948	-0,5792	2,1069	-0,2098
III-V	0,491	-0,0279	0,5475	0,4358
VI-VIII	0,347	0,1483	0,0504	0,6436
IX-XI	0,595	0,0098	0,5755	0,6149
XII-II	0,807	-0,1656	1,1388	0,4765
I-XII	0,557	-0,0073	0,5714	0,5420

## 22. Zurych ( $\varphi=47^{\circ}23'N$ , $\lambda=8^{\circ}34'E$ , $H=569$ m); 1864-2018. 1900-2018

**Tabela 22a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-2018

**Table 22a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Zurich in years 1864-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,278	2,354166	-4,98640	4,4302683
II	1,037	2,610405	-4,18339	6,2582288
III	4,607	1,976576	0,65394	8,5602489
IV	8,550	1,684517	5,18064	11,918711
V	12,946	1,685966	9,57387	16,318779
VI	16,186	1,537282	13,11189	19,261016
VII	18,026	1,605589	14,81463	21,236984
VIII	17,354	1,418417	14,51671	20,190382
IX	14,076	1,540594	10,99494	17,157317
X	9,041	1,599342	5,84196	12,23933
XI	4,077	1,592191	0,89239	7,261157
XII	0,637	2,278374	-3,91933	5,1941668
III-V	8,701	1,01514	6,67058	10,731139
VI-VIII	17,189	1,042223	15,10416	19,273048
IX-XI	9,065	1,023058	7,01840	11,110632
XII-II	0,476	1,656624	-2,83771	3,7887883
I-XII	8,855	0,735173	7,38455	10,325238

**Tabela 22b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Zurychu w latach 1900-2018

**Table 22b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Zurich in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,068	2,208385	-4,34870	4,48484
II	1,123	2,570140	-4,01759	6,26297
III	4,821	1,924057	0,97289	8,66912
IV	8,453	1,724749	5,00344	11,90244
V	12,964	1,578891	9,80608	16,12165
VI	16,082	1,568598	12,94432	19,21871
VII	17,923	1,631334	14,66002	21,18536
VIII	17,361	1,464143	14,43306	20,28963
IX	14,055	1,585955	10,88271	17,22653
X	9,244	1,576596	6,09051	12,39689
XI	4,226	1,557711	1,11063	7,34147
XII	1,030	1,899383	-2,76851	4,82902
III-V	8,746	1,050659	6,64462	10,84726
VI-VIII	17,122	1,100941	14,91997	19,32373
IX-XI	9,175	1,010024	7,15474	11,19484
XII-II	0,724	1,486332	-2,24829	3,69703
I-XII	8,946	0,719428	7,50687	10,38458

**Tabela 22c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1864-2018 w Zurychu

**Table 22c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1864-2018 in Zurich

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,346	-0,1458	0,6377	0,0546
II	0,086	-0,0403	0,1658	0,0047
III	0,214	-0,0525	0,3190	0,1089
IV	-0,097	0,0402	-0,1772	-0,0163
V	0,018	-0,1071	0,2322	-0,1971
VI	-0,104	0,0313	-0,1676	-0,0423
VII	-0,103	0,0257	-0,1546	-0,0516
VIII	0,007	0,0457	-0,0837	0,0992
IX	-0,021	0,0454	-0,1122	0,0692
X	0,203	-0,0227	0,2486	0,1576
XI	0,149	-0,0345	0,2182	0,0803
XII	0,393	-0,3790	1,1508	-0,3651
III-V	0,045	0,0355	-0,0260	0,1161
VI-VIII	-0,067	0,0587	-0,1842	0,0507
IX-XI	0,110	-0,0130	0,1363	0,0842
XII-II	0,248	-0,1703	0,5894	-0,0918
I-XII	0,091	-0,0157	0,1223	0,0593

### 23 . Budapeszt ( $\varphi=47^{\circ}31'N$ , $\lambda=19^{\circ}02'E$ , $H=129$ m); 1780-2018, 1900-2018

**Tabela 23a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Budapeszcie w latach 1780-2018

**Table 23a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Budapest in years 1780-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,884	2,752162	-6,38799	4,62066
II	1,034	2,681860	-4,32926	6,39818
III	5,723	2,308703	1,10559	10,34041
IV	11,805	1,801901	8,20128	15,40888
V	17,057	1,777863	13,50157	20,61302
VI	20,284	1,450086	17,38395	23,18430
VII	22,135	1,406006	19,32328	24,94730
VIII	21,435	1,522289	18,39038	24,47954
IX	17,006	1,566941	13,87254	20,14030
X	11,403	1,658216	8,08644	14,71931
XI	5,268	1,872836	1,52237	9,01371
XII	0,830	2,419968	-4,00960	5,67027
III-V	11,528	1,182758	9,16294	13,89398
VI-VIII	21,285	1,013238	19,25831	23,31127
IX-XI	11,226	1,093627	9,03852	13,41303
XII-II	0,332	1,868437	-3,40519	4,06856
I-XII	11,096	0,794554	9,50700	12,68522

**Tabela 23b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Budapeszcie w latach 1900-2018

**Table 23b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Budapest in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,270	2,647759	-5,56535	5,02568
II	1,601	2,765562	-3,92971	7,13254
III	6,362	2,178035	2,00576	10,71790
IV	11,782	1,667107	8,44762	15,11605
V	16,810	1,650647	13,50912	20,11171
VI	20,077	1,334137	17,40831	22,74486
VII	22,031	1,365801	19,29981	24,76302
VIII	21,376	1,478401	18,41895	24,33255
IX	16,991	1,608812	13,77354	20,20879
X	11,414	1,525673	8,36274	14,46543
XI	5,710	1,916989	1,87627	9,54423
XII	1,449	1,961666	-2,47433	5,37233
III-V	11,651	1,153725	9,34391	13,95881
VI-VIII	21,161	0,984611	19,19203	23,13047
IX-XI	11,372	1,120309	9,13122	13,61245
XII-II	0,917	1,721909	-2,52640	4,361235
I-XII	11,278	0,749369	9,77909	12,77656

**Tabela 23c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1780-2018 w Budapeszcie

**Table 23c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1780-2018 in Budapest

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,614	-0,1044	0,8226	0,4050
II	0,567	0,0837	0,3996	0,7344
III	0,639	-0,1307	0,9002	0,3775
IV	-0,023	-0,1348	0,2463	-0,2928
V	-0,247	-0,1272	0,0076	-0,5013
VI	-0,207	-0,1159	0,0244	-0,4394
VII	-0,104	-0,0402	-0,0235	-0,1843
VIII	-0,059	-0,0439	0,0286	-0,1470
IX	-0,015	0,0419	-0,0990	0,0685
X	0,011	-0,1325	0,2763	-0,2539
XI	0,442	0,0442	0,3539	0,5305
XII	0,619	-0,4583	1,5353	-0,2979
III-V	0,123	-0,0290	0,1810	0,0648
VI-VIII	-0,124	-0,0286	-0,0663	-0,1808
IX-XI	0,146	0,0267	0,0927	0,1994
XII-II	0,585	-0,1465	0,8788	0,2927
I-XII	0,182	-0,0452	0,2721	0,0913

**24. Genewa** ( $\varphi=46^{\circ}15'N$ ,  $\lambda=6^{\circ}08'E$ ,  $H=416$  m); 1768-2018, 1900-2018

**Tabela 24a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Genewie w latach 1768--2018

**Table 24a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Geneva in years 1768—2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,500	2,273807	-4,047217	5,04801
II	2,036	2,172244	-2,308774	6,38020
III	5,383	1,808976	1,764588	9,00049
IV	9,525	1,602816	6,3193688	12,73063
V	13,948	1,611601	10,724814	17,17122
VI	17,438	1,444711	14,548276	20,32712
VII	19,537	1,613669	16,309965	22,76464
VIII	18,773	1,415044	15,943325	21,60350
IX	15,147	1,433676	12,279474	18,01418
X	10,058	1,449020	7,1598963	12,95598
XI	5,093	1,470864	2,151129	8,03459
XII	1,637	2,117997	-2,598692	5,87330
III-V	9,619	1,103798	7,4109229	11,82611
VI-VIII	18,583	1,083199	16,416406	20,74920
IX-XI	10,099	1,010147	8,0789131	12,11950
XII-II	1,389	1,491945	-1,594513	4,37326
I-XII	9,923	0,780999	8,3609178	11,48492

**Tabela 24b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Genewie w latach 1900–2018

**Table 24b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Geneva in years 1900–2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	10,000	1,931631	6,13674	13,86326
II	2,308	2,227935	-2,14837	6,76337
III	5,823	1,624024	2,57528	9,07138
IV	9,556	1,531709	6,49242	12,61925
V	13,912	1,588248	10,73517	17,08816
VI	17,492	1,569107	14,35345	20,62988
VII	19,684	1,693910	16,29635	23,07199
VIII	18,934	1,492732	15,94870	21,91963
IX	15,327	1,555835	12,21500	18,43834
X	10,353	1,459849	7,43280	13,27220
XI	5,411	1,340137	2,73056	8,09111
XII	2,242	1,669660	-1,09765	5,58099
III-V	9,7636	1,103739	7,55613	11,97109
VI-VIII	18,7033	1,199162	16,30501	21,10166
IX-XI	10,3633	0,997194	8,36894	12,35772
XII-II	1,9164	1,331773	-0,74718	4,579907
I-XII	10,1899	0,790634	8,60859	11,77113

**Tabela 24c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1768-2018 w Genewie

**Table 24c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1768-2018 in Geneva

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	9,500	-0,3422	10,1840	8,8153
II	0,272	0,0557	0,1604	0,3832
III	0,440	-0,1850	0,8107	0,0709
IV	0,031	-0,0711	0,1731	-0,1114
V	-0,036	-0,0234	0,0104	-0,0831
VI	0,054	0,1244	-0,1948	0,3028
VII	0,147	0,0802	-0,0136	0,3074
VIII	0,161	0,0777	0,0054	0,3161
IX	0,180	0,1222	-0,0645	0,4242
X	0,295	0,0108	0,2729	0,3162
XI	0,318	-0,1307	0,5794	0,0565
XII	0,605	-0,4483	1,5010	-0,2923
III-V	0,145	-0,0001	0,1452	0,1450
VI-VIII	0,120	0,1160	-0,1114	0,3525
IX-XI	0,264	-0,0130	0,2900	0,2382
XII-II	0,527	-0,1602	0,8473	0,2066
I-XII	0,267	0,0096	0,2477	0,2862



25. Odessa ( $\varphi = 46^{\circ}26'N$ ,  $\lambda = 30^{\circ}46'E$ ,  $H=42$ ); 1881-2018, 1900-2018

**Tabela 25a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Odessie w latach 1881-2018

**Table 25a** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Odessa in years 1881-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-2,012	3,139283	-8,29092	4,26621
II	-1,301	2,992815	-7,28651	4,68475
III	2,692	2,230546	-1,76940	7,15278
IV	8,870	1,599508	5,67062	12,06865
V	15,517	1,574483	12,36765	18,66558
VI	19,810	1,401365	17,00734	22,61280
VII	22,375	1,449062	19,47684	25,27309
VIII	21,833	1,500124	18,83255	24,83304
IX	17,023	1,639173	13,74489	20,30158
X	11,372	1,886920	7,59829	15,14597
XI	5,446	2,424717	0,59674	10,29561
XII	0,753	2,670277	-4,58747	6,09364
III-V	9,026	1,339318	6,34734	11,70462
VI-VIII	21,343	1,114303	19,11406	23,57128
IX-XI	11,281	1,356835	8,56685	13,99418
XII-II	-0,849	2,126187	-5,10176	3,40299
I-XII	10,200	0,910751	8,37803	12,02103

**Tabela 25b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Odessie w latach 1900-2018

**Table 25b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Odessa in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-1,770	2,946736	-7,66339	4,12356
II	-1,162	3,072565	-7,30684	4,98342
III	2,768	2,301917	-1,83572	7,37195
IV	8,972	1,584063	5,80341	12,13966
V	15,484	1,634778	12,21472	18,75383
VI	19,851	1,399539	17,05195	22,65010
VII	22,310	1,466393	19,37687	25,24244
VIII	21,827	1,516410	18,79419	24,85983
IX	17,017	1,622274	13,77220	20,26130
X	11,315	1,907078	7,50131	15,12963
XI	5,554	2,493299	0,56708	10,54027
XII	0,999	2,466585	-3,93385	5,93249
III-V	9,075	1,368301	6,33804	11,81125
VI-VIII	21,329	1,146790	19,03565	23,62281
IX-XI	11,295	1,407670	8,47996	14,11064
XII-II	-0,670	2,049217	-4,76880	3,428064
I-XII	10,264	0,928662	8,40644	12,12109

**Tabela 25c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1881-2018 w Odessie

**Table 25c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1881-2018 in Odessa

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,242	-0,1925	0,6275	-0,1427
II	0,139	0,0798	-0,0203	0,2987
III	0,076	0,0714	-0,0663	0,2192
IV	0,102	-0,0154	0,1328	0,0710
V	-0,033	0,0603	-0,1529	0,0883
VI	0,041	-0,0018	0,0446	0,0373
VII	-0,065	0,0173	-0,1000	-0,0307
VIII	-0,006	0,0163	-0,0384	0,0268
IX	-0,006	-0,0169	0,0273	-0,0403
X	-0,057	0,0202	-0,0970	-0,0163
XI	0,108	0,0686	-0,0297	0,2447
XII	0,246	-0,2037	0,6536	-0,1612
III-V	0,049	0,0290	-0,0093	0,1066
VI-VIII	-0,014	0,0325	-0,0784	0,0515
IX-XI	0,014	0,0508	-0,0869	0,1165
XII-II	0,179	-0,0770	0,3330	0,0251
I-XII	0,064	0,0179	0,0284	0,1001

26. Marsylia ( $\varphi = 43^{\circ}27'N$ ,  $\lambda = 5^{\circ}14'E$ ,  $H=36$  m); 1847-2018, 1900-2018

**Tabela 26a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Marsylii w latach 1847-2018

**Table 26a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Marseille in years 1847-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	6,647	1,845947	4,64671	10,33860
II	7,689	1,891615	5,68922	11,47245
III	10,052	1,395323	8,05210	12,84274
IV	13,071	1,146320	11,07066	15,36330
V	16,826	1,356828	14,82635	19,54000
VI	20,618	1,441776	18,61796	23,50152
VII	23,151	1,527703	21,15150	26,20690
VIII	22,687	1,358519	20,68683	25,40387
IX	19,699	1,322921	17,69940	22,34524
X	15,471	1,516698	13,47126	18,50465
XI	10,631	1,536888	8,63114	13,70491
XII	7,380	1,811029	5,37964	11,00170
III-V	15,267	0,988359	13,26727	17,24398
VI-VIII	22,152	1,199349	20,15210	24,55079
IX-XI	15,267	0,988359	13,26727	17,24398
XII-II	7,244	1,254054	5,24421	9,75232
I-XII	16,615	0,809149	14,99667	18,23327

**Tabela 26b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Marsylii w latach 1900-2018

**Table 26b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Marseille in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	6,547	1,821182	4,54737	10,18973
II	7,526	1,928642	5,52632	11,38360
III	10,218	1,322892	8,21754	12,86333
IV	13,097	1,204484	11,09737	15,50634
V	17,038	1,388258	15,03772	19,81424
VI	20,903	1,476510	18,90263	23,85565
VII	23,479	1,604789	21,47895	26,68852
VIII	22,996	1,369043	20,99561	25,73370
IX	19,882	1,360055	17,88158	22,60169
X	15,614	1,524644	13,61404	18,66332
XI	10,706	1,516302	8,70614	13,73875
XII	7,429	1,771545	5,42895	10,97204
III-V	15,401	1,002832	13,39492	17,40625
VI-VIII	22,459	1,24693	19,9652	24,95292
IX-XI	15,401	1,002832	13,39492	17,40625
XII-II	7,172	1,292507	4,586799	9,756827
I-XII	16,794	0,839739	15,11419	18,47314

**Tabela 26c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1847-2018 w Marsylii

**Table 26c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1847-2018 in Marseille

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-0,100	-0,0248	-0,0993	-0,1489
II	-0,163	0,0370	-0,1629	-0,0889
III	0,166	-0,0724	0,1654	0,0206
IV	0,026	0,0582	0,0267	0,1430
V	0,212	0,0314	0,2114	0,2742
VI	0,285	0,0347	0,2847	0,3541
VII	0,328	0,0771	0,3275	0,4816
VIII	0,309	0,0105	0,3088	0,3298
IX	0,183	0,0371	0,1822	0,2565
X	0,143	0,0079	0,1428	0,1587
XI	0,075	-0,0206	0,0750	0,0338
XII	0,049	-0,0395	0,0493	-0,0297
III-V	0,134	0,0145	0,1277	0,1623
VI-VIII	0,307	0,0476	-0,1869	0,4021
IX-XI	0,134	0,0145	0,1277	0,1623
XII-II	-0,072	0,0385	-0,6574	0,0045
I-XII	0,179	0,0306	0,1175	0,2399

27. Rzym ( $\varphi=40,378^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=12^{\circ}36'\text{E}$ ,  $H=46\text{ m}$ ); 1811-2018, 1900-2018

**Tabela 27a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Rzymie w latach 1811-2018

**Table 27a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Rome in years 1811-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	7,271	1,538094	4,19437	10,34675
II	8,299	1,525818	5,24735	11,35062
III	10,578	1,213746	8,15068	13,00566
IV	13,727	1,101434	11,52454	15,93028
V	17,864	1,288635	15,28669	20,44123
VI	21,827	1,250567	19,32628	24,32855
VII	24,563	1,188950	22,18504	26,94084
VIII	24,388	1,154138	22,07954	26,69609
IX	21,040	1,234387	18,57082	23,50837
X	16,736	1,258295	14,21894	19,25212
XI	11,895	1,415408	9,06462	14,72625
XII	8,445	1,433761	5,57715	11,31219
III-V	14,057	0,798665	12,45918	15,65385
VI-VIII	23,593	0,947099	21,69853	25,48692
IX-XI	16,557	0,926647	14,70356	18,41015
XII-II	8,001	1,013939	5,97280	10,02856
I-XII	15,553	0,546909	14,45889	16,64652

**Tabela 27b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Rzymie w latach 1900-2018

**Table 27b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Rome in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	7,4688	1,539552	4,38970	10,54791
II	8,3349	1,639612	5,05564	11,61409
III	10,674	1,135208	8,40390	12,94473
IV	13,680	1,105016	11,46978	15,88985
V	17,809	1,185040	15,43909	20,17925
VI	21,863	1,270603	19,32210	24,40451
VII	24,628	1,315390	21,99674	27,25830
VIII	24,605	1,229857	22,14487	27,06430
IX	21,215	1,222107	18,77046	23,65889
X	16,865	1,253427	14,35828	19,37199
XI	12,162	1,358884	9,44462	14,88015
XII	8,778	1,264719	6,24854	11,30742
III-V	14,054	0,716255	12,62193	15,48694
VI-VIII	23,698	1,03671	21,62505	25,77189
IX-XI	16,747	0,883676	14,98005	18,51475
XII-II	8,186	1,047328	6,091307	10,28062
I-XII	15,674	0,496858	14,67983	16,66726
XII-II	14,054	0,716255	12,62193	15,48694
I-XII	23,698	1,03671	21,62505	25,77189

**Tabela 27c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1811-2018 w Rzymie

**Table 27c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1811-2018 in Rome

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,198	0,0015	0,1953	0,2012
II	0,036	0,1138	-0,1917	0,2635
III	0,096	-0,0785	0,2532	-0,0609
IV	-0,047	0,0036	-0,0548	-0,0404
V	-0,055	-0,1036	-0,1524	-0,2620
VI	0,036	0,0200	-0,0042	0,0760
VII	0,065	0,1264	-0,1883	0,3175
VIII	0,217	0,0757	0,0653	0,3682
IX	0,175	-0,0123	0,1996	0,1505
X	0,129	-0,0049	0,1393	0,1199
XI	0,267	-0,0565	0,3800	0,1539
XII	0,333	-0,1690	0,6714	-0,0048
III-V	-0,003	-0,0824	0,1628	-0,1669
VI-VIII	0,105	0,0896	-0,0735	0,2850
IX-XI	0,190	-0,0430	0,2765	0,1046
XII-II	0,185	0,0334	0,1185	0,2521
I-XII	0,121	-0,0501	0,2209	0,0207
XII-II	0,198	0,0015	0,1953	0,2012
I-XII	0,036	0,1138	-0,1917	0,2635

## 28. Madryt ( $\varphi=40,378^{\circ}\text{N}$ , $\lambda=3,789^{\circ}\text{W}$ ); 1880-2018, 1800-2018

**Tabela 28a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Madrycie w latach 1880-2018

**Table 28a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Madrid in years 1880-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	5,863	1,231206	3,40087	8,32569
II	7,384	1,48156	4,42120	10,34744
III	10,033	1,609919	6,81288	13,25256
IV	12,604	1,577581	9,44839	15,75871
V	16,481	1,815619	12,84964	20,11212
VI	21,313	1,833648	17,64526	24,97986
VII	24,961	1,47324	22,01456	27,90752
VIII	24,618	1,406712	21,80426	27,43110
IX	20,460	1,656831	17,14642	23,77374
X	14,847	1,638088	11,57110	18,12346
XI	9,603	1,290616	7,02189	12,18435
XII	6,454	1,311964	3,83051	9,07836
III-V	13,040	1,164133	10,71141	15,36795
VI-VIII	23,630	1,214418	21,20159	26,05926
IX-XI	17,654	1,318194	15,01729	20,29007
XII-II	6,779	0,945673	4,88812	8,67081
I-XII	14,559	0,761179	13,03680	16,08152

**Tabela 28b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Madrycie w latach 1900-2018

**Table 28b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Madrid in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	6,015	1,176431	3,66228	8,36800
II	7,375	1,479777	4,41502	10,33413
III	10,095	1,541694	7,01147	13,17825
IV	12,729	1,527919	9,67302	15,78469
V	16,670	1,866393	12,93740	20,40298
VI	21,535	1,816134	17,90259	25,16712
VII	25,140	1,448693	22,24233	28,03710
VIII	24,788	1,365470	22,05754	27,51942
IX	20,597	1,628962	17,33893	23,85478
X	15,073	1,542900	11,98753	18,15913
XI	9,650	1,297400	7,05501	12,24461
XII	6,624	1,269309	4,08504	9,16227
III-V	13,169	1,118478	10,93165	15,40556
VI-VIII	23,821	1,171936	21,47714	26,16489
IX-XI	17,835	1,239478	15,35614	20,31405
XII-II	6,848	0,935636	4,97722	8,719764
I-XII	14,700	0,682241	13,33588	16,06484

**Tabela 28c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1880-2018 w Madrycie

**Table 28c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1880-2018 in Madrid

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,152	-0,0548	0,2614	0,0423
II	-0,009	-0,0018	-0,0062	-0,0133
III	0,062	-0,0682	0,1986	-0,0743
IV	0,125	-0,0497	0,2246	0,0260
V	0,189	0,0508	0,0878	0,2909
VI	0,222	-0,0175	0,2573	0,1873
VII	0,179	-0,0245	0,2278	0,1296
VIII	0,170	-0,0412	0,2533	0,0883
IX	0,137	-0,0279	0,1925	0,0810
X	0,226	-0,0952	0,4164	0,0357
XI	0,047	0,0068	0,0331	0,0603
XII	0,170	-0,0427	0,2545	0,0839
III-V	0,129	-0,0457	0,2202	0,0376
VI-VIII	0,191	-0,0425	0,2755	0,1056
IX-XI	0,181	-0,0787	0,3389	0,0240
XII-II	0,069	-0,0100	0,0891	0,0490
I-XII	0,141	-0,0789	0,2991	-0,0167

29. Tbilisi ( $\varphi=41,68$  N,  $\lambda=44,95$  E ); 1881-2018, 1900-2018

**Tabela 29a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Tbilisi w latach 1881-2018

**Table 29a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Tbilisi in years 1881-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	1,107	2,215997	-3,32533	5,53866
II	2,659	2,167973	-1,67669	6,99520
III	6,616	1,797712	3,02075	10,21160
IV	11,965	1,675955	8,61331	15,31713
V	17,111	1,270238	14,57099	19,65195
VI	21,065	1,337593	18,38945	23,73982
VII	24,275	1,297937	21,67927	26,87102
VIII	24,144	1,452881	21,23828	27,04981
IX	19,652	1,533151	16,58577	22,71838
X	13,804	1,616437	10,57120	17,03695
XI	7,721	1,513839	4,69365	10,74901
XII	3,039	1,801853	-0,56452	6,64289
III-V	11,898	1,020134	9,85735	13,93789
VI-VIII	23,161	0,999136	21,16300	25,15955
IX-XI	13,726	1,114965	11,49590	15,95576
XII-II	2,262	1,549870	-0,83743	5,36205
I-XII	12,791	0,837452	11,11570	14,46551

**Tabela 29b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Tbilisi w latach 1900-2018

**Table 29b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Tbilisi in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	1,386	2,153020	-2,92052	5,69156
II	2,808	2,171495	-1,53489	7,15109
III	6,657	1,862820	2,93180	10,38308
IV	12,092	1,687795	8,71672	15,46790
V	17,116	1,252615	14,61050	19,62096
VI	21,068	1,349930	18,36817	23,76789
VII	24,278	1,265874	21,74611	26,80961
VIII	24,138	1,490786	21,15638	27,11952
IX	19,700	1,521815	16,65620	22,74346
X	13,787	1,659396	10,46854	17,10612
XI	7,862	1,518497	4,82508	10,89906
XII	3,127	1,840638	-0,55403	6,80852
III-V	11,955	1,01554	9,92408	13,98624
VI-VIII	23,161	1,012094	21,13709	25,18547
IX-XI	13,783	1,13345	11,51617	16,04997
XII-II	2,427	1,552324	-0,67760	5,53170
I-XII	12,866	0,854697	11,15683	14,57562

**Tabela 29c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1881-2018 w Tbilis

**Table 29c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}=2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1881-2018 in Tbilis

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,279	-0,0630	0,4048	0,1529
II	0,149	0,0035	0,1418	0,1559
III	0,041	0,0651	-0,0890	0,1715
IV	0,127	0,0118	0,1034	0,1508
V	0,005	-0,0176	0,0395	-0,0310
VI	0,003	0,0123	-0,0213	0,0281
VII	0,003	-0,0321	0,0668	-0,0614
VIII	-0,006	0,0379	-0,0819	0,0697
IX	0,048	-0,0113	0,0704	0,0251
X	-0,017	0,0430	-0,1027	0,0692
XI	0,141	0,0047	0,1314	0,1501
XII	0,088	0,0388	0,0105	0,1656
III-V	0,057	-0,0046	0,0667	0,0484
VI-VIII	0,000	0,0130	-0,0259	0,0259
IX-XI	0,057	0,0185	0,0203	0,0942
XII-II	0,165	0,0025	0,1598	0,1697
I-XII	0,075	0,0172	0,0411	0,1101

**30. Ateny ( $\varphi=37^{\circ}58'N$ ,  $\lambda=23^{\circ}43'E$ ,  $H=107$  m); 1858-2018, 1900-2018**

**Tabela 530a.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Atenach w latach 1858-2018

**Table 30a.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Athens in years 1858-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	9,268	1,692020	5,88366	12,65174
II	9,814	1,765960	6,28237	13,34621
III	11,910	1,561183	8,78757	15,03230
IV	15,616	1,372722	12,87070	18,36159
V	20,291	1,295795	17,69971	22,88290
VI	24,839	1,214307	22,40989	27,26712
VII	27,659	1,057315	25,54438	29,77364
VIII	27,464	1,215214	25,03355	29,89440
IX	23,853	1,292888	21,26702	26,43857
X	19,286	1,423374	16,43959	22,13308
XI	14,727	1,544133	11,63906	17,81559
XII	11,068	1,504792	8,05874	14,07791
III-V	15,939	0,991340	13,95645	17,92181
VI-VIII	26,654	0,965192	24,72345	28,58421
IX-XI	19,289	0,984081	17,32066	21,25698
XII-II	10,071	1,127732	7,81558	12,32651
I-XII	17,983	0,661087	16,66080	19,30515



**Tabela 30b.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Atenach w latach 1900-2018

**Table 30b.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Athens in years 1900-2018

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	9,499	1,483608	6,53194	12,46638
II	9,995	1,718014	6,55893	13,43099
III	11,887	1,564626	8,75730	15,01581
IV	15,656	1,303060	13,05018	18,26242
V	20,285	1,269546	17,74578	22,82397
VI	24,894	1,241461	22,41120	27,37704
VII	27,711	1,123062	25,46480	29,95705
VIII	27,578	1,299606	24,97894	30,17736
IX	23,852	1,321054	21,20999	26,49421
X	19,203	1,468047	16,26643	22,13861
XI	14,861	1,559579	11,74219	17,98050
XII	11,261	1,437266	8,38681	14,13588
III-V	15,943	0,983875	13,97483	17,91033
VI-VIII	26,728	1,026896	24,67394	28,78152
IX-XI	19,305	1,054577	17,19617	21,41448
XII-II	10,252	1,050119	8,152172	12,35265
I-XII	18,057	0,687408	16,68205	19,43168

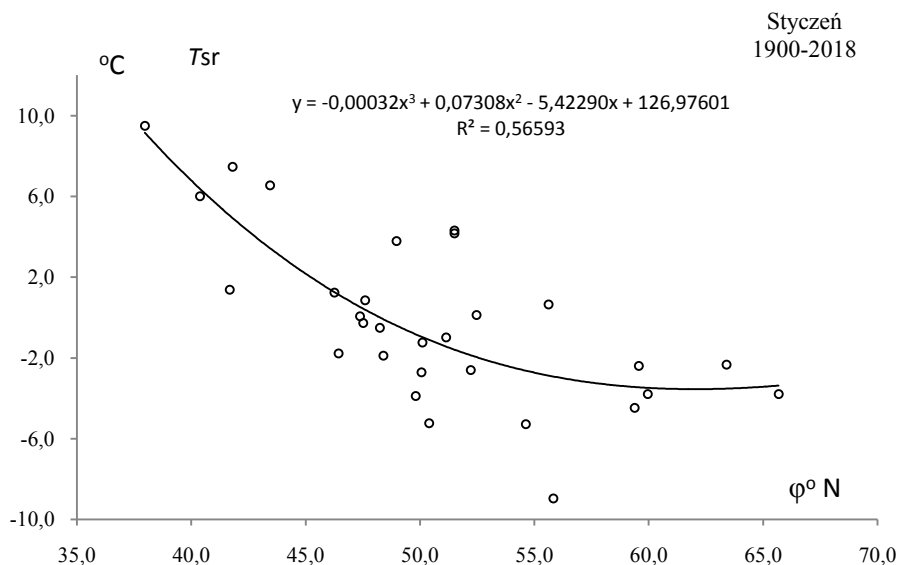
**Tabela 30c.** Różnice między wartościami zmiennych:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  w latach 1900-2018 1858-2018 w Atenach

**Table 30c.** Differences between the values of variables:  $T_{sr}$ ,  $\sigma$ ,  $T_{sr}-2\sigma$ ,  $T_{sr}+2\sigma$  in 1900-2018 and 1858-2018 in Athens

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,231	-0,2084	0,6483	-0,1854
II	0,181	-0,0479	0,2766	0,0848
III	-0,023	0,0034	-0,0303	-0,0165
IV	0,040	-0,0697	0,1795	-0,0992
V	-0,006	-0,0262	0,0461	-0,0589
VI	0,055	0,0272	0,0013	0,1099
VII	0,052	0,0657	-0,0796	0,1834
VIII	0,114	0,0844	-0,0546	0,2830
IX	-0,001	0,0282	-0,0570	0,0556
X	-0,083	0,0447	-0,1732	0,0055
XI	0,134	0,0154	0,1031	0,1649
XII	0,193	-0,0675	0,3281	0,0580
III-V	0,004	-0,0075	0,0184	-0,0115
VI-VIII	0,074	0,0617	-0,0495	0,1973
IX-XI	0,016	0,0705	-0,1245	0,1575
XII-II	0,181	-0,0776	0,3366	0,0261
I-XII	0,074	0,0263	0,0213	0,1265

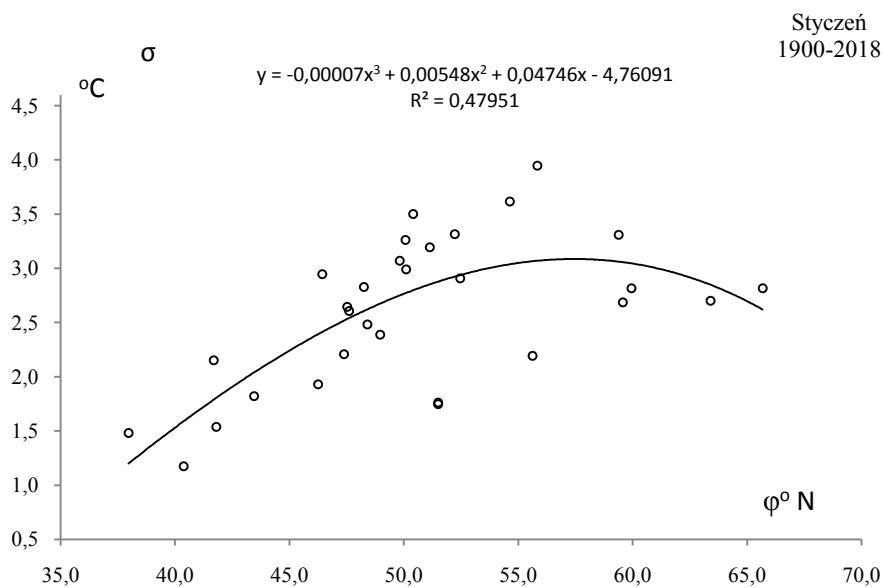
#### IV. PROFILE RÓWNOLEŻNIKOWE TEMPERATURY POWIETRZA NA OBSZARZE EUROPY W LATACH 1900-2018

##### STYCZEŃ



**Rys. 1.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

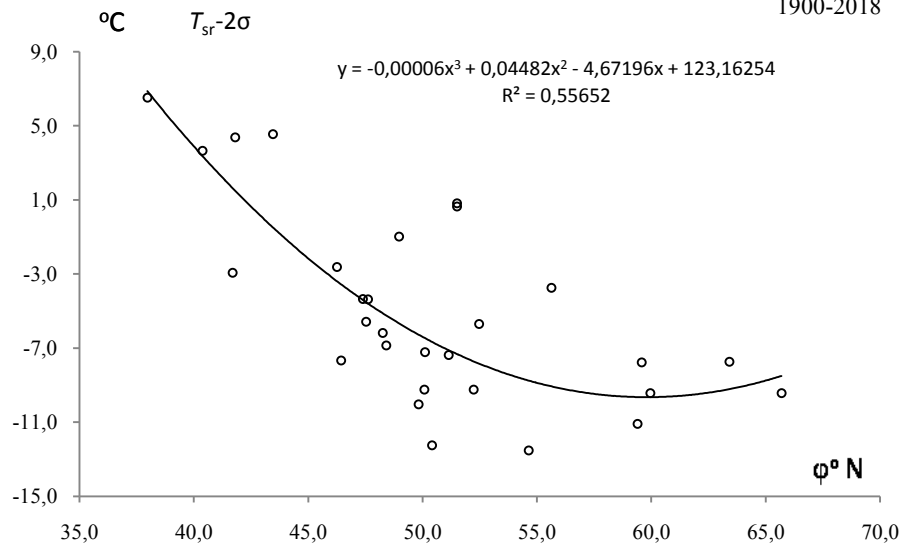
**Fig. 1.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in January in the 1900-2018 years.



**Rys. 2.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

**Fig. 2.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in January in the 1900-2018 years.  $\sigma$

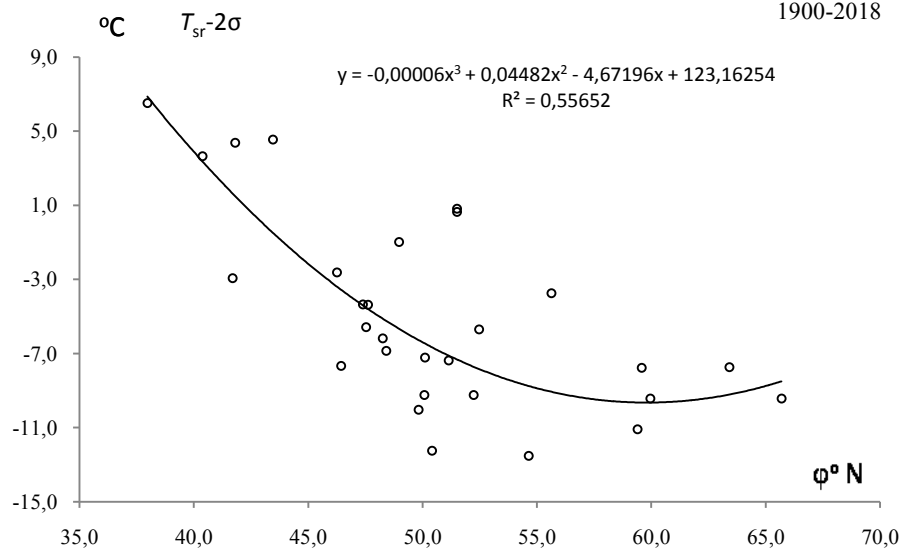
Styczeń  
1900-2018



**Rys. 3.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

**Fig. 3.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

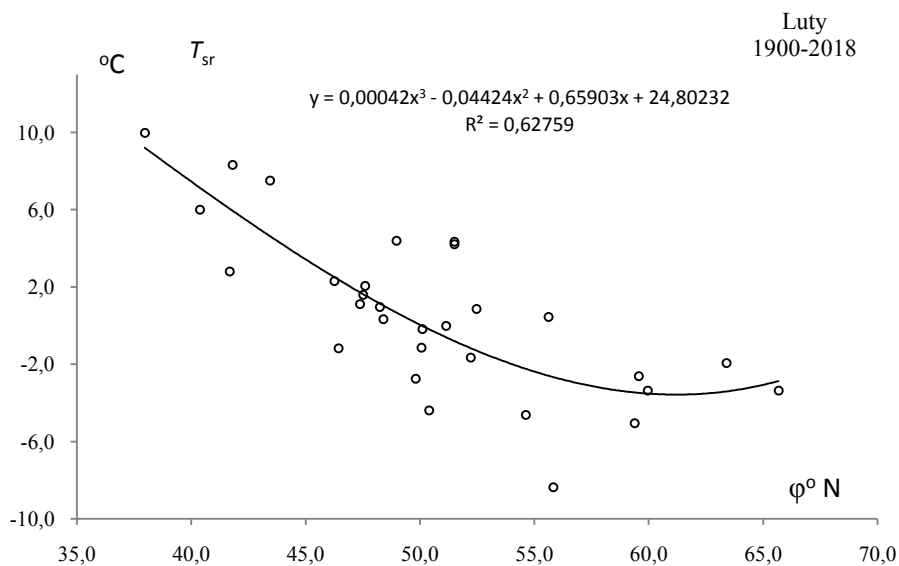
Styczeń  
1900-2018



**Rys. 4.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

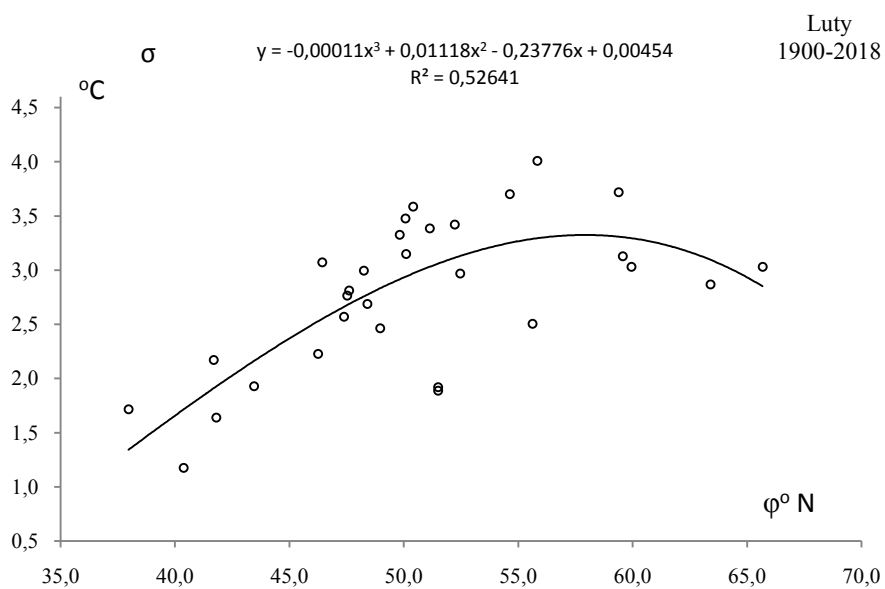
**Fig. 4.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

## LUTY



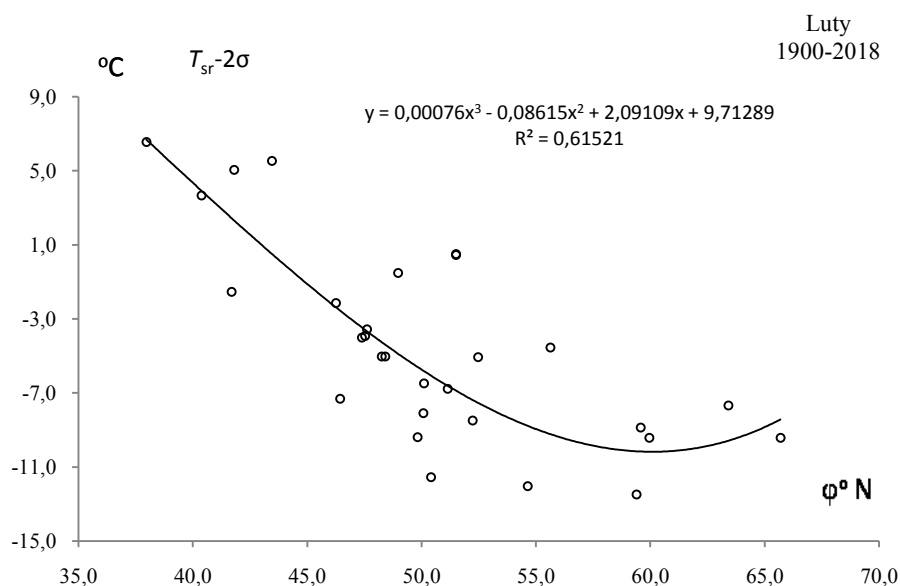
**Rys. 5.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\phi)$  powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

**Fig. 5.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\phi)$  in Europe in February in the 1900-2018 years



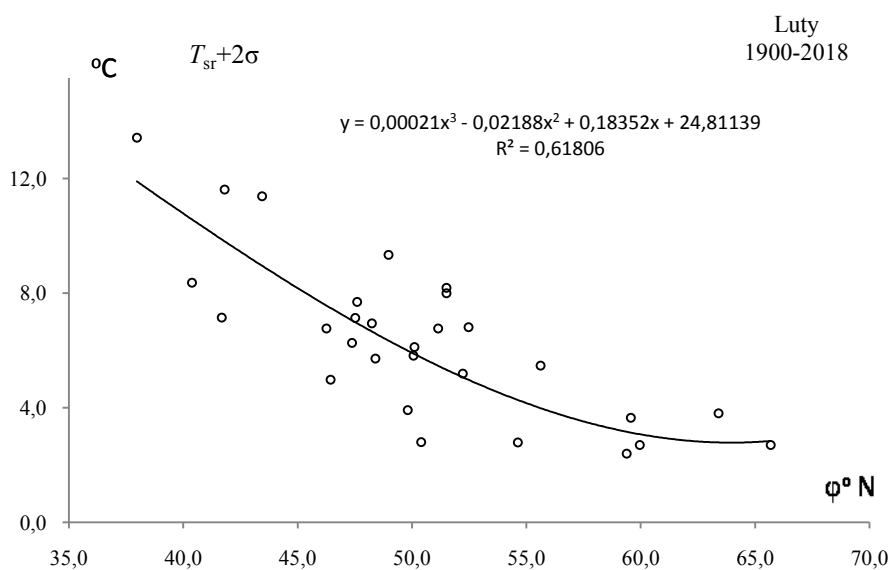
**Rys. 6.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\phi)$  powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

**Fig. 6.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\phi)$  in Europe in February in the 1900-2018 years



**Rys. 7.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

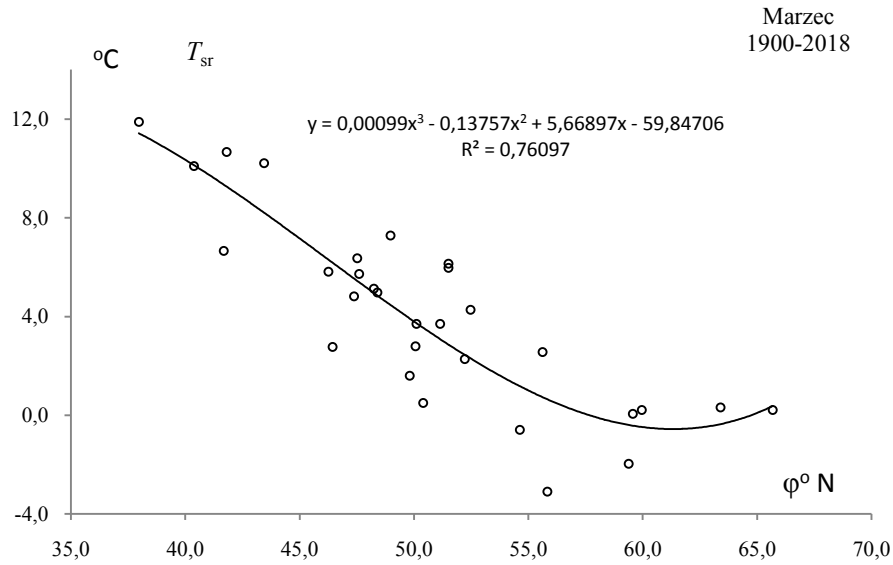
**Fig. 7.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in February in the 1900-2018 years



**Rys. 8.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

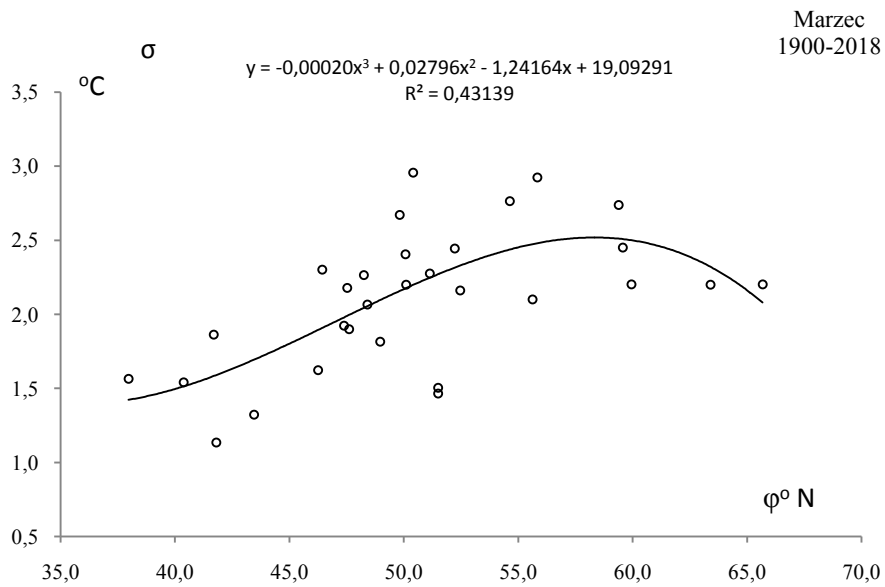
**Fig. 8.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in February in the 1900-2018 years.

## MARZEC



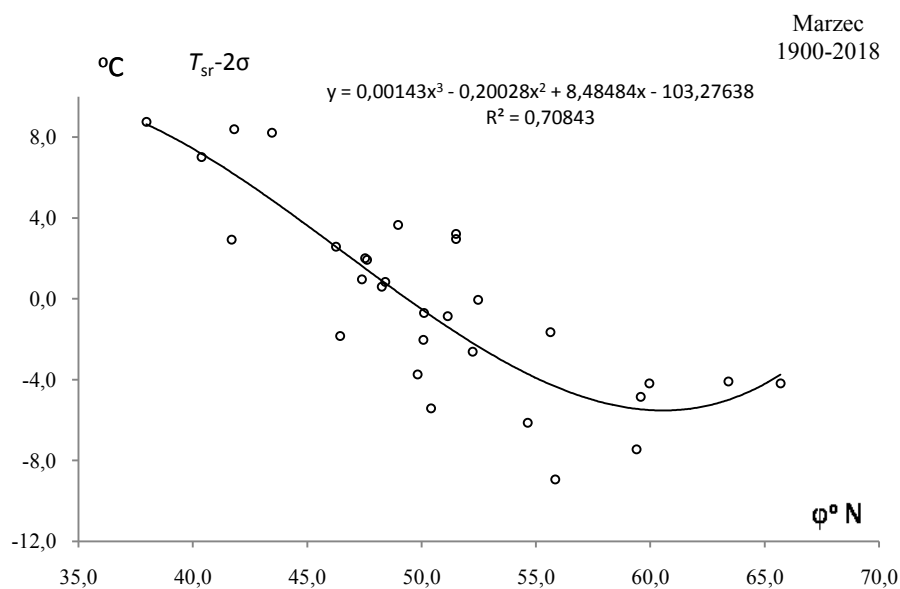
**Rys. 9.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

**Fig. 9.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in March in the 1900-2018 years



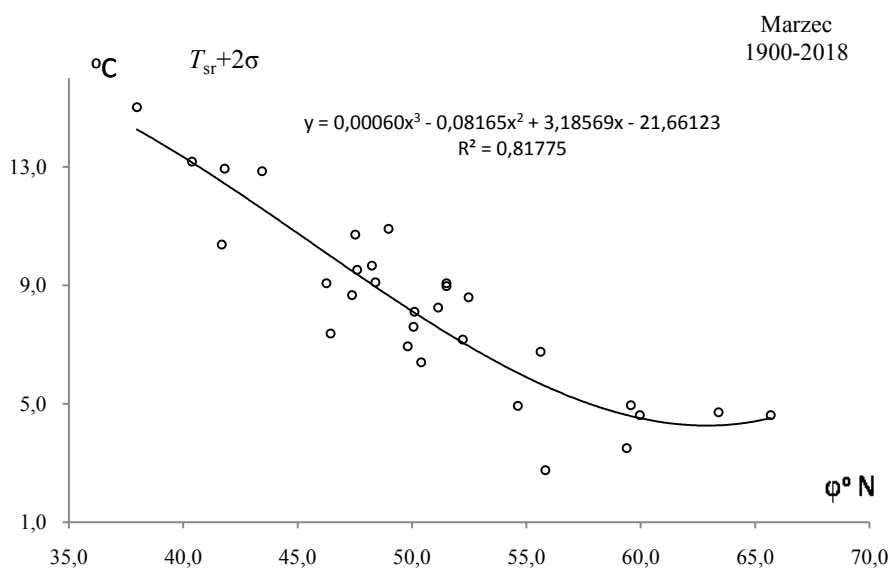
**Rys. 10.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

**Fig. 10.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in March in the 1900-2018 years



**Rys. 11.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

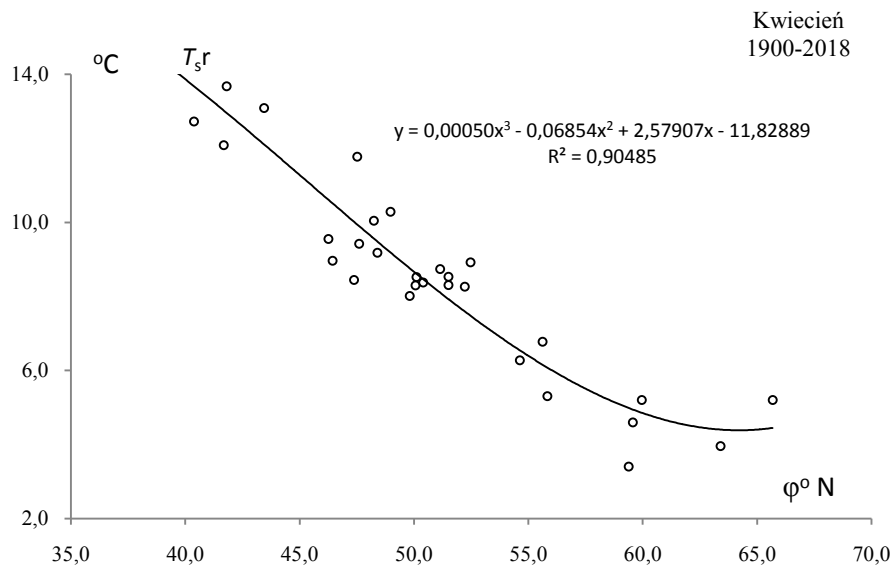
**Fig. 11.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma(T_{sr}-2\sigma)$  in Europe in March in the 1900-2018 years



**Rys. 12.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

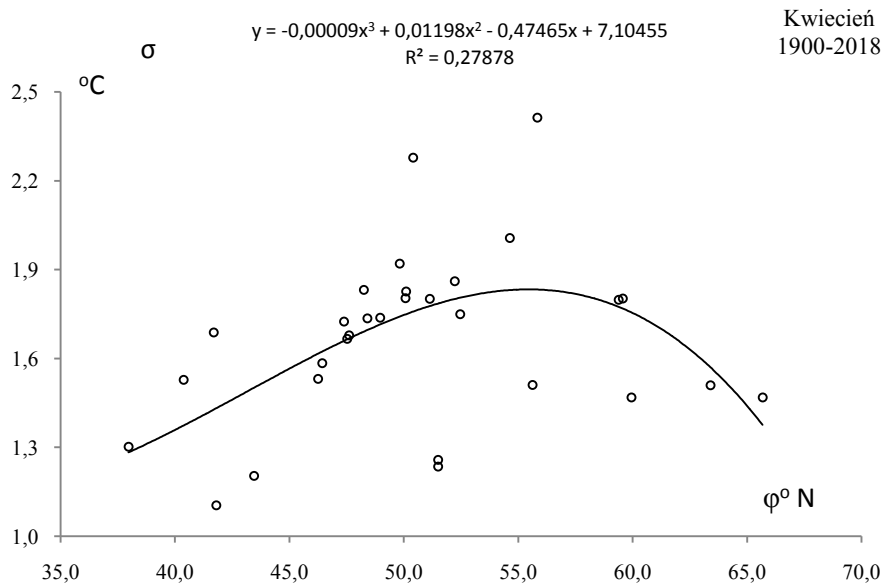
**Fig. 12.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in March in the 1900-2018 years.

## KWIECIEŃ



**Rys. 13.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

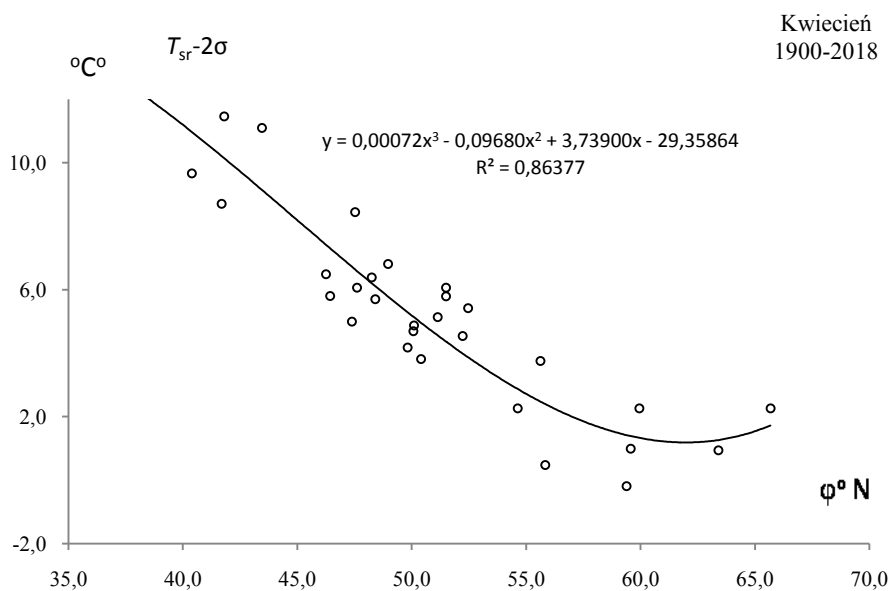
**Fig. 13.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in April in the 1900-2018 years



**Rys. 14.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

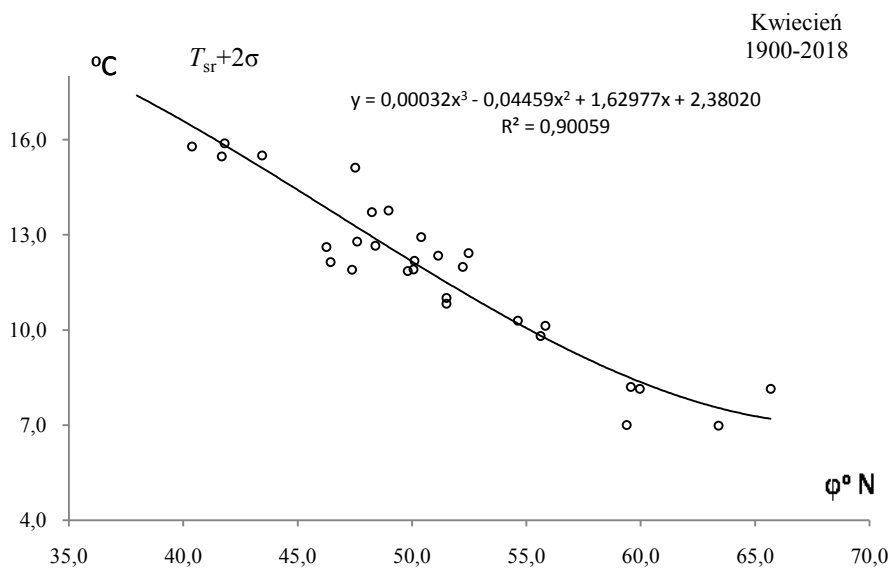
**Fig. 14.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in April in the 1900-2018 years





**Rys. 15.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

**Fig. 15.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma(T_{sr}-2\sigma)$  in Europe in April in the 1900-2018 years

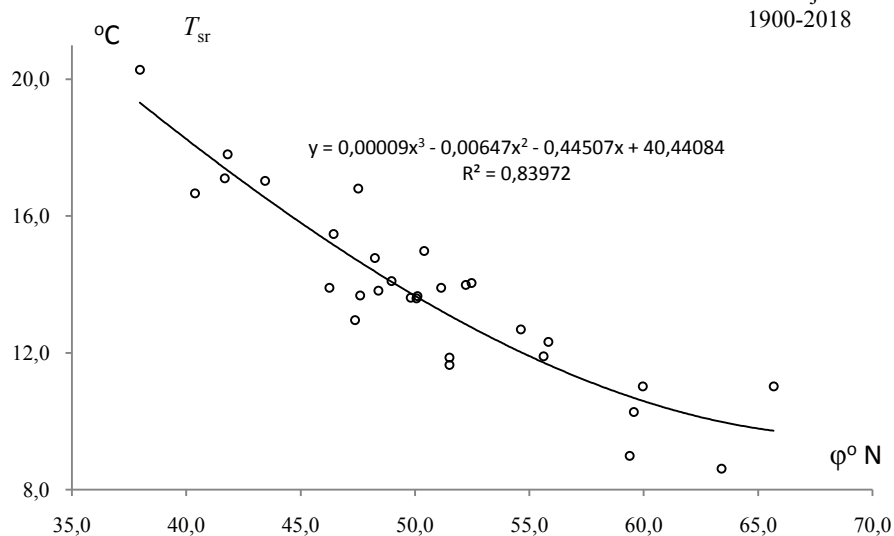


**Rys. 16.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

**Fig. 16.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in April in the 1900-2018 years

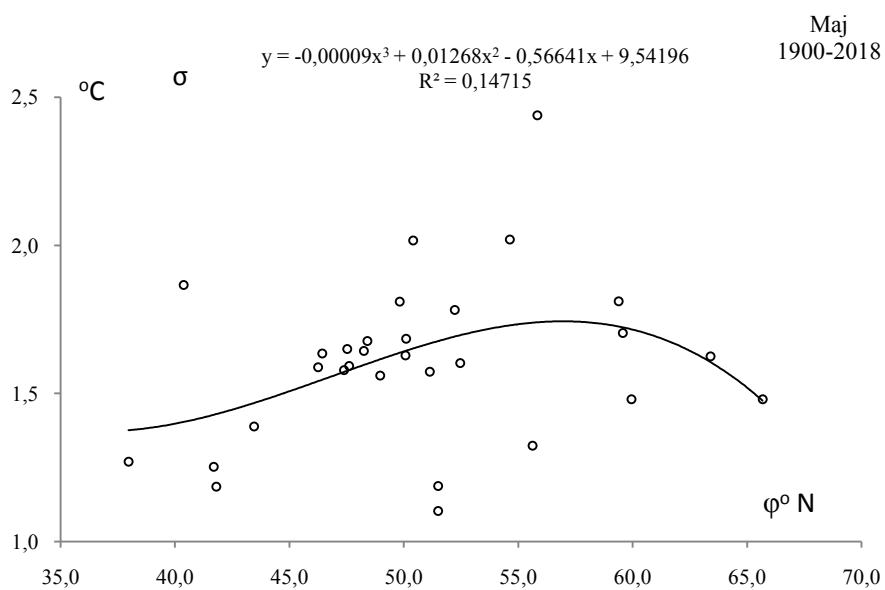
## MAJ

Maj  
1900-2018



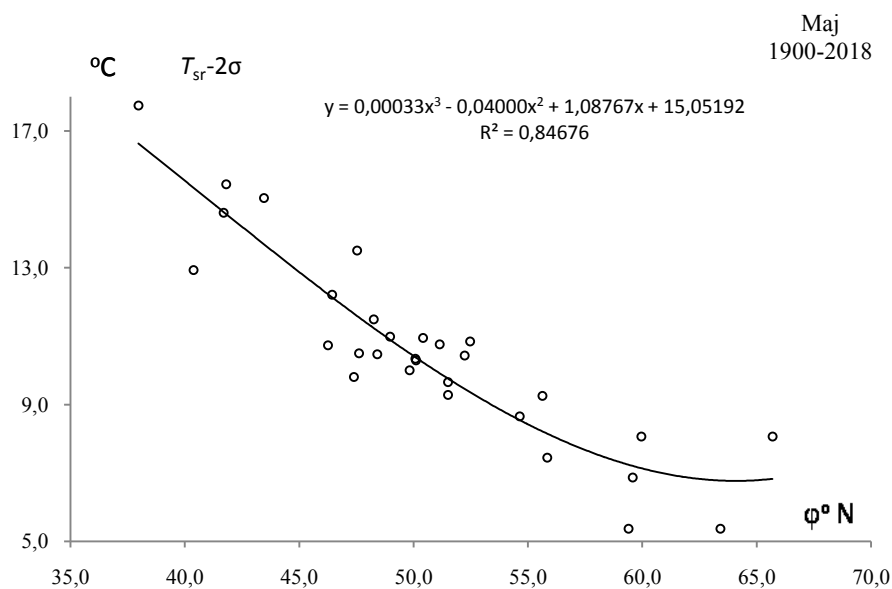
**Rys. 17.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

**Fig. 17.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in May in the 1900-2018 years



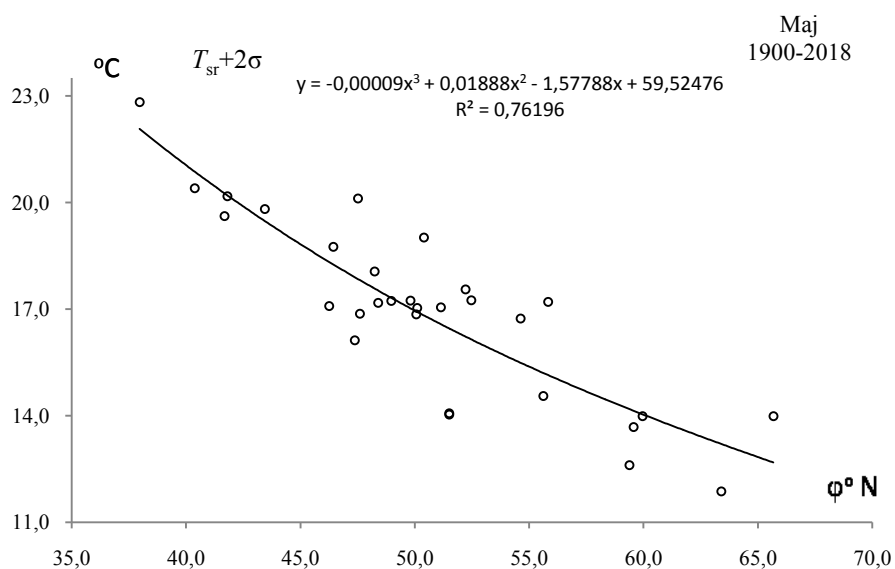
**Rys. 18.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

**Fig. 18.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in May in the 1900-2018 years



**Rys. 19.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

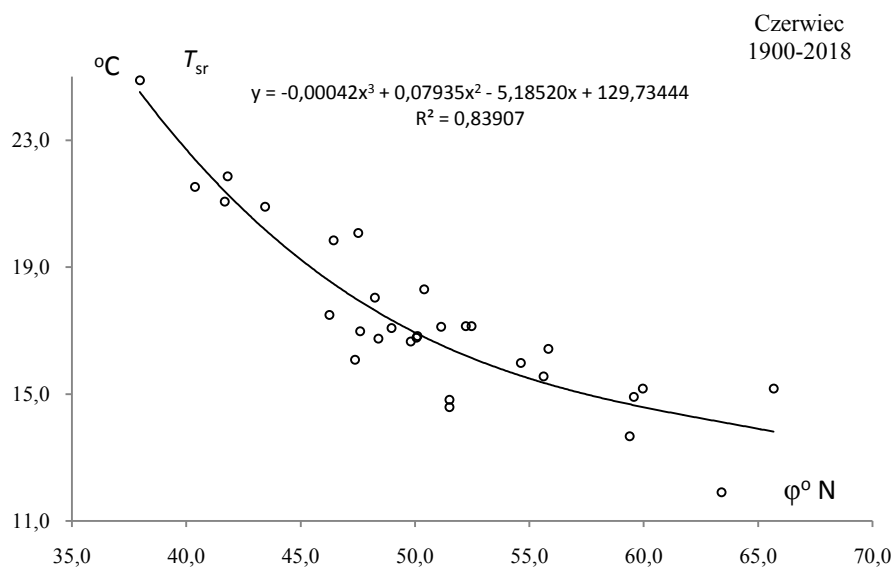
**Fig. 19.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in May in the 1900-2018 years



**Rys. 20.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

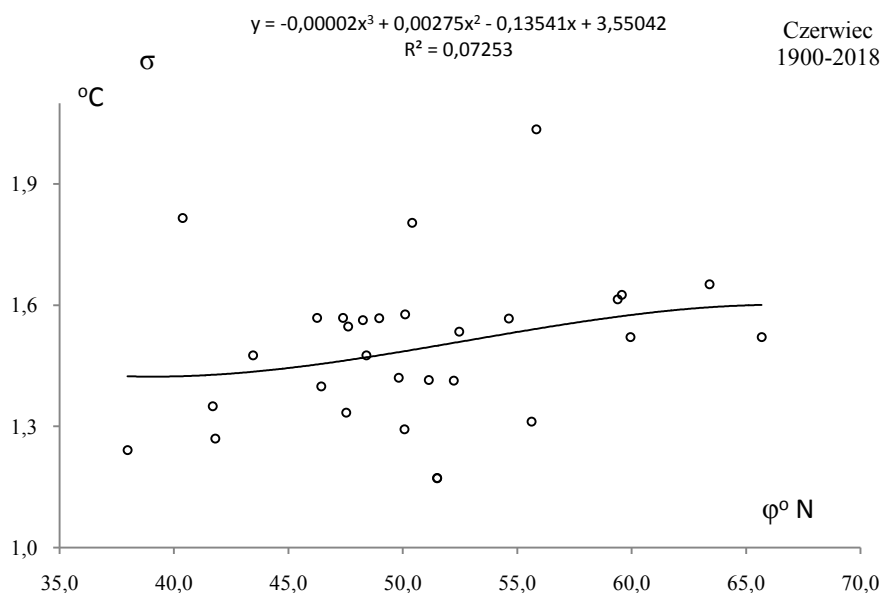
**Fig. 20.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in May in the 1900-2018 years.

## CZERWIEC



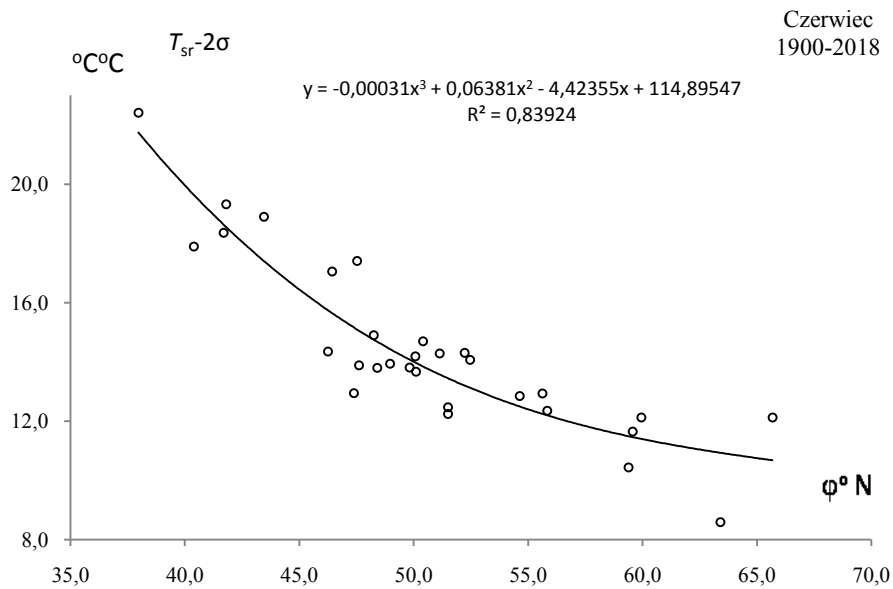
**Rys. 21.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

**Fig. 21.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in June in the 1900-2018 years.



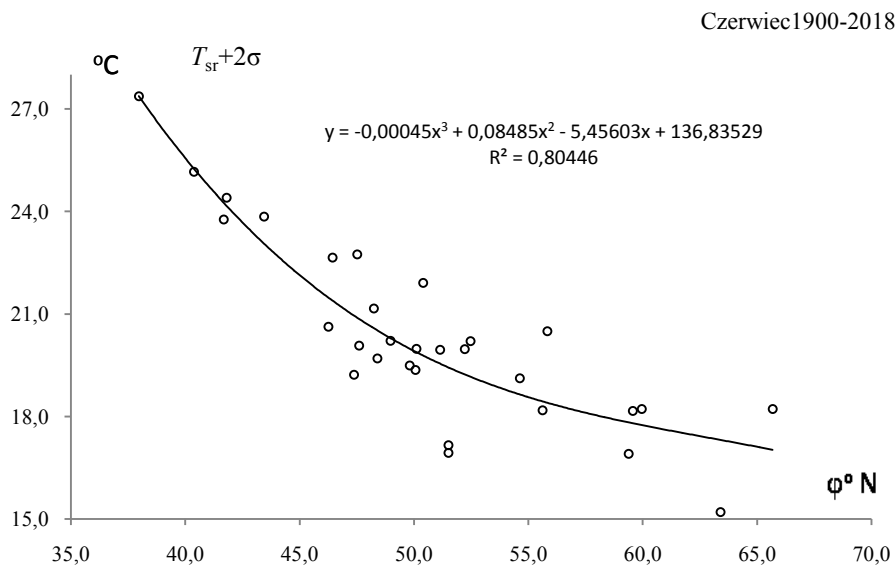
**Rys. 22.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

**Fig. 22.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in June in the 1900-2018 years.  $\sigma$



**Rys. 23.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

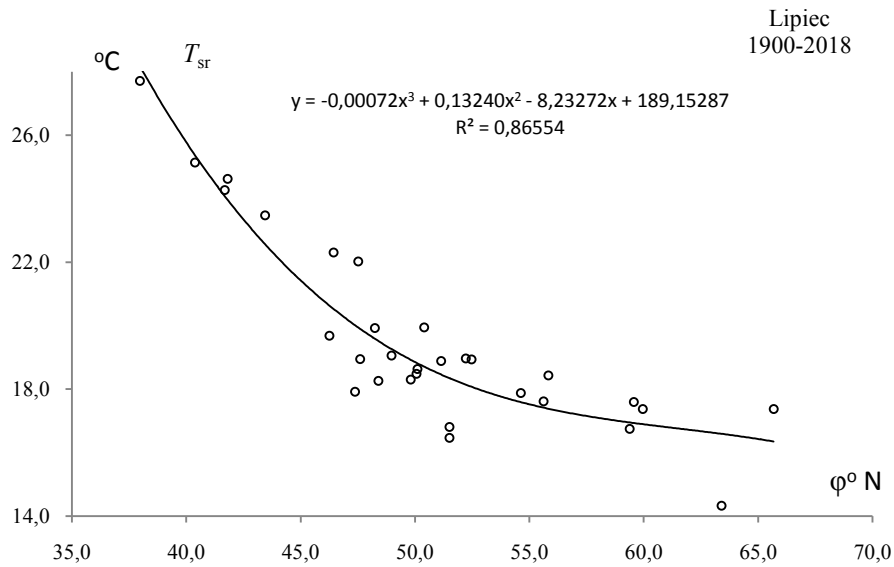
**Fig. 23.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in June in the 1900-2018 years.



**Rys. 24.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

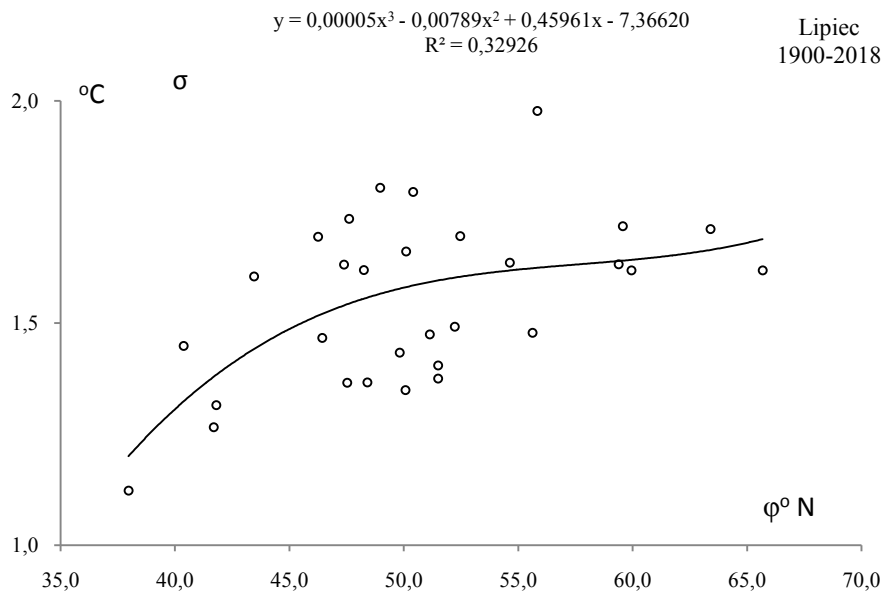
**Fig. 24.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in June in the 1900-2018 years.

## LIPIEC



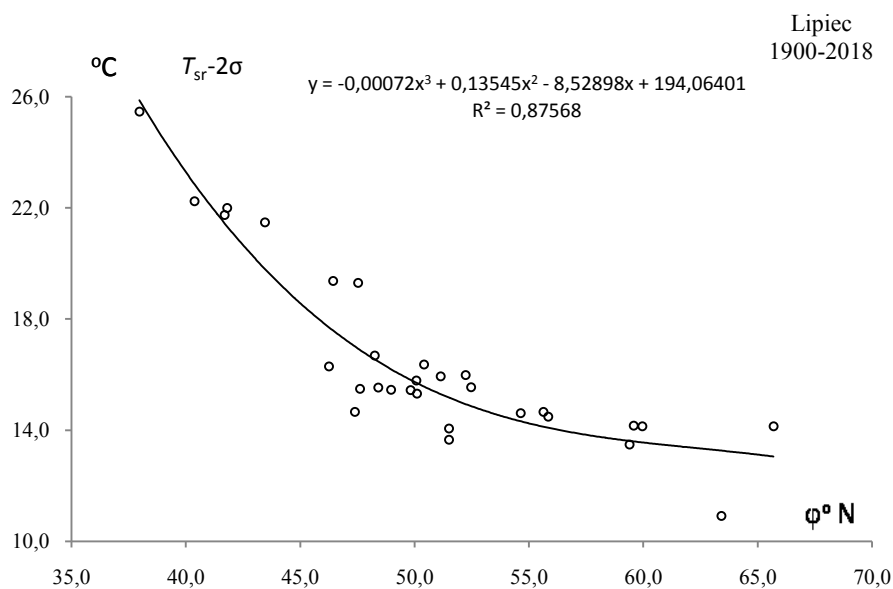
**Rys. 25.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

**Fig. 25.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in July in the 1900-2018 years



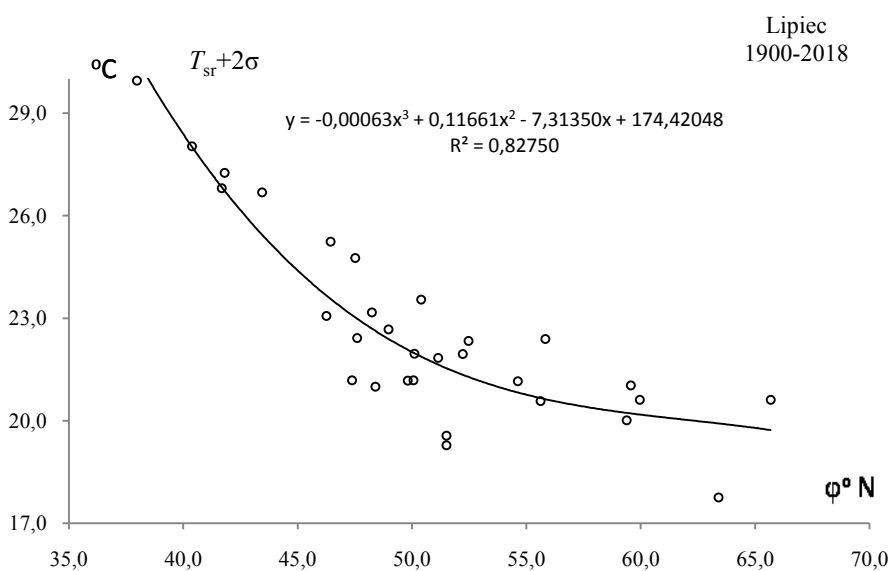
**Rys. 26.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

**Fig. 26.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in July in the 1900-2018 years



**Rys. 27.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

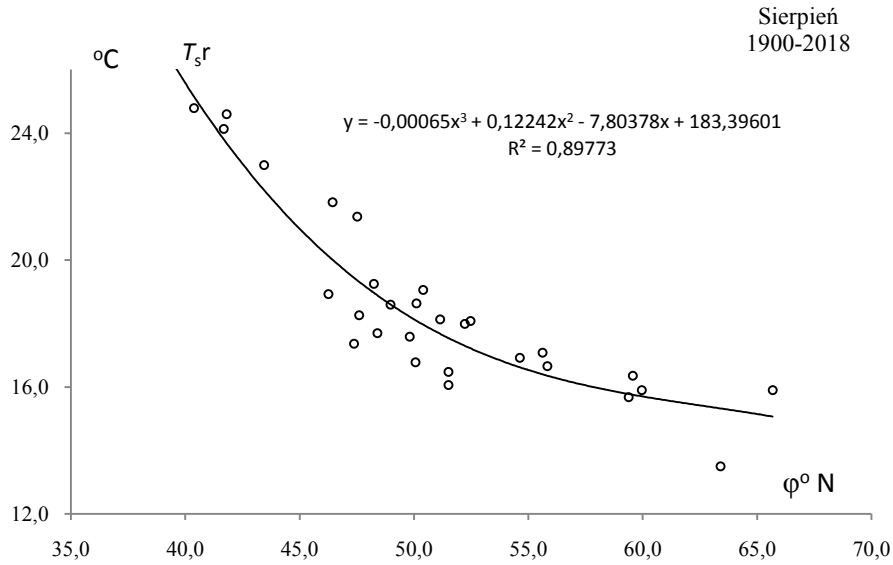
**Fig. 27.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in July in the 1900-2018 years



**Rys.2 8.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

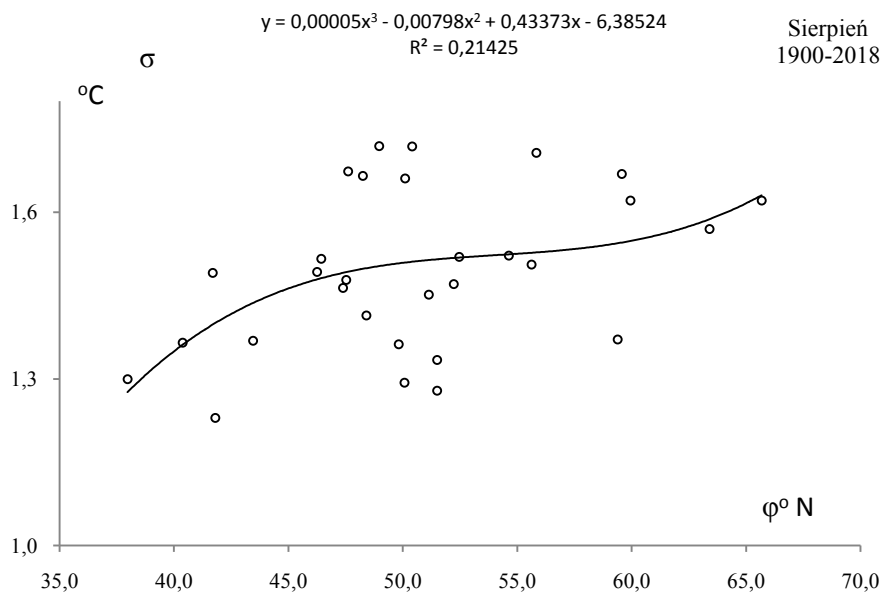
**Fig. 28.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in July in the 1900-2018 years.

## SIERPIEŃ



**Rys. 29.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

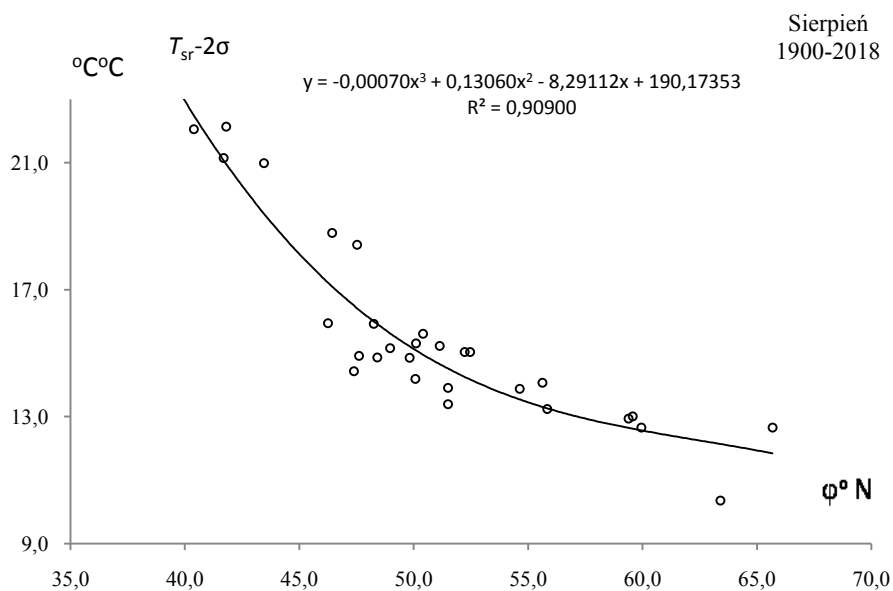
**Fig. 29.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in August in the 1900-2018 years



**Rys. 30.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

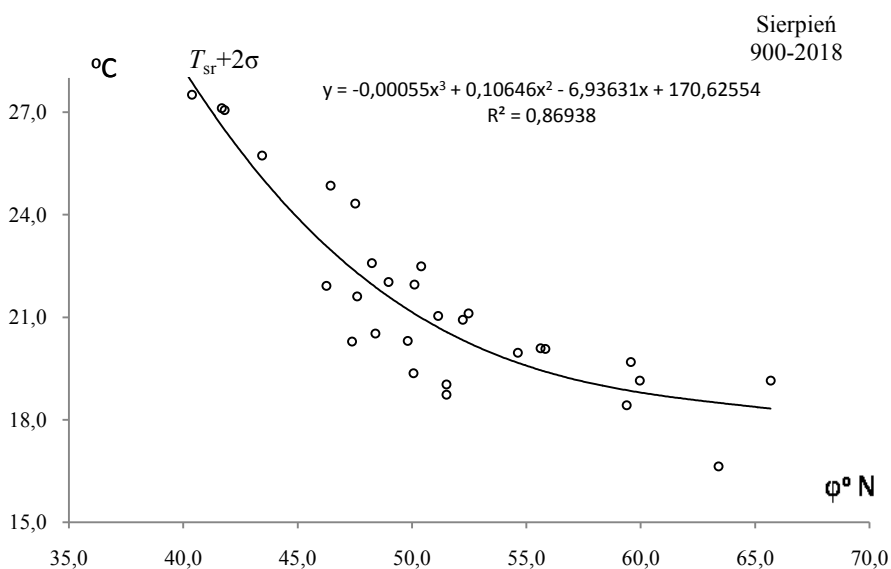
**Fig. 30.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in August in the 1900-2018 years





**Rys. 31.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  proggu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

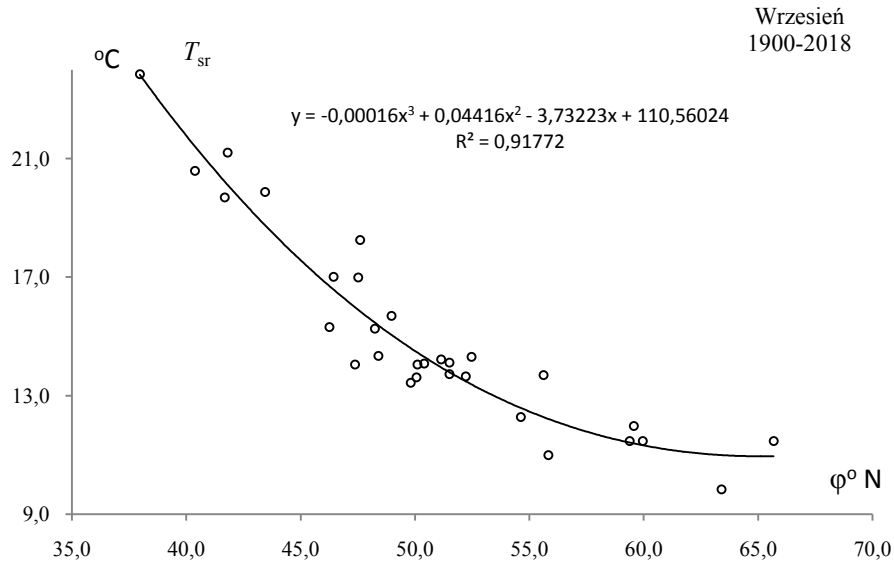
**Fig. 31.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in August in the 1900-2018 years



**Rys. 32.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  proggu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

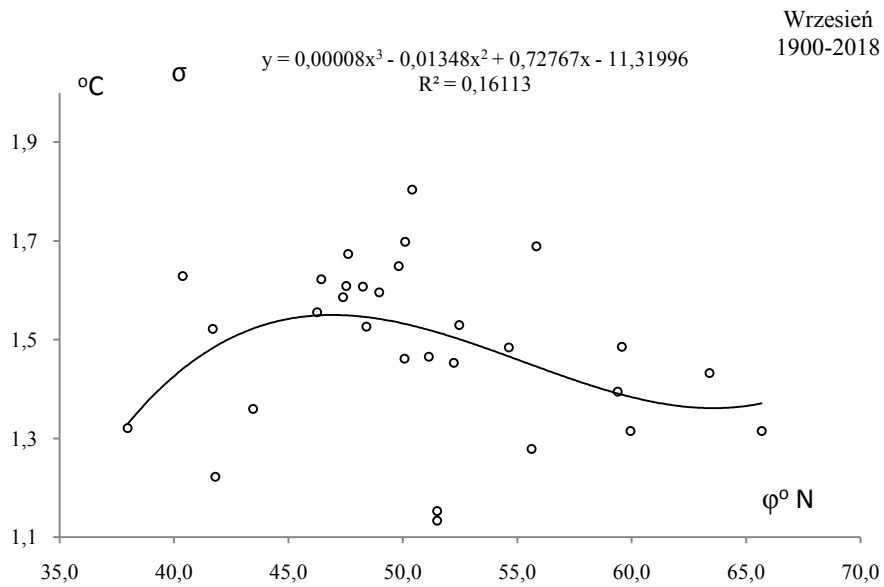
**Fig. 32.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in August in the 1900-2018 years.

## WRZESIEŃ



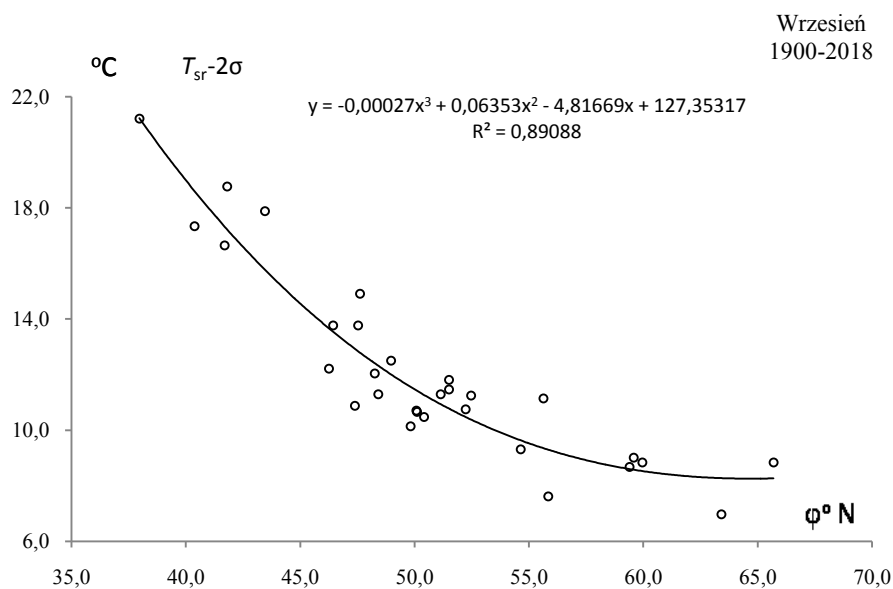
**Rys. 33.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

**Fig. 33.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in September in the 1900-2018 years

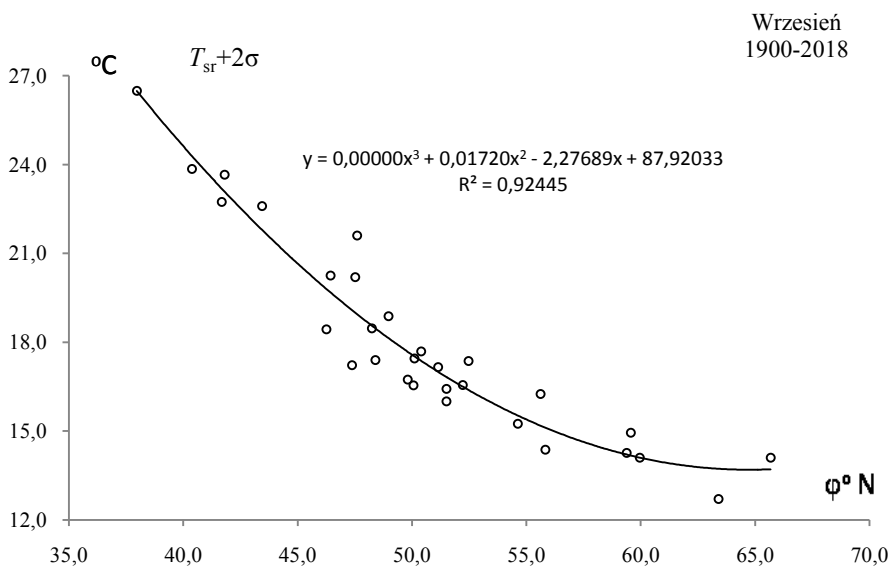


**Rys. 34.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

**Fig. 34.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in September in the 1900-2018 years



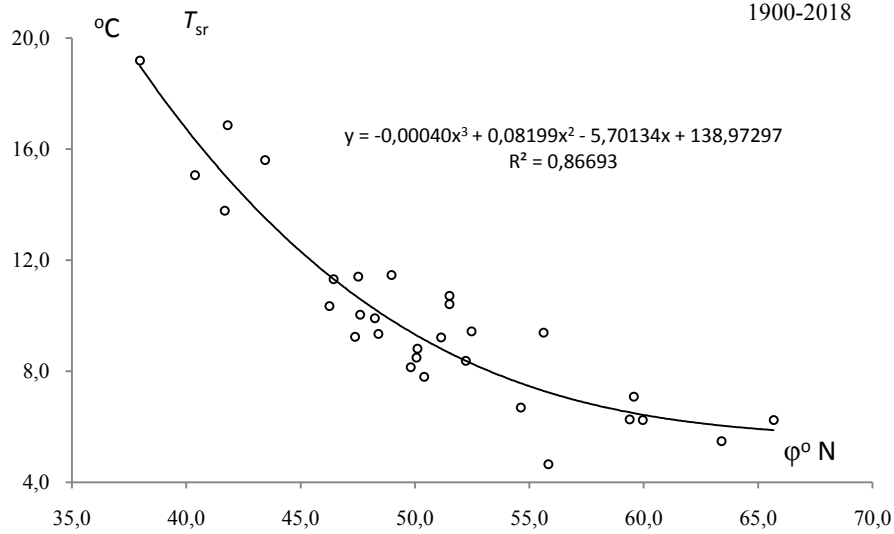
**Rys. 35.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018  
**Fig. 35.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma(T_{sr}-2\sigma)$  in Europe in September in the 1900-2018 years



**Rys. 36.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018  
**Fig. 36.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in September in the 1900-2018 years

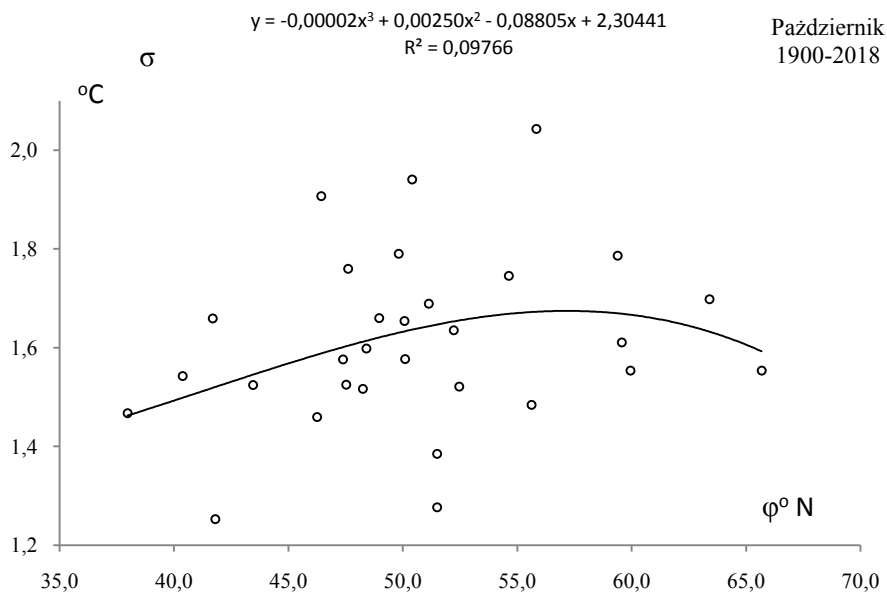
## PAŹDZIERNIK

Październik  
1900-2018



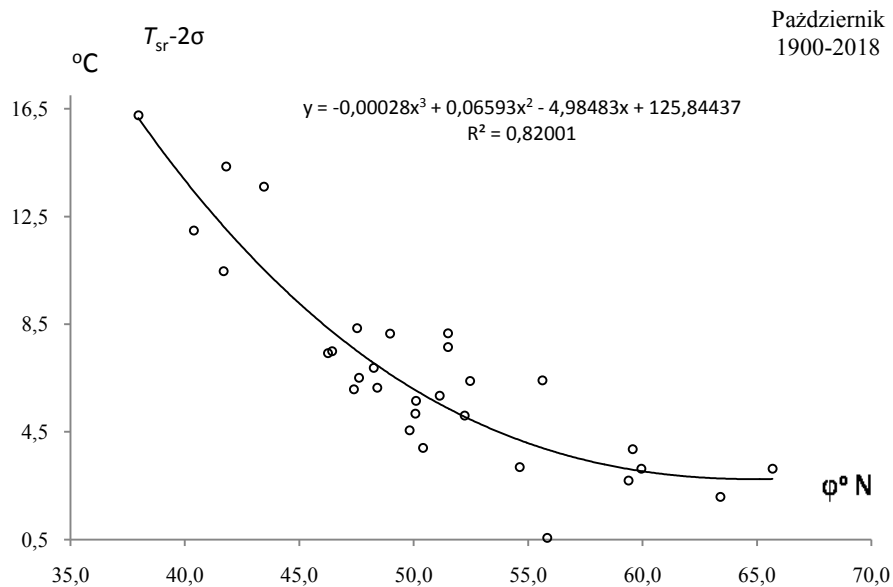
**Rys. 37.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 37.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in October in the 1900-2018 years



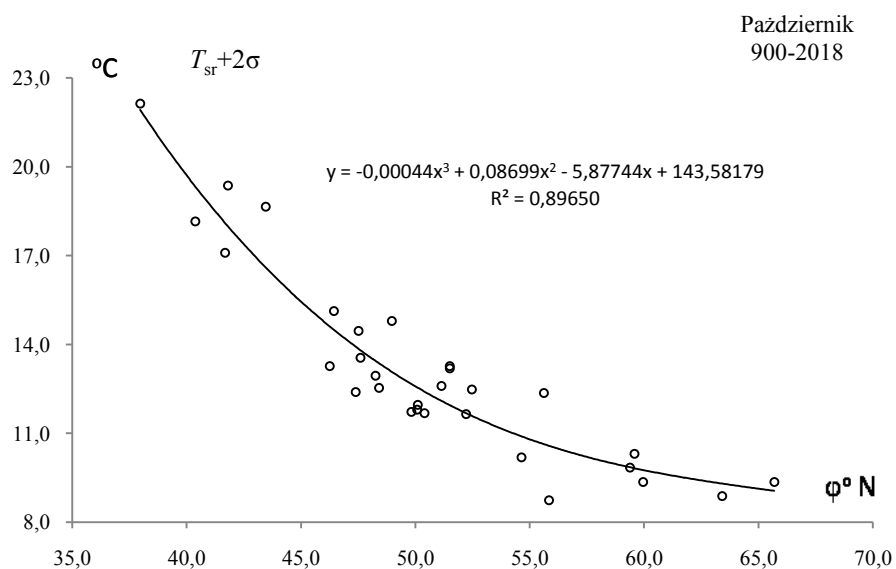
**Rys. 38.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 38.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in October in the 1900-2018 years



**Rys. 39.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 39.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in October in the 1900-2018 years

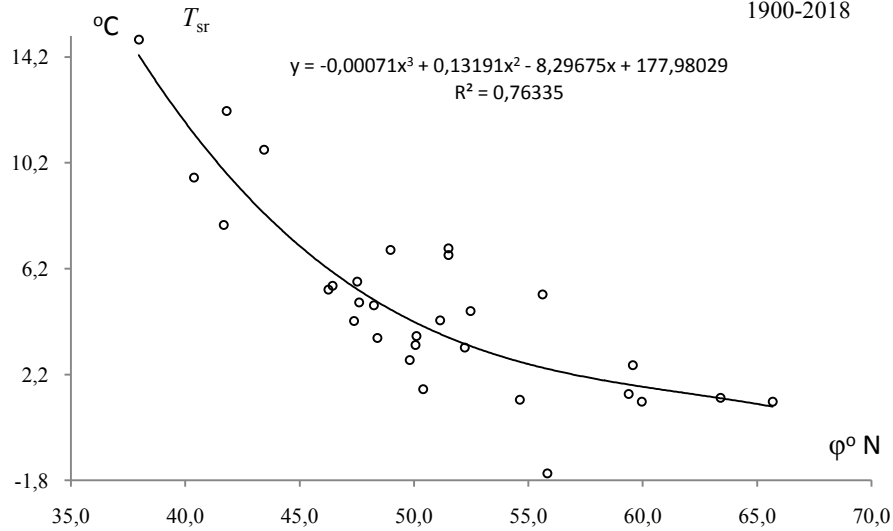


**Rys. 40.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 40.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in October in the 1900-2018 years.

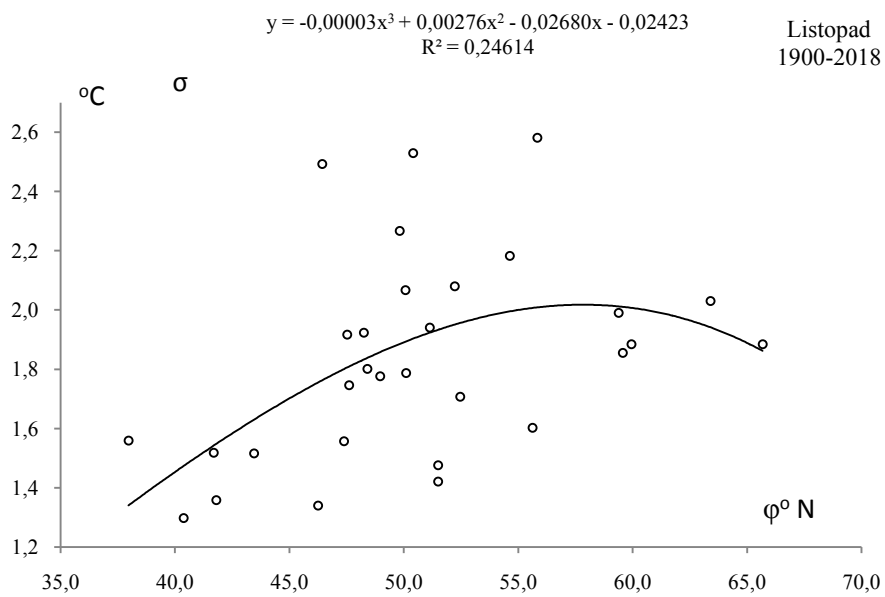
## LISTOPAD

Listopad  
1900-2018



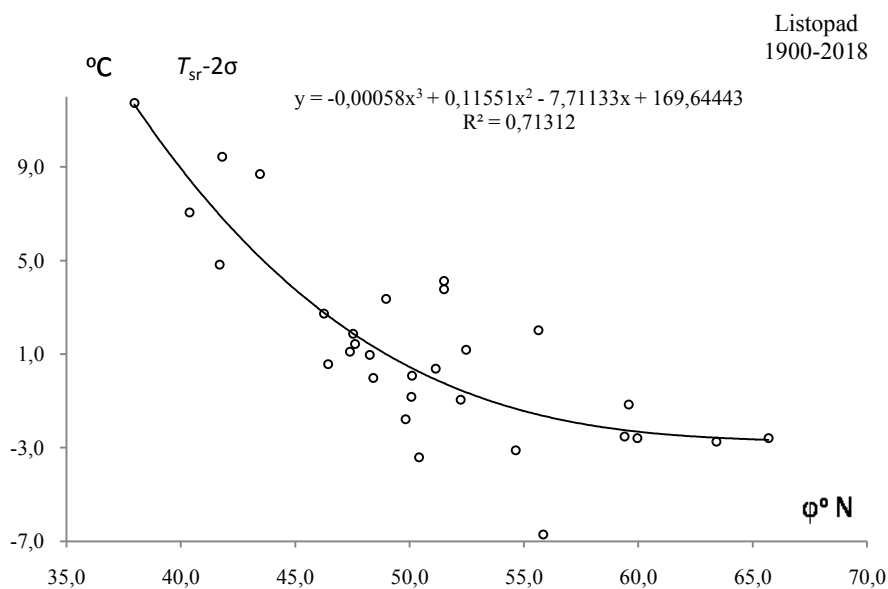
**Rys. 41.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

**Fig. 41.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in November in the 1900-2018 years.



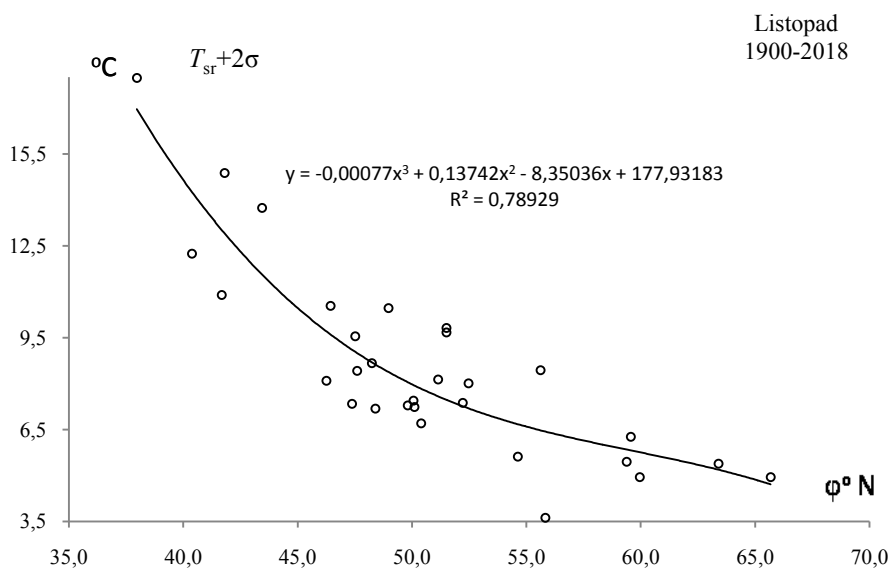
**Rys. 42.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

**Fig. 42.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in November in the 1900-2018 years.  $\sigma$



**Rys. 43.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

**Fig. 43.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in November in the 1900-2018 years.

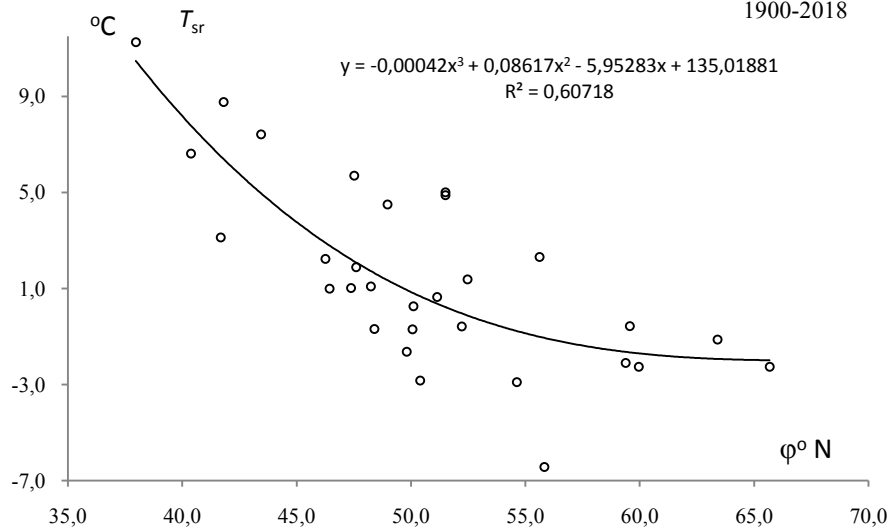


**Rys. 44.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

**Fig. 44.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in November in the 1900-2018 years.

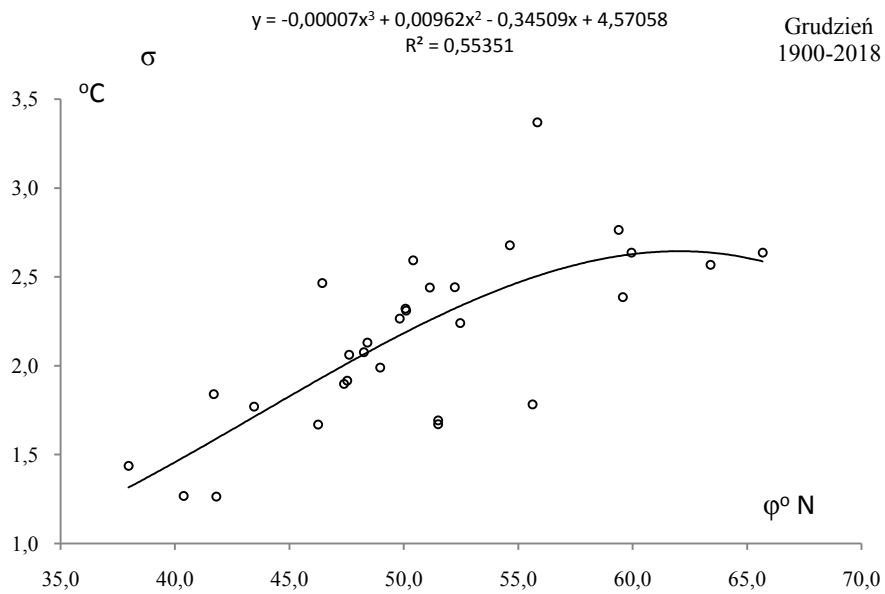
## GRUDZIEŃ

Grudzień  
1900-2018



**Rys. 45.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\phi)$  powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

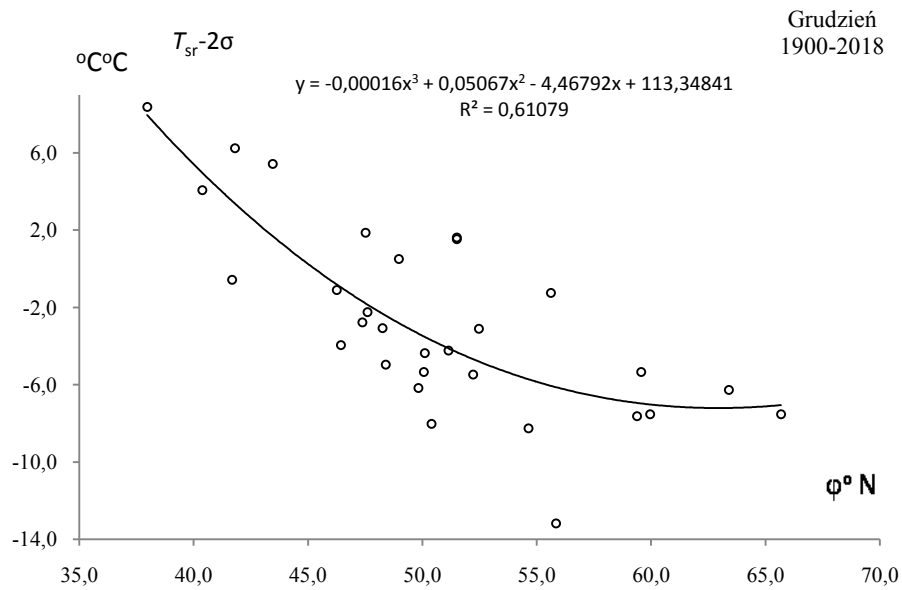
**Fig. 45.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\phi)$  in Europe in December in the 1900-2018 years



**Rys. 46.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\phi)$  powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

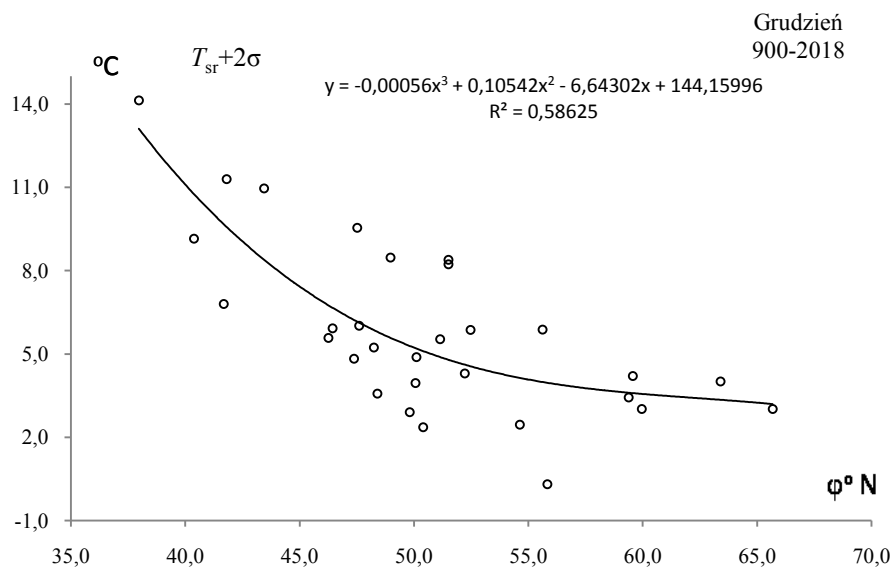
**Fig. 46.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\phi)$  in Europe in December in the 1900-2018 years





**Rys. 47.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

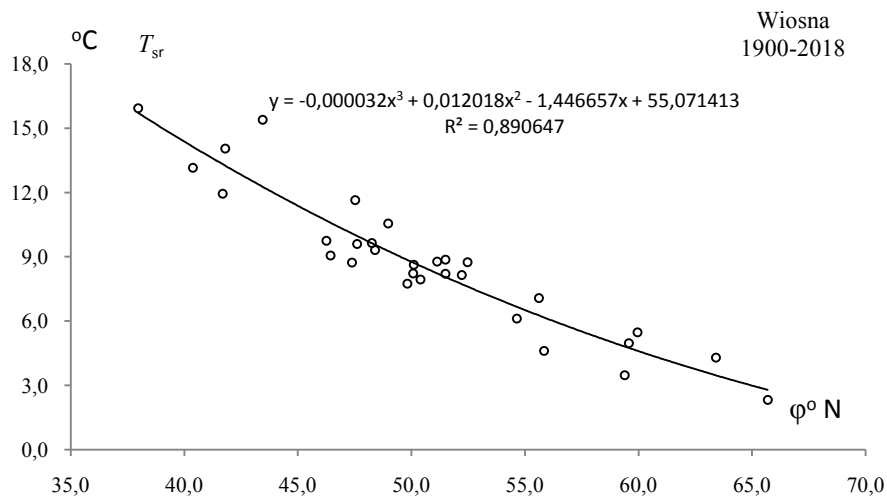
**Fig. 47.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in December in the 1900-2018 years



**Rys. 48.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

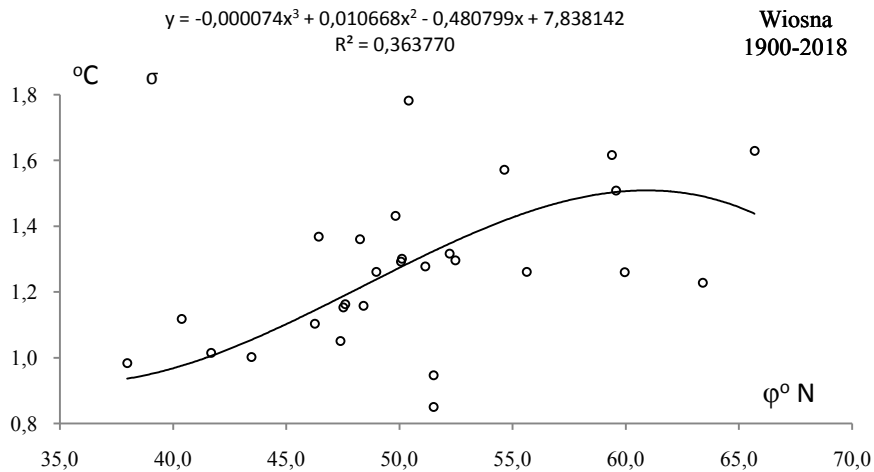
**Fig. 48.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in December in the 1900-2018 years.

### WIOSNA



**Rys. 49.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

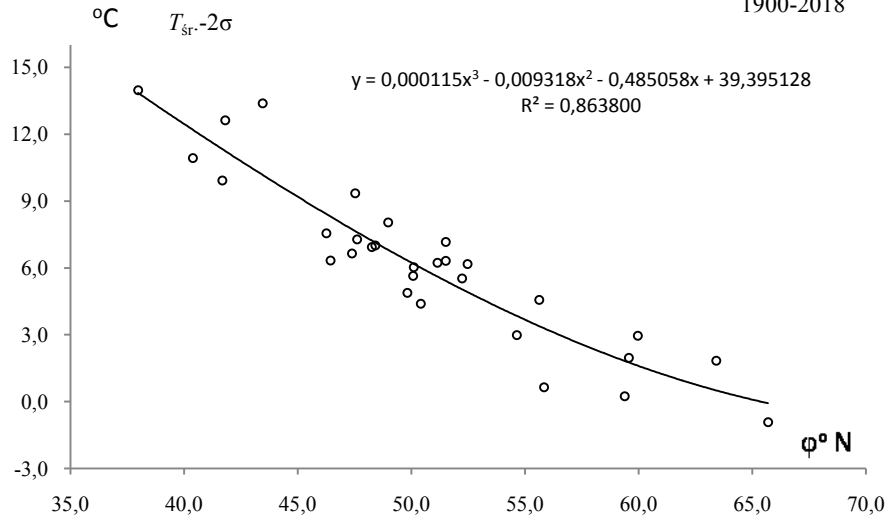
**Fig. 49.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in Spring in the 1900-2018 years.



**Rys. 50.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

**Fig. 50.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in Spring in the 1900-2018 years.  $\sigma$

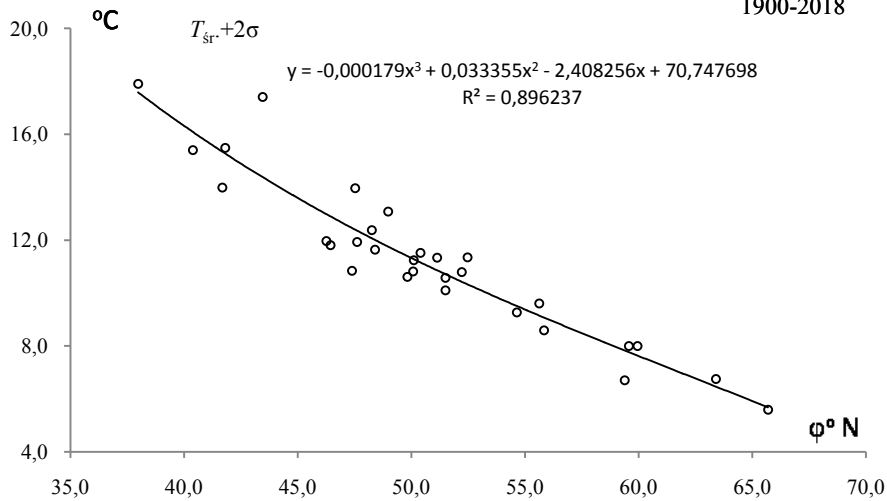
Wiosna  
1900-2018



**Rys. 51.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

**Fig. 51.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

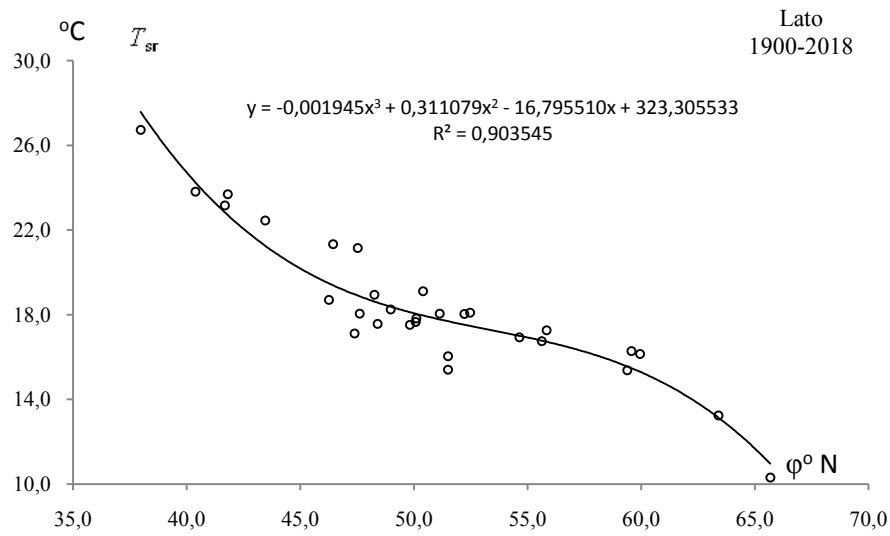
Wiosna  
1900-2018



**Rys. 52.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

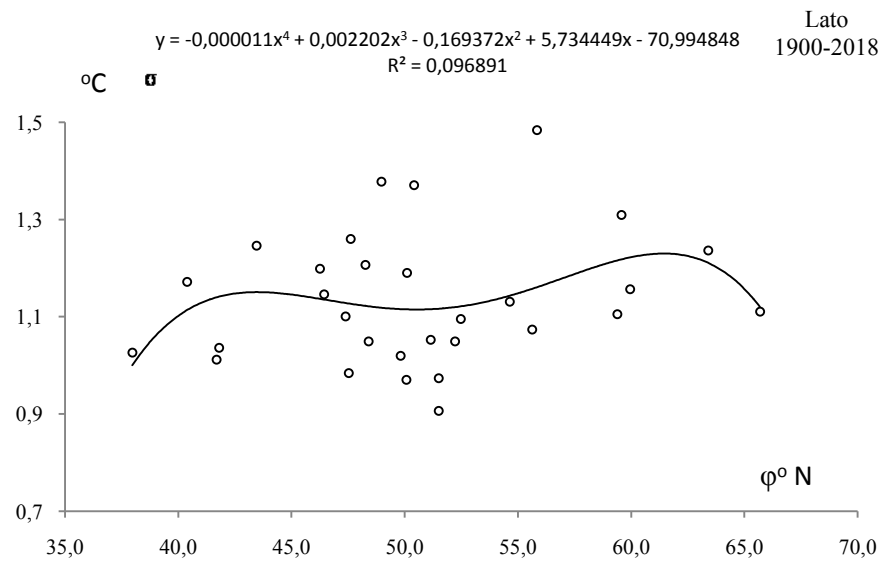
**Fig. 52.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

## LATO



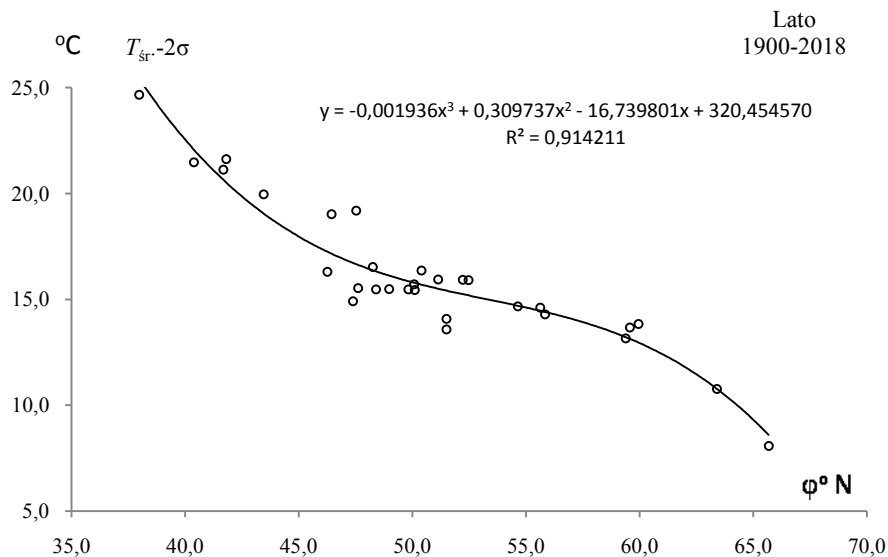
**Rys. 53.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\phi)$  powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

**Fig. 53** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\phi)$  in Europe in Summer in the 1900-2018 years



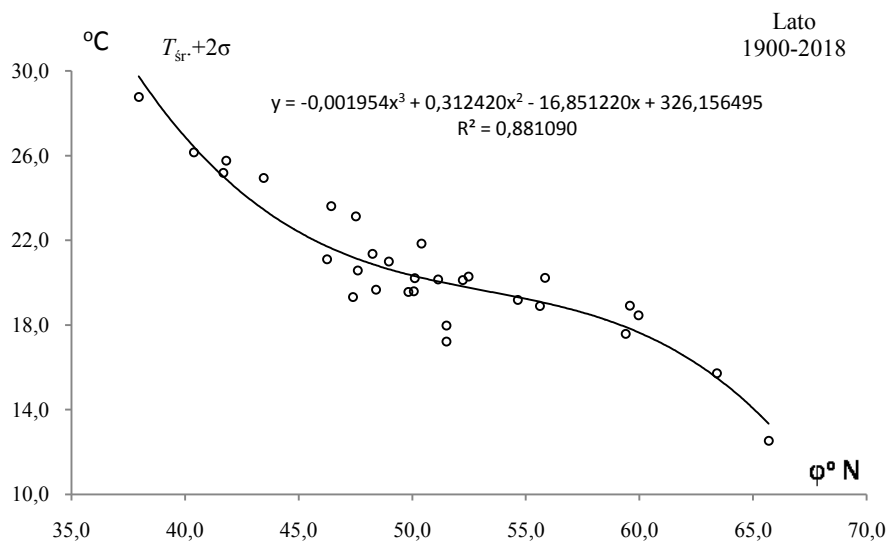
**Rys. 54.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\phi)$  powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

**Fig. 64.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\phi)$  in Europe in Summer in the 1900-2018 years



**Rys. 55.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

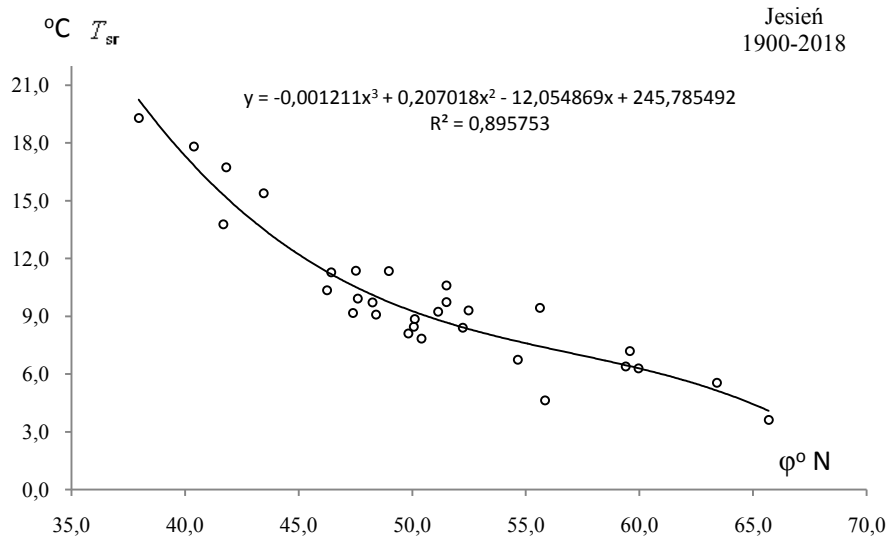
**Fig. 55.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Summer in the 1900-2018 years



**Rys. 56.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

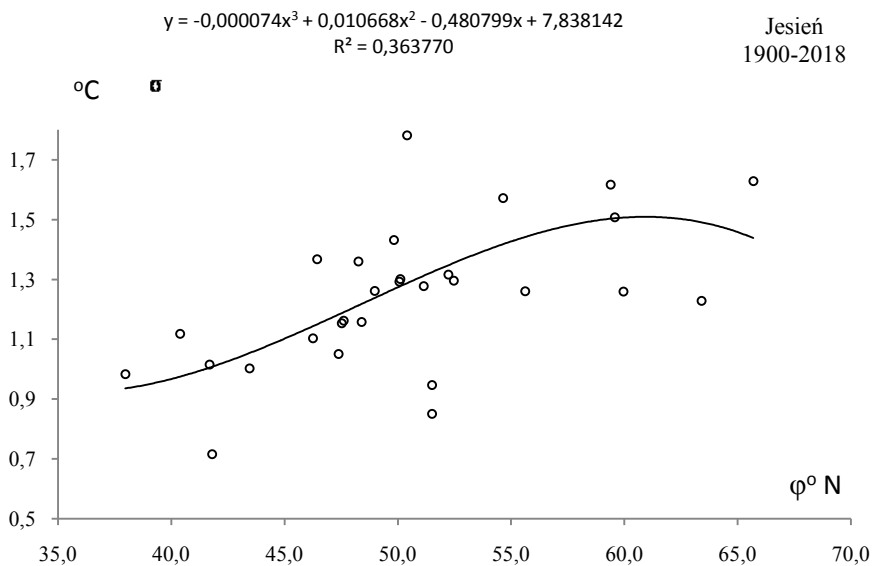
**Fig. 56.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Summer in the 1900-2018 years.

## JESIEŃ



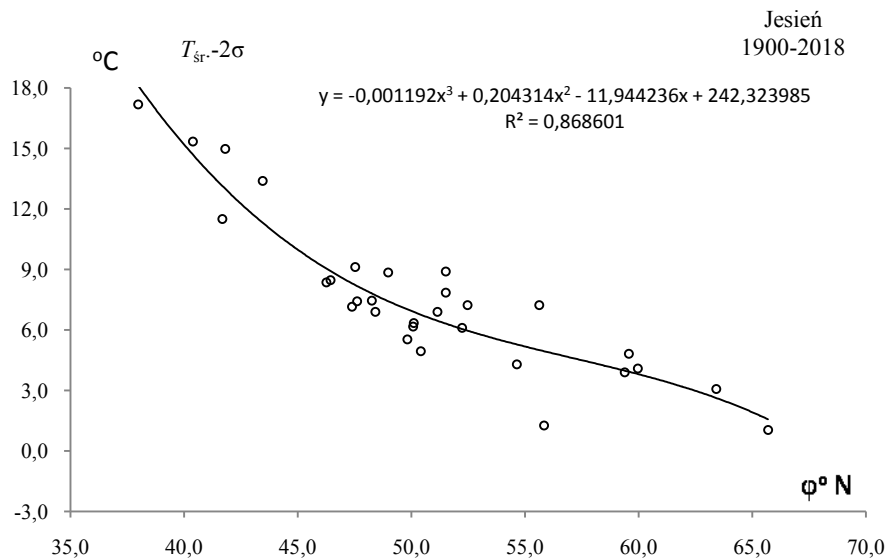
**Rys. 57.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}$  ( $\varphi$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

**Fig. 57.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}$  ( $\varphi$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years



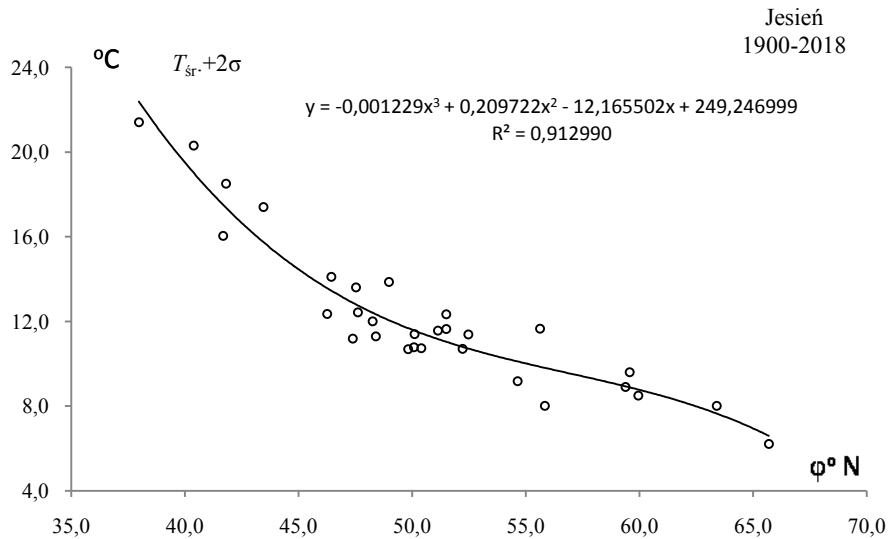
**Rys. 58.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma$  ( $\varphi$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

**Fig. 58.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma$  ( $\varphi$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years



**Rys. 59.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

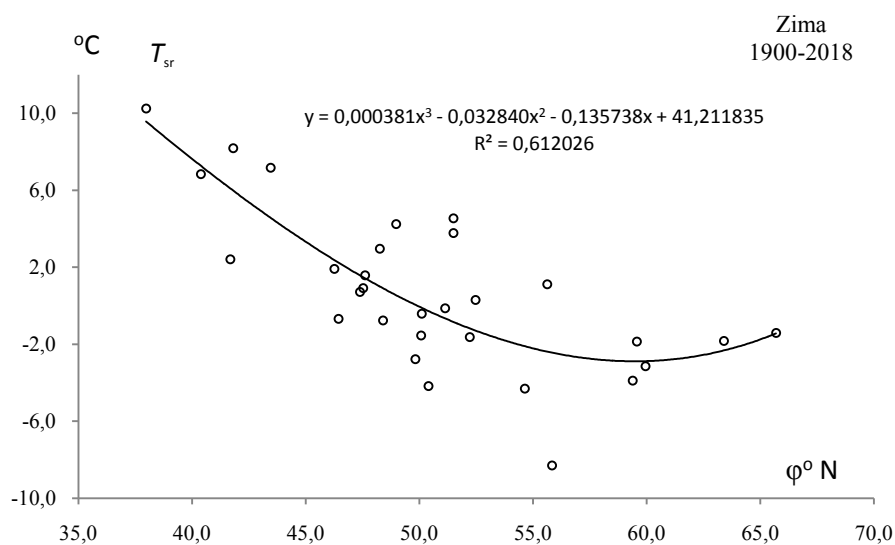
**Fig. 59.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years



**Rys. 60.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

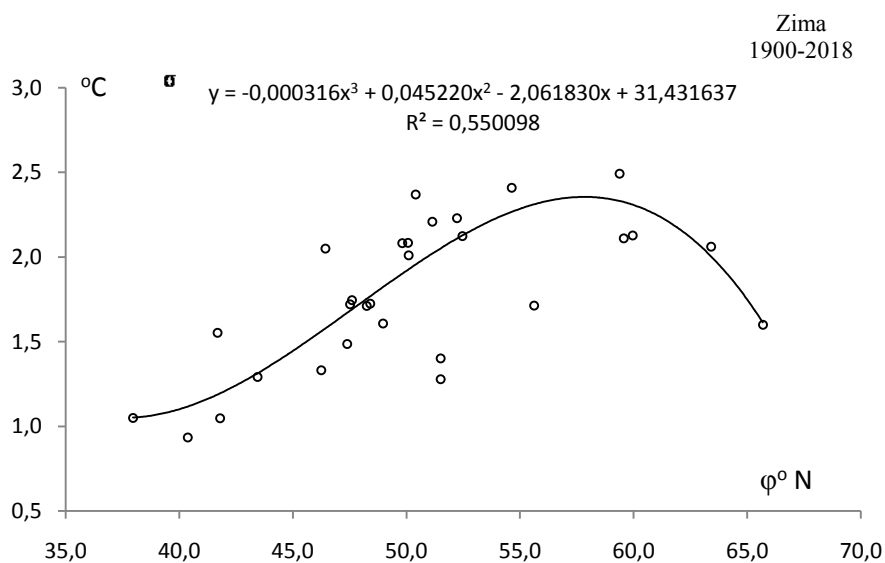
**Fig. 60.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years.

## ZIMA



**Rys. 61.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\varphi)$  powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

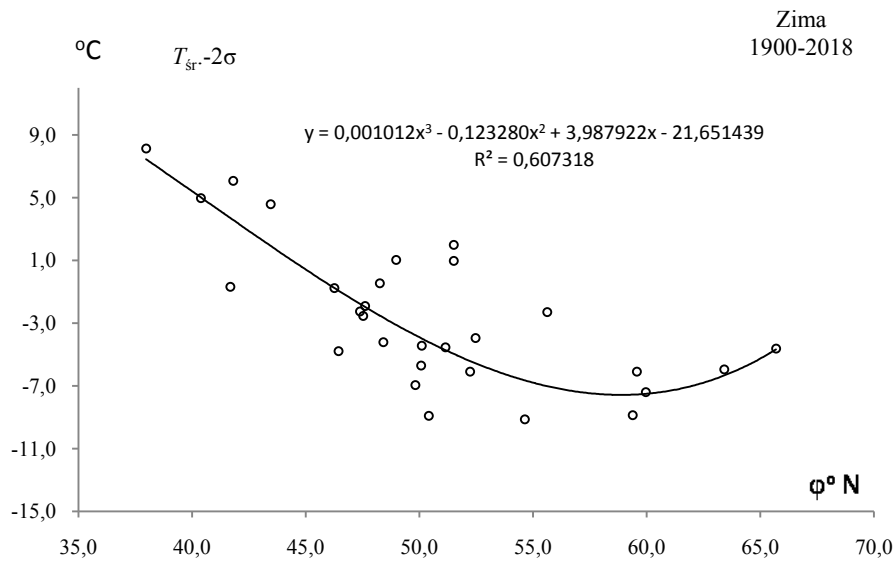
**Fig. 61.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}(\varphi)$  in Europe in Winter in the 1900-2018 years



**Rys. 62.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\varphi)$  powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

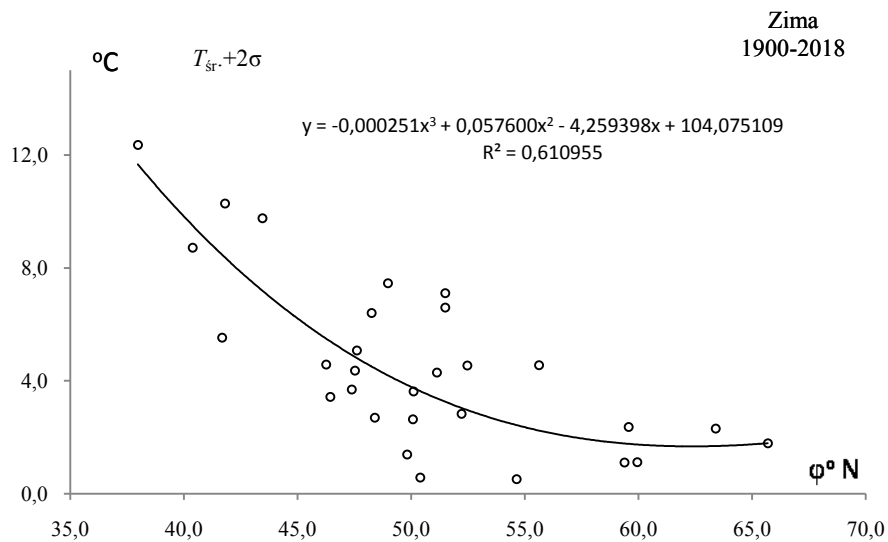
**Fig. 62.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\varphi)$  in Europe in Winter in the 1900-2018 years





**Rys. 63.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

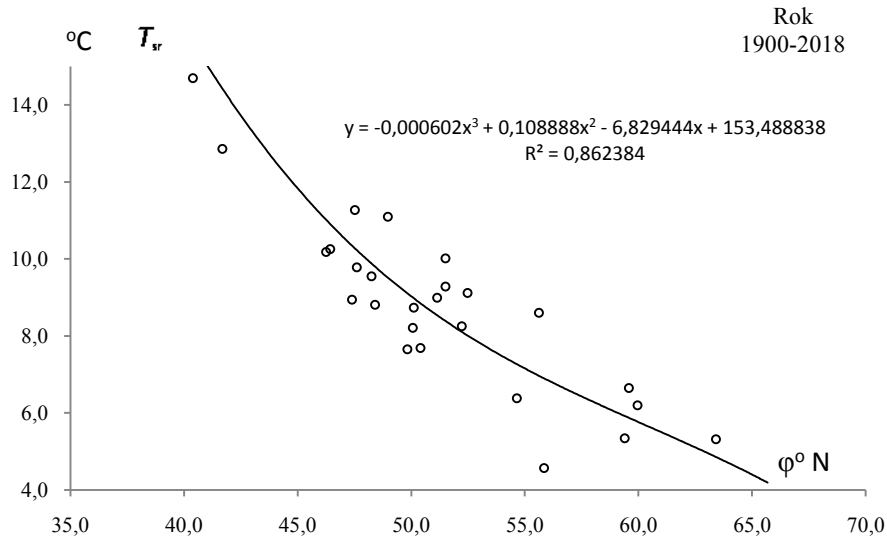
**Fig. 63.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Winter in the 1900-2018 years



**Rys. 64.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

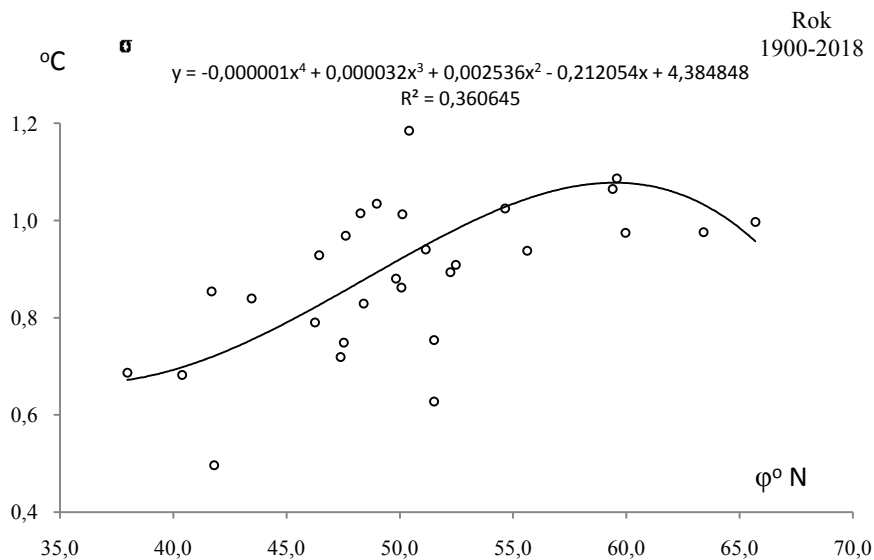
**Fig. 164.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Winter in the 1900-2018 years

## ROK



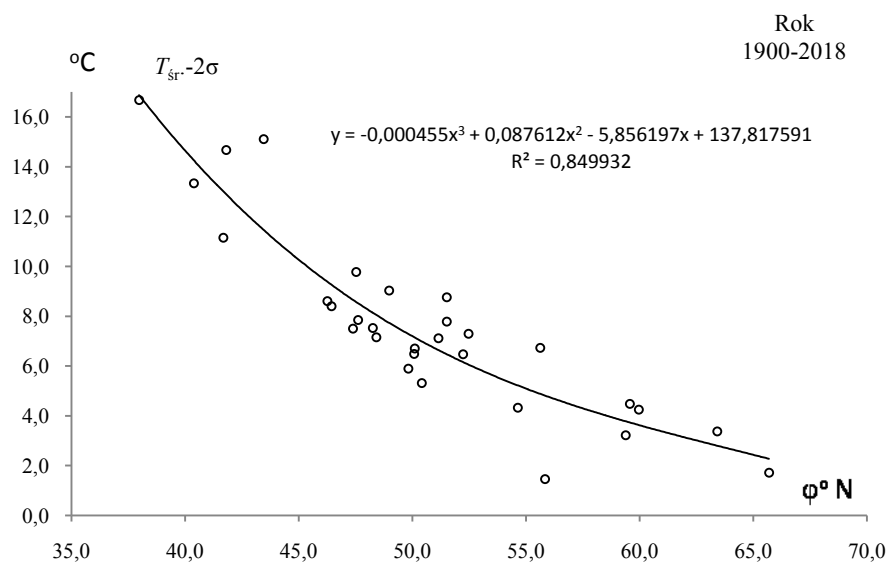
**Rys. 65.** Profil równoleżnikowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}$  ( $\varphi$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

**Fig. 65.** Latitudinal profile of average air temperature  $T_{sr}$  ( $\varphi$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years



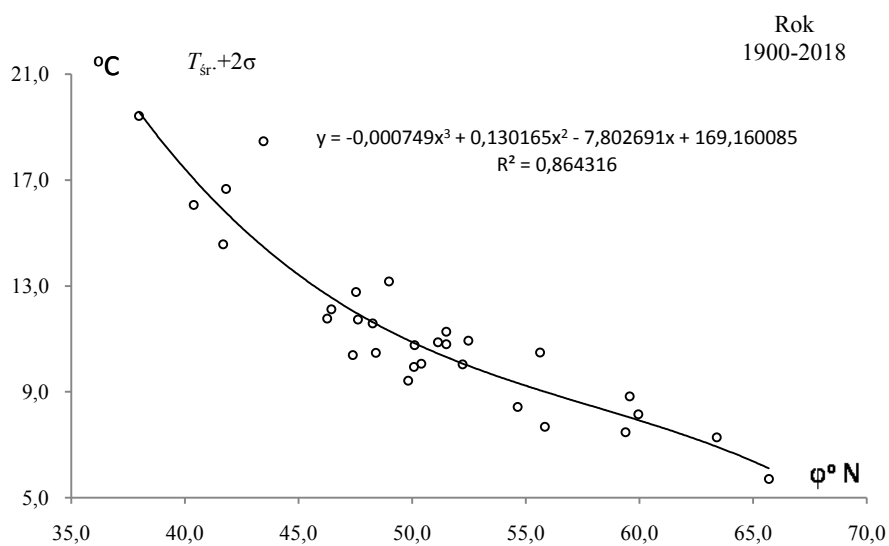
**Rys. 66.** Profil równoleżnikowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma$  ( $\varphi$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

**Fig. 66.** Latitudinal profile of standard deviation air temperature  $\sigma$  ( $\varphi$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years



**Rys. 67.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

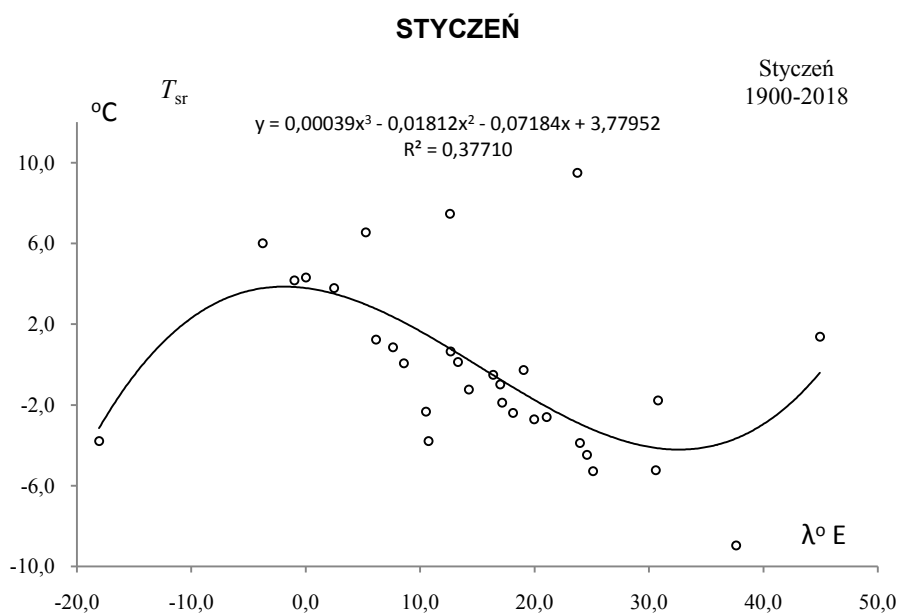
**Fig. 67.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years



**Rys. 68.** Profil równoleżnikowy  $y(\varphi)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

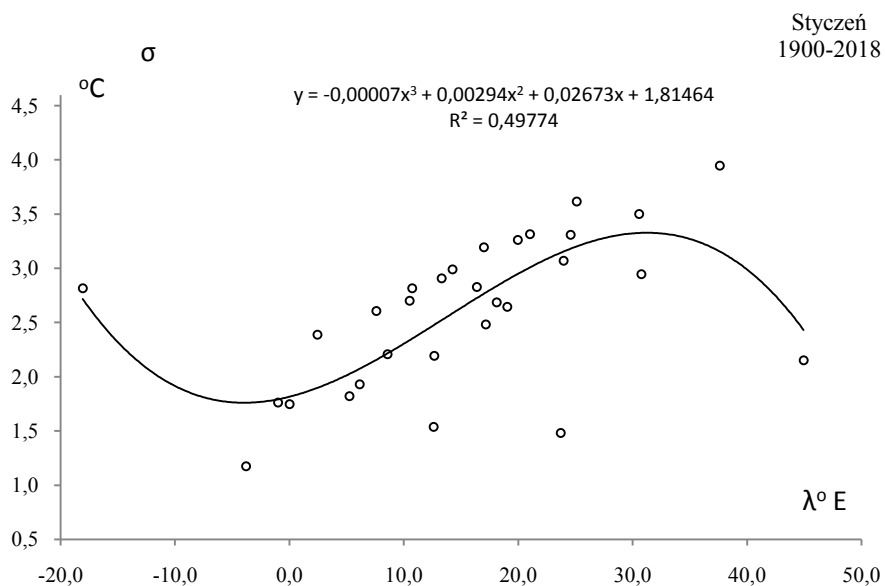
**Fig. 68.** Latitudinal profile  $y(\varphi)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years.

## V. PROFILE POŁUDNIKOWE TEMPERATURY POWIETRZA NA OBSZARZE EUROPY W LATACH 1900-2018



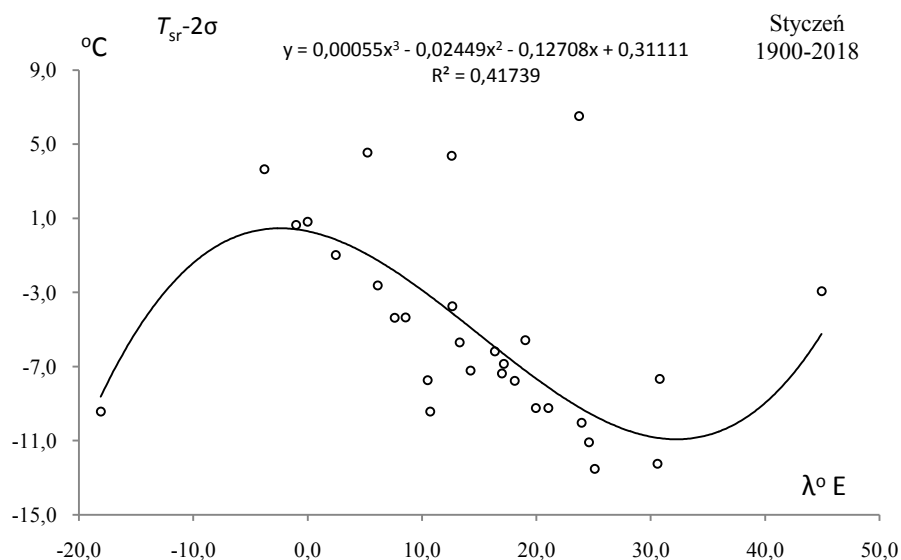
**Rys. 1.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

**Fig. 1.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in January in the 1900-2018 years.



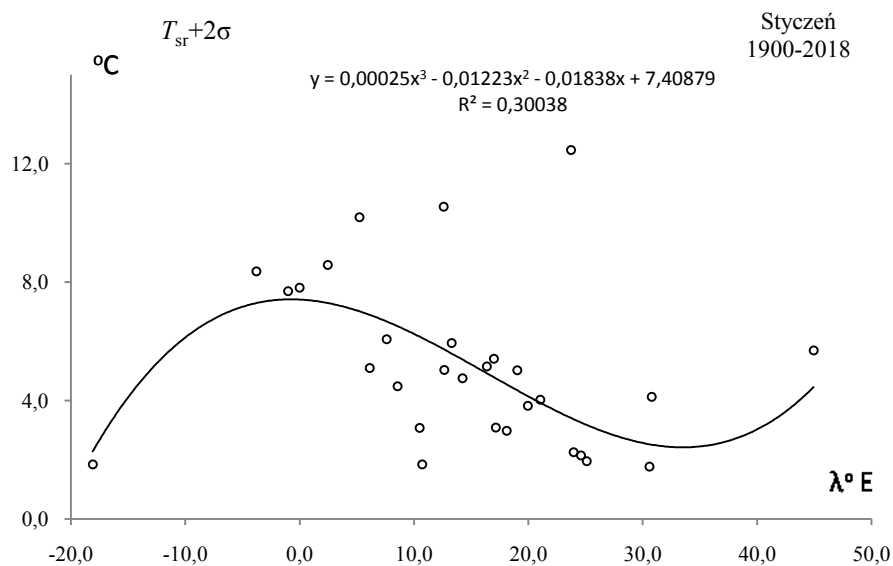
**Rys. 2.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

**Fig. 2.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in January in the 1900-2018 years.  $\sigma$



**Rys. 3.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

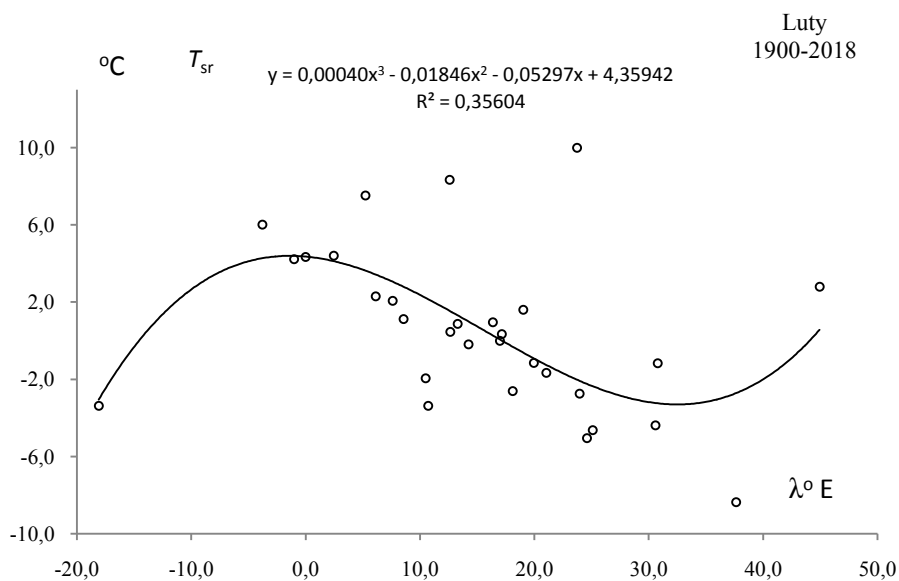
**Fig. 3.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.



**Rys. 4.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w styczniu w latach 1900-2018

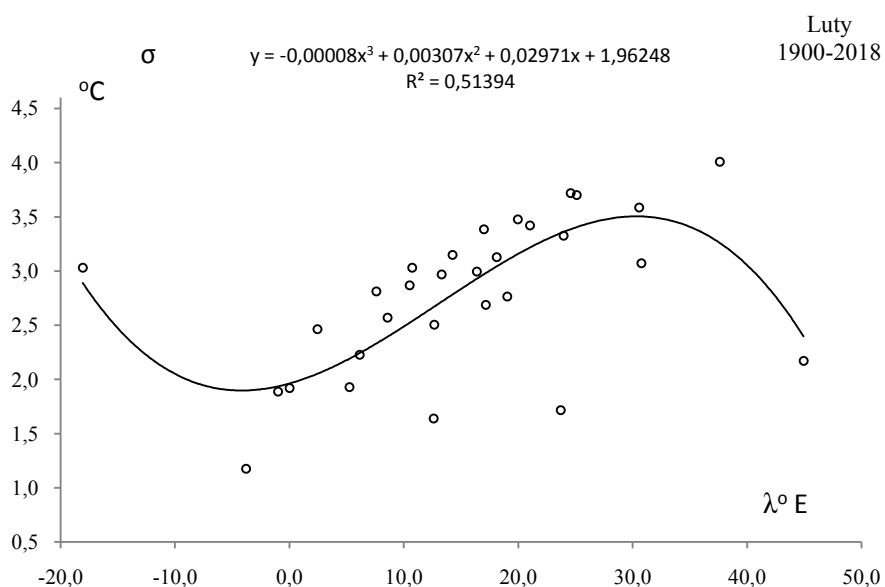
**Fig. 4.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years

## LUTY



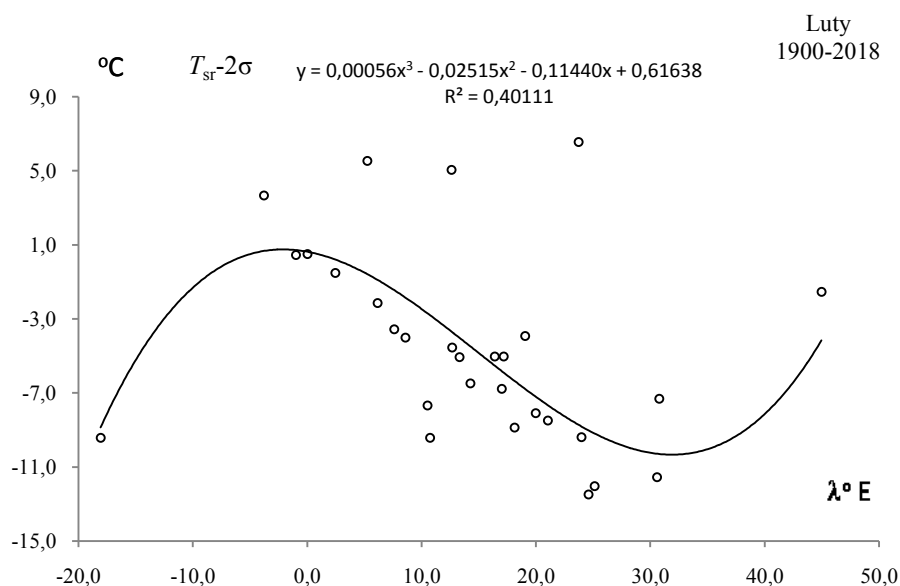
**Rys. 5.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

**Fig. 5.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in February in the 1900-2018 years



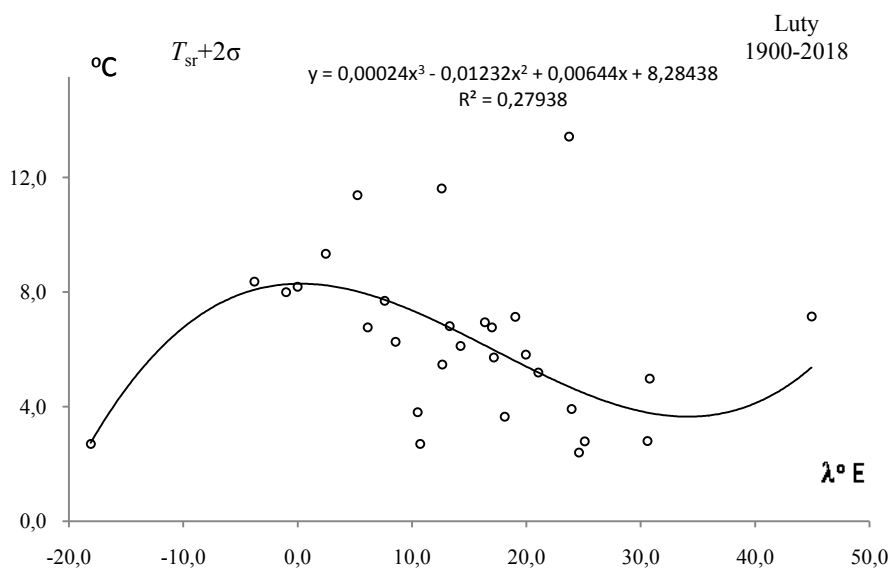
**Rys. 6.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

**Fig. 6.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in February in the 1900-2018 years



**Rys. 7.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

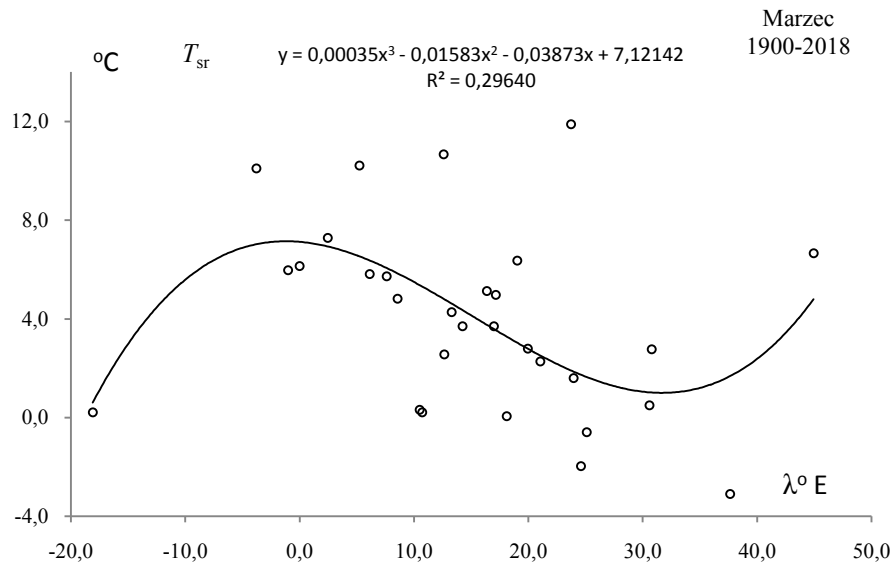
**Fig. 7.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in February in the 1900-2018 years



**Rys. 8.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w lutym w latach 1900-2018

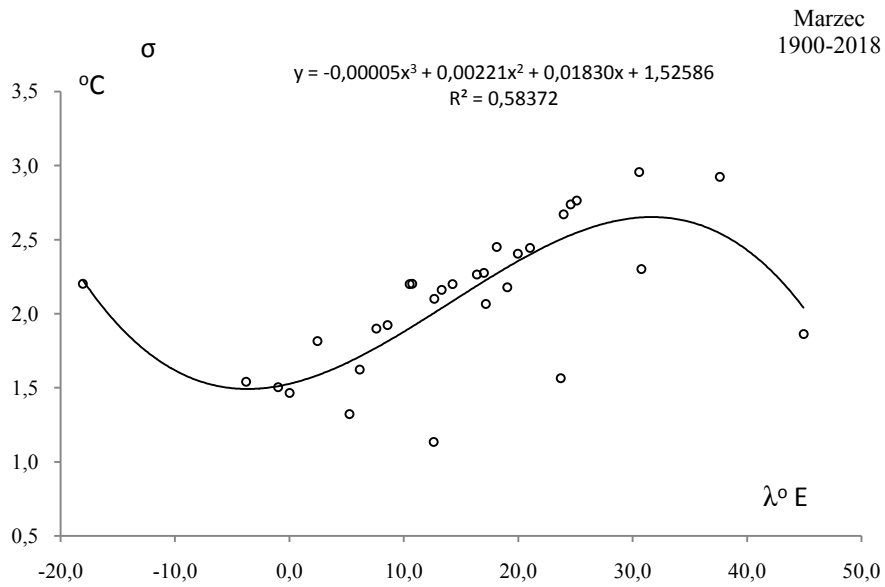
**Fig. 8.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in February in the 1900-2018 years.

### MARZEC



**Rys. 9.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

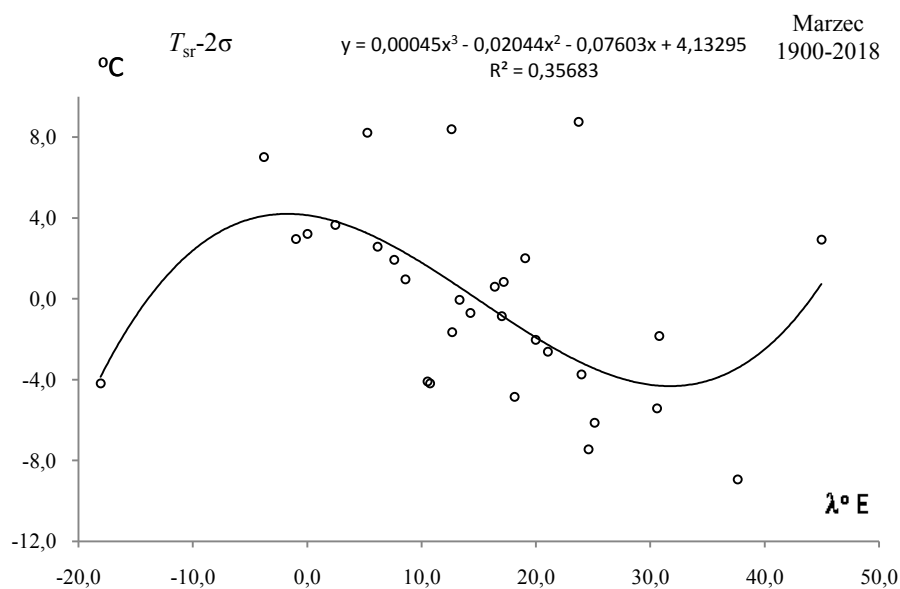
**Fig. 9.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in March in the 1900-2018 years



**Rys. 10.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

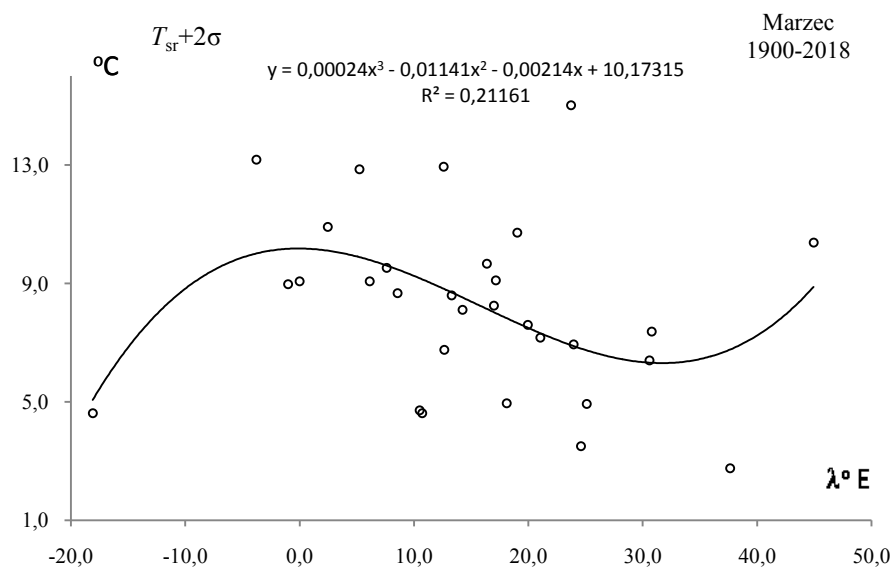
**Fig. 10.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in March in the 1900-2018 years





**Rys. 11.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

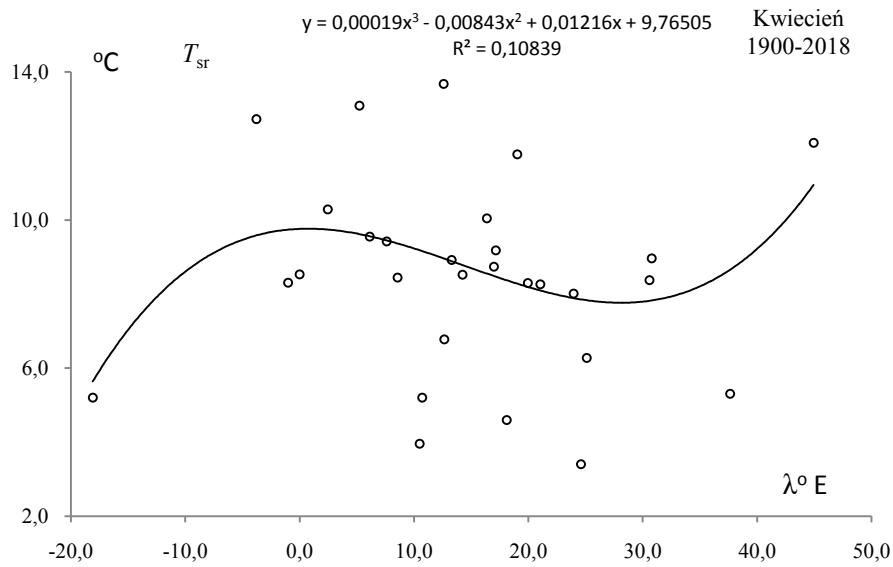
**Fig. 11.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in March in the 1900-2018 years



**Rys. 12.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w marcu w latach 1900-2018

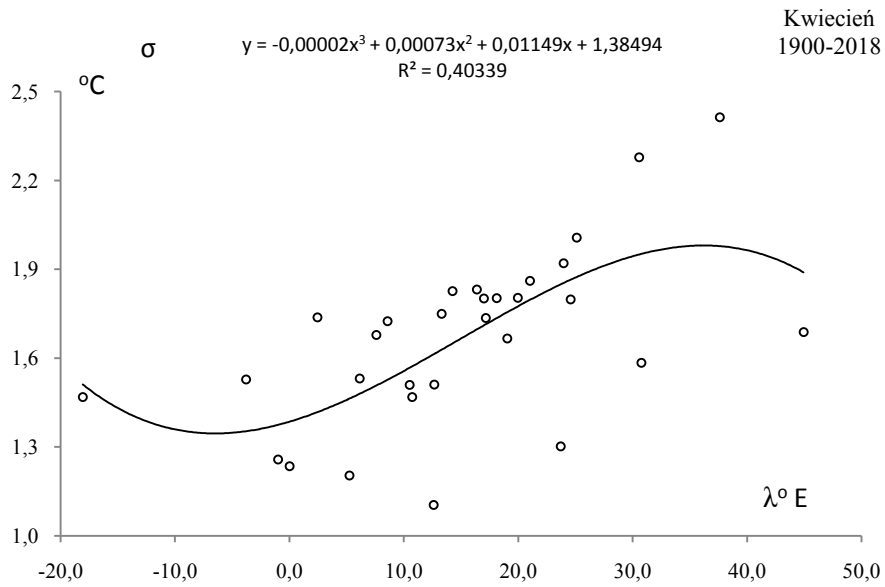
**Fig. 12.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in March in the 1900-2018 years.

## KWIECIEŃ



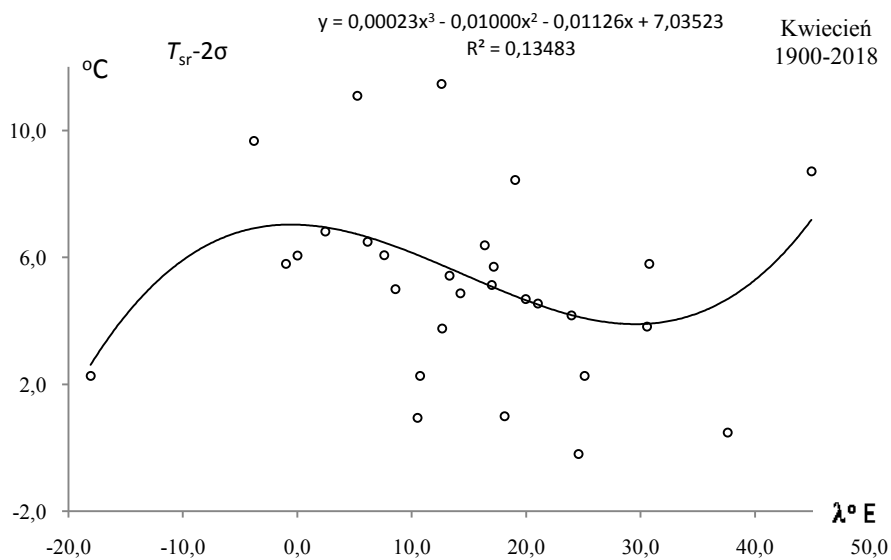
**Rys. 13.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

**Fig. 13.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in April in the 1900-2018 years



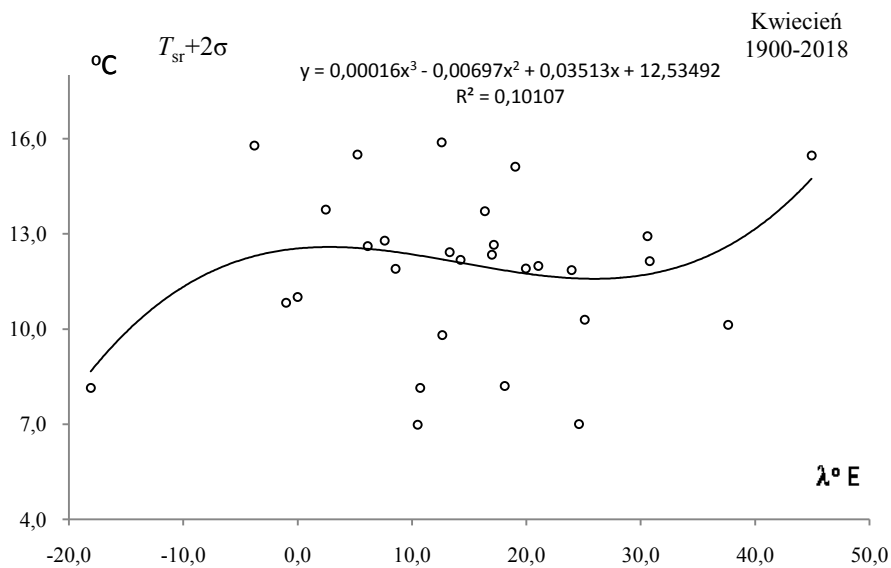
**Rys. 14.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

**Fig. 14.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in April in the 1900-2018 years



**Rys. 15.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

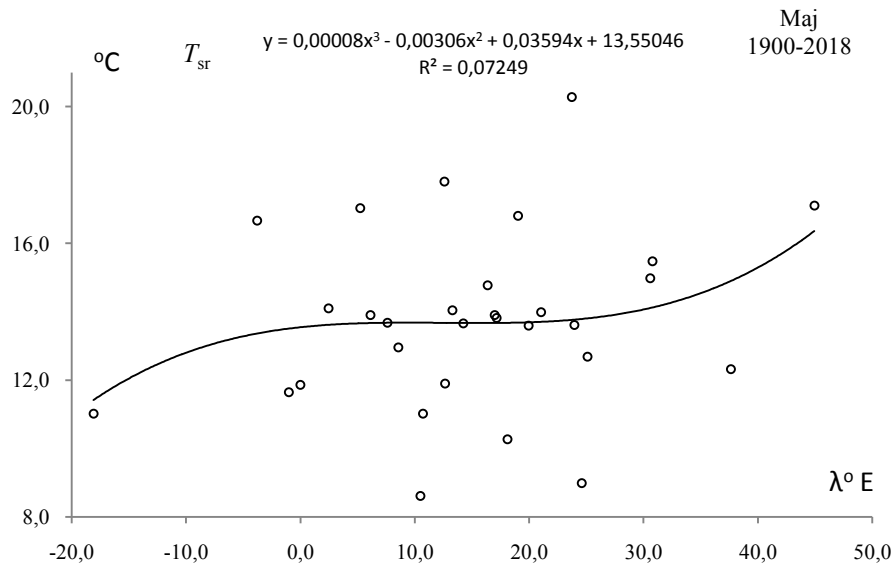
**Fig. 15.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in April in the 1900-2018 years



**Rys. 16.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w kwietniu w latach 1900-2018

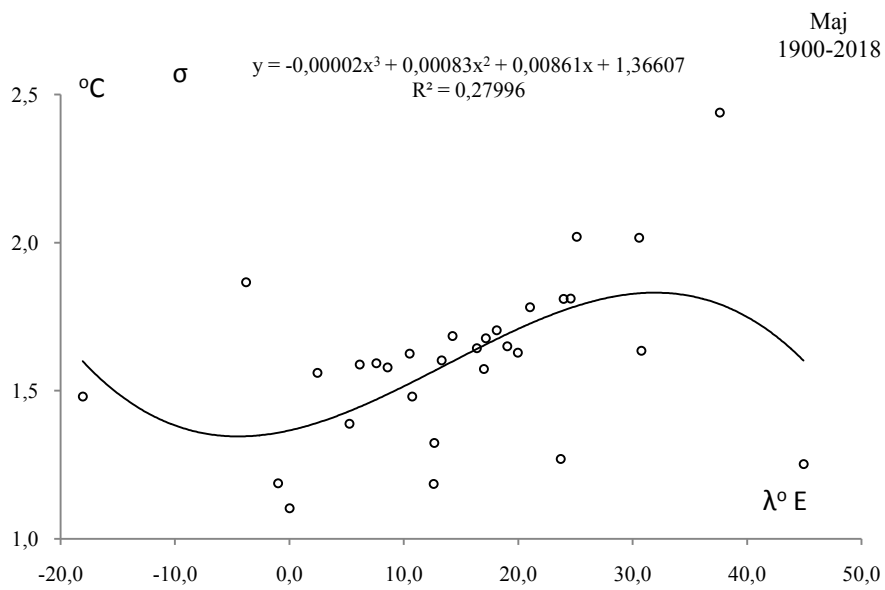
**Fig. 16.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in April in the 1900-2018 years

## MAJ



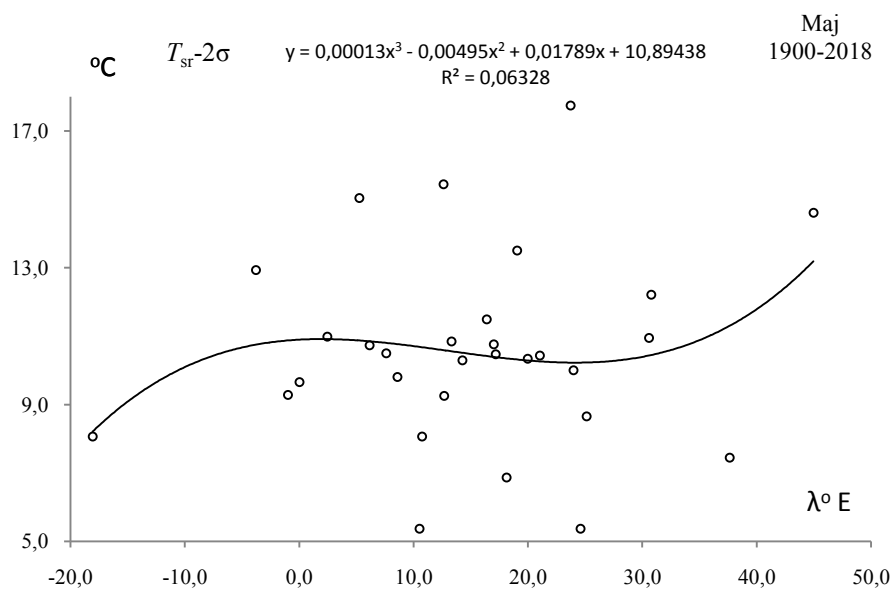
**Rys. 17.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

**Fig. 17.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in May in the 1900-2018 years

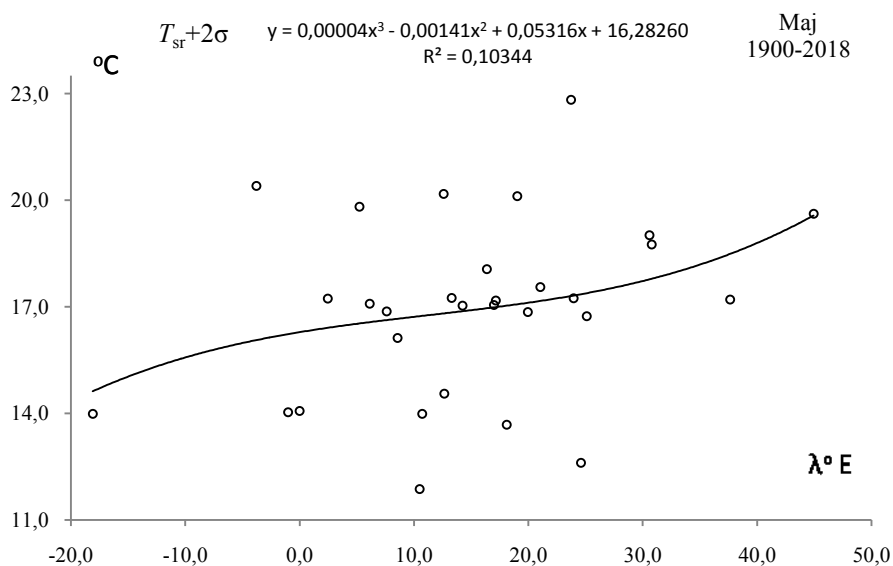


**Rys. 18.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018

**Fig. 18.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in May in the 1900-2018 years

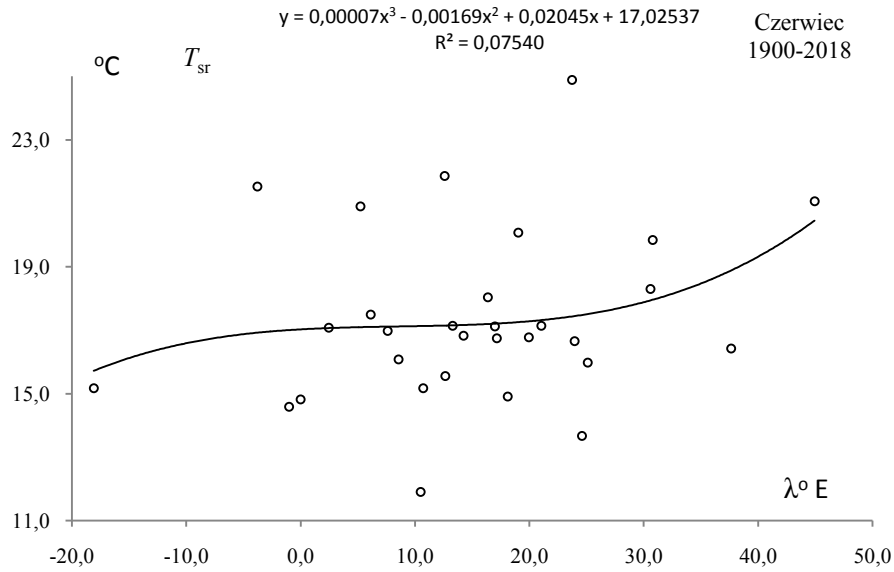


**Rys. 19.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018  
**Fig. 19.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma(T_{sr}-2\sigma)$  in Europe in May in the 1900-2018 years



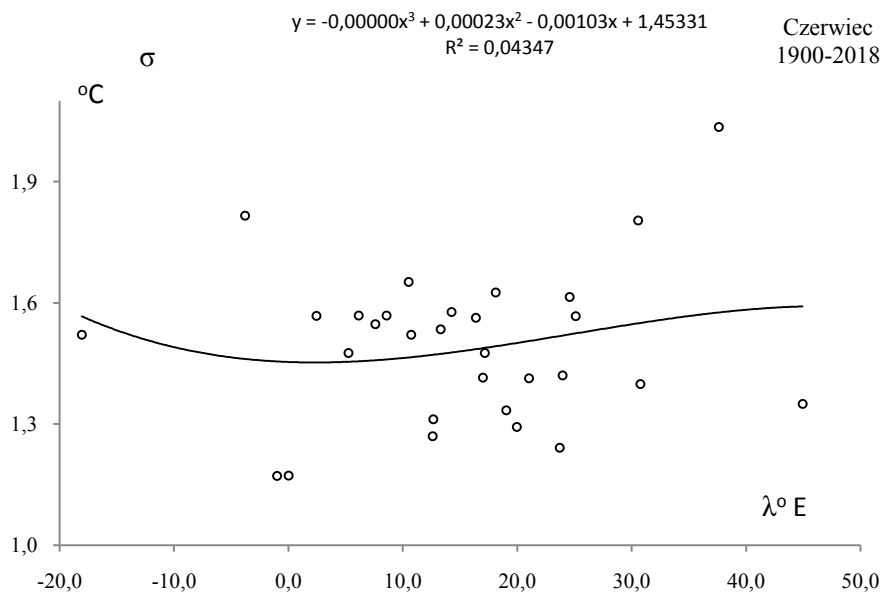
**Rys. 20.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w maju w latach 1900-2018  
**Fig. 20.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in May in the 1900-2018 years

## CZERWIEC



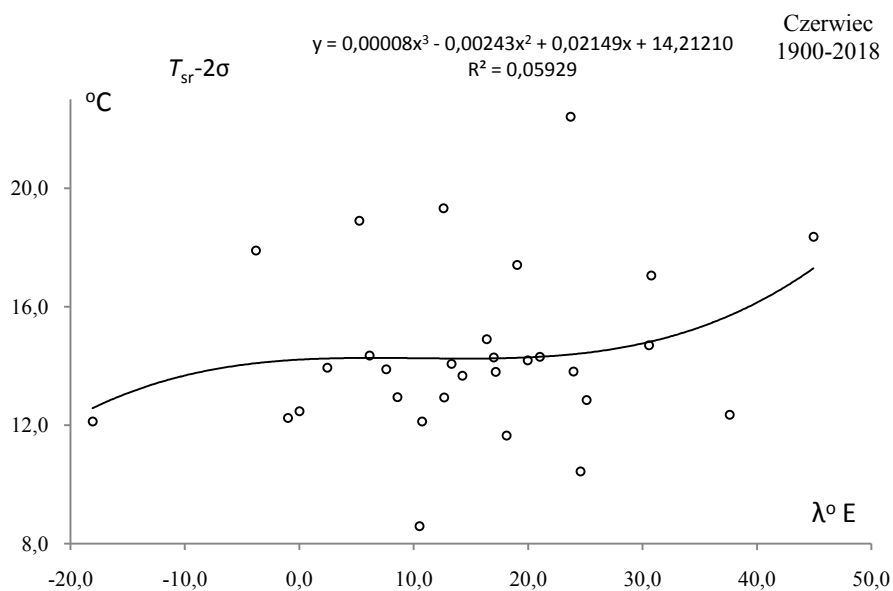
**Rys. 21.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

**Fig. 21.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in June in the 1900-2018 years.



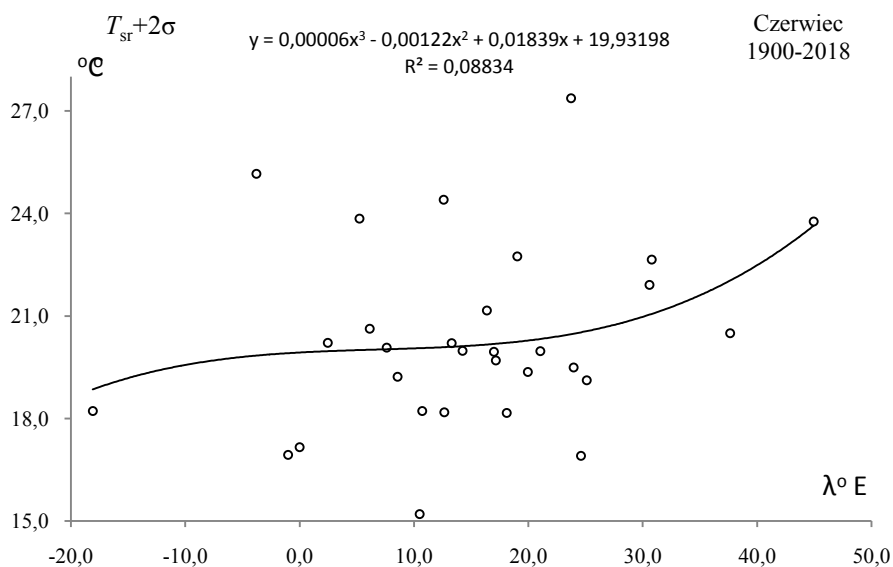
**Rys. 22.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

**Fig. 22.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in June in the 1900-2018 years.  $\sigma$



**Rys. 23.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

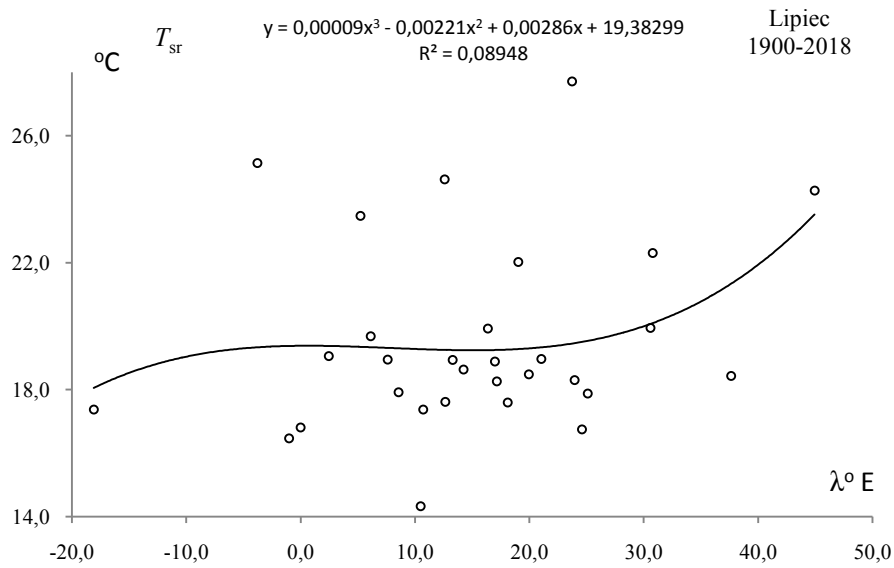
**Fig. 23.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in June in the 1900-2018 years.



**Rys. 24.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w czerwcu w latach 1900-2018

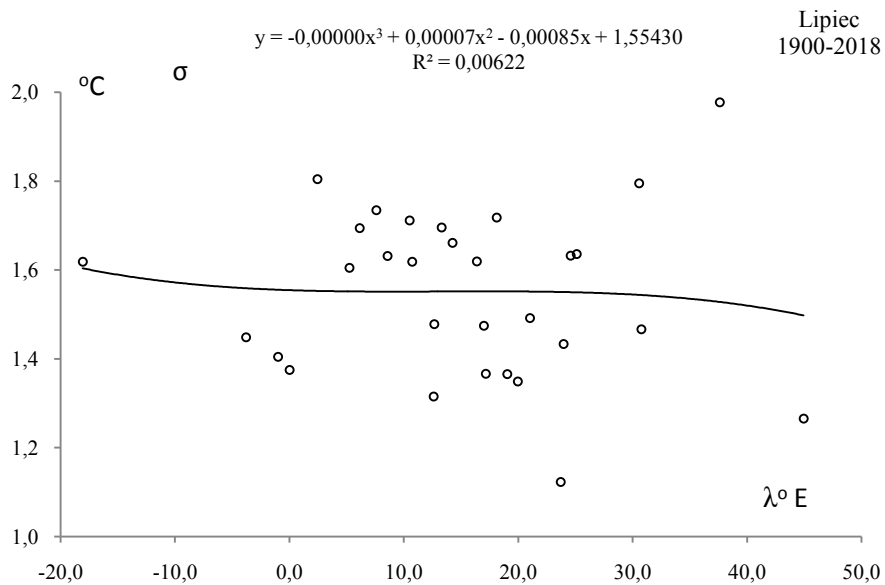
**Fig. 24.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in June in the 1900-2018 years.

## LIPIEC



**Rys. 25.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

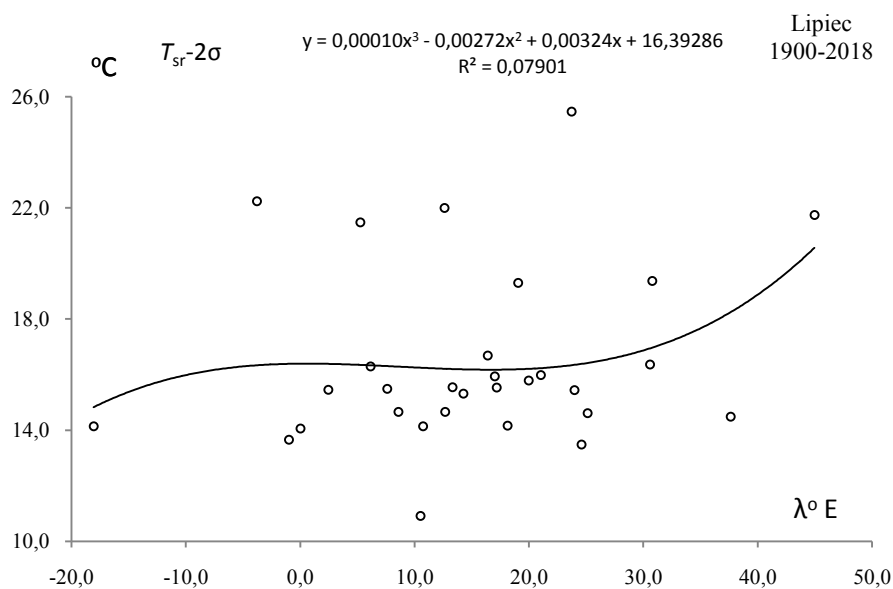
**Fig. 25.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in July in the 1900-2018 years



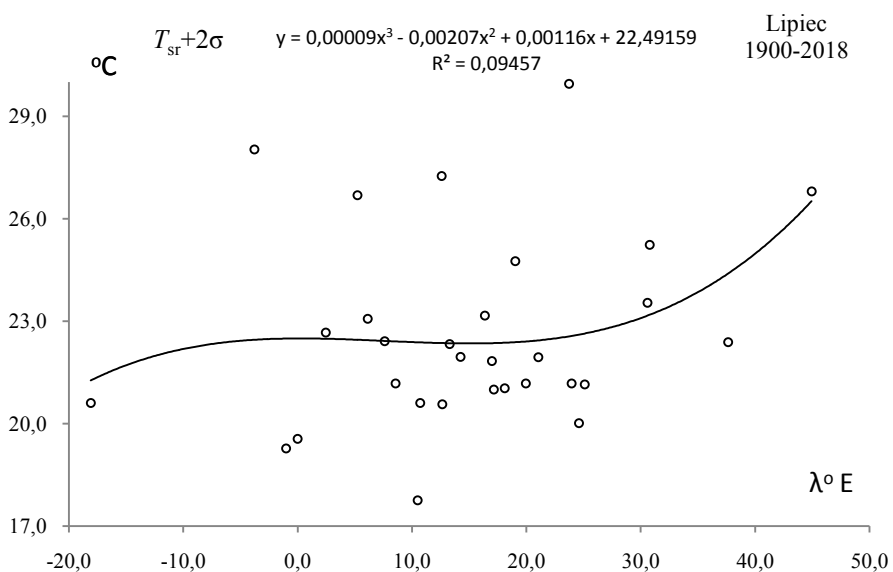
**Rys. 26.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018

**Fig. 26.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in July in the 1900-2018 years



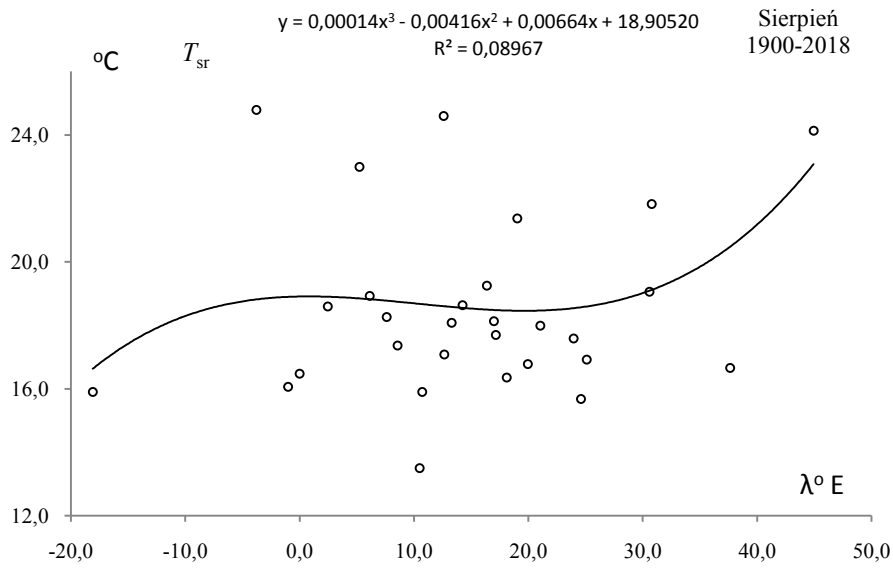


**Rys. 27.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  proggu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018  
**Fig. 27.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in July in the 1900-2018 years



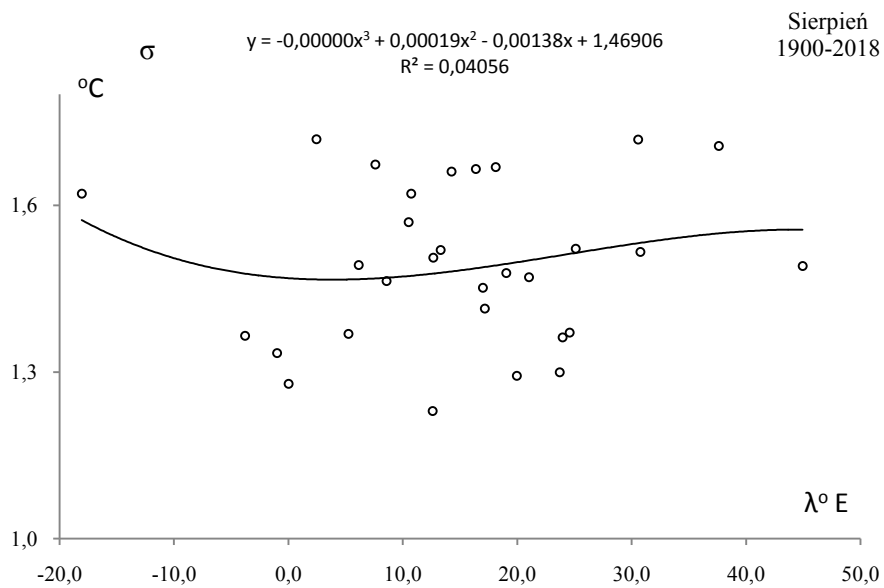
**Rys.28.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  proggu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w lipcu w latach 1900-2018  
**Fig. 28.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in July in the 1900-2018 years.

## SIERPIEŃ



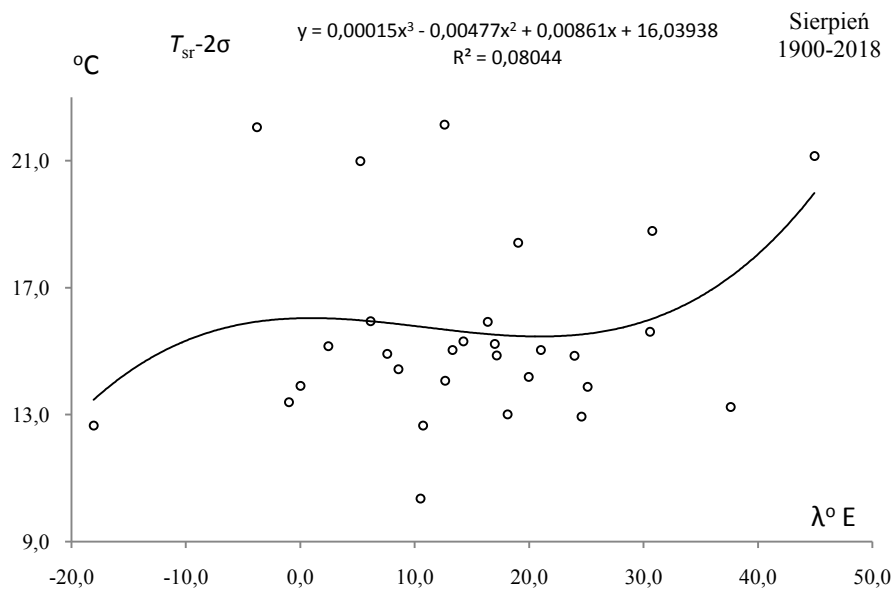
**Rys. 29.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

**Fig. 29.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in August in the 1900-2018 years



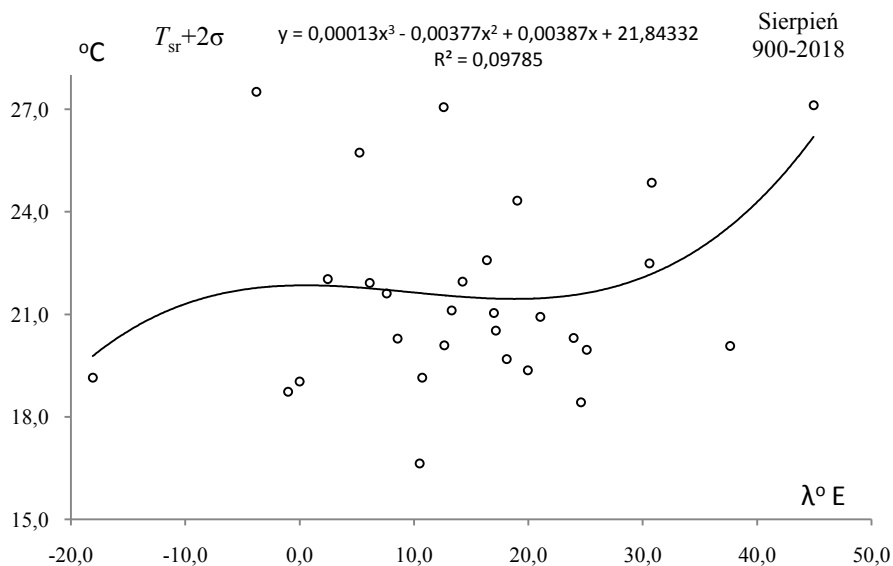
**Rys. 30.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

**Fig. 30.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in August in the 1900-2018 years



**Rys. 31.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

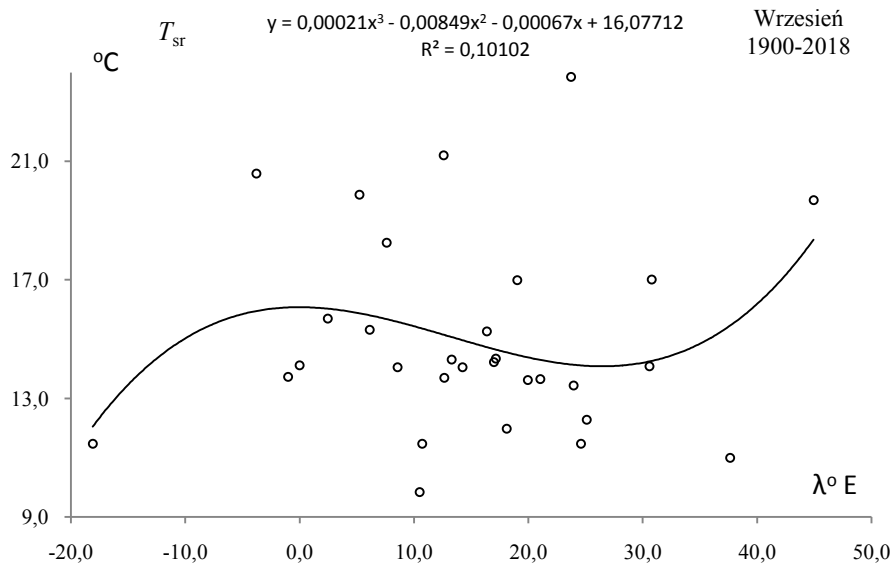
**Fig. 31.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in August in the 1900-2018 years



**Rys. 32.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w sierpniu w latach 1900-2018

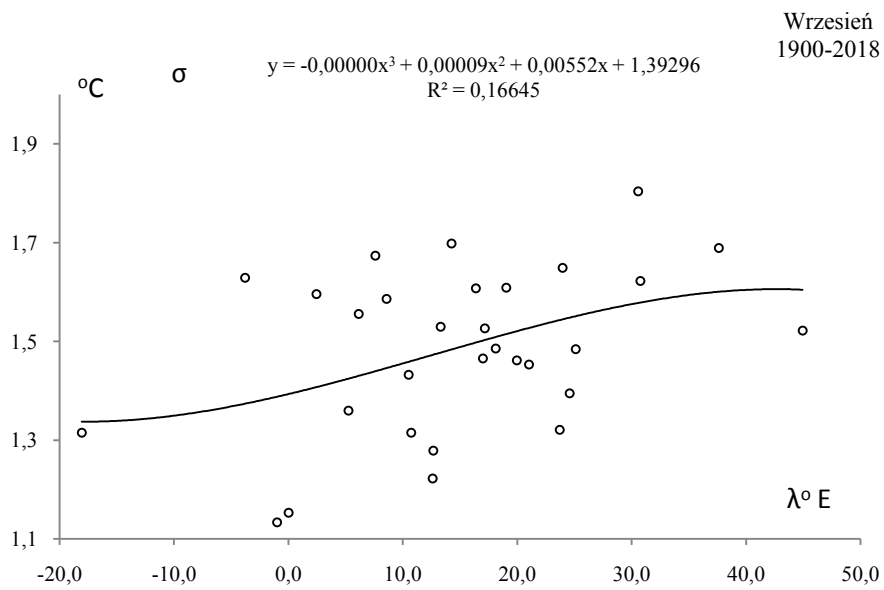
**Fig. 32.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in August in the 1900-2018 years.

## WRZESIEŃ



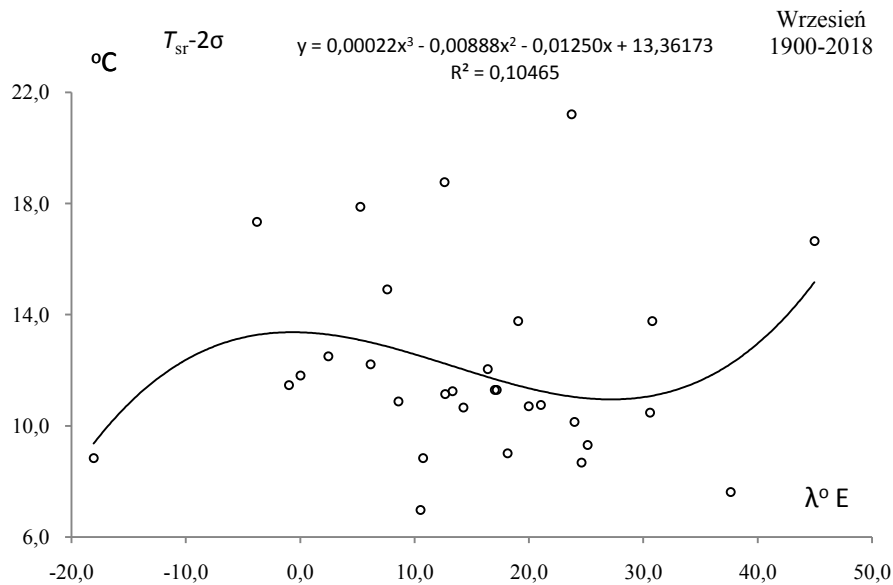
**Rys. 33.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

**Fig. 33.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in September in the 1900-2018 years



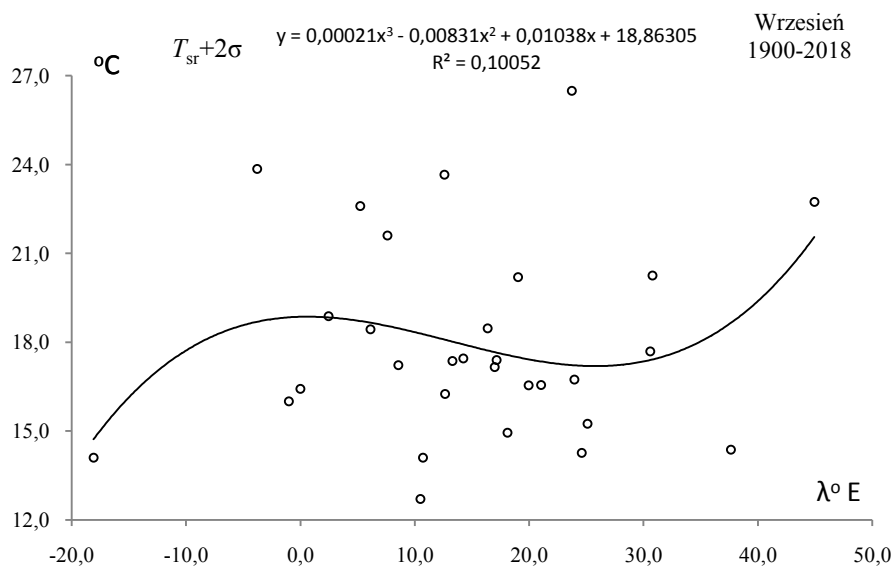
**Rys. 34.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

**Fig. 34.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in September in the 1900-2018 years



**Rys. 35.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

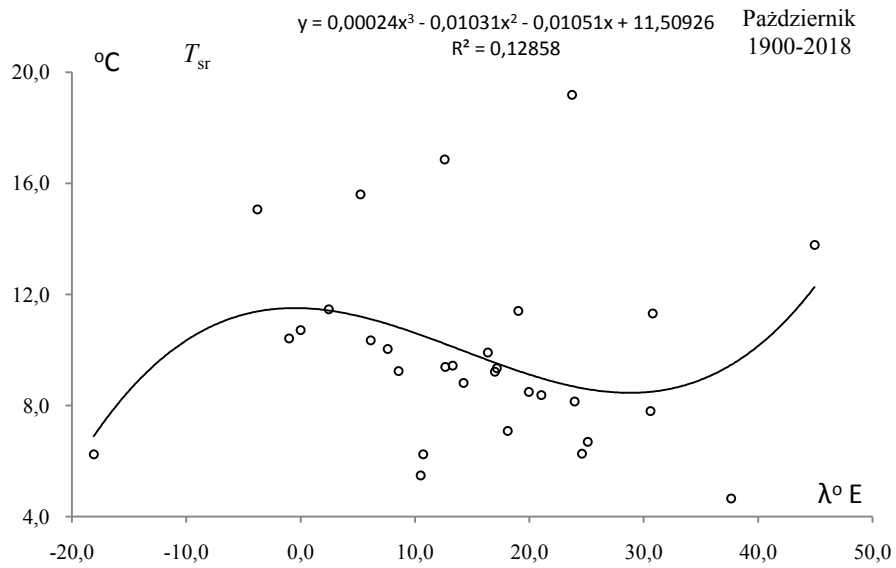
**Fig. 35.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in September in the 1900-2018 years



**Rys. 36.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie we wrześniu w latach 1900-2018

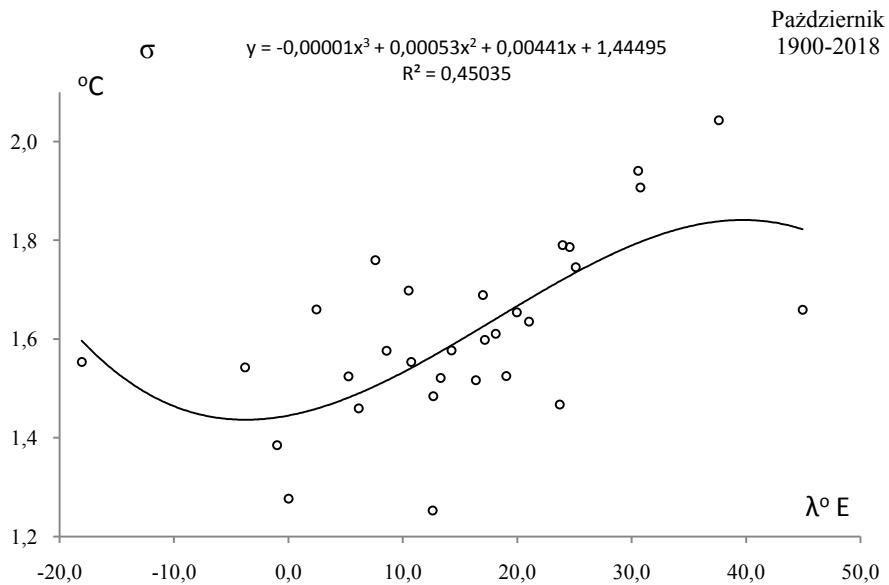
**Fig. 36.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in September in the 1900-2018 years

## PAŹDZIERNIK



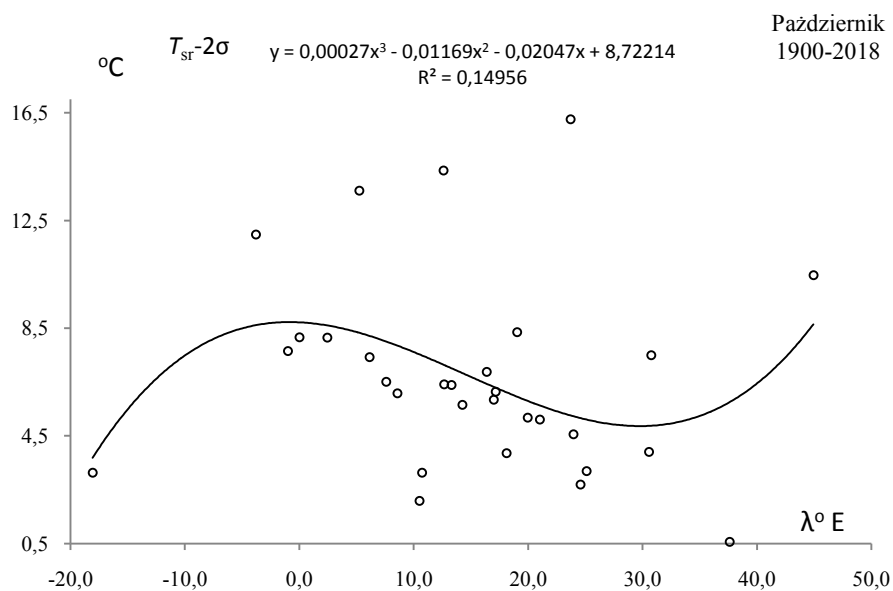
**Rys. 37.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 37.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in October in the 1900-2018 years



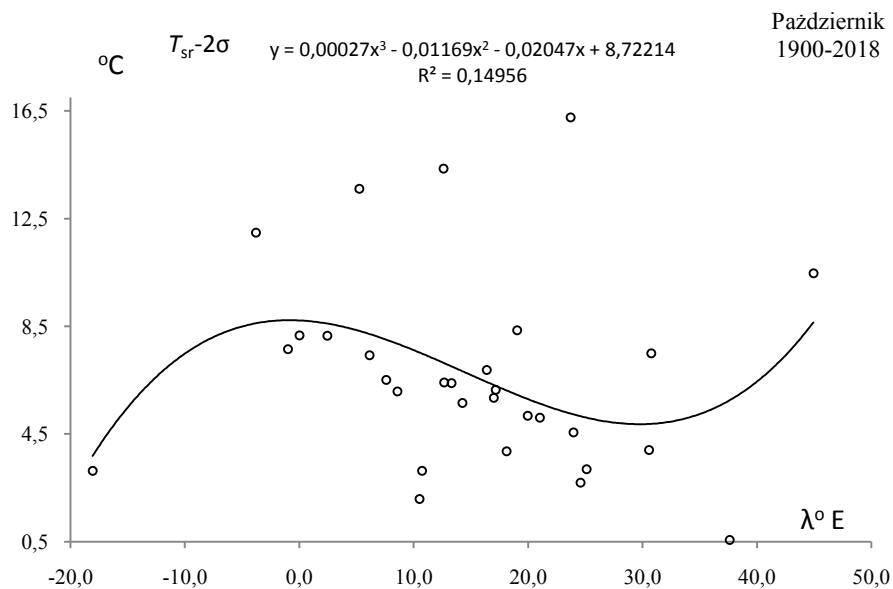
**Rys. 38.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 38.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in October in the 1900-2018 years



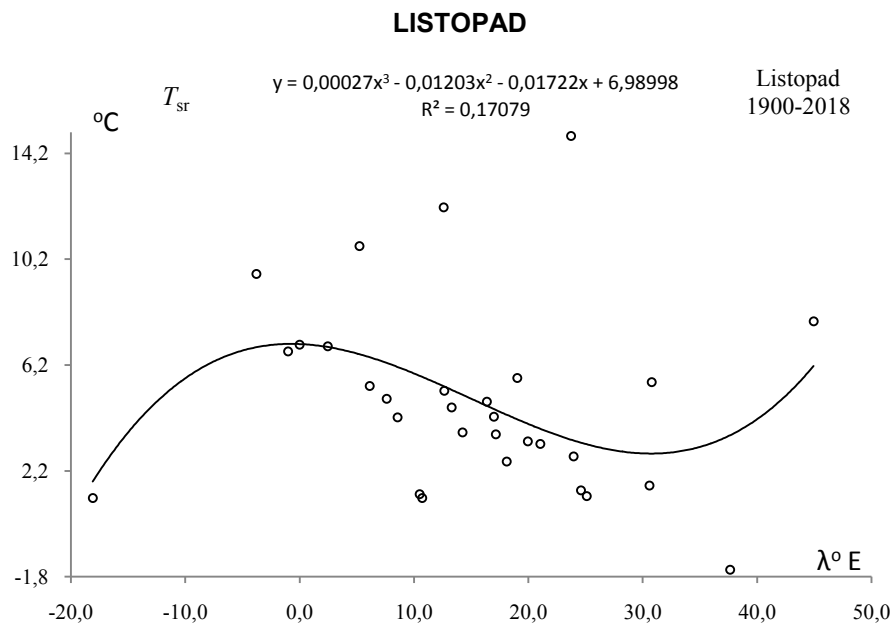
**Rys. 39.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 39.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in October in the 1900-2018 years



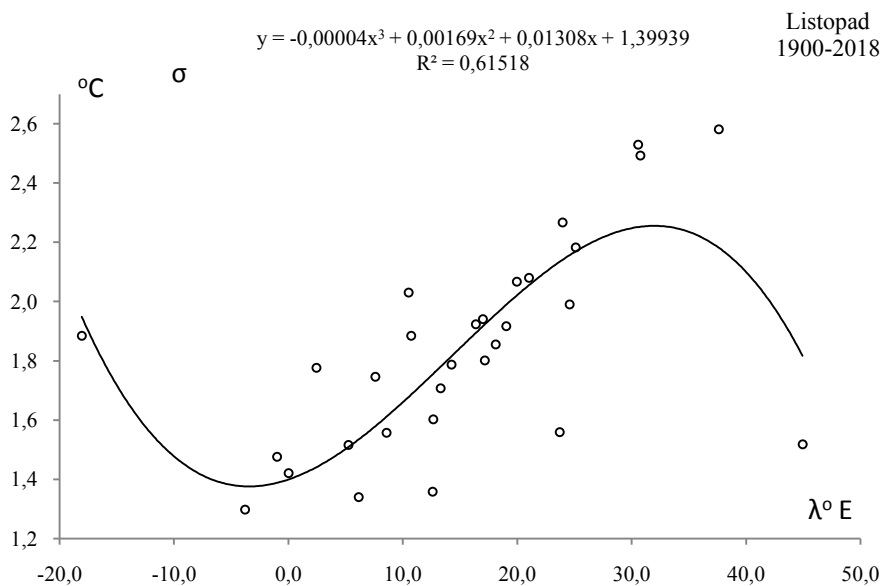
**Rys. 40.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w październiku w latach 1900-2018

**Fig. 40.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in October in the 1900-2018 years.



**Rys. 41.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

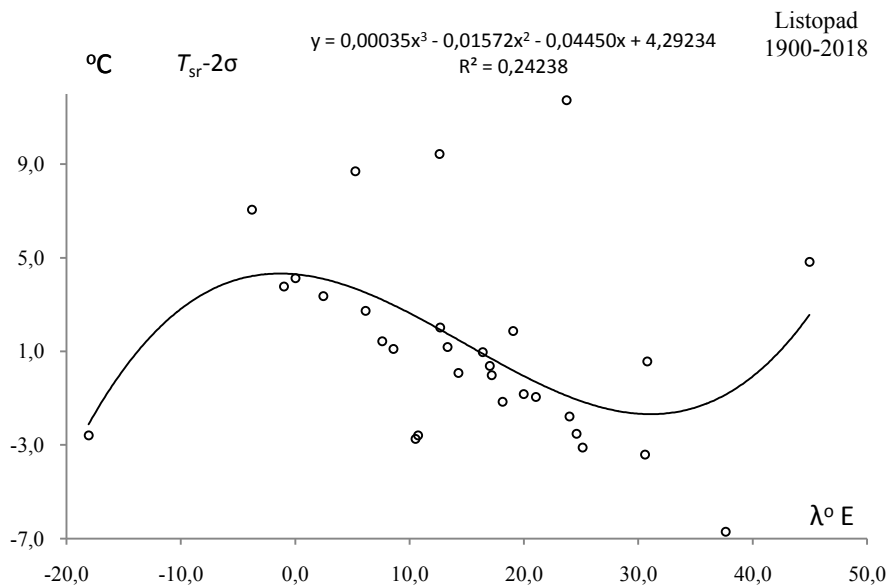
**Fig. 41.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in November in the 1900-2018 years.



**Rys. 42.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

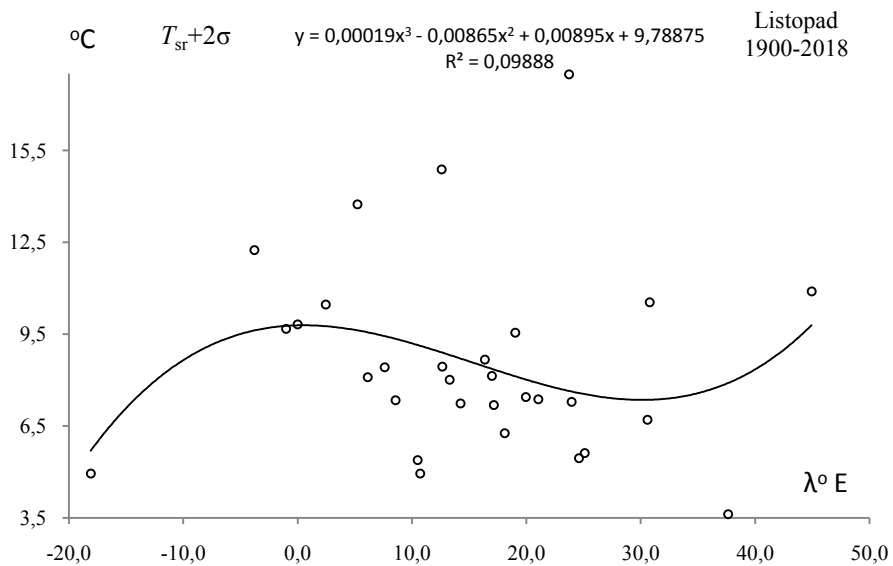
**Fig. 42.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in November in the 1900-2018 years.  $\sigma$





**Rys. 43.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

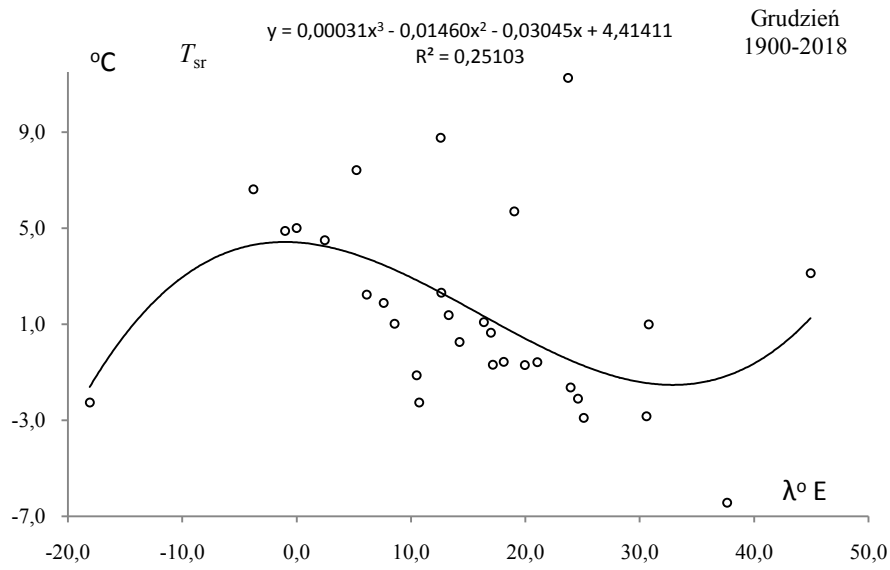
**Fig. 43.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in November in the 1900-2018 years.



**Rys. 44.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  prognozy górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w listopadzie w latach 1900-2018

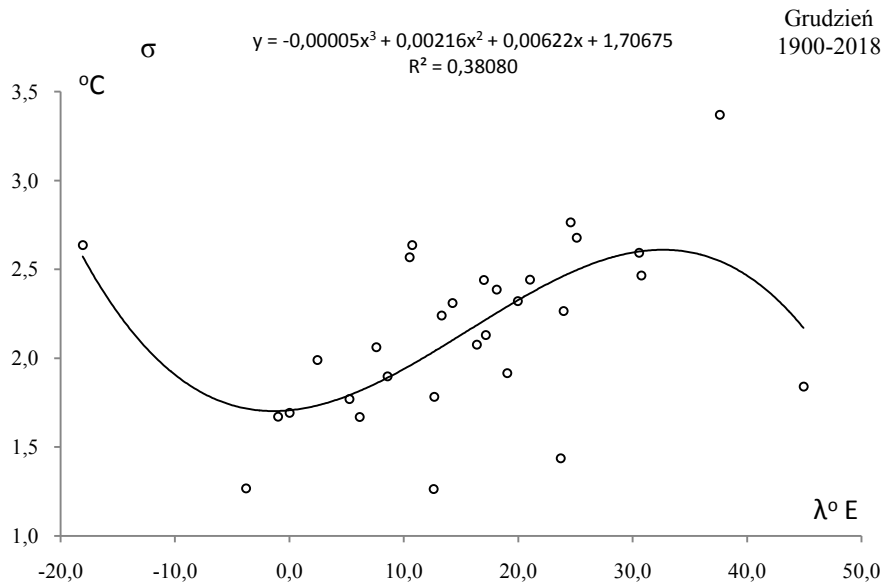
**Fig. 44.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in November in the 1900-2018 years.

## GRUDZIEŃ



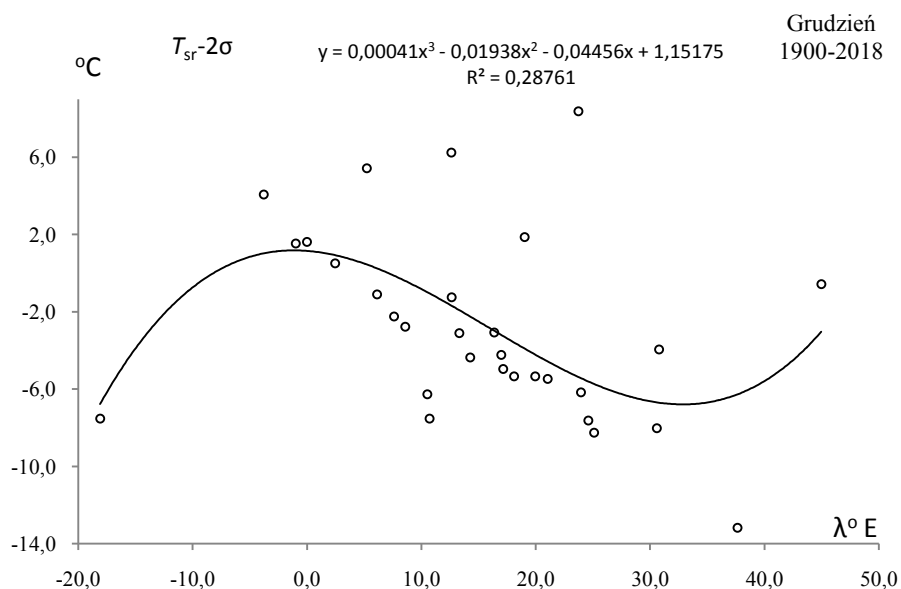
**Rys. 45.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

**Fig. 45.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in December in the 1900-2018 years



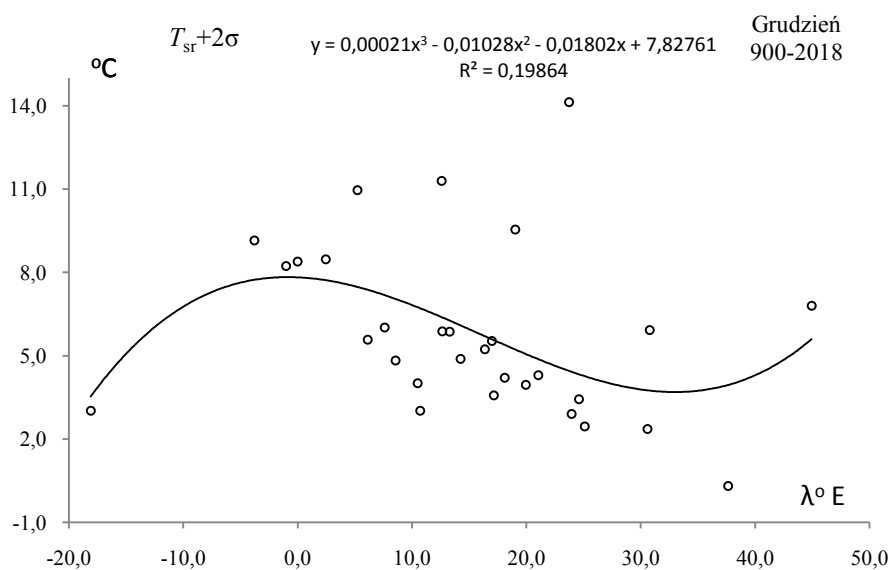
**Rys. 46.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

**Fig. 46.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in December in the 1900-2018 years



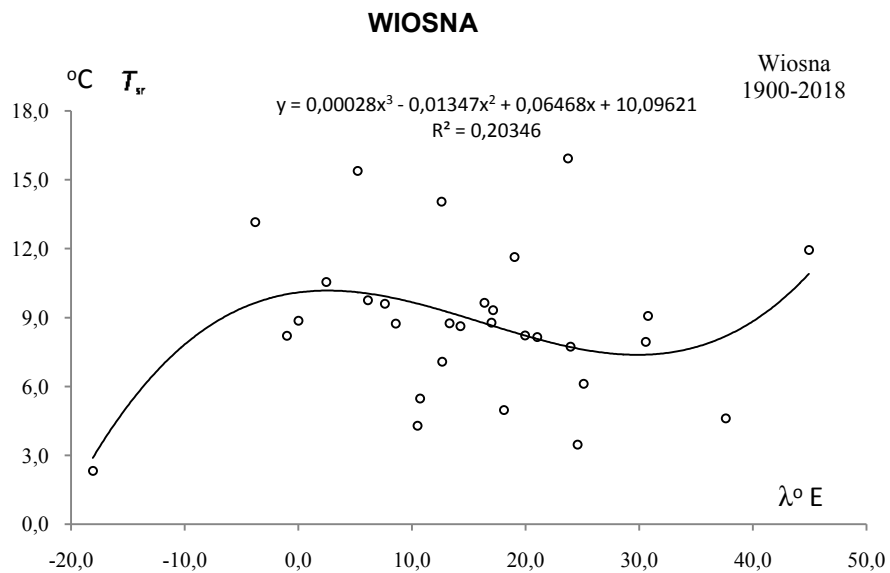
**Rys. 47.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  proggu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

**Fig. 47.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower end of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in December in the 1900-2018 years

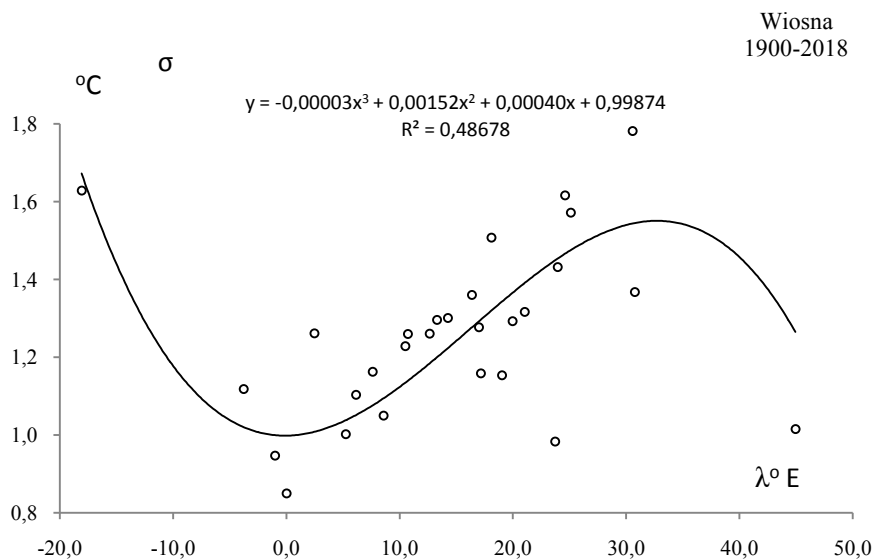


**Rys. 48.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  proggu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w grudniu w latach 1900-2018

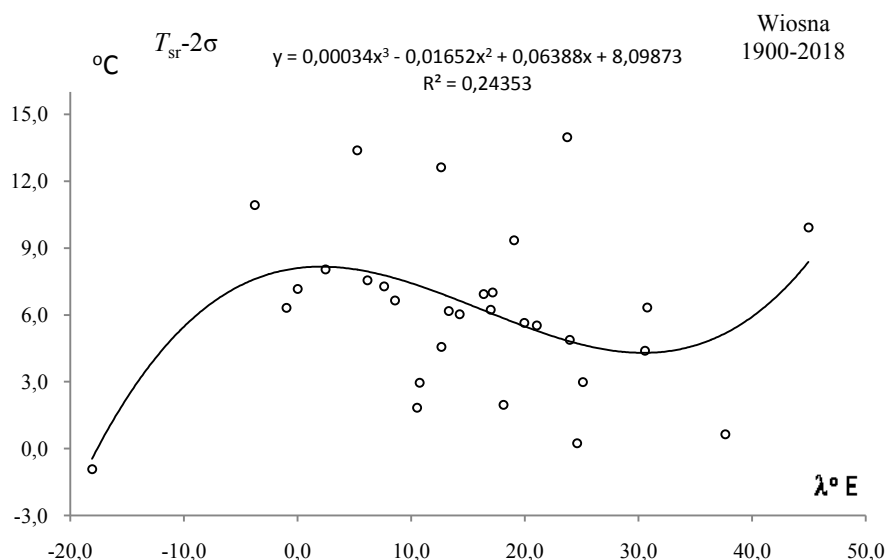
**Fig. 48.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in December in the 1900-2018 years



**Rys. 21.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018  
**Fig. 21.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

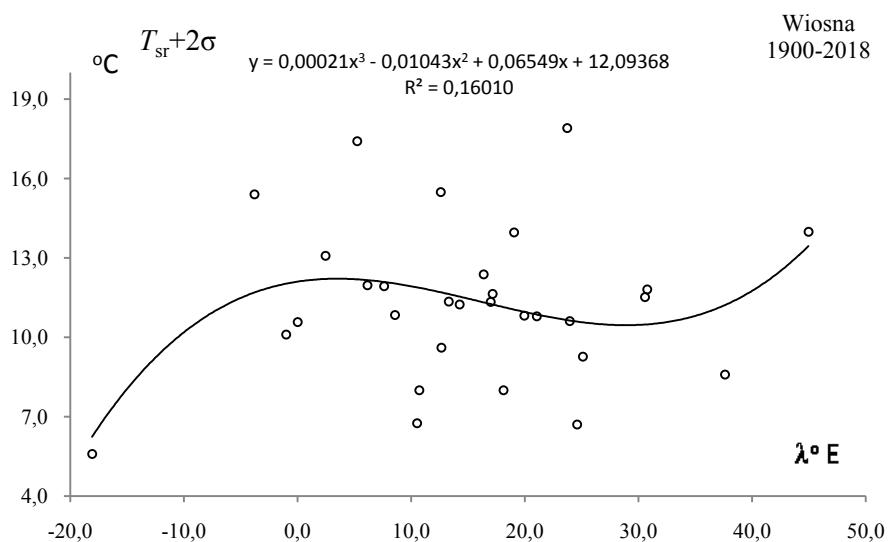


**Rys. 22.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018  
**Fig. 22.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in Spring in the 1900-2018 years.



**Rys. 23.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

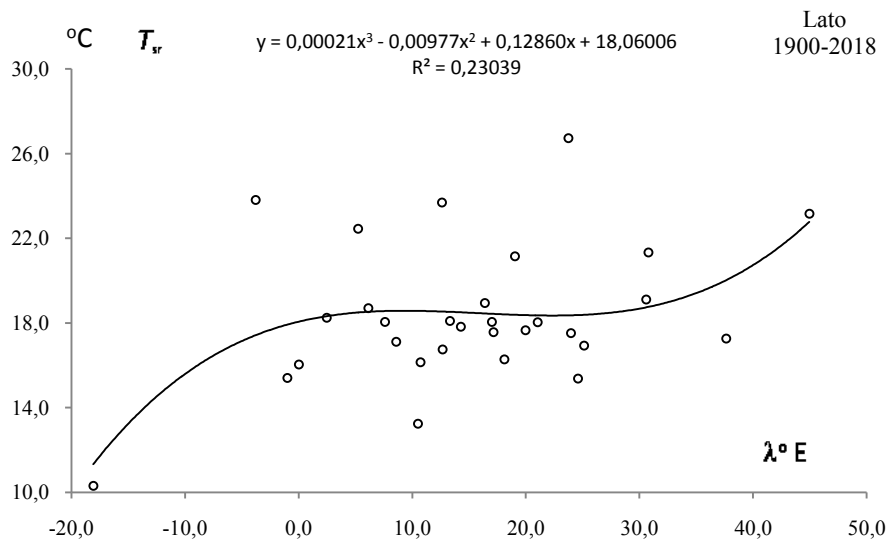
**Fig. 23.** The meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower limit of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.



**Rys. 24.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie wiosną w latach 1900-2018

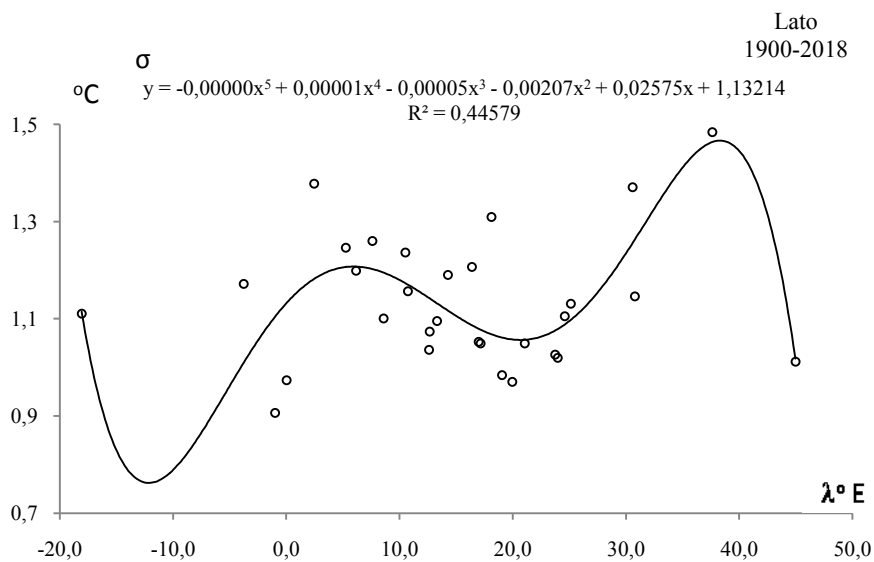
**Fig. 24.** The meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Spring in the 1900-2018 years.

## LATO



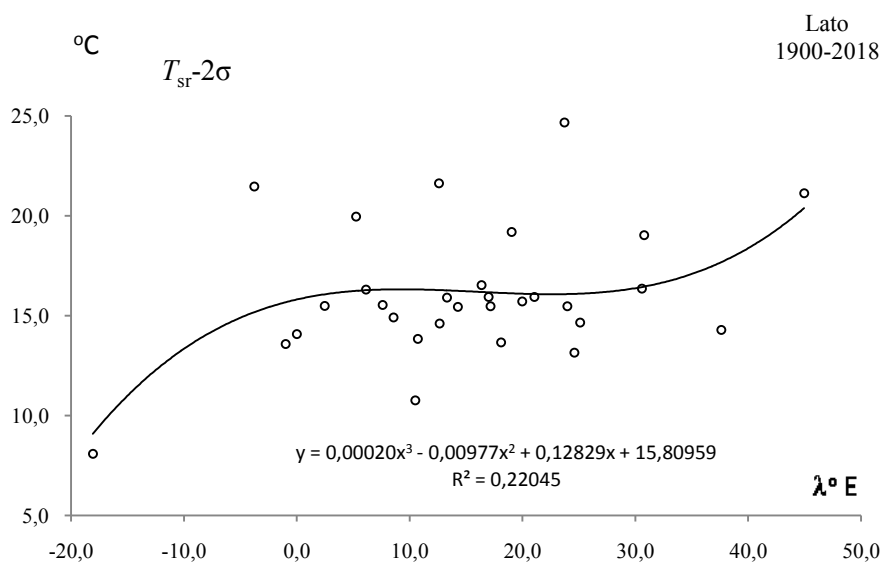
**Rys. 25.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

**Fig. 25.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in Summer in the 1900-2018 years.



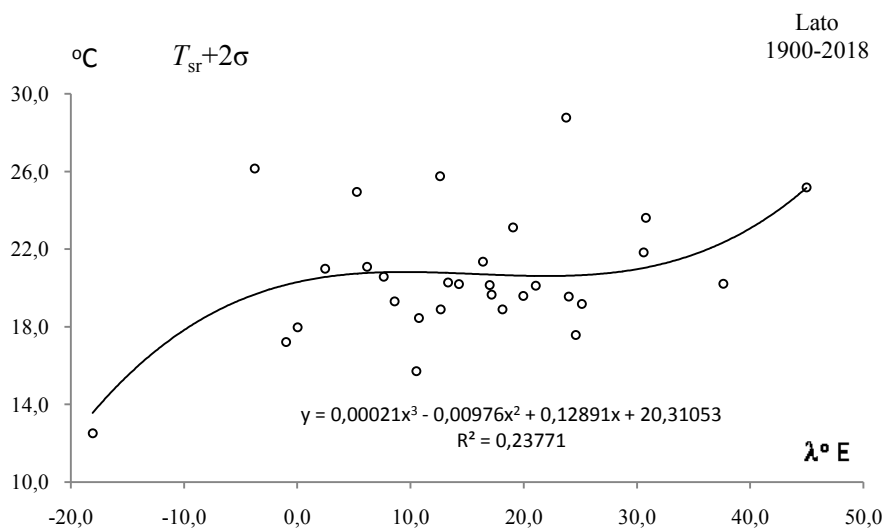
**Rys. 26.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

**Fig. 26.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in Summer in the 1900-2018 years



**Rys. 27.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr} - 2\sigma$ ) powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

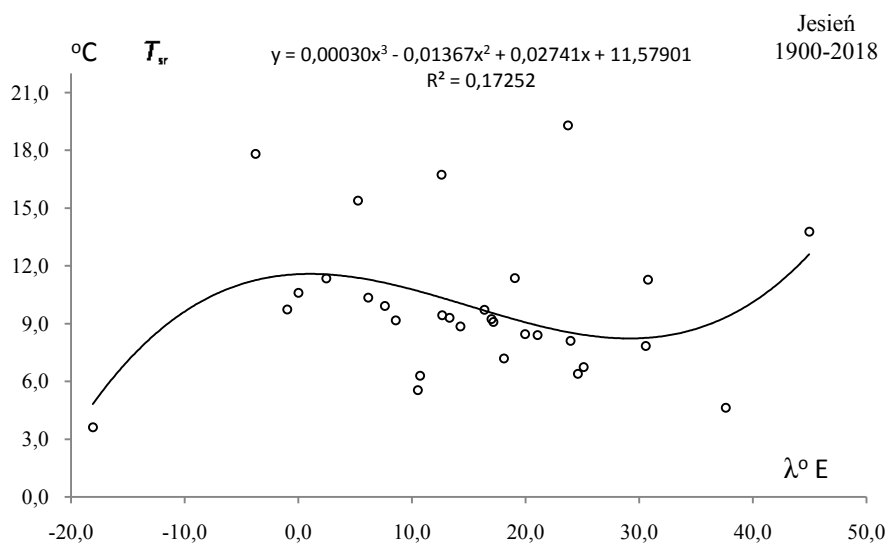
**Fig. 27.** Mmeridian profile  $y(\lambda)$  of the lower limit of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr} - 2\sigma$ ) in Europe in Summer in the 1900-2018 years



**Rys. 28.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr} + 2\sigma$ ) powietrza w Europie w lecie w latach 1900-2018

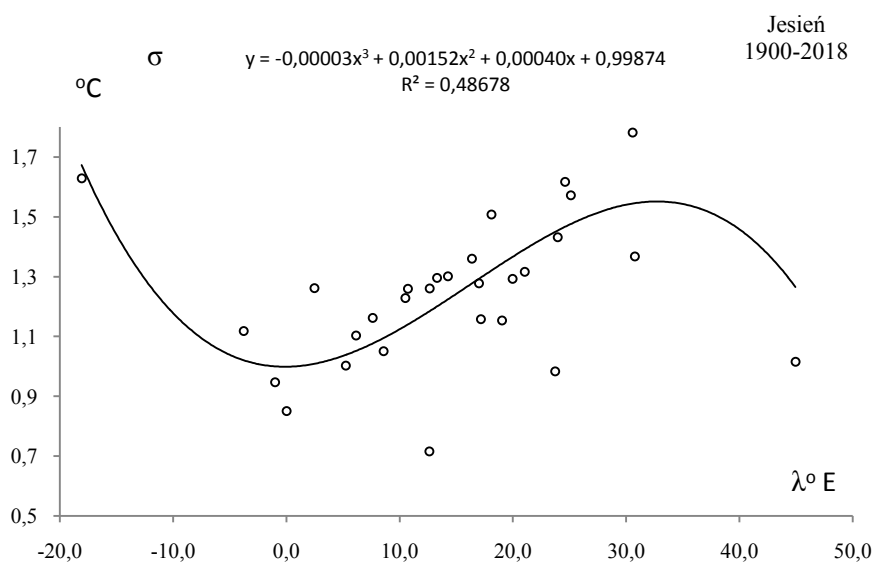
**Fig. 28.** Mmeridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr} + 2\sigma$ ) in Europe in Summer in the 1900-2018 years

## JESIEŃ



**Rys. 29.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

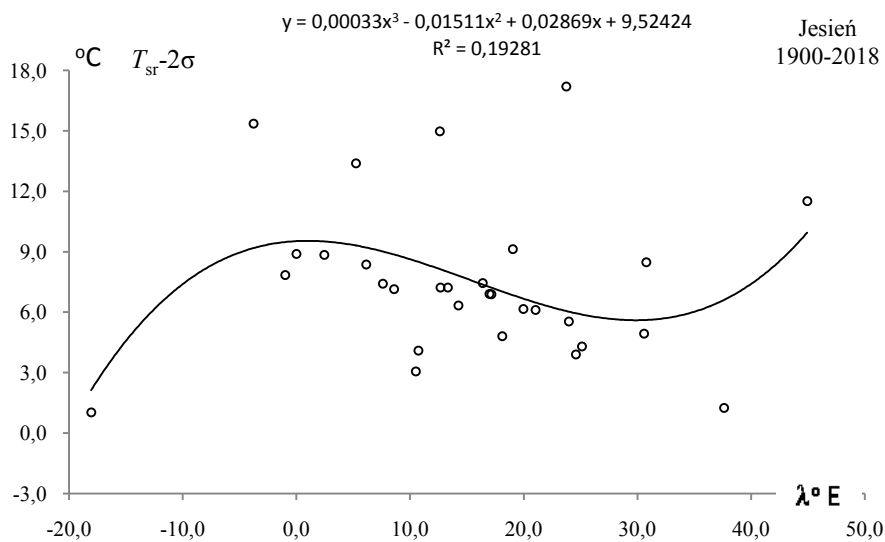
**Fig. 29.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in Autumn in the 1900-2018 years



**Rys. 30.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

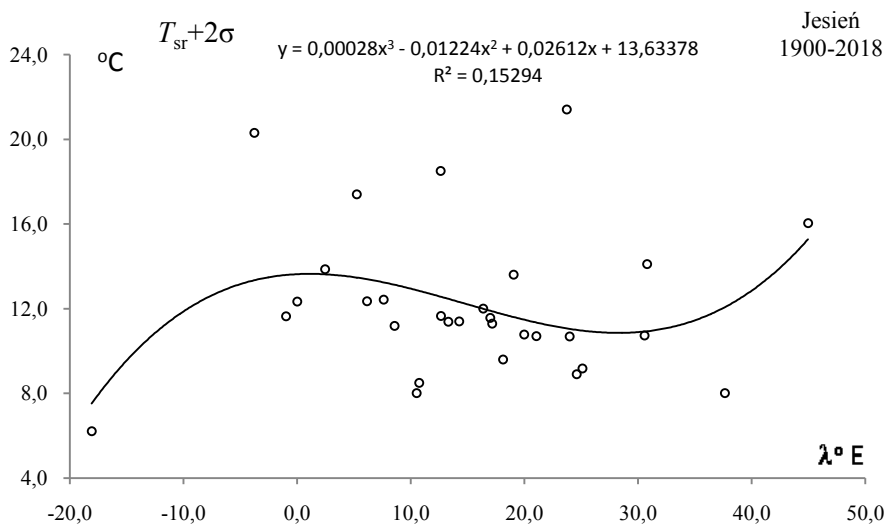
**Fig. 30.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in Autumn in the 1900-2018 years





**Rys. 31.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

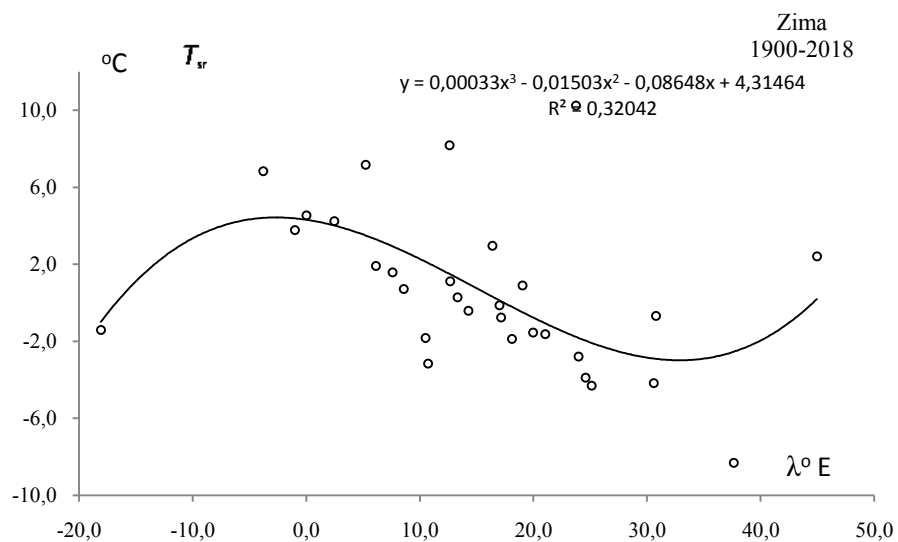
**Fig. 31.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower limit of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years



**Rys. 31.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie jesienią w latach 1900-2018

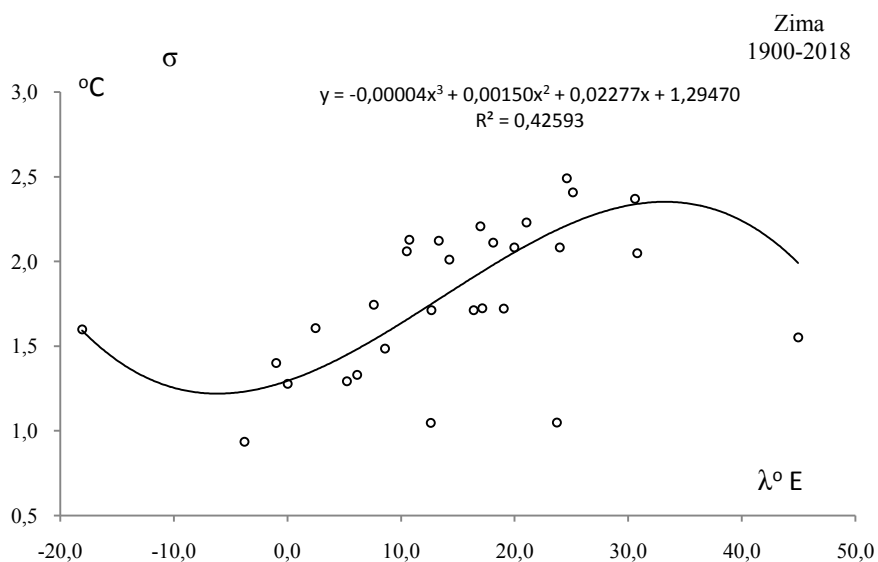
**Fig. 32.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Autumn in the 1900-2018 years

## ZIMA



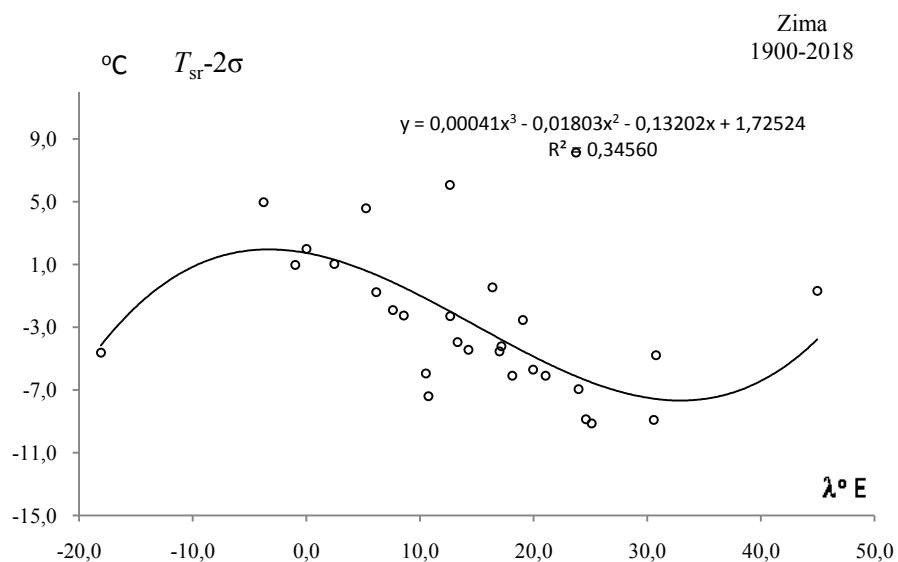
**Rys. 33.** Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

**Fig. 33.** Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in Winter in the 1900-2018 years.



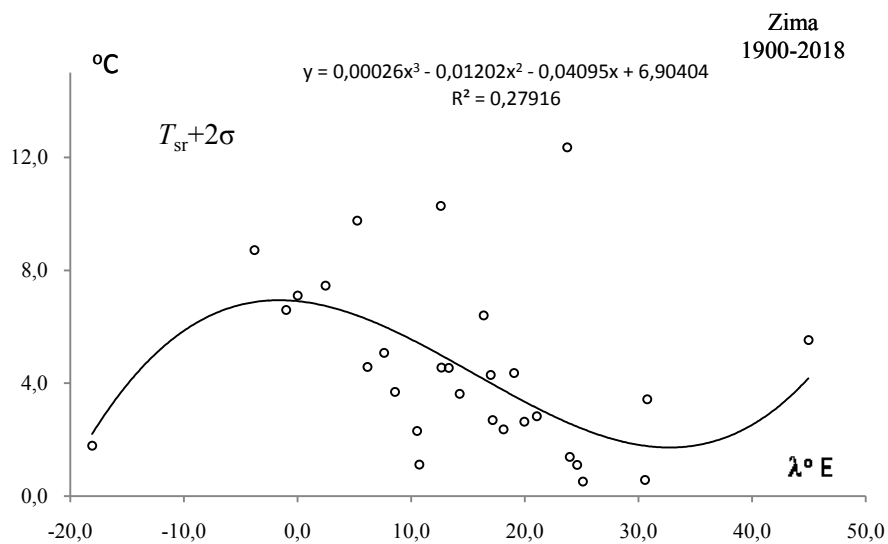
**Rys. 34.** Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

**Fig. 34.** Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in Winter in the 1900-2018 years.



**Rys. 35.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progu dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

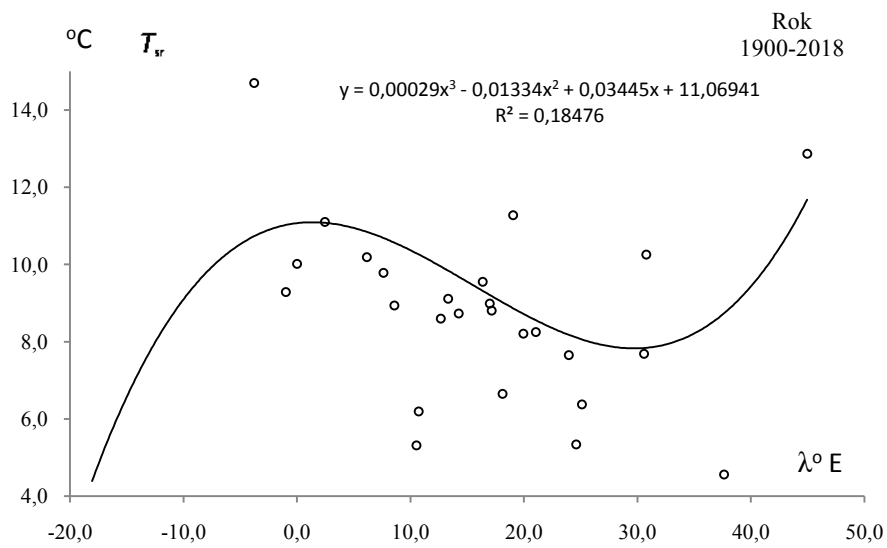
**Fig. 35.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower limit of air temperature  $\sigma(T_{sr}-2\sigma)$  in Europe in Winter in the 1900-2018 years



**Rys. 36.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progu górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w zimie w latach 1900-2018

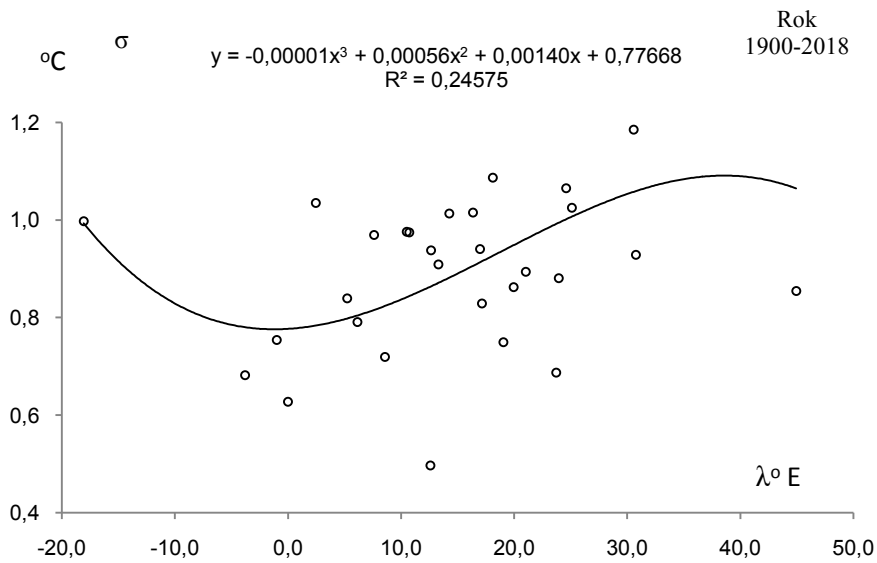
**Fig. 36.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Winter in the 1900-2018 years

ROK



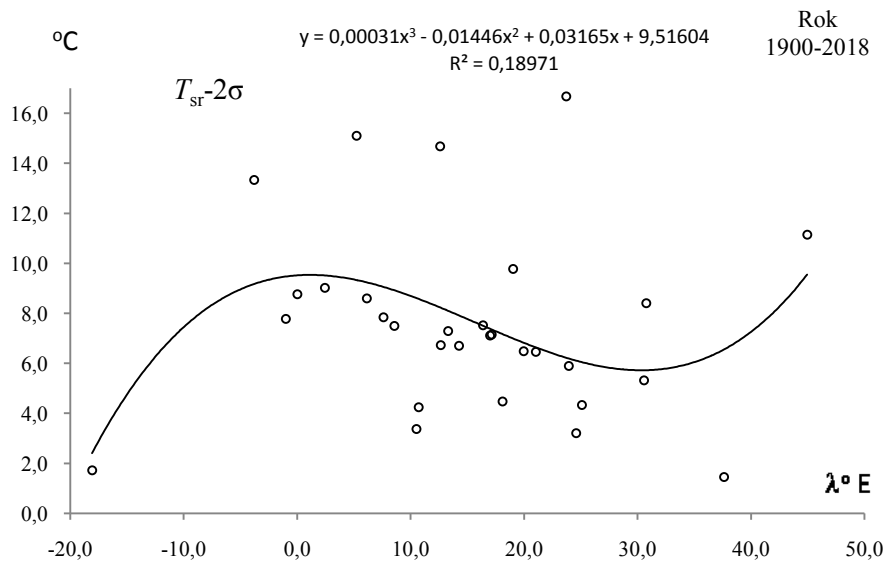
Rys. 37. Profil południkowy średniej temperatury powietrza  $T_{sr}(\lambda)$  powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

Fig. 47. Meridian profile of average air temperature  $T_{sr}(\lambda)$  in Europe in Year in the 1900-2018 years



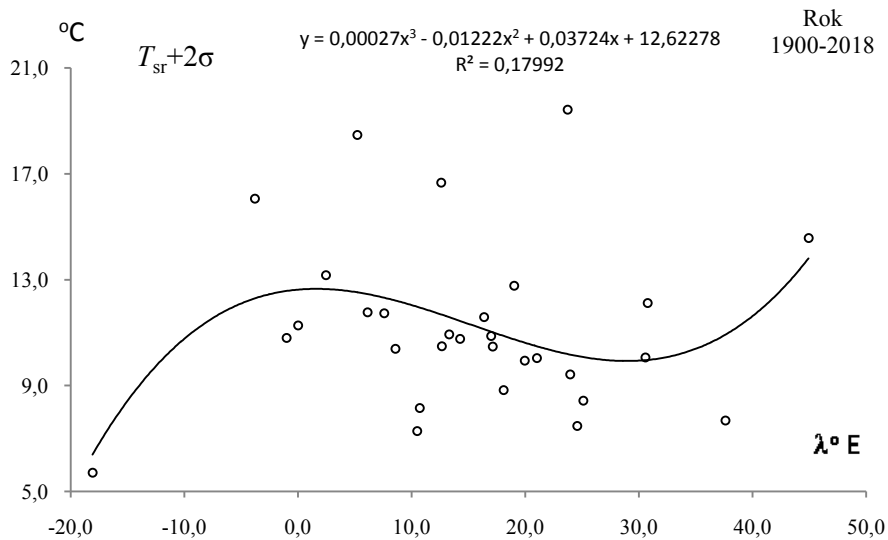
Rys. 38. Profil południkowy odchylenia standardowego temperatury powietrza  $\sigma(\lambda)$  powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

Fig. 38. Meridian profile of standard deviation air temperature  $\sigma(\lambda)$  in Europe in Year in the 1900-2018 years



**Rys. 39.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów dolnego temperatury powietrza ( $T_{sr}-2\sigma$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

**Fig. 39.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the lower limit of air temperature  $\sigma$  ( $T_{sr}-2\sigma$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years



**Rys. 40.** Profil południkowy  $y(\lambda)$  progów górnego temperatury powietrza ( $T_{sr}+2\sigma$ ) powietrza w Europie w roku w latach 1900-2018

**Fig. 40.** Meridian profile  $y(\lambda)$  of the upper end of air temperature ( $T_{sr}+2\sigma$ ) in Europe in Year in the 1900-2018 years

## VI. ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W WARSZAWIE W TYSIĄCLECIU 1500-2500 ( $\varphi = 52^{\circ}13'N$ , $\lambda = 21^{\circ}02'E$ , $H=110$ m)

### 6.1. Anomalie temperatury powietrza w Warszawie – według pomiarów (1779-2019), rekonstrukcji (1500-1778) i prognoz (2020-2500)

Rekonstrukcje i prognozy zmian temperatury powietrza w Warszawie w latach 1500-2500 opracowano na podstawie danych z lat 1779-2019. Utworzono nową serię średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza o liczebności  $n = 237$  lat, łącząc dane z lat 1779-1998 (Warszawa-Observatorium, seria homogeniczna, H. Lorenc) i 1999-2019 (Warszawa-Okęcie). Prognozy opracowano dla poszczególnych miesięcy, pór roku i roku, uwzględniając okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2019,

Rekonstrukcje i prognozy zmian temperatury powietrza w Warszawie w latach 1500-2500 opracowane według cykli wyznaczonych metodą *sinusoid regresji* J. Boryczki (1998).

Wyniki pomiarów  $y_1, \dots, y_n$ , wykonane w dowolnych odstępach czasu  $t_1, \dots, t_n$ , czyli punkty empiryczne  $(y_i, t_i)$  aproksymowano kolejnymi sinusoidami regresji o okresie  $\Theta$ , amplitudzie  $b$  i fazie  $c$ , z „krokiem”  $\Delta\Theta = 0,1$  roku. $\Theta$

$$y = a_0 + b \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta} t + c\right) \quad (1)$$

Znalezienie ukrytego okresu  $\Theta_j$  sprowadza się do wyznaczenia równania płaszczyzny regresji

$$y = a_0 + \alpha x_1 + \beta x_2 \quad (2)$$

względem zmiennych  $x_1 = \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta} t\right)$ ,  $x_2 = \cos\left(\frac{2\pi}{\Theta} t\right)$

Amplituda ( $b$ ) zmiennej klimatologicznej i przesunięcie fazowe ( $c$ ) określone są wzorami

$$b = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}, \quad \text{tg } c = \frac{\beta}{\alpha} \quad (3)$$

gdzie kąt spełnia warunki  $\alpha = b \cos c$ ,  $\beta = b \sin c$

Parametry  $a_0$ ,  $b$ ,  $c$  sinusoidy regresji (cyklu) wyznacza się tak, by suma kwadratów odchyleń  $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$  punktów empirycznych  $(t_i, y_i)$  od jej założonego wykresu była minimalna:

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 - \text{Min}, \quad R = \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{s^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Zmieniając okres sinusoidy  $\Theta$  z dowolnym odstępem czasu: np. 1, 2, ...,  $n$  lub 0,1; 0,2; ... ;  $n$  ( $n$  – liczba pomiarów) otrzymuje się ciąg liczbowy wariancji reszkowej  $\varepsilon^2_1, \varepsilon^2_2, \dots, \varepsilon^2_n$  (widmo). Okresy  $\Theta_j$  – to minima lokalne widma – maksima współczynnika korelacji  $R_i$  spośród  $R_1, R_2, \dots, R_n$ , gdzie  $s^2$  – wariancja zmiennej  $y$ . Cykle weryfikowano testem Fishera-Snedecora o 2 i  $n-3$  stopniach swobody (test,  $F_{obl} > F_{kr}$ ) (Zieliński, 1972).

$$F_{obl} = \frac{n-3}{2} \frac{R^2}{(1-R^2)} \quad (5)$$

Rekonstrukcje i prognozy wykonano według interferencji  $k$  najistotniejszych statystycznie („najsilniejszych”) cykli

$$F(t) = a_0 + at + \sum_{j=1}^k b_j \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j\right) \quad (6)$$

$i$  bez składnika liniowego ( $at=0$ )

$$f(t) = a_0 + \sum_{j=1}^k b_j \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j\right) \quad (7)$$

Dokładność aproksymacji wyników pomiarów charakteryzują współczynniki korelacji wielokrotnej  $R$ .

Okresy  $\Theta$  – to minima lokalne zamieszczonych widm temperatury powietrza w przedziale  $2.1 \leq \Theta \leq 250$  lat z odstępem  $\Theta$  co 0,1 roku. Na ogół, spadki wariancji resztkowej  $\varepsilon^2$  przy  $\Theta \rightarrow 250$  lat świadczą, że istnieją cykle długie, które nie są obecne w widmach temperatury, lecz występują w widmach danych dendrologicznych. Dlatego też w prognozach uwzględniono dodatkowo cykl 178.9 lat (astronomiczny).

Ekstrema temperatury powietrza (największe ochłodzenia i ocieplenia) w Warszawie według wyników pomiarów w latach 1779-2019 (Obserwatorium Astronomiczne 1779-1998, Okęcie 1999-2019) przedstawiono w tab. 1-19 i na rys. 1-86 (większość oznaczona  $a$ ,  $b$ ).

**Tabela 1.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2019

**Table 1.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Warsaw in years 1779-2019

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
I	-3,464	3,455584	-10,37507	3,44727
II	-2,186	3,268473	-8,72308	4,35081
III	1,492	2,621766	-3,75172	6,73534
IV	7,745	1,998956	3,74730	11,74313
V	13,599	1,86257	9,87369	17,32397
VI	17,117	1,458575	14,19960	20,03390
VII	18,830	1,480247	15,86994	21,79093
VIII	17,946	1,543262	14,85946	21,03251
IX	13,584	1,434807	10,71420	16,45343
X	8,158	1,719947	4,71814	11,59793
XI	2,554	2,079197	-1,60404	6,71275
XII	-1,571	3,071132	-7,71322	4,57131
III-V	7,612	1,489686	4,63258	10,59132
VI-VIII	17,964	1,073798	15,81679	20,11198
IX-XI	8,099	1,136372	5,82595	10,37144
XII-II	-2,412	2,373428	-7,15839	2,33532
I-XII	7,818	1,014289	5,78926	9,84642

**Tabela 2.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Warszawie w latach 1500-2500

**Table 2.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Warsaw in years 1500-2500

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,424	1,458557	-6,34125	-0,50702
II	-2,176	1,383977	-4,94397	0,591938
III	1,488	1,2350958	-0,9821186	3,9582644
IV	7,741	0,924724	5,891722	9,59062
V	13,575	0,755114	12,06493	15,08539
VI	17,097	0,717806	15,66173	18,53296
VII	18,821	0,764391	17,29196	20,34952
VIII	17,907	0,819318	16,26862	19,54589
IX	13,572	0,630571	12,31108	14,83337
X	8,157	0,735611	6,68536	9,627805
XI	2,554	0,927471	0,699135	4,409021
XII	-1,569	1,315627	-4,19987	1,062635
III-V	7,624	0,771807	6,080748	9,167975
VI-VIII	17,943	0,627133	16,68876	19,19729
IX-XI	8,089	0,508047	7,072682	9,10487
XII-II	-2,382	1,149141	-4,68074	-0,08417
I-XII	7,813	0,442537	6,927884	8,69803

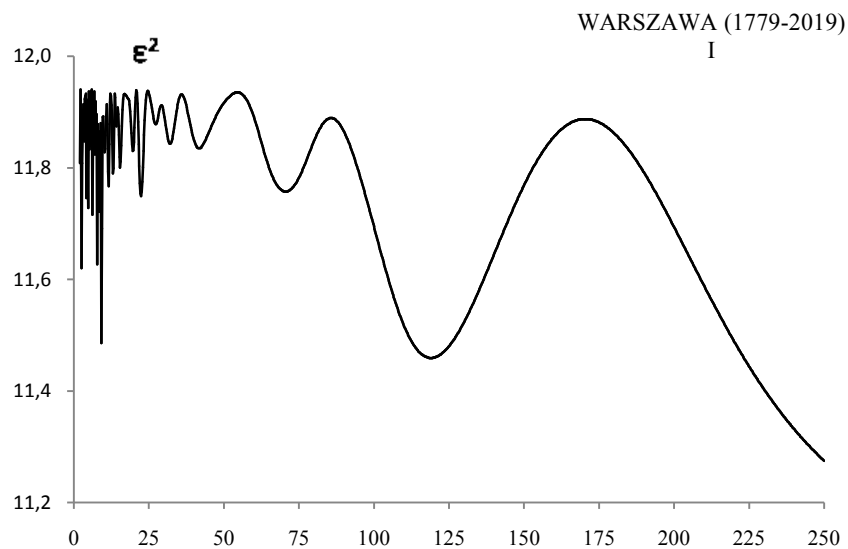
### STYCZEŃ (I)

**Tabela 3.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w styczniu, w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

**Table 3.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in January in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

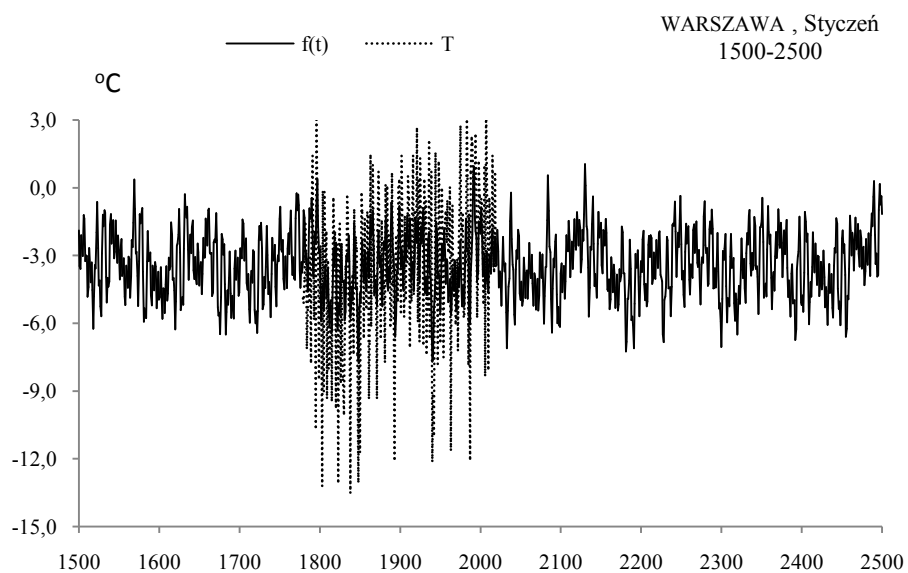
$F(t) = -25,914181 + 0,011807 t + \dots$ , $R = 0,502107$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,3	0,918756	-1,57382	11,513	0,189	4,406
7,8	0,826861	-0,14394	11,627	0,162	3,201
9,2	0,993687	-1,60901	11,486	0,195	4,695
11,5	0,612227	0,29100	11,766	0,121	1,763
22,4	0,578955	0,97884	11,749	0,127	1,937
32,1	0,390261	1,87405	11,843	0,091	0,981
41,7	0,399900	2,18318	11,835	0,094	1,062
70,6	0,393229	0,01199	11,757	0,124	1,855
119,0	0,712162	2,22143	11,459	0,201	4,985
178,9	0,269861	2,57146	11,867	0,079	0,739





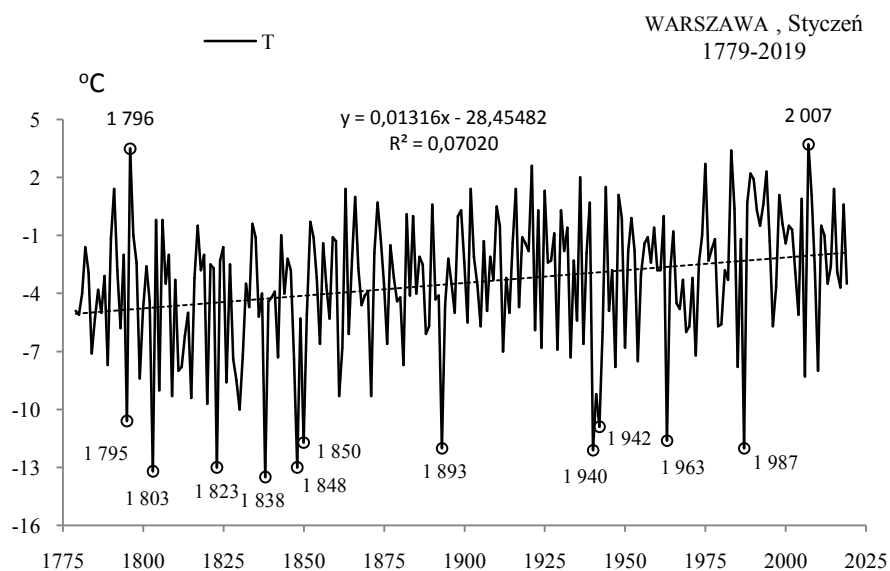
**Rys. 1.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 1.** Spectrum of air temperature in Warsaw in January in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

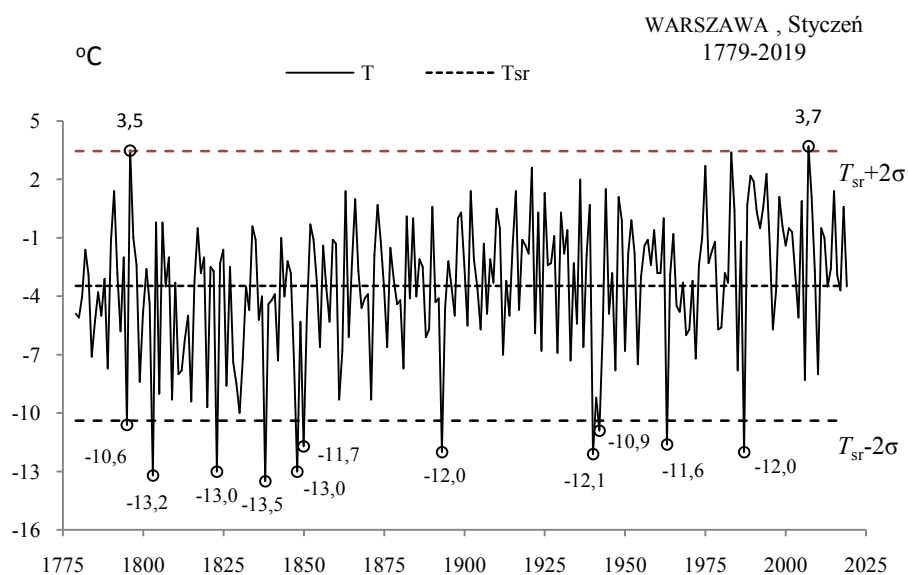


**Rys. 2.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).

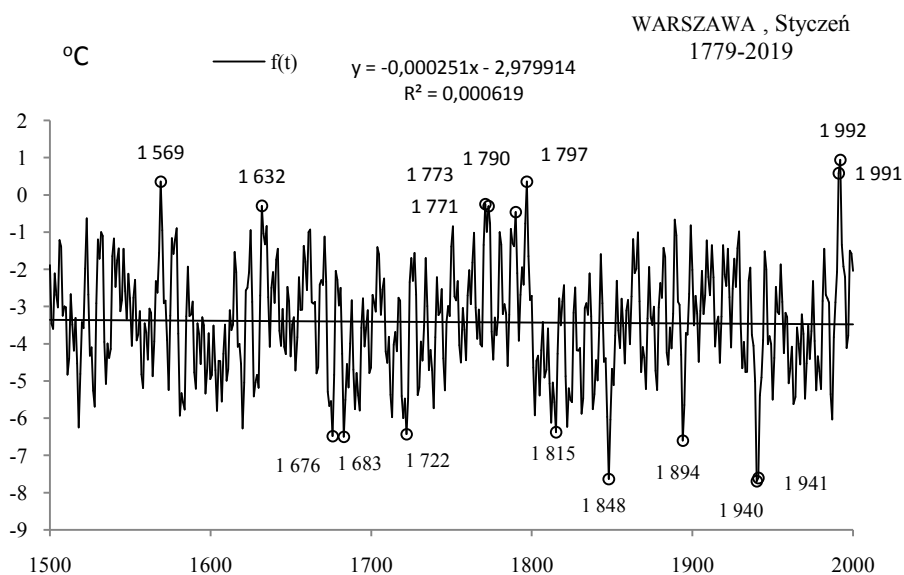
**Fig. 2.** Air temperature changes in Warsaw in January in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



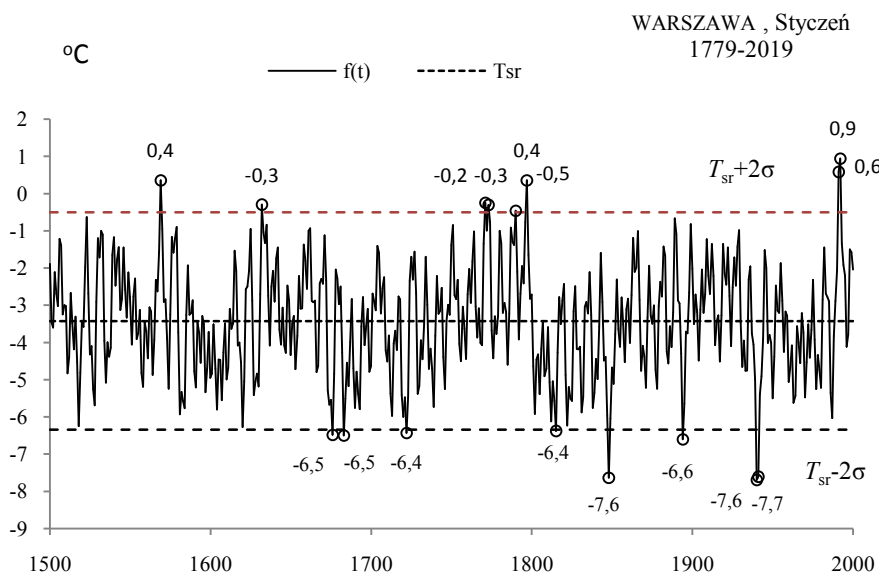
**Rys. 3a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1779-2019  
**Fig. 3a.** Changes of air temperature in Warsaw in January in the 1779-2019 years



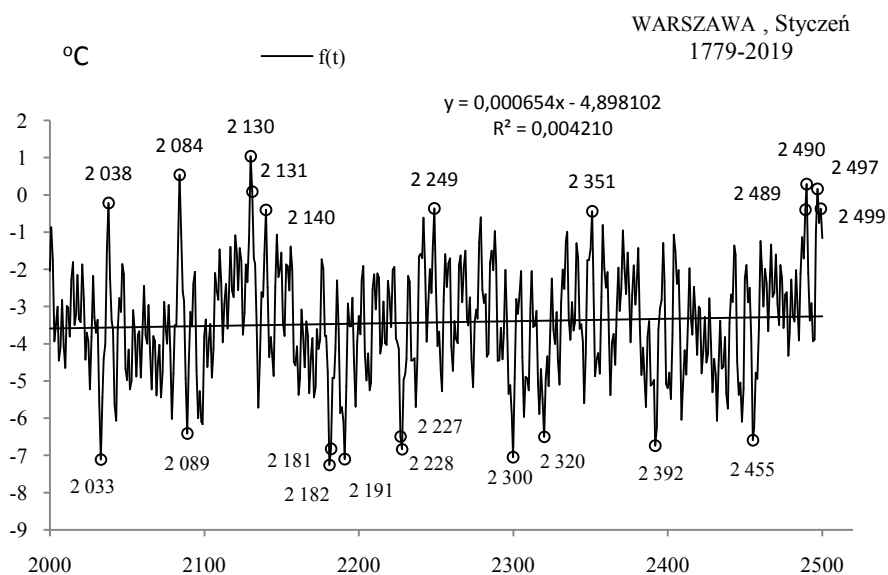
**Rys. 3b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1779-2019  
**Fig. 3b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in January in the 1779-2019 years



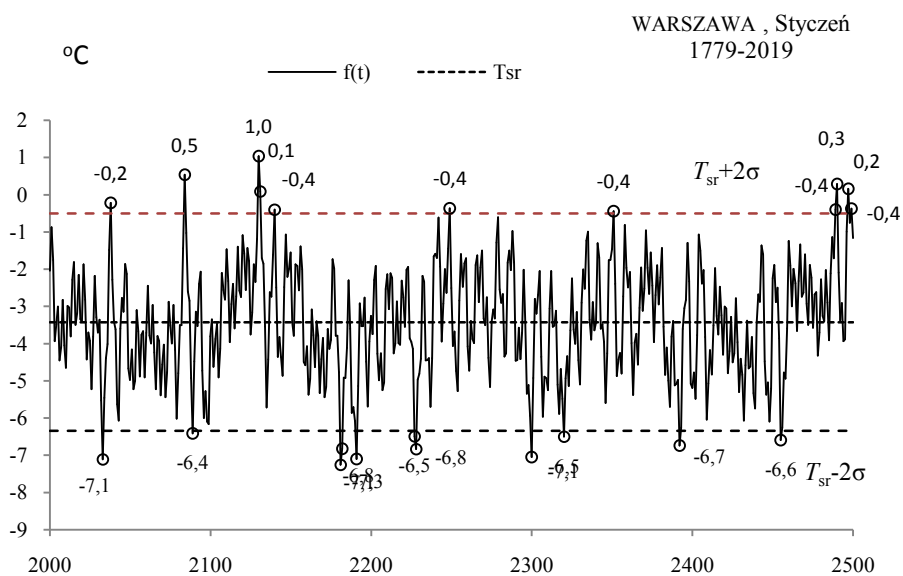
**Rys. 4a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1500-2000  
**Fig. 4a.** Changes of air temperature in Warsaw in January in the 1500-2000 years



**Rys. 4b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 1500-2000  
**Fig. 4b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in January in the 1500-2000 years



**Rys. 5a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 2000-2500  
**Fig. 3a.** Changes of air temperature in Warsaw in January in the 2000-2500 years



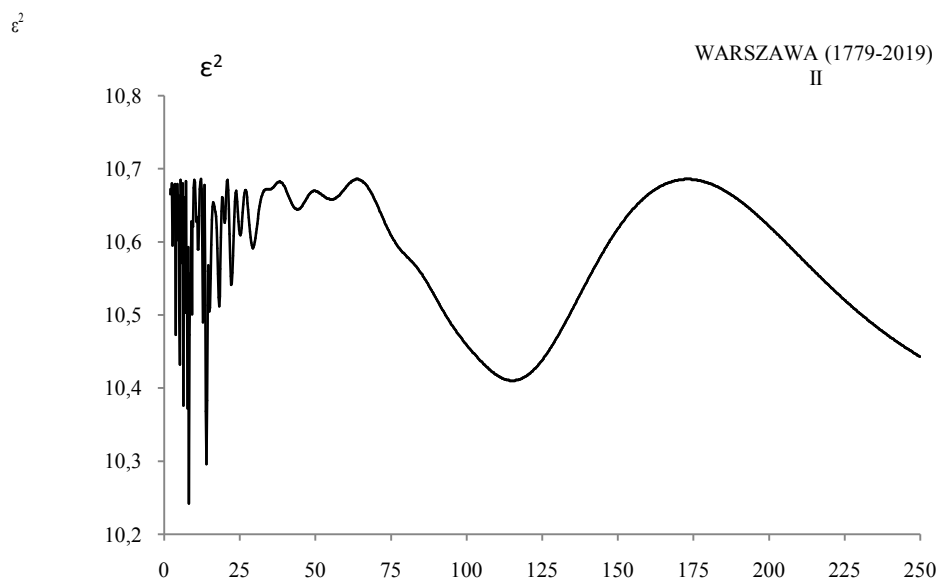
**Rys. 5b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w styczniu w latach 2000-2500  
**Fig. 5b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in January in the 2000-2500 years

## LUTY (II)

**Tabela 4.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w lutym, w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

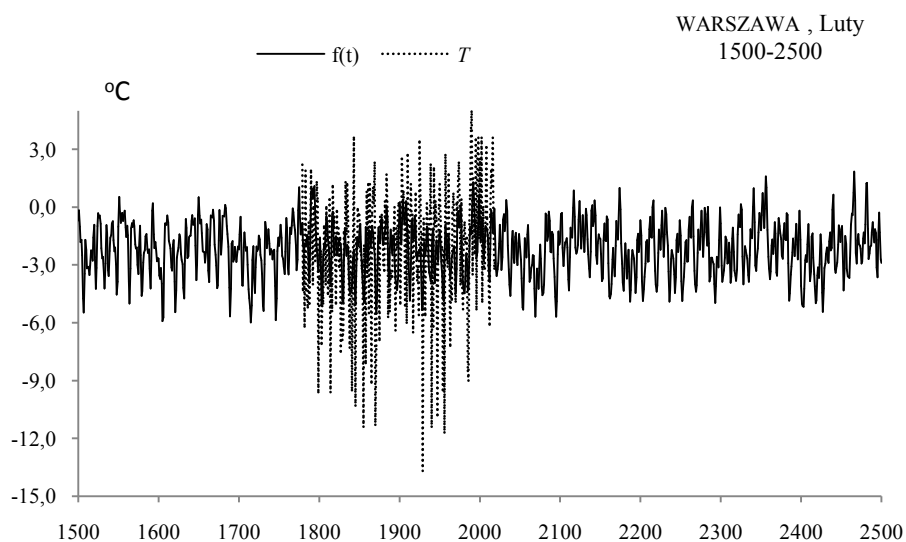
**Table 4.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in February in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = -15,596396 x + 0,007025$ , $R = 0,458848$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,8	0,642492	1,362941	10,516	0,125	1,881
5,2	0,744511	-0,160545	10,47	0,141	2,410
8,3	0,947655	1,980150	10,267	0,197	4,800
14	0,834558	0,880126	10,334	0,181	4,001
18,2	0,565031	-1,465441	10,542	0,115	1,584
22,3	0,557658	-1,719975	10,556	0,109	1,425
29,4	0,358749	-0,946612	10,581	0,098	1,141
44,1	0,415787	0,531569	10,635	0,067	0,534
115,1	0,239336	-1,900235	10,449	0,148	2,653
178,9	0,030813	1,101773	10,682	0,009	0,010

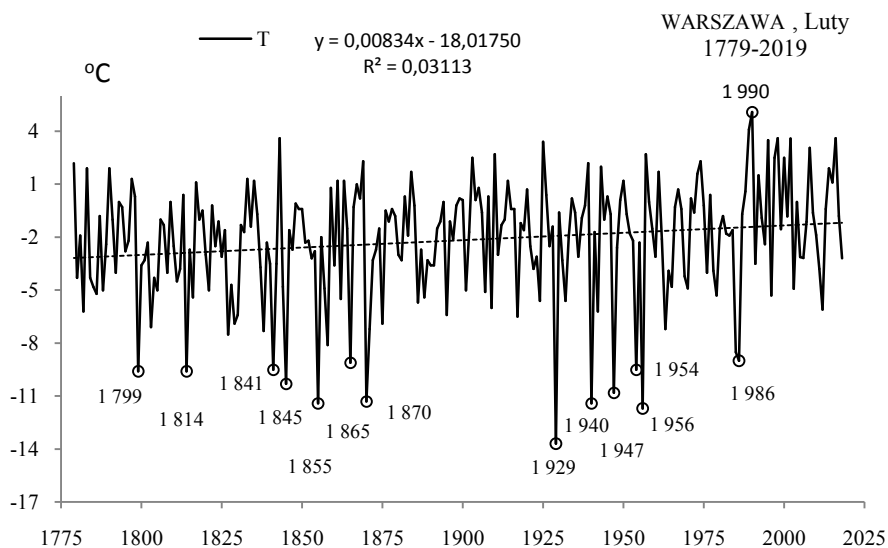


**Rys. 6.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

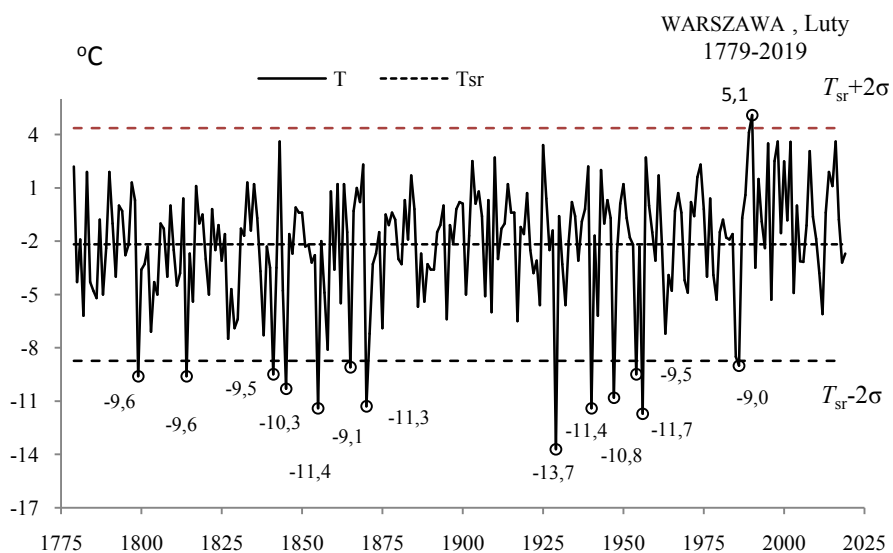
**Fig.6.** Spectrum of air temperature in Warsaw in February in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



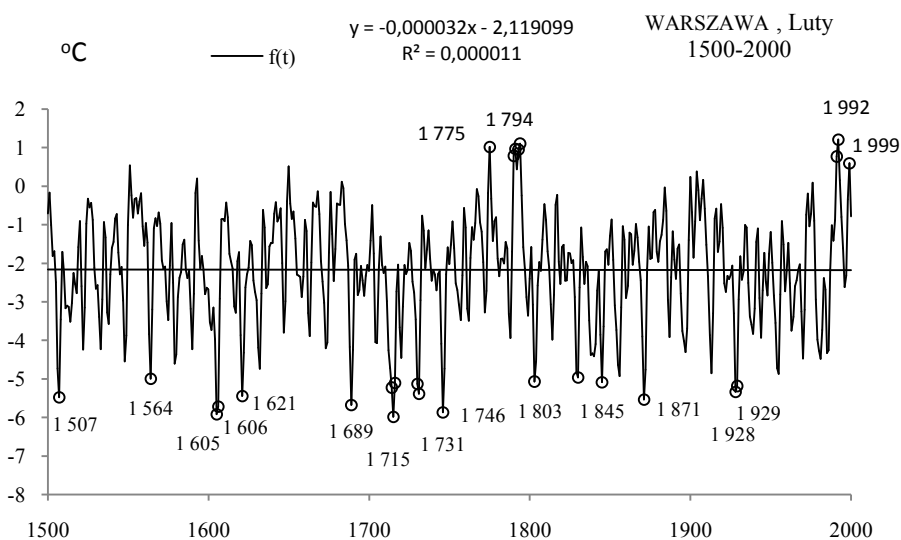
**Rys. 7.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1500-2500 ,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 7.** Air temperature changes in Warsaw in February in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



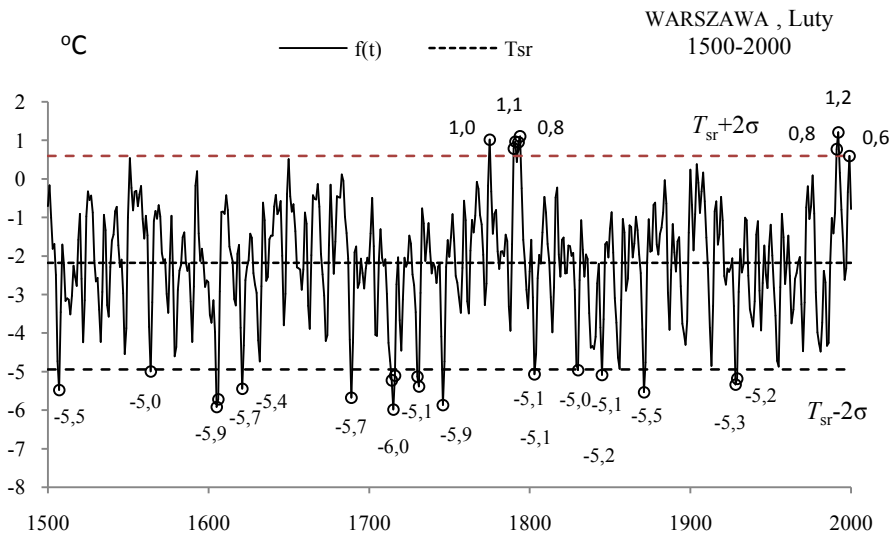
**Rys. 8a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1779-2019  
**Fig. 8a.** Changes of air temperature in Warsaw in February in the 1779-2019 years



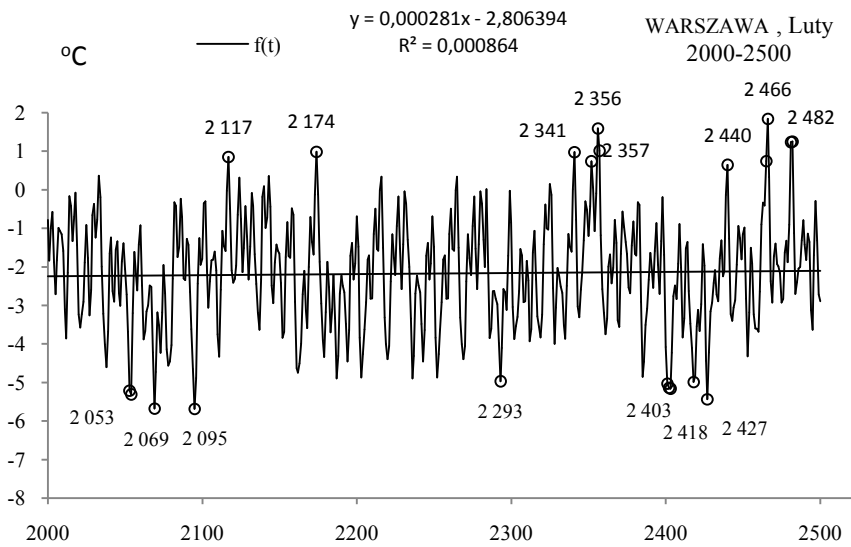
**Rys. 8b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1779-2019  
**Fig. 8b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in February in the 1779-2019 years



**Rys. 9a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1500-2000  
**Fig. 9a.** Changes of air temperature in Warsaw in February in the 1500-2000 years

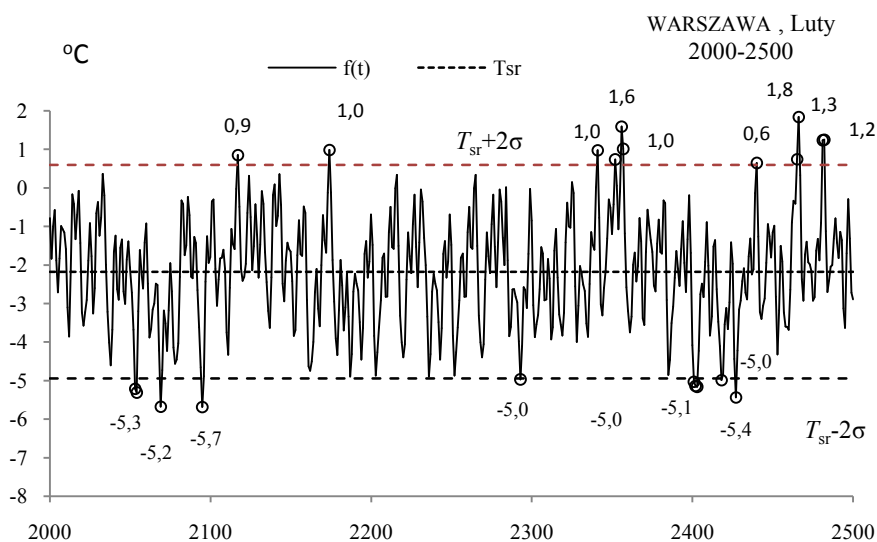


**Rys. 9b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 1500-2000  
**Fig. 9b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in February in the 1500-2000 years



**Rys. 10a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 2000-2500  
**Fig. 10a.** Changes of air temperature in Warsaw in February in the 2000-2500 years





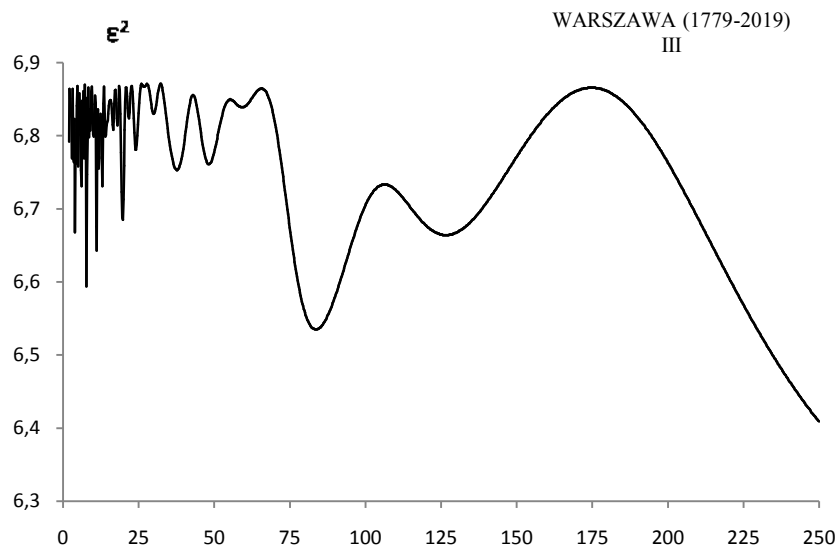
**Rys. 10b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lutym w latach 2000-2500  
**Fig. 10b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in February in the 2000-2500 years

### MARZEC (III)

**Tabela 5.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w marcu, w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

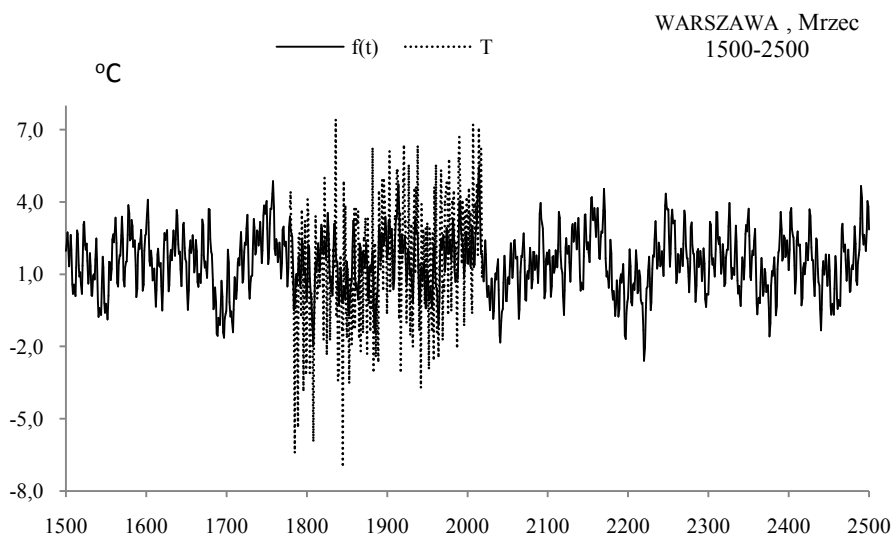
**Table 5.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in March in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$F(t) = -14,572873 x + 0,008440, R = 0,557466$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,0	0,639274	-1,996393	6,668	0,173	3,655
7,8	0,747790	0,274754	6,594	0,202	5,026
11,1	0,684107	-0,969893	6,622	0,191	4,504
19,7	0,507257	0,076736	6,682	0,167	3,399
24,1	0,293588	-2,041263	6,78	0,117	1,637
37,7	0,482372	-1,265611	6,753	0,133	2,118
48,3	0,319114	-2,698589	6,761	0,128	1,975
83,6	0,729097	2,392391	6,535	0,222	6,141
126,7	0,533177	2,373830	6,664	0,175	3,729
178,9	0,437144	2,302665	6,863	0,039	0,184



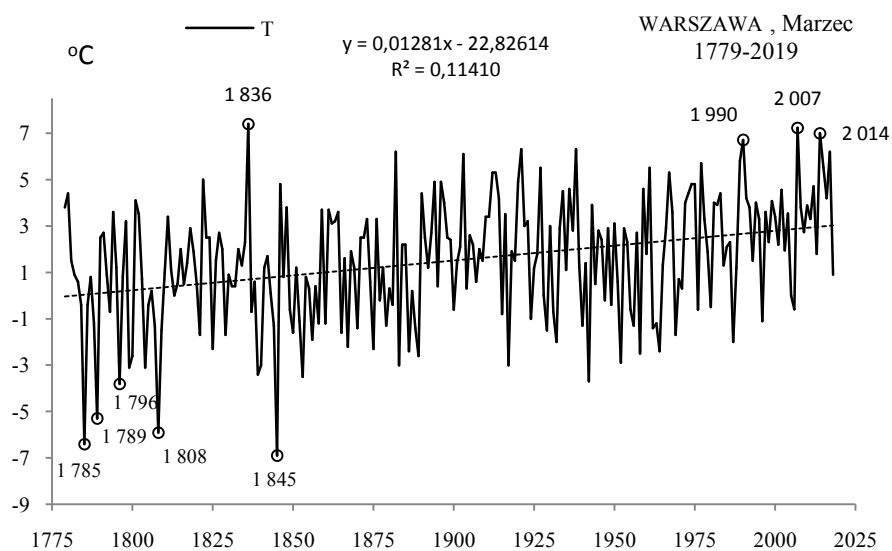
**Rys. 11.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 11.** Spectrum of air temperature in Warsaw in March in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

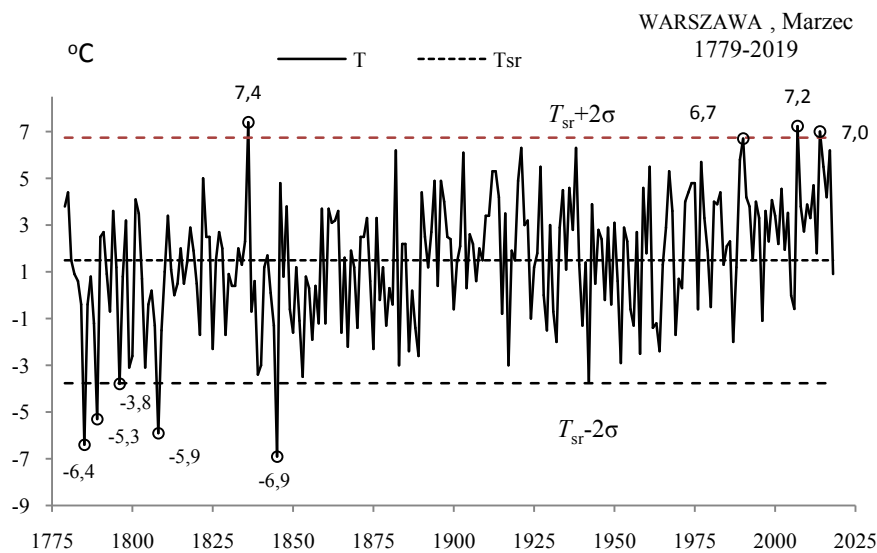


**Rys. 12.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).

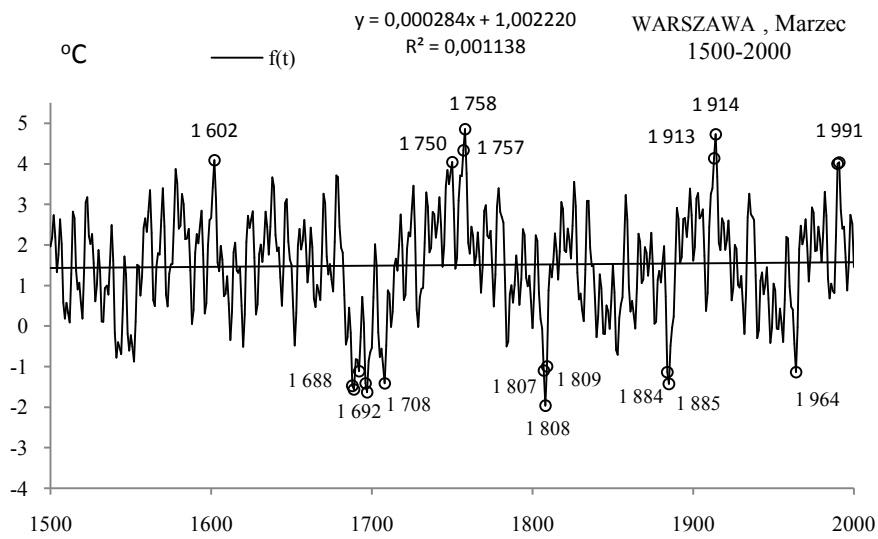
**Fig. 12.** Air temperature changes in Warsaw in March in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



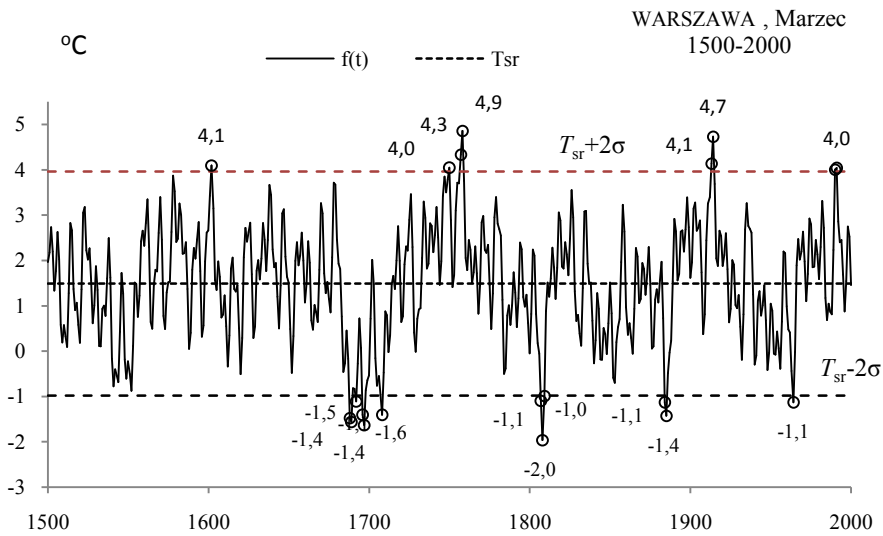
**Rys. 13a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1779-2019  
**Fig. 13a.** Changes of air temperature in Warsaw in March in the 1779-2019 years



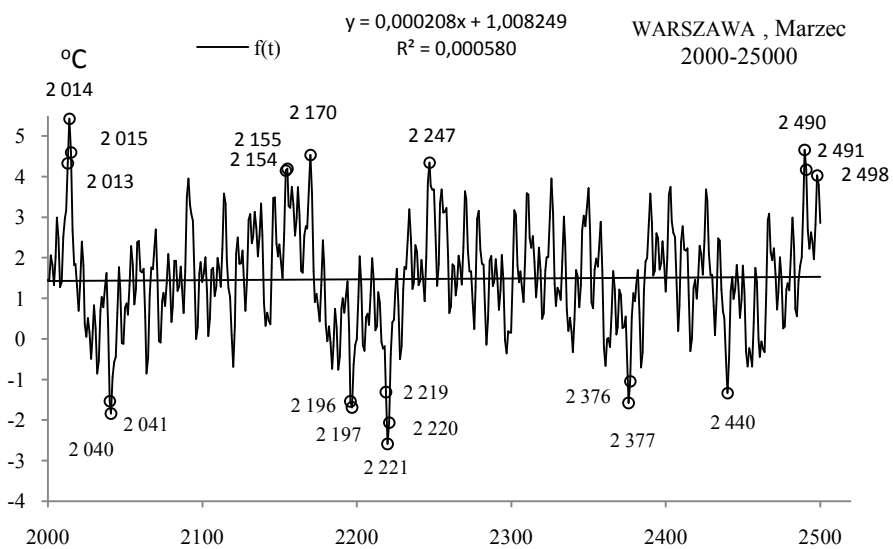
**Rys. 13b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1779-2019  
**Fig. 13b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in March in the 1779-2019 years



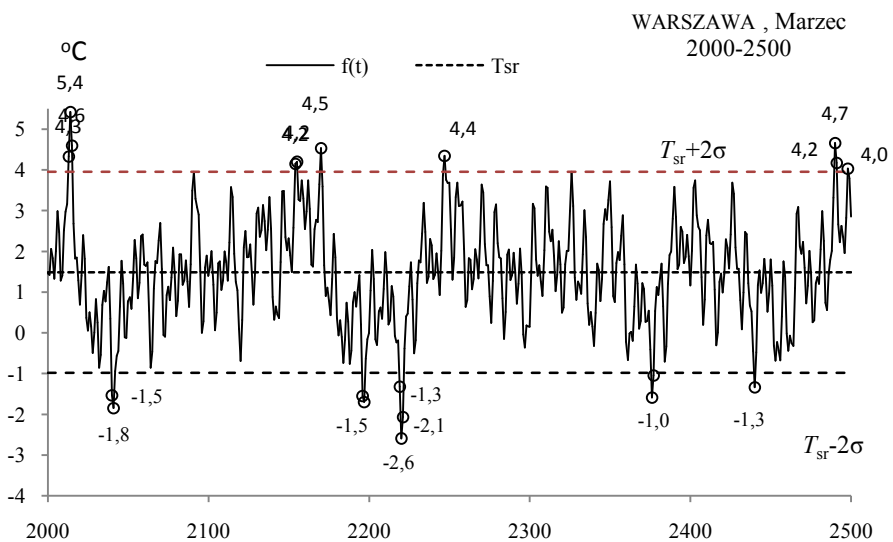
**Rys. 14a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1500-2000  
**Fig. 14a.** Changes of air temperature in Warsaw in March in the 1500-2000 years



**Rys. 14b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 1500-2000  
**Fig. 14b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in March in the 1500-2000 years



**Rys. 15a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 2000-2500  
**Fig. 15a.** Changes of air temperature in Warsaw in March in the 2000-2500 years



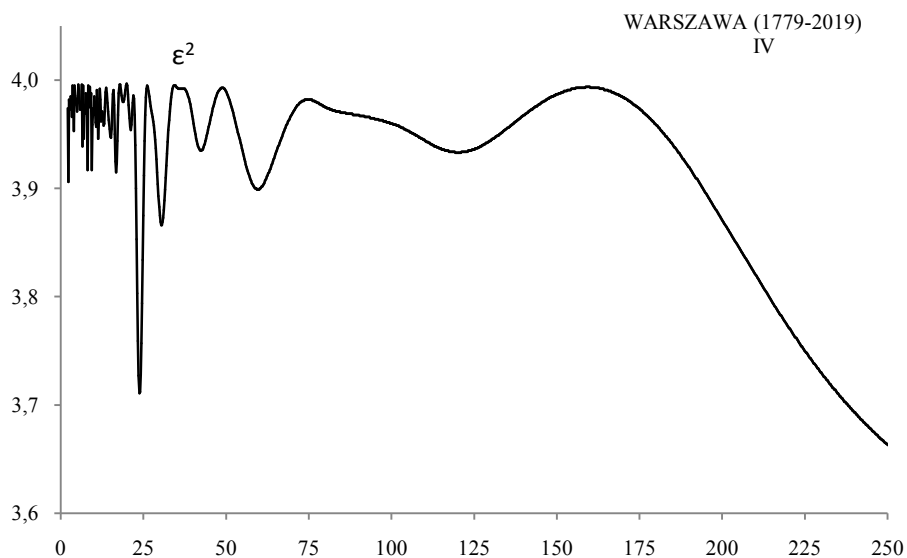
**Rys. 15b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w marcu w latach 2000-2500  
**Fig. 15b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in March in the 2000-2500 years

## KWIECIEŃ (IV)

**Tabela 6.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu, w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{\text{obl}}$  – test Fishera-Snedecora

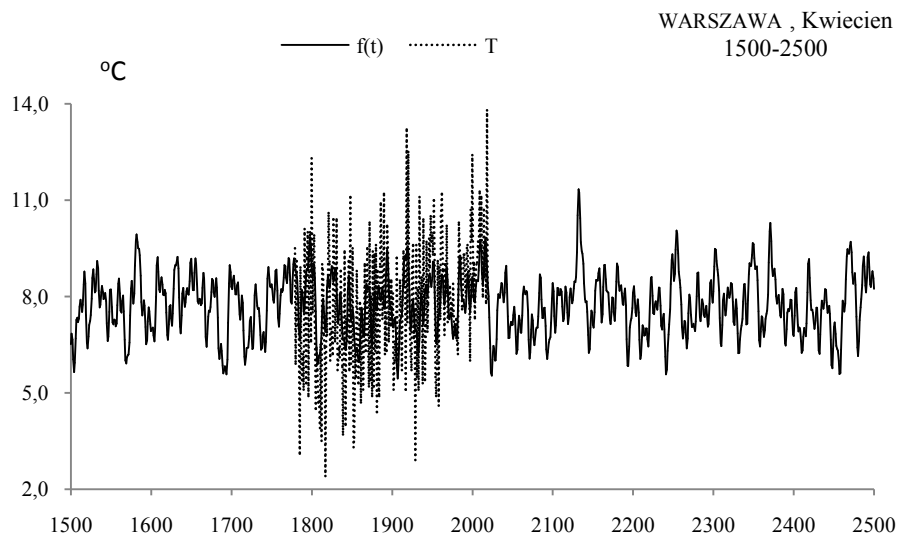
**Table 6.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in April in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{\text{obl}}$  – F-test)

$F(t) = -6,075350 x + 0,007230$ , $R = 0,549563$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{\text{obl}}$
5,3	0,408207	-0,286361	3,92	0,138	2,293
8,2	0,382203	1,351105	3,917	0,140	2,385
11,4	0,319878	1,173872	3,946	0,112	1,497
16,8	0,403213	1,262788	3,915	0,142	2,447
23,9	0,701803	-0,076772	3,709	0,268	9,164
30,5	0,445318	2,106628	3,866	0,180	3,980
42,4	0,319834	0,000126	3,935	0,123	1,832
59,6	0,316388	-2,588583	3,899	0,156	2,943
120,2	0,311437	3,009397	3,933	0,125	1,893
178,9	0,355938	1,516560	3,962	0,092	1,012

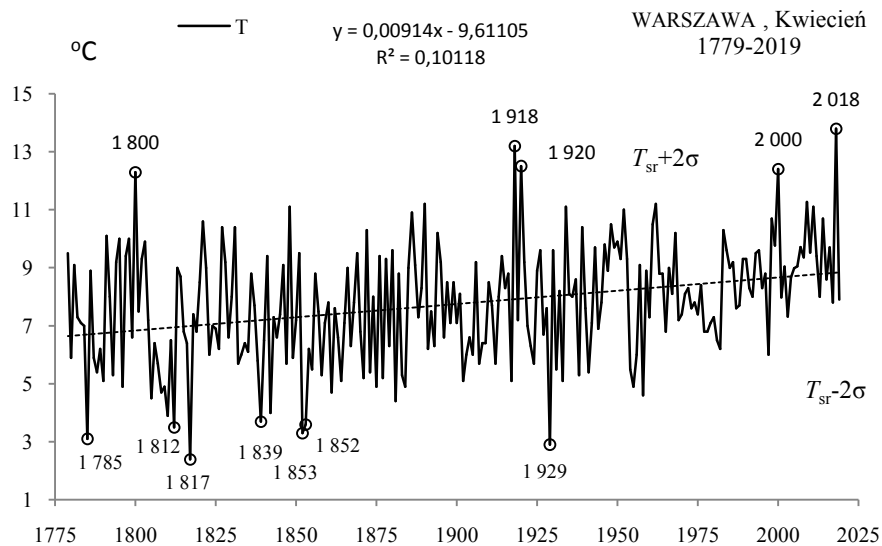


**Rys. 16.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

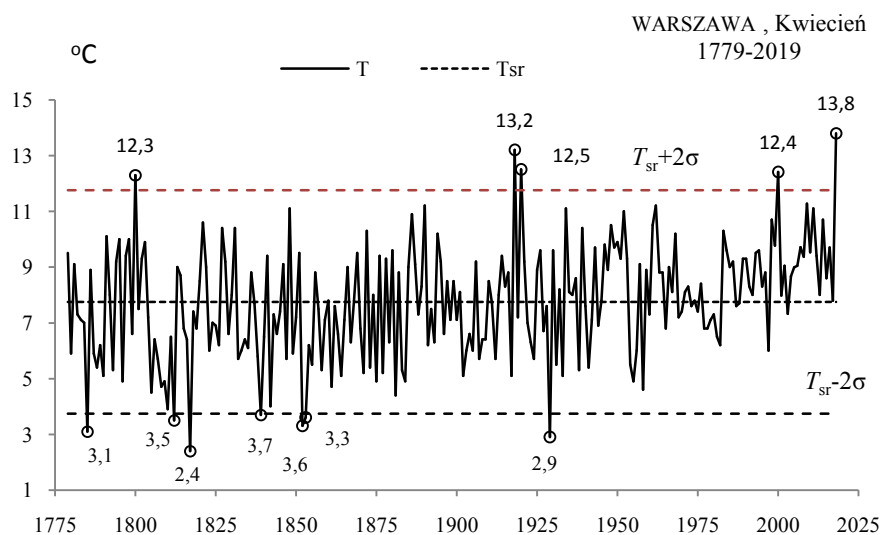
**Fig. 16.** Spectrum of air temperature in Warsaw in April in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



**Rys. 17.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1500-2500 ,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 17.** Air temperature changes in Warsaw in April in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

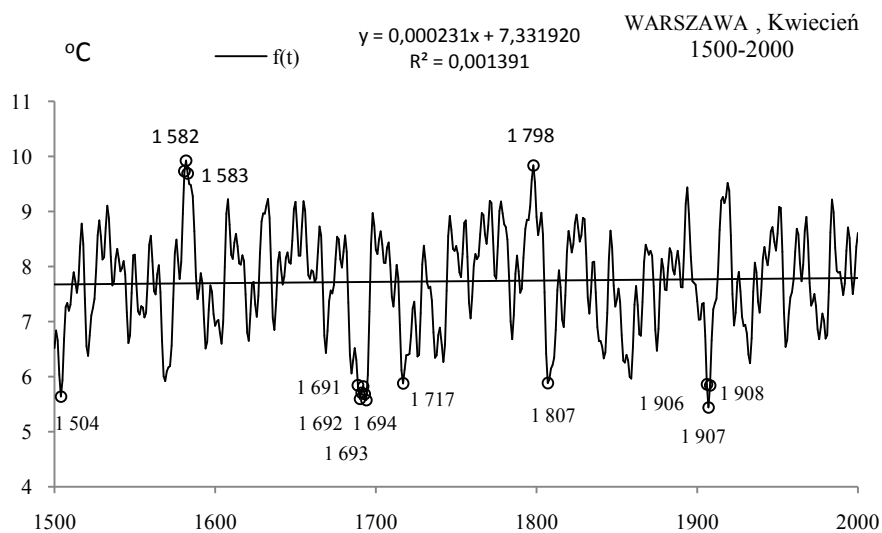


**Rys. 18a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1779-2019  
**Fig. 18a.** Changes of air temperature in Warsaw in April in the 1779-2019 years



**Rys. 18b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1779-2019

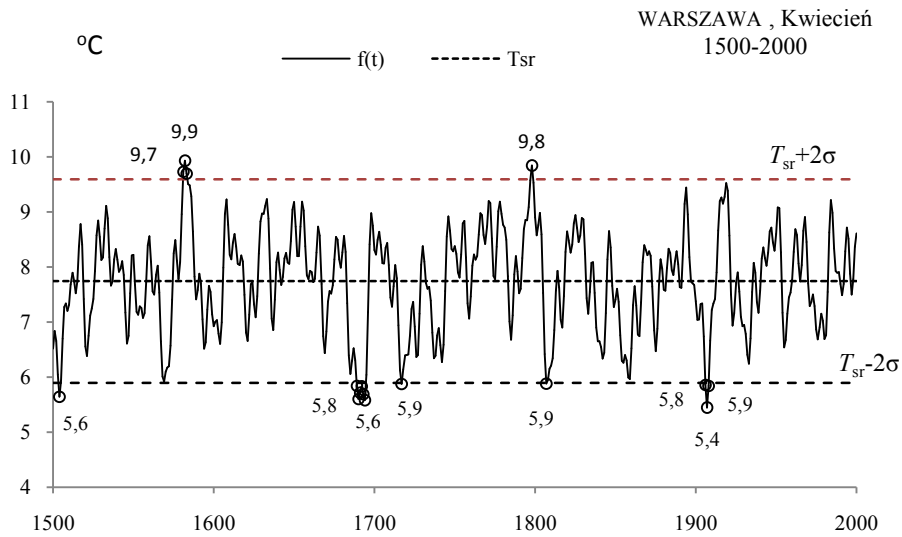
**Fig. 18b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in April in the 1779-2019 years



**Rys. 19a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1500-2000

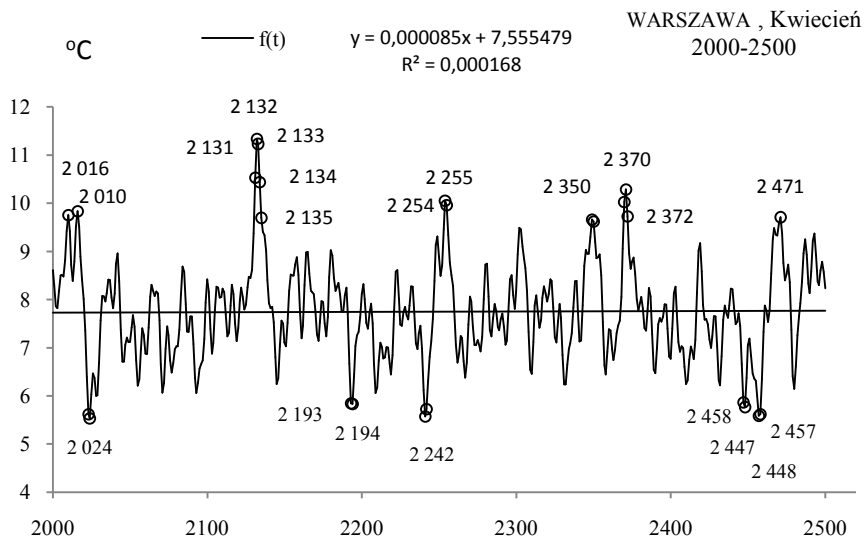
**Fig. 19a.** Changes of air temperature in Warsaw in April in the 1500-2000 years





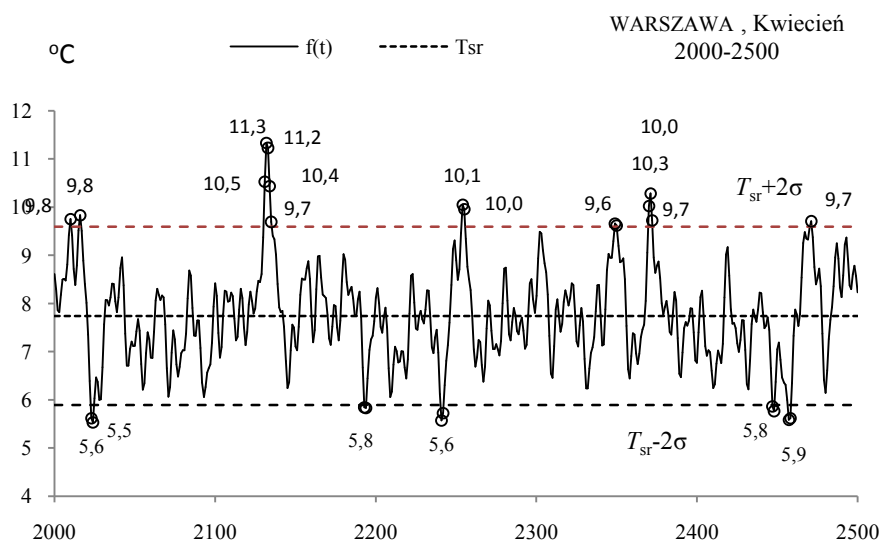
**Rys. 19b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 1500-2000

**Fig. 18b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in April in the 1500-2000 years



**Rys. 20a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 2000-2500

**Fig. 20a.** Changes of air temperature in Warsaw in April in the 2000-2500 years



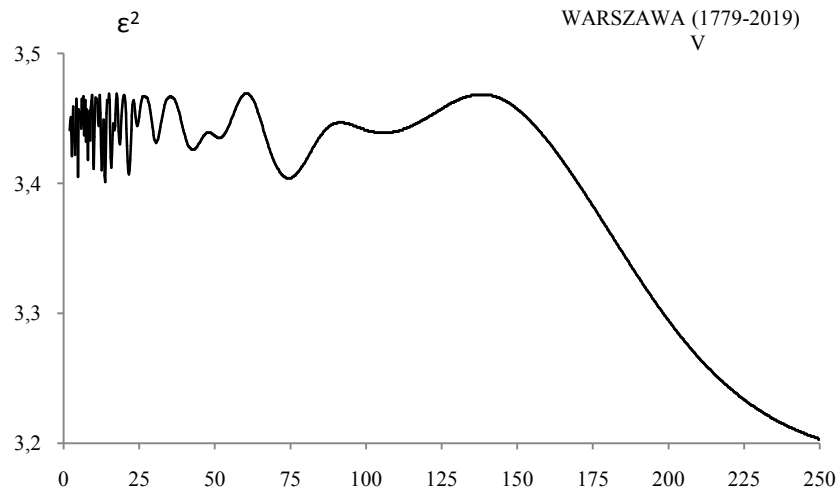
**Rys. 20b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w kwietniu w latach 2000-2500

**Fig. 20b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in April in the 2000-2500 years

### MAJ (V)

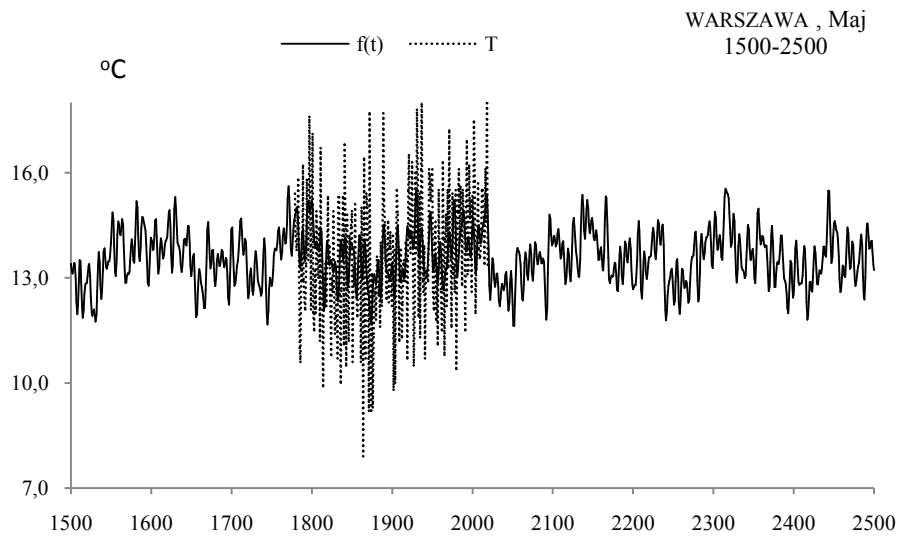
**Tabela 7.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 7.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in May in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$F(t) = 5,269454 \cdot x + 0,004312 \cdot t + \dots$ ; $R = 0,440632$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,9	0,380966	0,411954	3,331	0,146	2,598
8,2	0,294853	-1,024626	3,356	0,119	1,696
10,1	0,366561	0,837486	3,34	0,137	2,272
12,7	0,402362	-0,354113	3,316	0,161	3,146
21,3	0,293088	-1,670283	3,353	0,122	1,803
29,6	0,238985	2,354023	3,372	0,097	1,125
50,2	0,293490	-2,846691	3,348	0,128	1,983
72,1	0,275945	-2,944678	3,338	0,139	2,344
103,7	0,170569	-0,857423	3,382	0,080	0,772
178,9	0,428489	1,757493	3,284	0,188	4,331



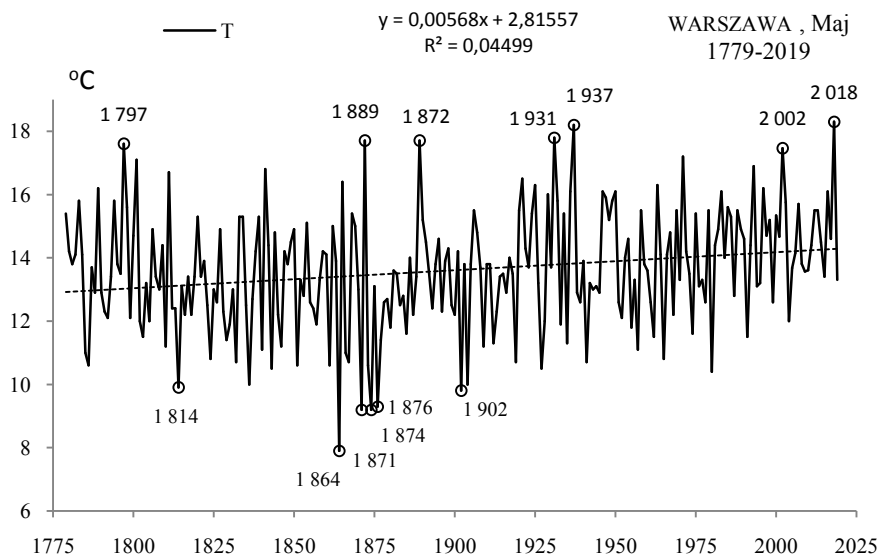
**Rys. 21.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 21.** Spectrum of air temperature in Warsaw in May in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

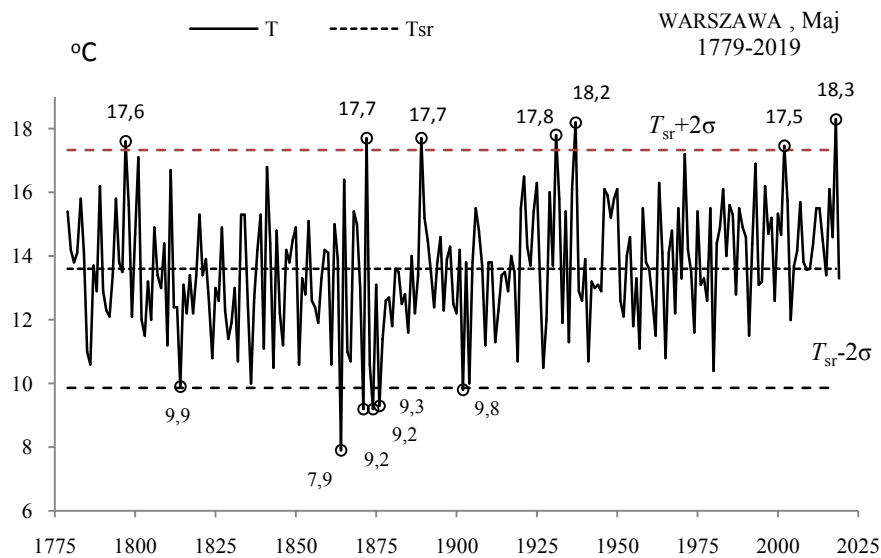


**Rys. 22.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).

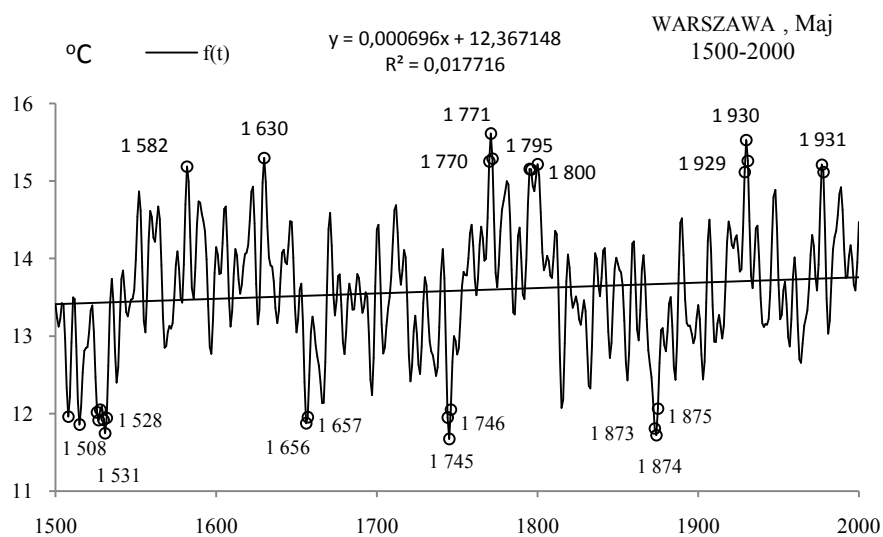
**Fig. 22** Air temperature changes in Warsaw in May in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



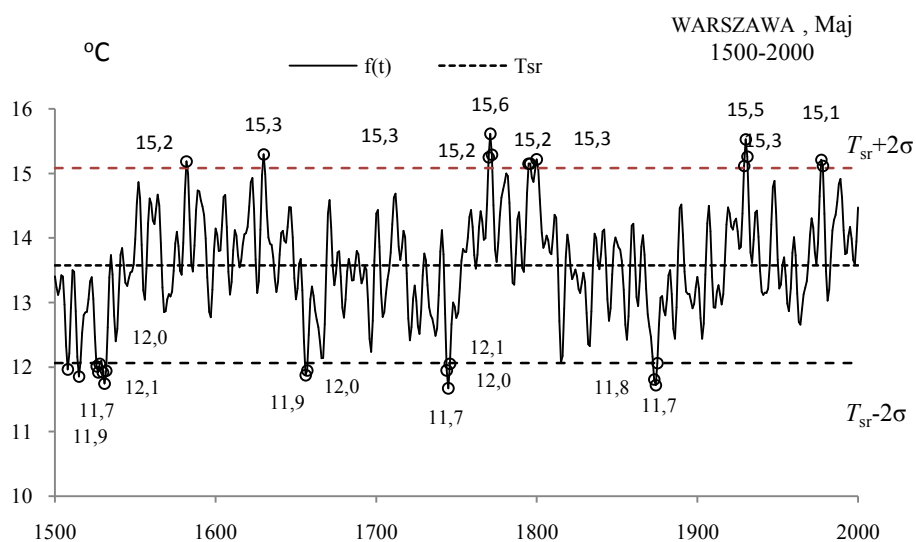
**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1779-2019  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Warsaw in May in the 1779-2019 years



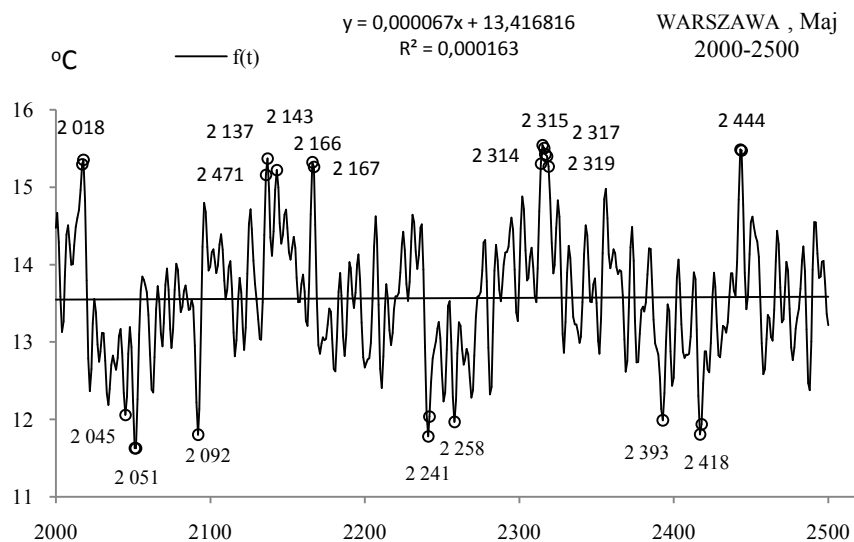
**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1779-2019  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in May in the 1779-2019 years



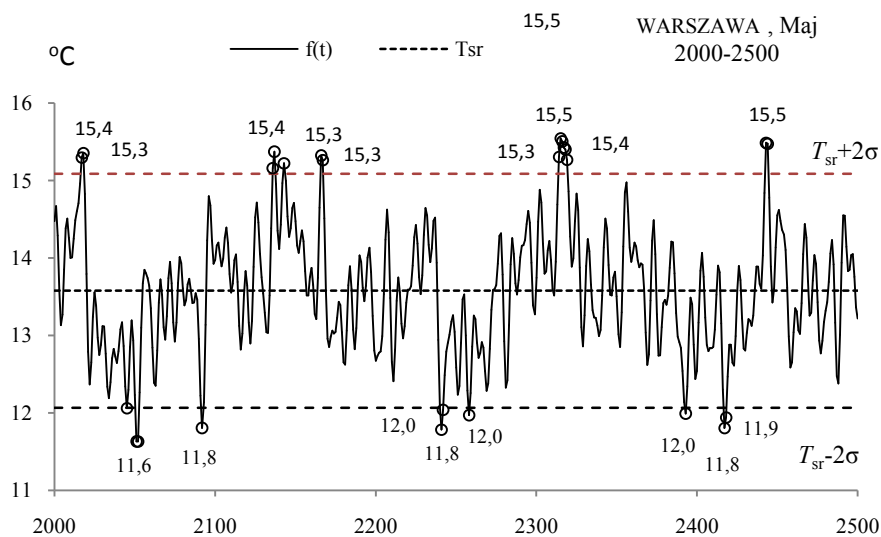
**Rys. 24a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1500-2000  
**Fig. 24a.** Changes of air temperature in Warsaw in May in the 1500-2000 years



**Rys. 24b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 1500-2000  
**Fig. 24b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in May in the 1500-2000 years



**Rys. 25a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 2000-2500  
**Fig. 25a.** Changes of air temperature in Warsaw in May in the 2000-2500 years



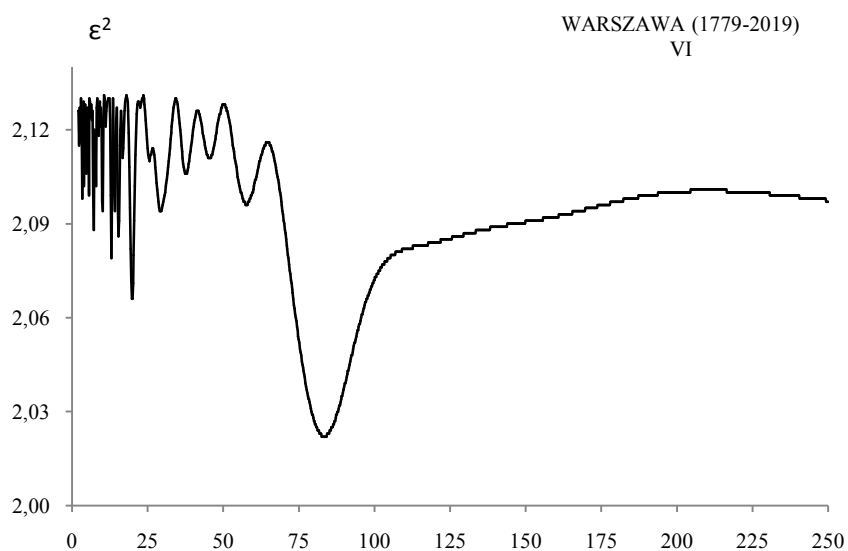
**Rys. 25b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w maju w latach 2000-2500  
**Fig. 25b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in May in the 2000-2500 years

## CZERWIEC (VI)

**Tabela 8.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{\text{obl}}$  – test Fishera-Snedecora

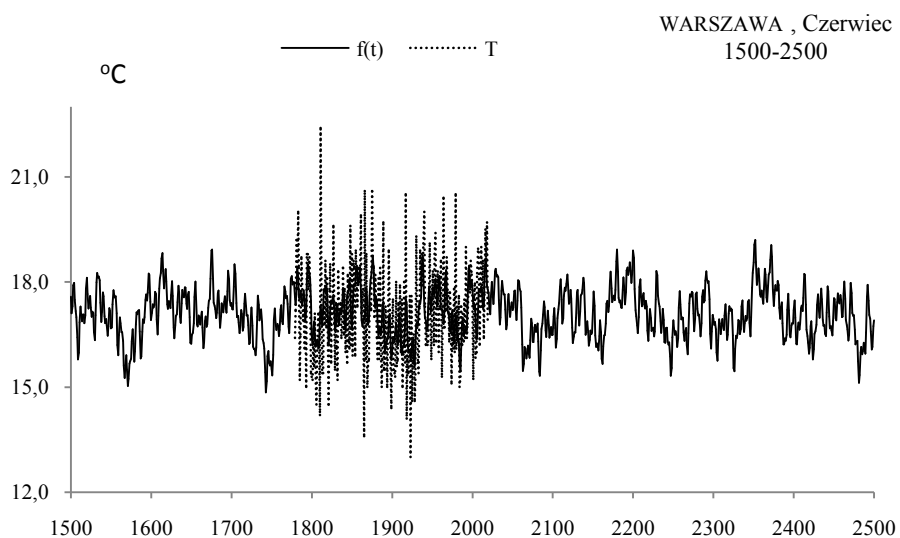
**Table 8.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in June in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{\text{obl}}$  – F-test)

$F(t) = 13,121532 + 0,002075 t + \dots$ ; $R = 0,473511$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{\text{obl}}$
4,1	0,311594	-2,595117	2,057	0,147	2,621
7,1	0,330904	1,489130	2,051	0,157	2,975
10,2	0,269768	1,674155	2,069	0,126	1,919
15,3	0,268398	-1,552697	2,056	0,149	2,680
19,8	0,326115	-3,093194	2,052	0,155	2,916
30,3	0,295230	1,423828	2,056	0,149	2,680
44,4	0,159316	1,485652	2,082	0,099	1,167
56,8	0,143804	-0,248260	2,077	0,110	1,455
85,5	0,526650	2,836182	2,009	0,211	5,515
178,9	0,349450	0,217507	2,079	0,106	1,339

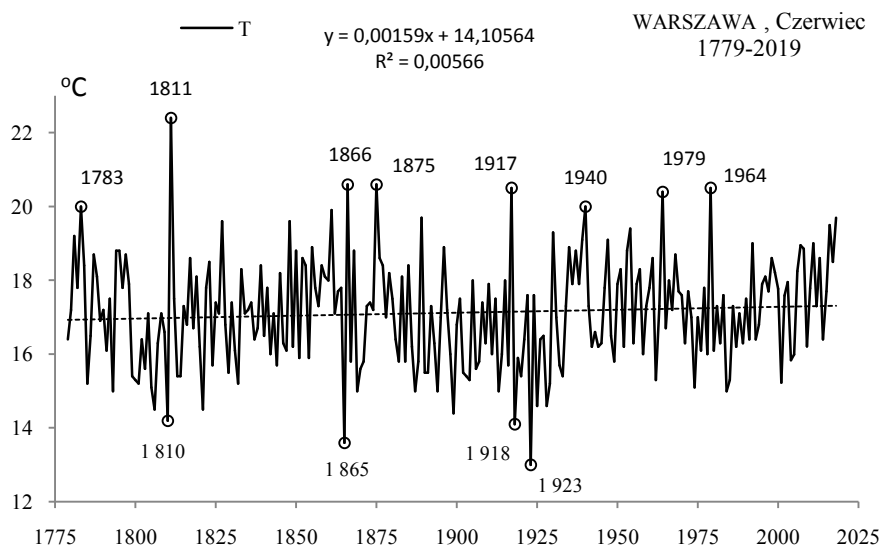


**Rys. 26.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 26.** Spectrum of air temperature in Warsaw in June in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

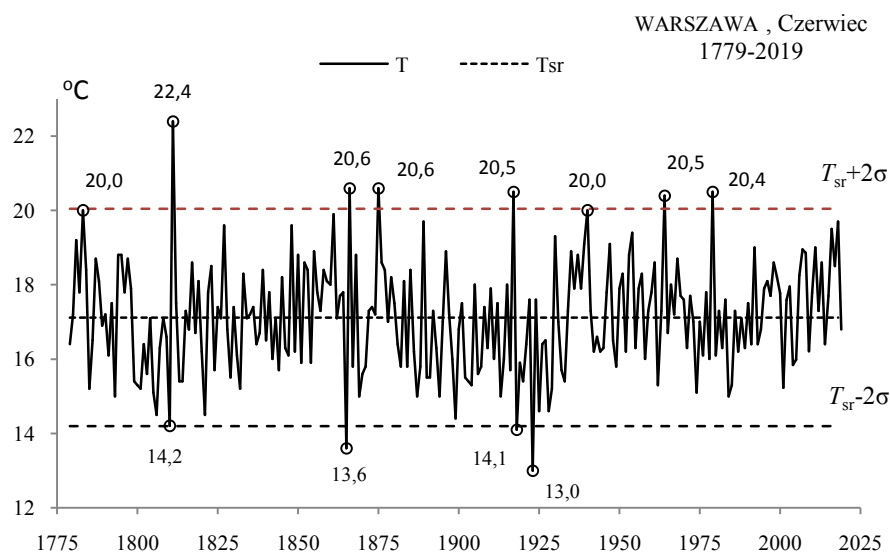


**Rys. 27.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 27.** Air temperature changes in Warsaw in June in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



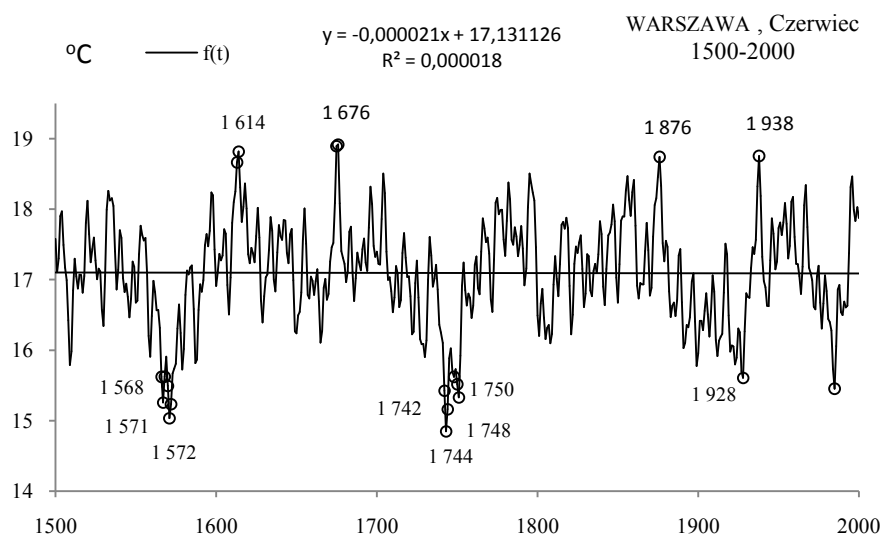
**Rys. 28a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1779-2019  
**Fig. 28a.** Changes of air temperature in Warsaw in June in the 1779-2019 years





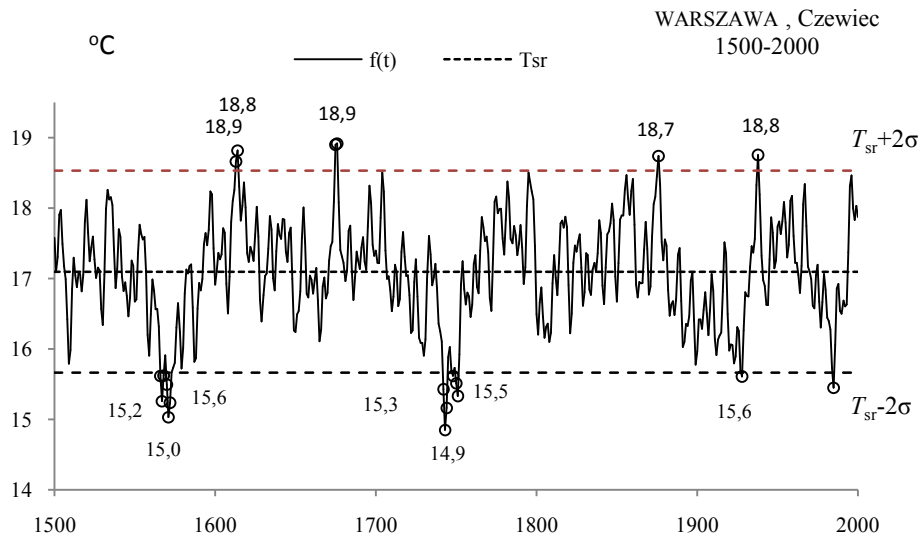
**Rys. 28b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1779-2019

**Fig. 28b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in June in the 1779-2019 years



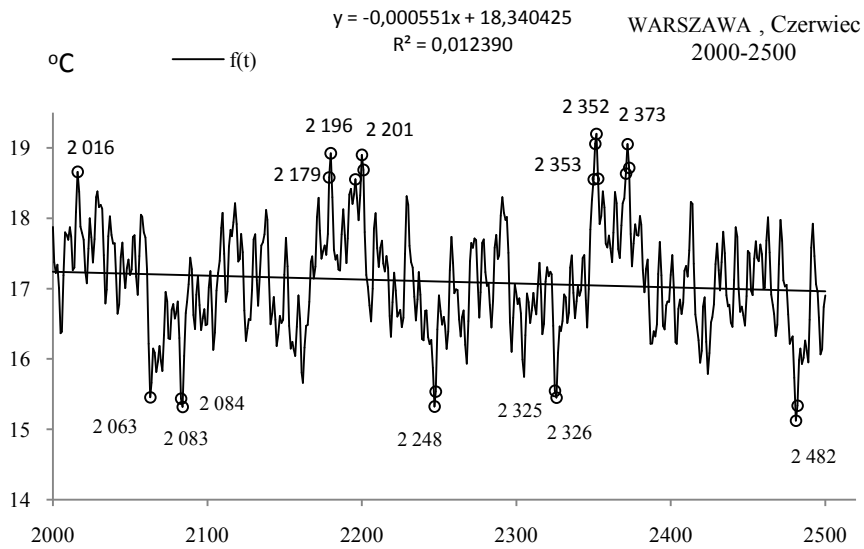
**Rys. 28a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1500-2000

**Fig. 29a.** Changes of air temperature in Warsaw in June in the 1500-2000 years



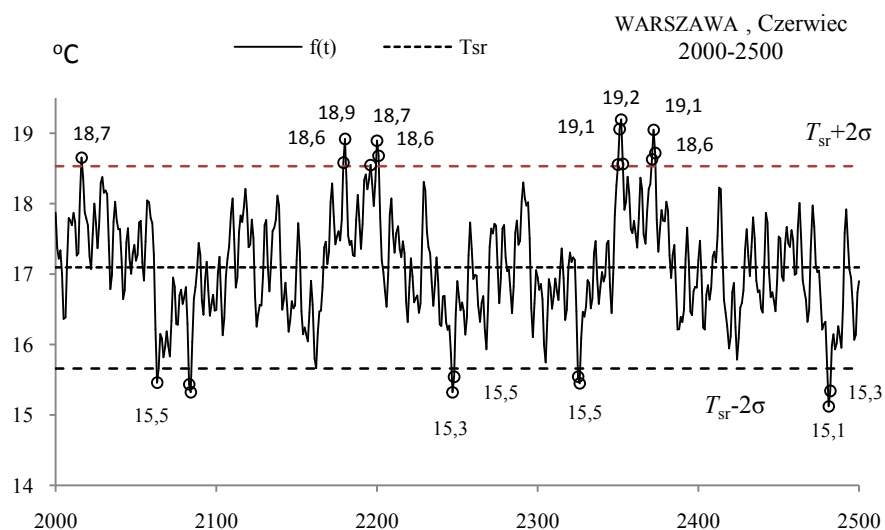
**Rys. 29b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 1500-2000

**Fig. 29b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in June in the 1500-2000 years



**Rys. 30a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 2000-2500

**Fig. 30a.** Changes of air temperature in Warsaw in June in the 2000-2500 years



**Rys. 30b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w czerwcu w latach 2000-2500

**Fig. 30b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in June in the 2000-2500 years

### LIPIEC (VII)

**Tabela 9.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

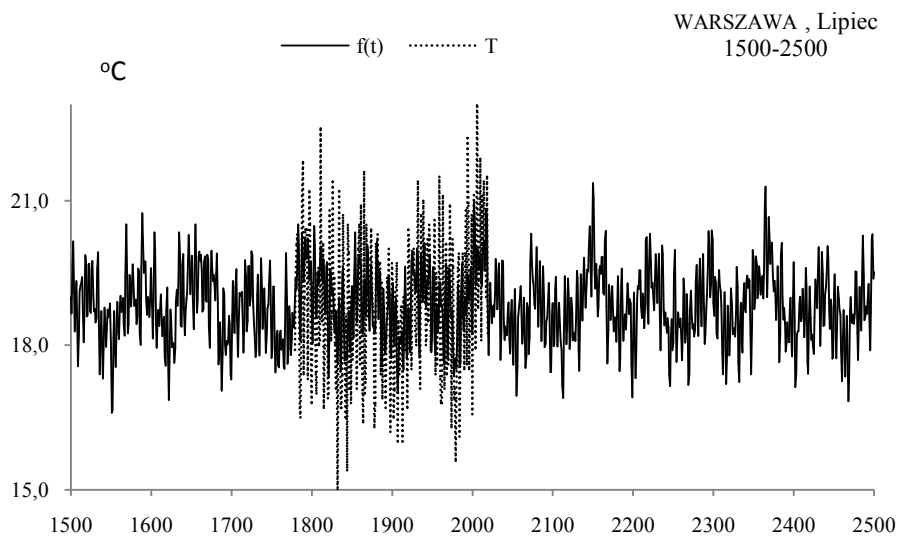
**Table 9.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in July in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = 13,01184 + 0,003012 t + \dots$ ; $R = 0,531311$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,9	0,53423	-0,65613	2,049	0,254	8,178
5,1	0,44177	-2,23140	2,095	0,209	5,396
7,1	0,36442	1,46789	2,130	0,166	3,360
11,9	0,22417	-0,65347	2,165	0,108	1,390
16,3	0,21178	1,63563	2,169	0,099	1,169
22,0	0,16333	-1,33312	2,168	0,101	1,224
36,2	0,20441	-0,52013	2,162	0,114	1,557
70,5	0,54538	-1,65330	2,020	0,279	9,996
115,3	0,19164	-1,94130	2,168	0,101	1,224
178,9	0,24163	0,60784	2,167	0,103	1,280



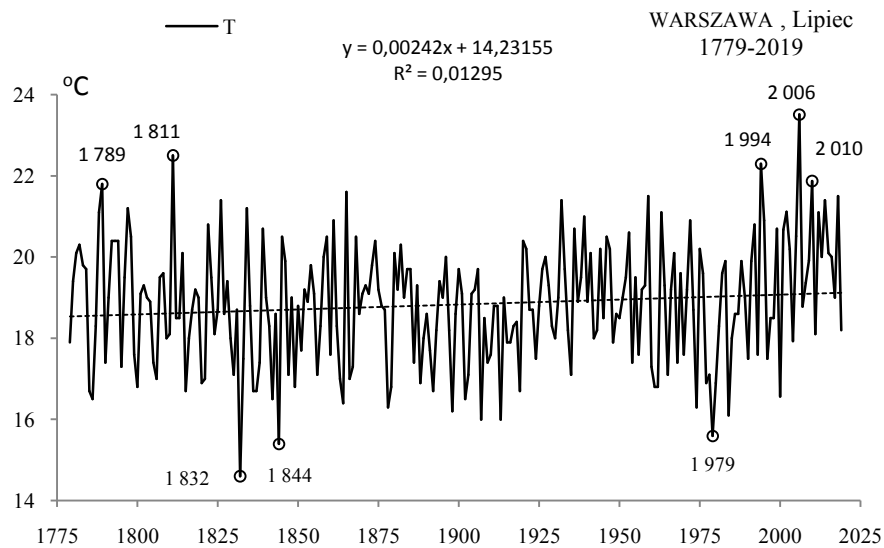
**Rys. 31.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 31.** Spectrum of air temperature in Warsaw in July the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

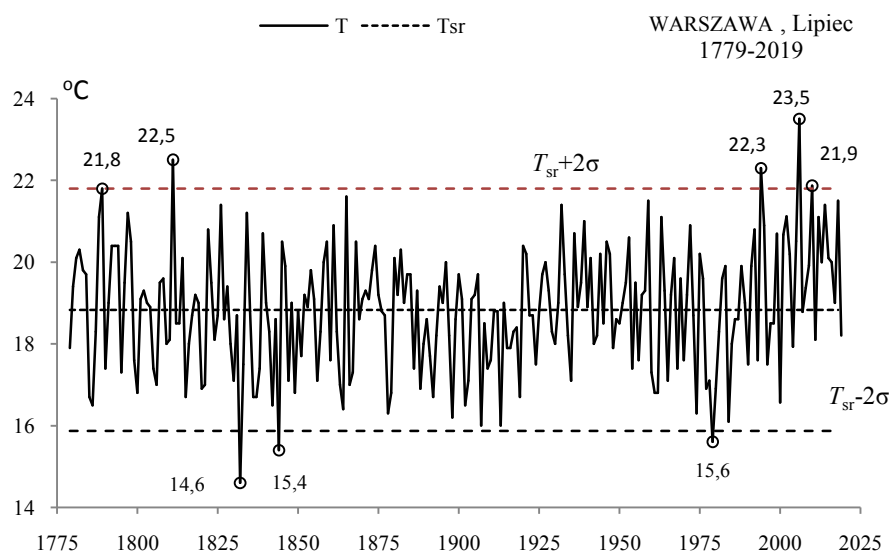


**Rys. 32.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).

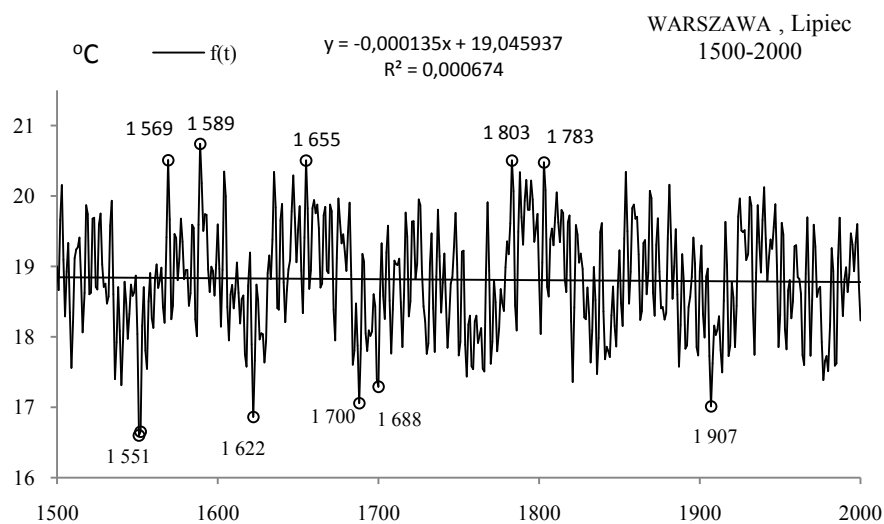
**Fig. 32.** Air temperature changes in Warsaw in July in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



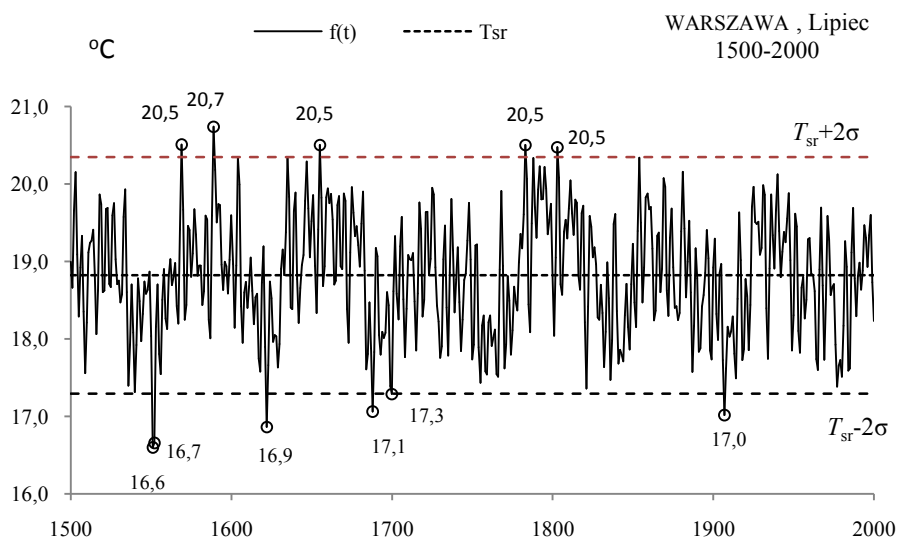
**Rys. 33a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1779-2019  
**Fig. 33a.** Changes of air temperature in Warsaw in July in the 1779-2019 years



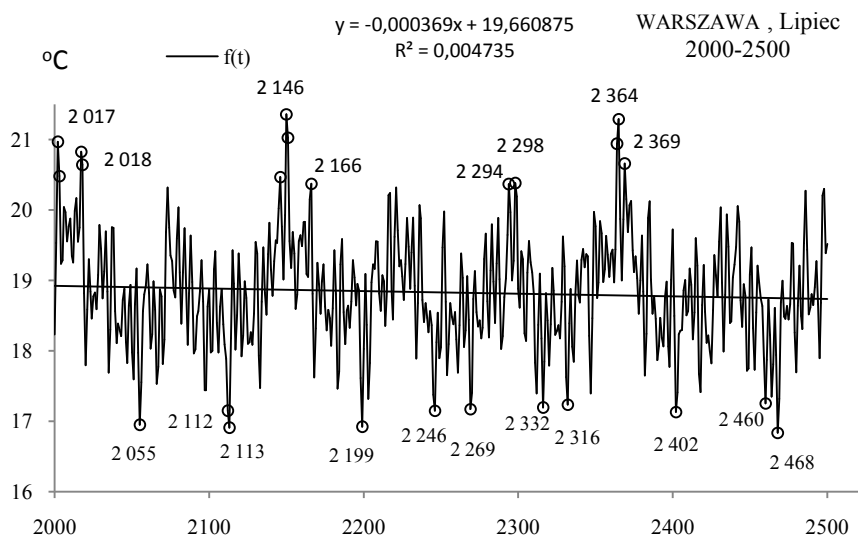
**Rys. 33b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1779-2019  
**Fig. 33b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in July in the 1779-2019 years



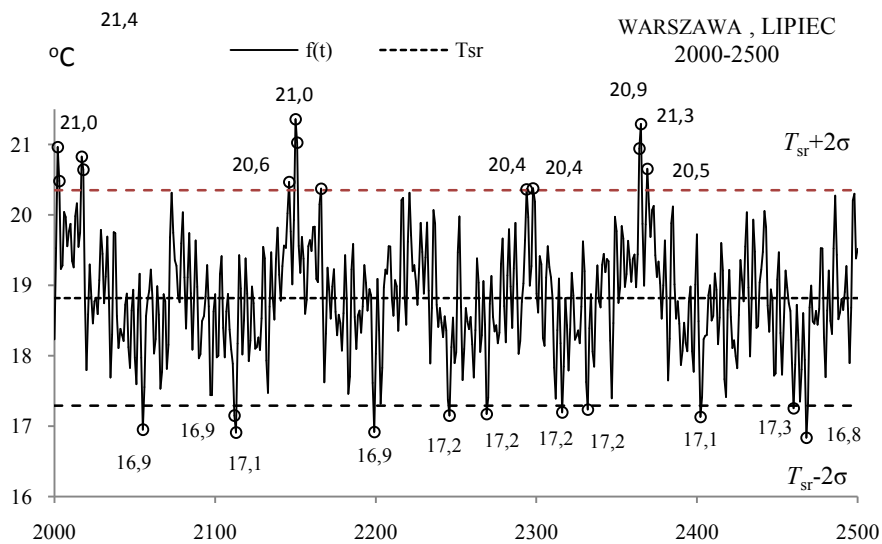
**Rys. 34a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1500-2000  
**Fig. 34a.** Changes of air temperature in Warsaw in July in the 1500-2000 years



**Rys. 34b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 1500-2000  
**Fig. 34b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in July in the 1500-2000 years



**Rys. 35a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 2000-2500  
**Fig. 35a.** Changes of air temperature in Warsaw in July in the 2000-2500 years

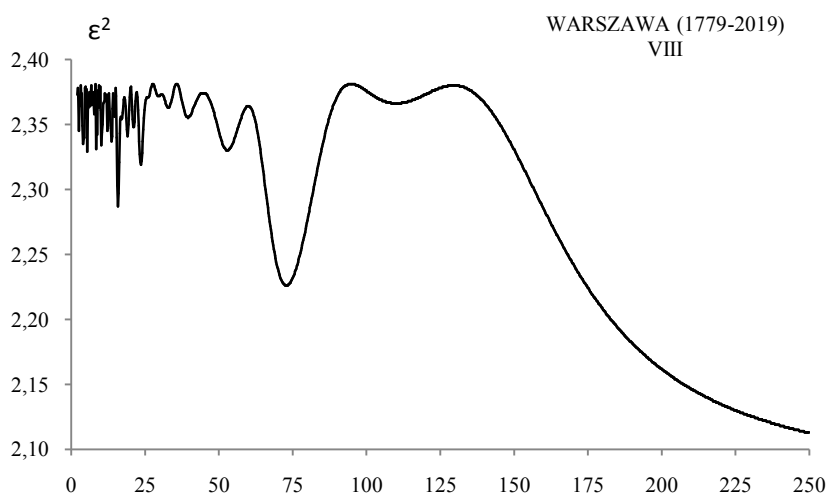


**Rys. 35b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lipcu w latach 2000-2500  
**Fig. 35b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in July in the 2000-2500 years

## SIERPIEŃ (VIII)

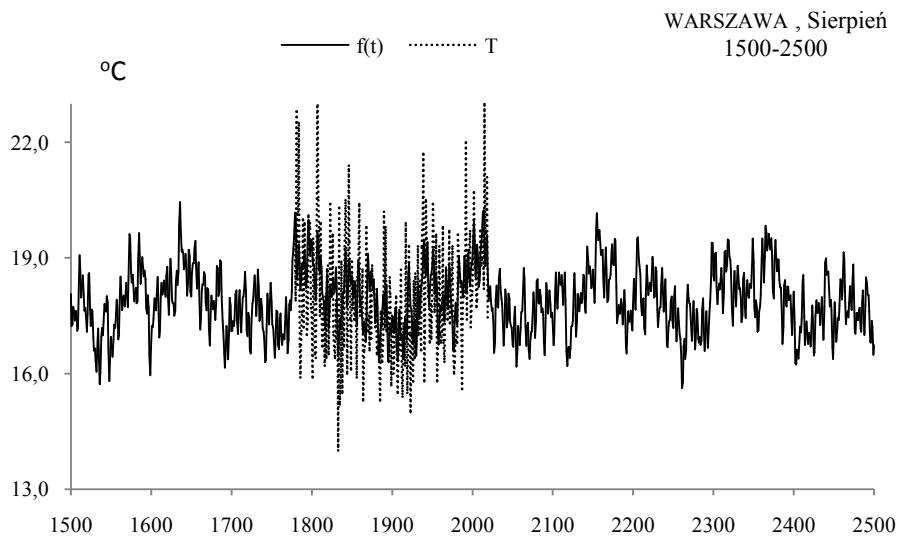
**Tabela 10.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 10.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in August in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = 15,904005 \quad 0,000968 t + \dots \quad R = 0,541064$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,9	0,377678	-0,932283	2,286	0,180	3,959
5,7	0,344937	1,119649	2,300	0,162	3,213
10,2	0,328463	-0,578129	2,300	0,162	3,213
15,8	0,413317	-2,256306	2,281	0,186	4,227
23,4	0,344036	1,358768	2,307	0,153	2,844
32,2	0,212982	-0,281279	2,340	0,097	1,133
52,1	0,245417	-0,766350	2,305	0,156	2,949
72,4	0,473534	2,959457	2,219	0,246	7,656
108,4	0,092564	-1,634453	2,351	0,069	0,573
178,9	0,557612	0,870403	2,196	0,265	8,978

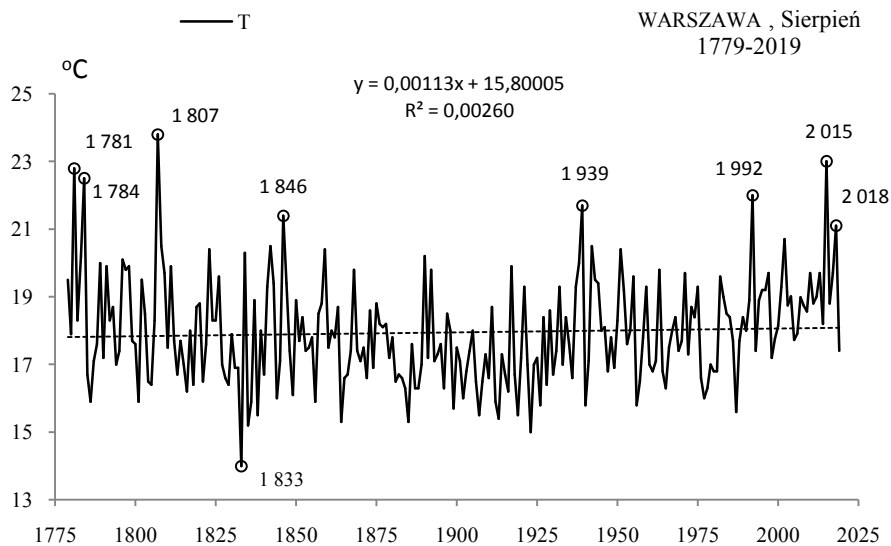


**Rys. 36.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 36.** Spectrum of air temperature in Warsaw in August in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

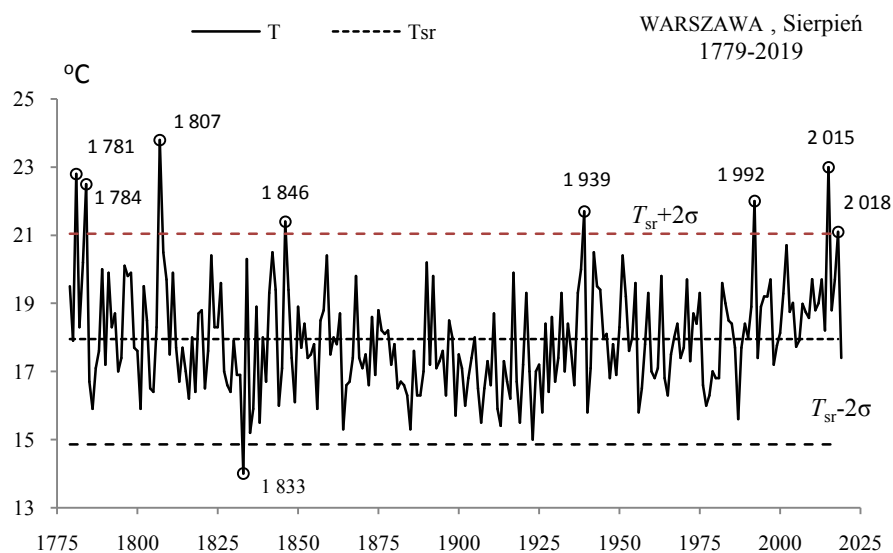




**Rys. 37.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 37.** Air temperature changes in Warsaw in August in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

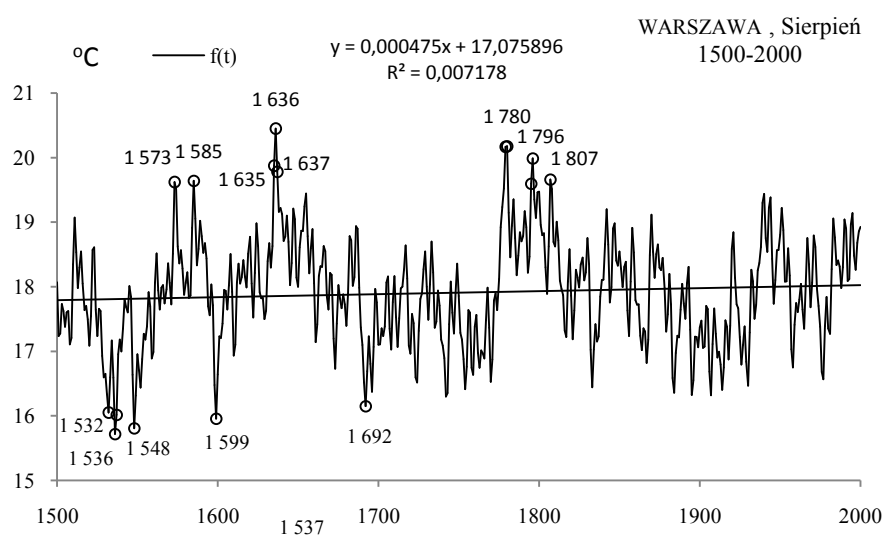


**Rys. 38a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1779-2019  
**Fig. 38a.** Changes of air temperature in Warsaw in August in the 1779-2019 years



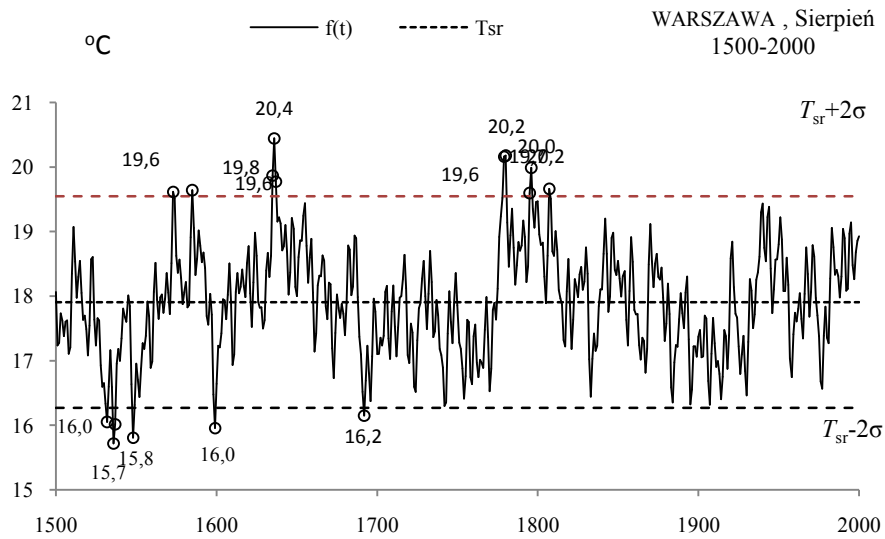
**Rys. 38b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1779-2019

**Fig. 38b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in August in the 1779-2019 years



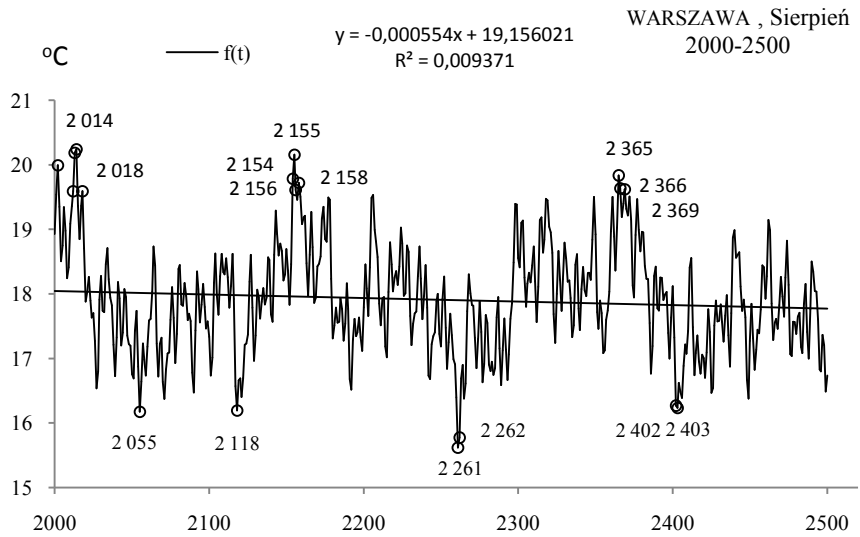
**Rys. 39a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1500-2000

**Fig. 39a.** Changes of air temperature in Warsaw in August in the 1500-2000 years



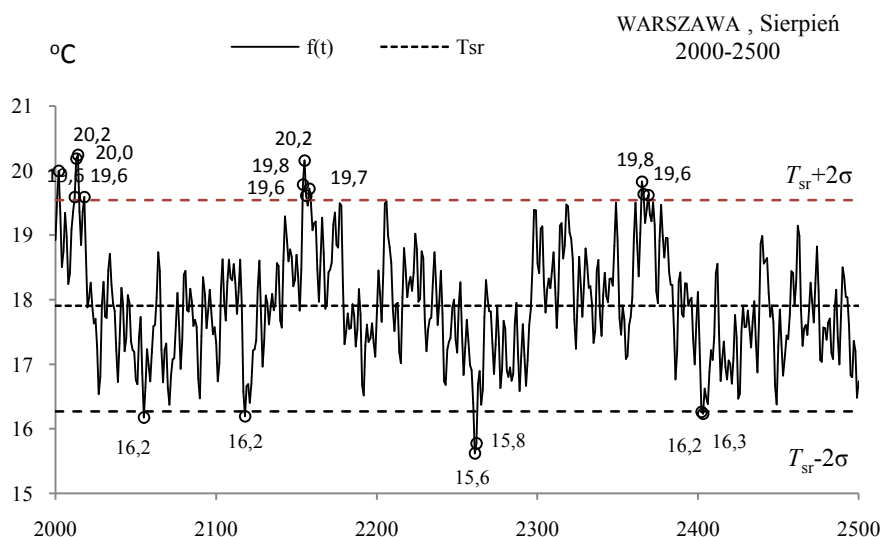
**Rys. 39b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 1500-2000

**Fig . 39b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in August in the 1500-2000 years



**Rys. 40a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 2000-2500

**Fig. 40a.** Changes of air temperature in Warsaw in August in the 2000-2500 years



**Rys. 40b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w sierpniu w latach 2000-2500

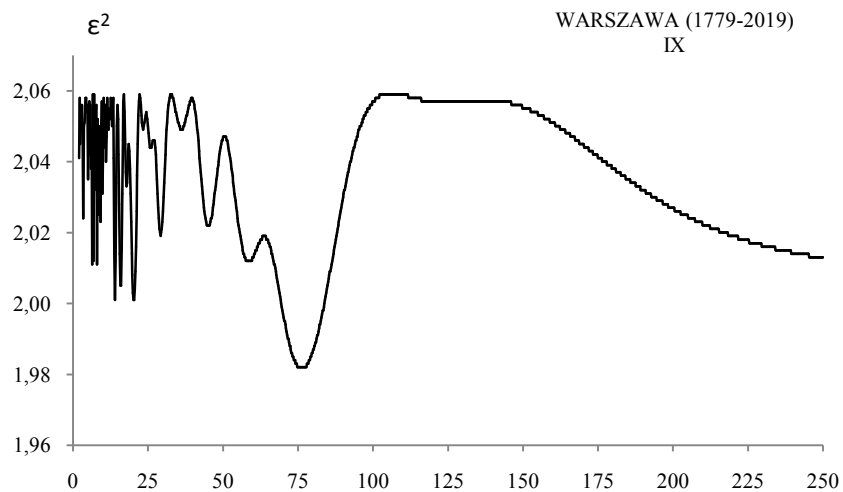
**Fig . 40b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in August in the 2000-2500 years

### WRZESIEŃ (IX)

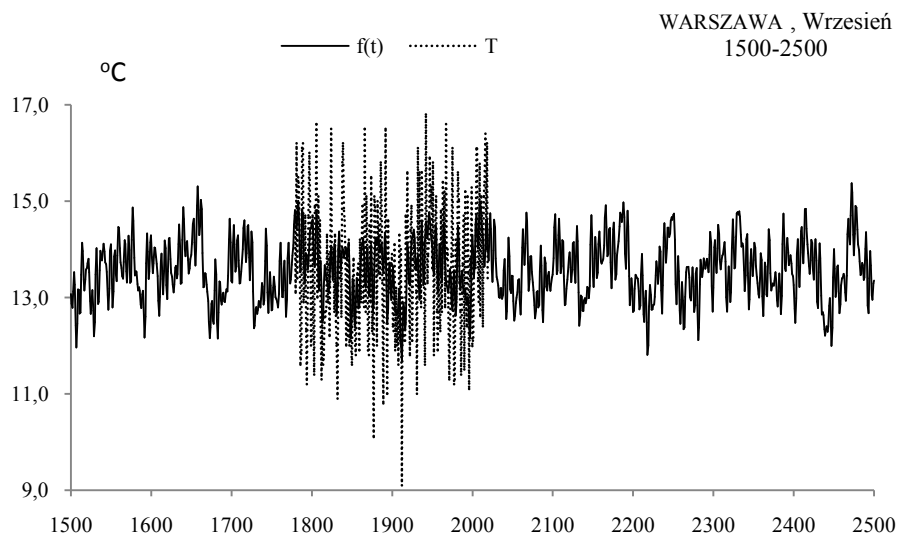
**Tabela 11.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

**Table 11.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in September in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

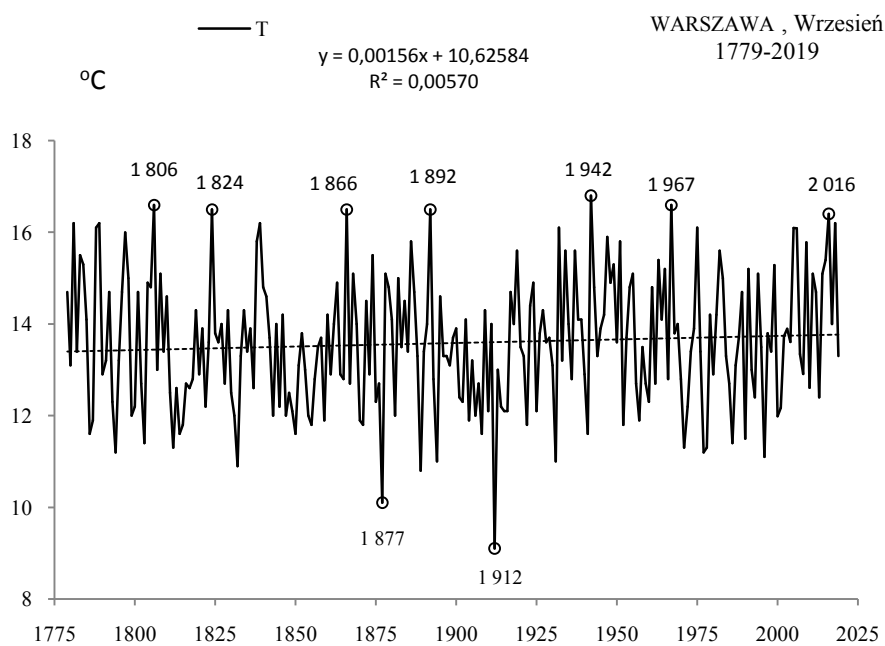
$F(t) = 11,123718 + 0,001253 t + \dots$ ; $R = 0,466054$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,3	0,256312	2,870359	1,996	0,131	2,056
5,7	0,330394	2,925937	1,976	0,164	3,276
8,0	0,336231	-2,972869	1,971	0,171	3,585
9,2	0,263188	-1,606922	1,992	0,138	2,298
20,4	0,358774	-0,557564	1,952	0,197	4,773
28,7	0,238150	1,895769	1,988	0,145	2,541
44,9	0,218028	2,041009	2,002	0,119	1,694
56,9	0,275780	0,471847	1,985	0,150	2,724
76,7	0,345555	-0,730818	1,965	0,180	3,958
178,9	0,192190	1,586445	2,005	0,112	1,514



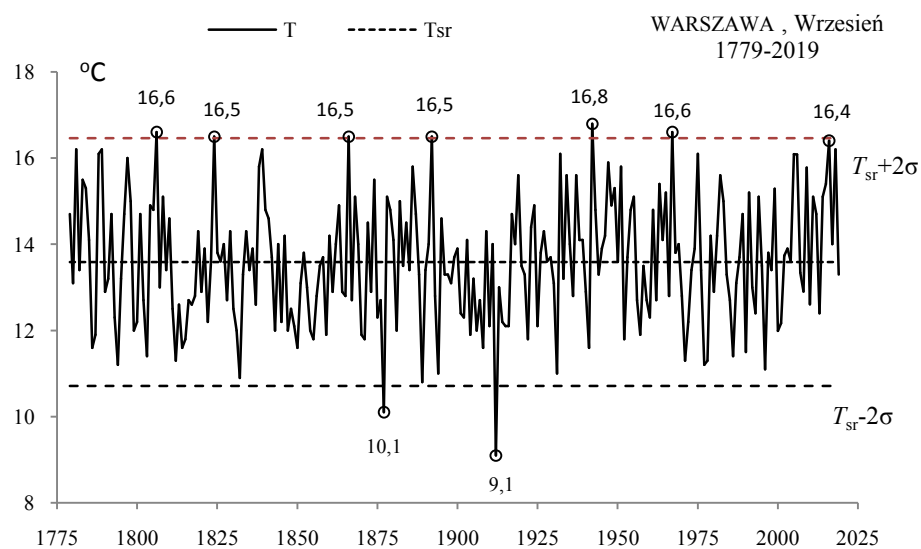
**Rys. 41.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 41.** Spectrum of air temperature in Warsaw in September in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



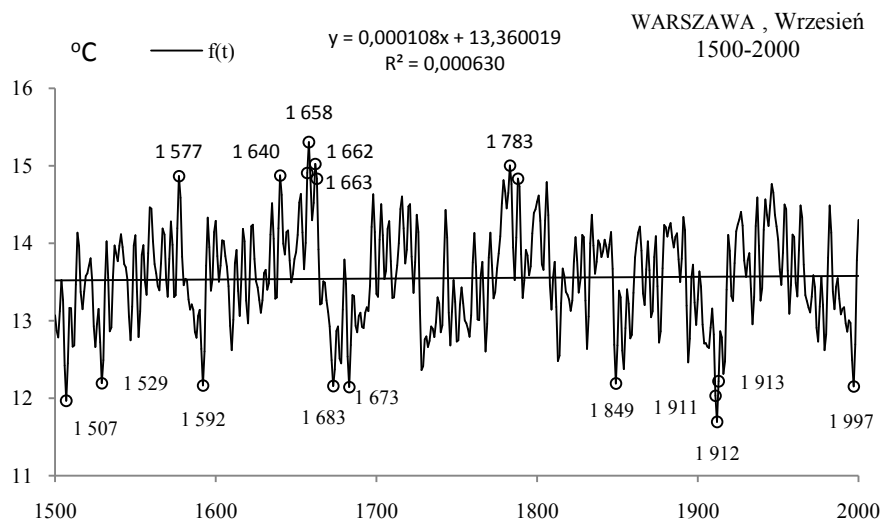
**Rys. 42.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 42.** Air temperature changes in Warsaw in September in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



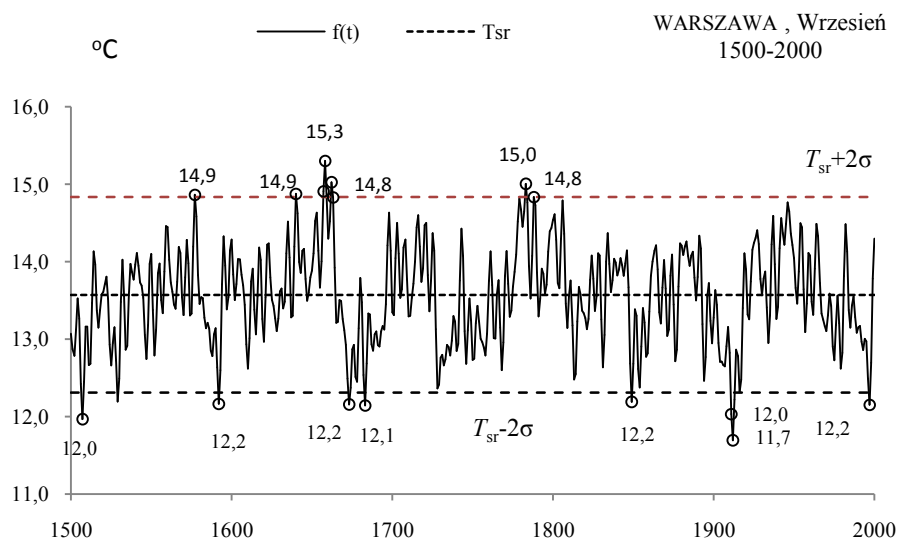
**Rys. 43a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1779-2019  
**Fig. 43a.** Changes of air temperature in Warsaw in September in the 1779-2019 years



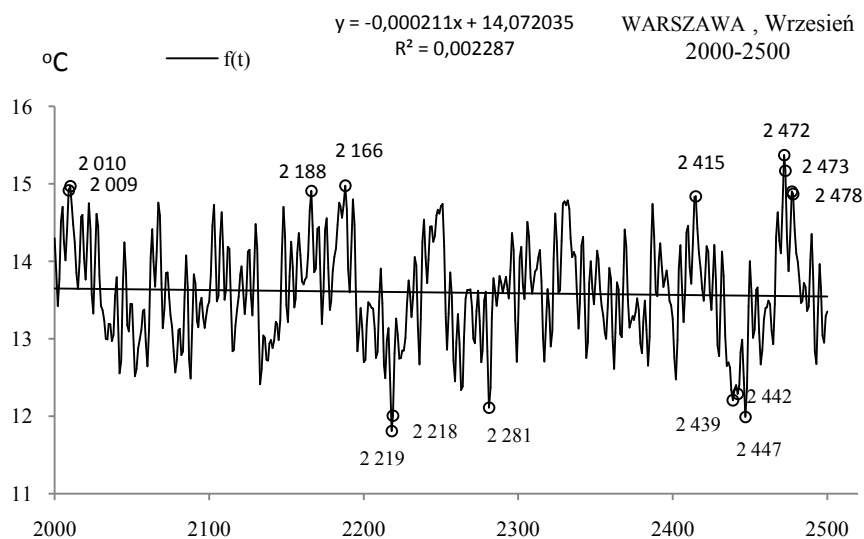
**Rys. 43b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1779-2019  
**Fig. 43b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in September in the 1779-2019 years



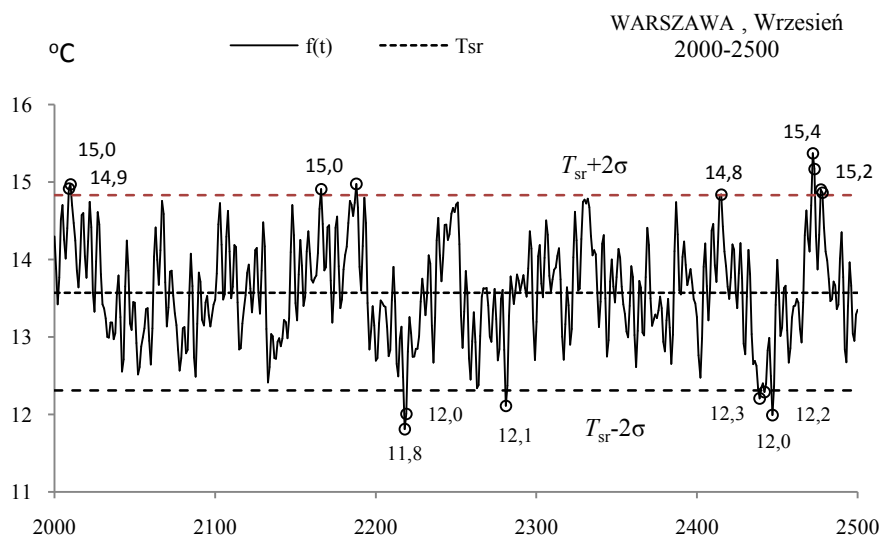
**Rys. 44a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1500-2000  
**Fig. 44a.** Changes of air temperature in Warsaw in September in the 1500-2000 years



**Rys. 44b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 1500-2000  
**Fig. 44b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in September in the 1500-2000 years



**Rys. 45a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 2000-2500  
**Fig. 45a.** Changes of air temperature in Warsaw in September in the 2000-2500 years



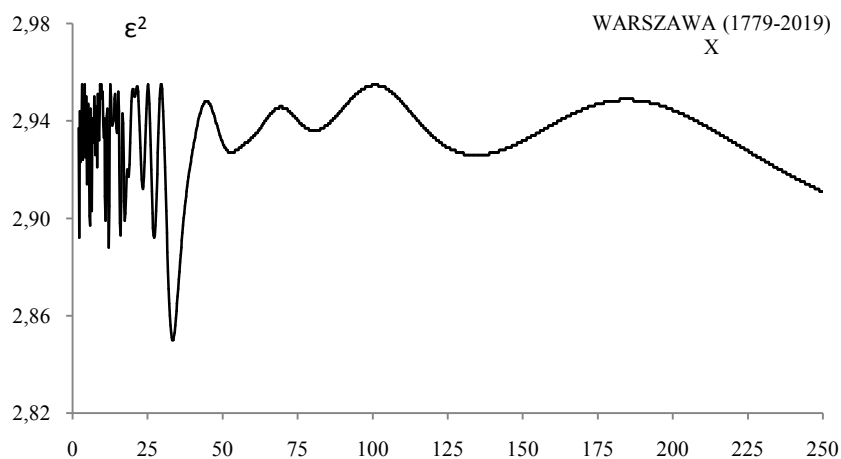
**Rys. 45b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie we wrześniu w latach 2000-2500  
**Fig. 45b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in September in the 2000-2500 years



## PAŹDZIERNIK (X)

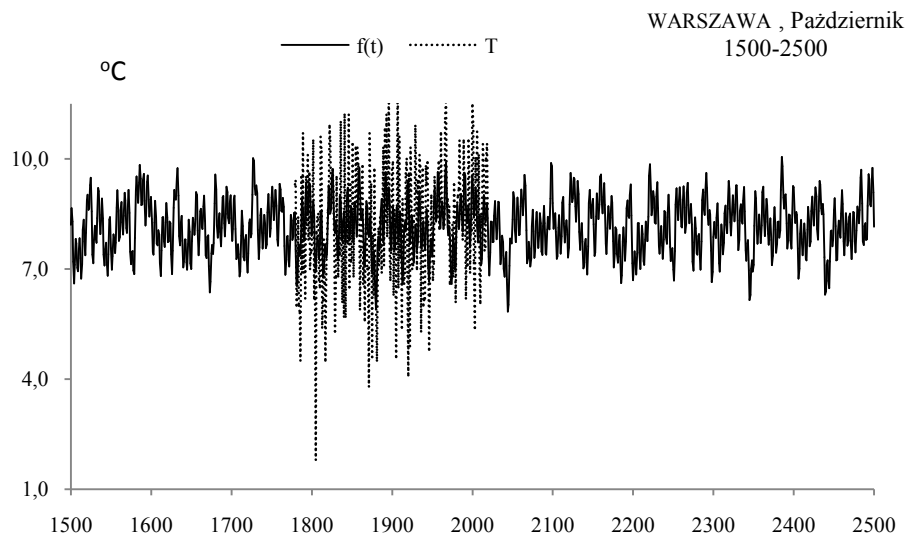
**Tabela 12.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 12.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in October in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

	$F(t) = 2,957628 + 0,002717 t + \dots$		$R = 0,460439$		
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,7	0,592788	-1,444912	2,790	0,248	7,738
8,1	0,277770	-3,067112	2,928	0,122	1,788
12,0	0,352056	1,955035	2,902	0,154	2,866
15,9	0,331373	2,910631	2,911	0,143	2,490
23,3	0,336502	0,336559	2,913	0,141	2,407
34,0	0,497551	-2,841881	2,852	0,201	4,993
51,0	0,257225	-0,179574	2,938	0,107	1,378
77,5	0,170726	-2,439727	2,946	0,094	1,053
130,9	0,186343	0,766904	2,938	0,107	1,378
178,9	0,091061	2,384405	2,962	0,059	0,407

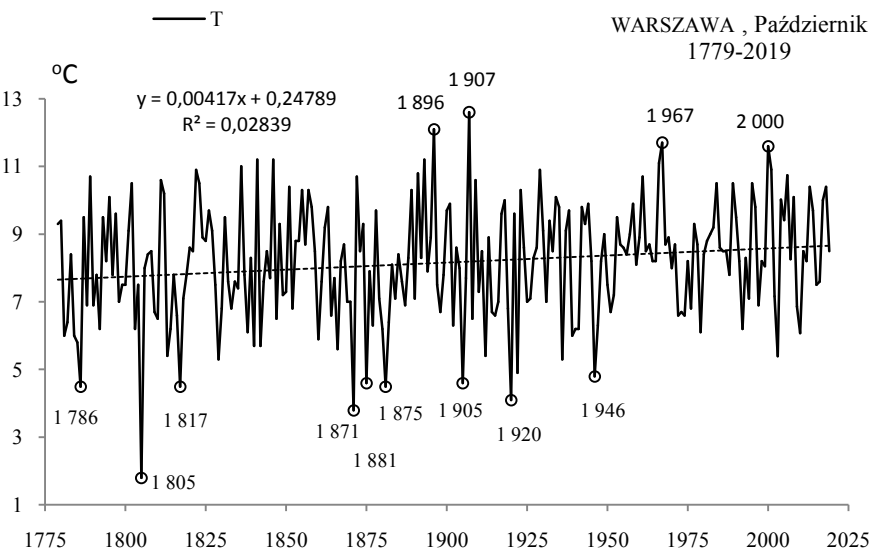


**Rys. 46.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

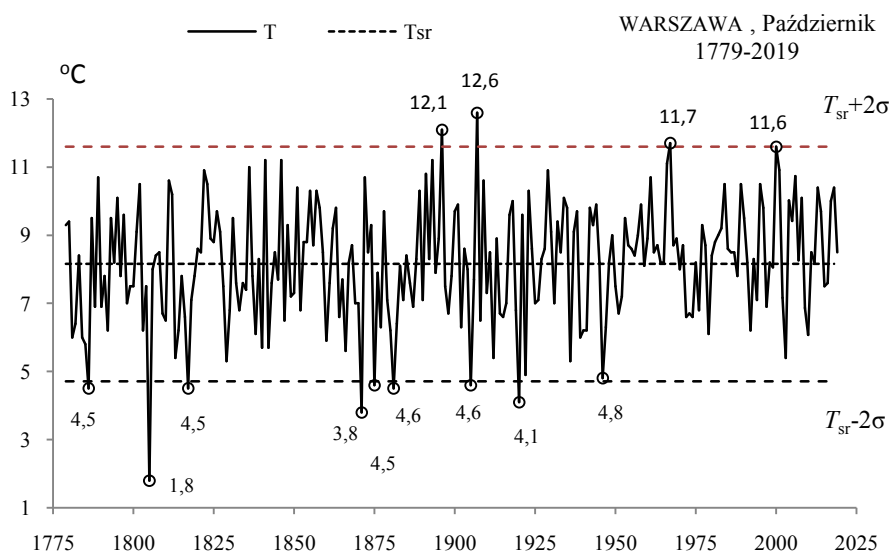
**Fig. 46.** Spectrum of air temperature in Warsaw in October in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



**Rys. 47.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 47.** Air temperature changes in Warsaw in October in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

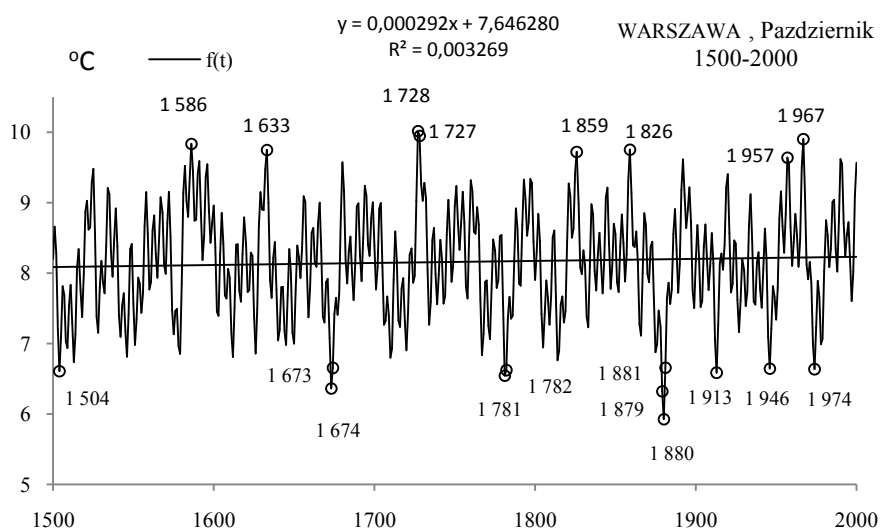


**Rys. 48a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1779-2019  
**Fig. 48a.** Changes of air temperature in Warsaw in October in the 1779-2019 years



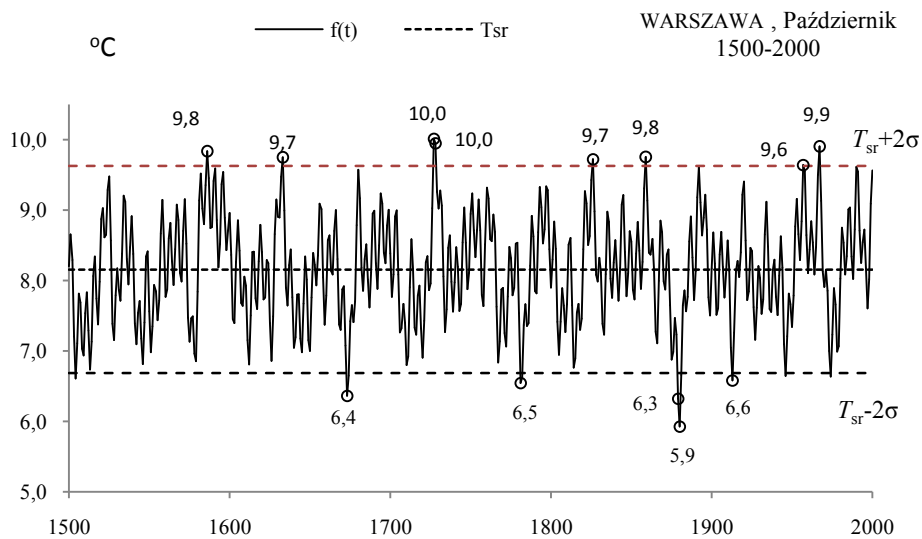
**Rys. 48b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1779-2019

**Fig. 48b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in October in the 1779-2019 years



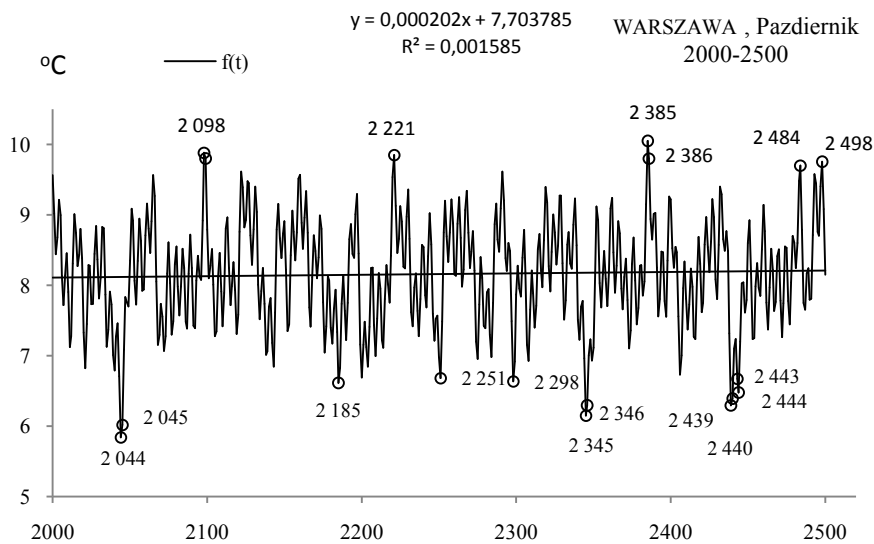
**Rys. 49a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1500-2000

**Fig. 49a.** Changes of air temperature in Warsaw in October in the 1500-2000 years



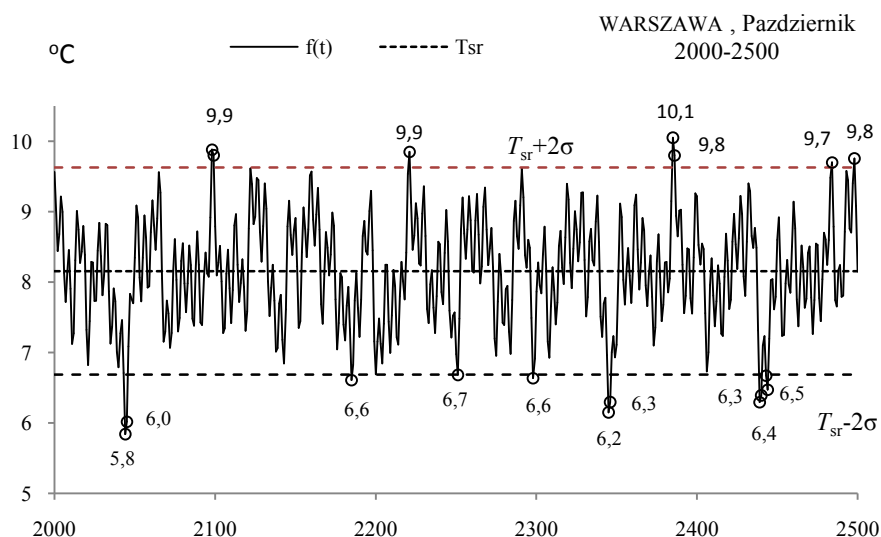
**Rys. 49b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 1500-2000

**Fig. 49b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in October in the 1500-2000 years



**Rys. 50a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 2000-2500

**Fig. 50a.** Changes of air temperature in Warsaw in October in the 2000-2500 years



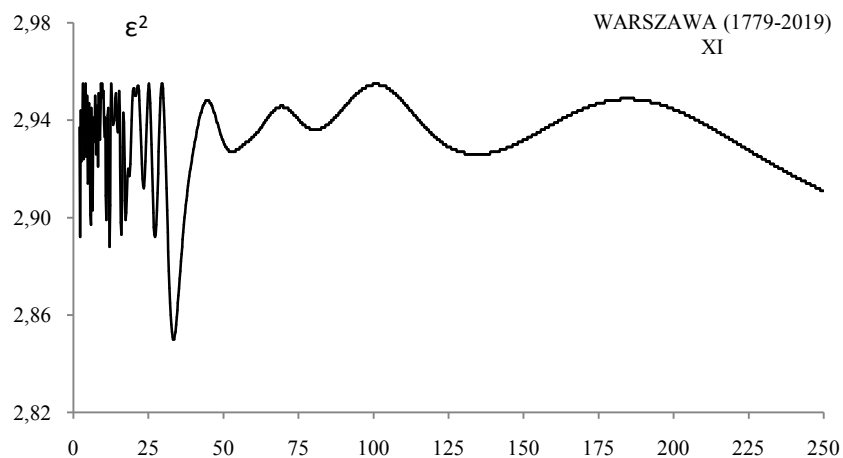
**Rys. 50b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w październiku w latach 2000-2500

**Fig. 50b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in October in the 2000-2500 years

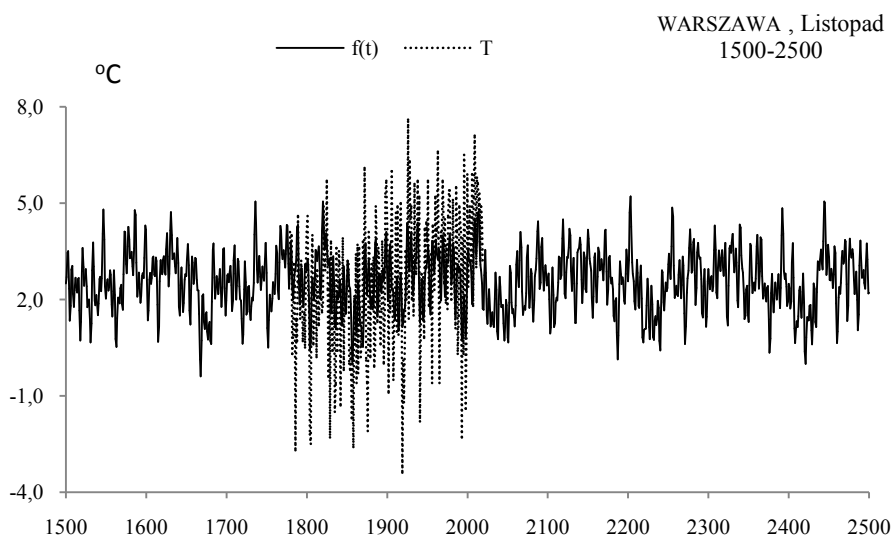
### LISTOPAD (XI)

**Tabela 13.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 13.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in November in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

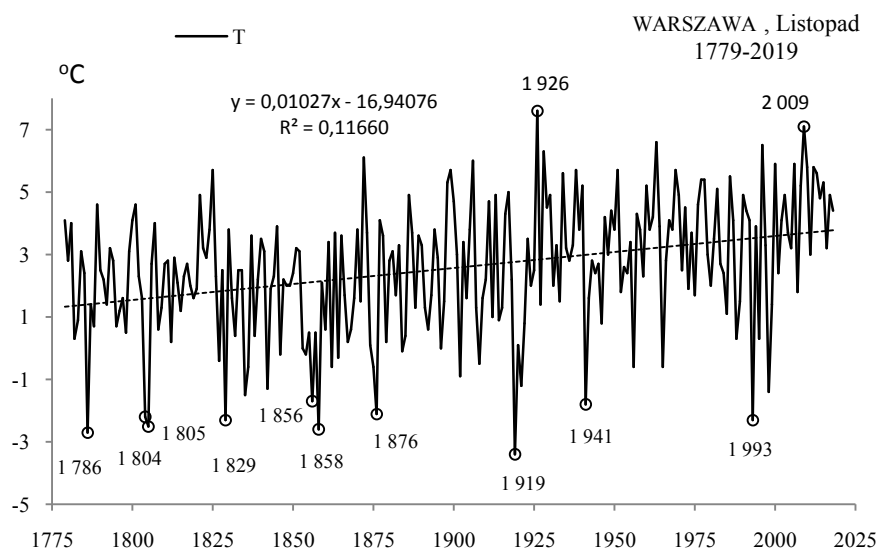
$F(t) = -13,374038 + 0,008345 t + \dots ; R = 0,558577$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,4	0,578513	-2,082499	4,187	0,197	4,771
6,5	0,550711	1,419779	4,206	0,185	4,214
10,6	0,444053	2,845683	4,230	0,170	3,518
12,5	0,405461	1,485269	4,246	0,159	3,058
26,9	0,479891	-2,903350	4,207	0,185	4,185
38,7	0,380676	1,877239	4,251	0,155	2,915
47,1	0,215306	2,530411	4,319	0,092	1,003
62,1	0,331020	-1,107531	4,256	0,151	2,772
90,9	0,164445	2,212001	4,335	0,069	0,562
178,9	0,454592	1,963825	4,226	0,172	3,633



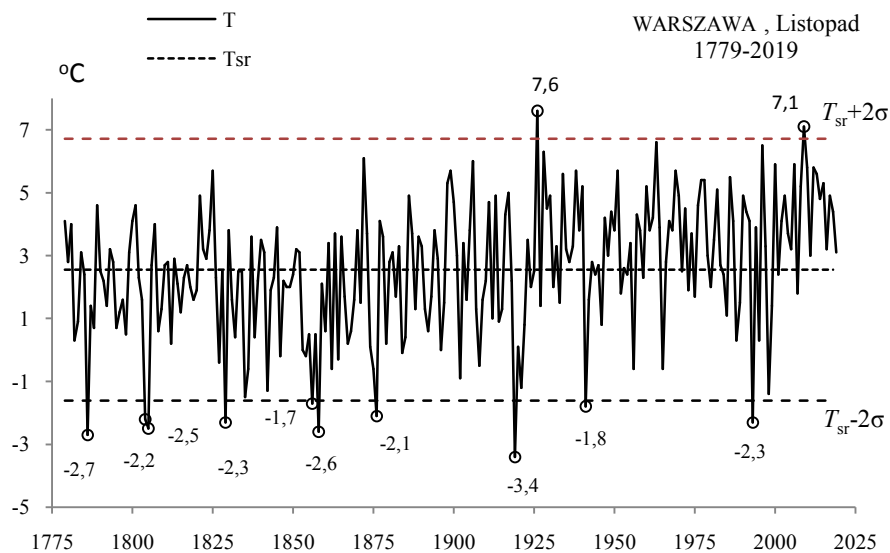
**Rys. 51** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 51.** Spectrum of air temperature in Warsaw in November in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



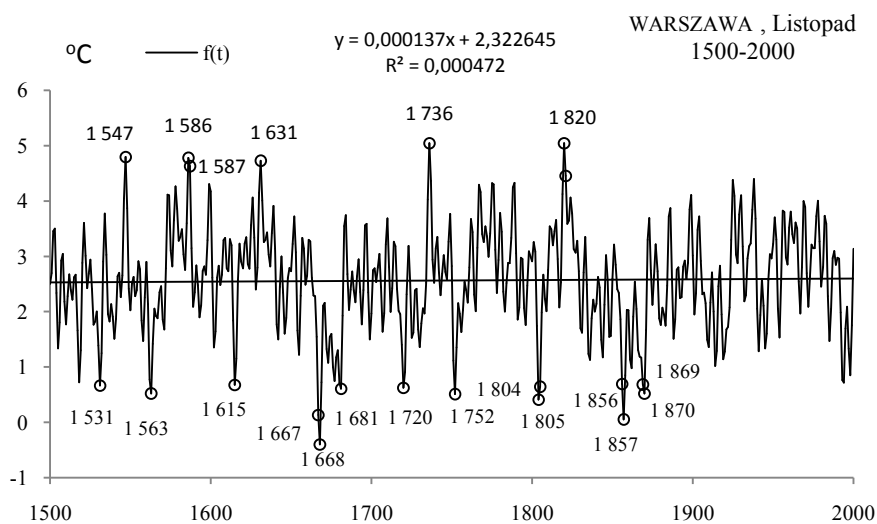
**Rys. 52.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 52.** Air temperature changes in Warsaw in November in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



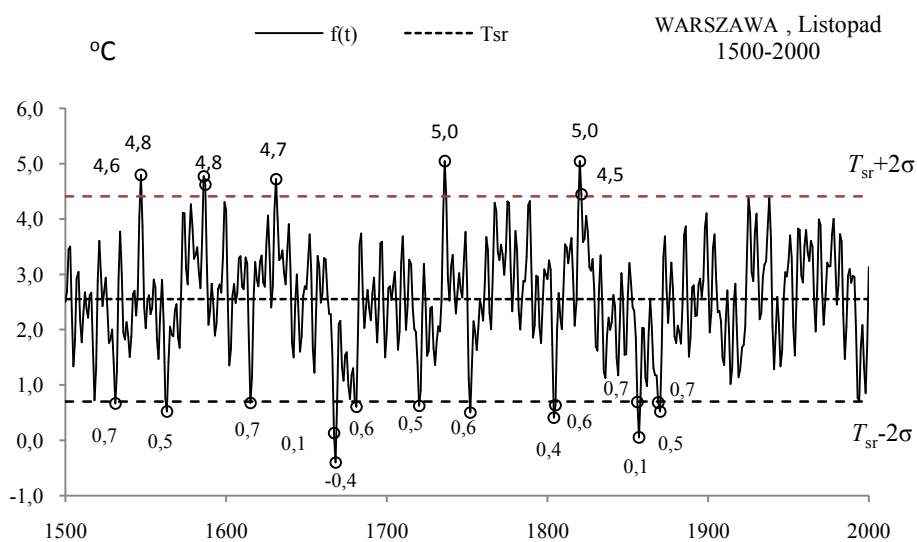
**Rys. 53a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1779-2019  
**Fig. 53a.** Changes of air temperature in Warsaw in November in the 1779-2019 years



**Rys. 53b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1779-2019  
**Fig. 53b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in November in the 1779-2019 years

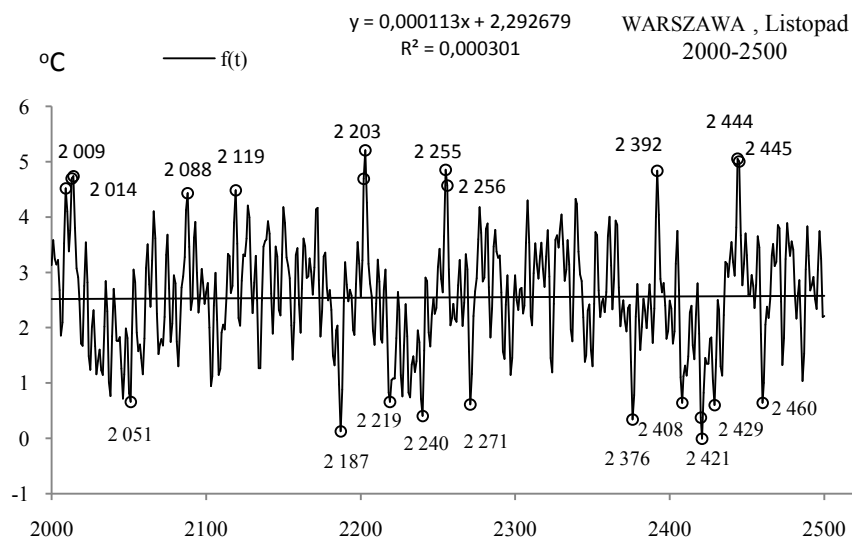


**Rys. 54a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1500-2000  
**Fig. 54a.** Changes of air temperature in Warsaw in November in the 1500-2000 years

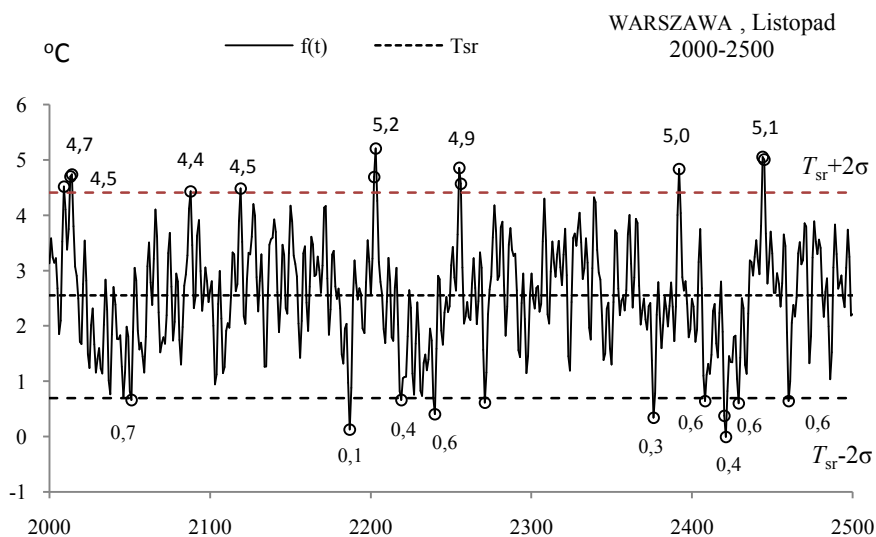


**Rys. 54b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 1500-2000  
**Fig. 54b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in November in the 1500-2000 years





**Rys. 55a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 2000-2500  
**Fig. 55a.** Changes of air temperature in Warsaw in November in the 2000-2500 years



**Rys. 55b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w listopadzie w latach 2000-2500  
**Fig. 55b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in November in the 2000-2500 years

## GRUDZIEŃ (XII)

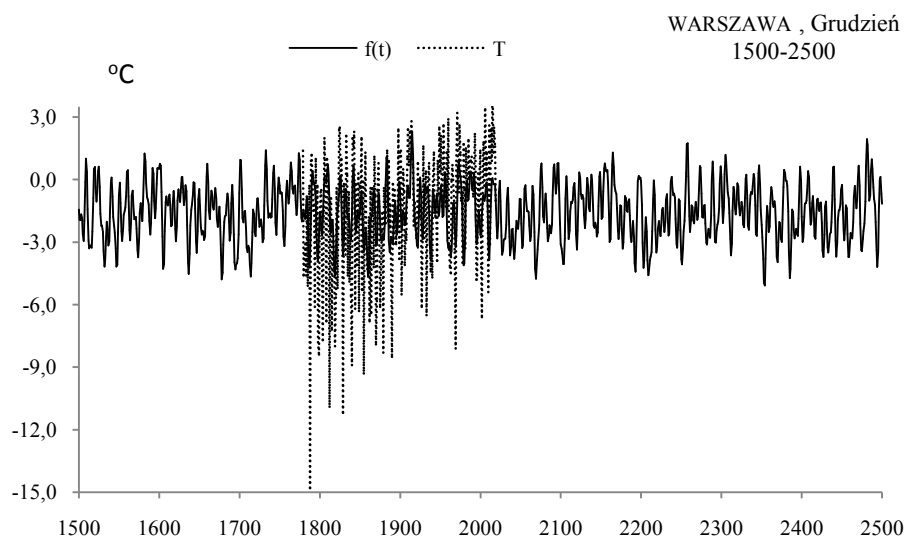
**Tabela 14.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 14.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in December in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = -23,215321 + 0,011385 t + \dots ; R = 0,521181$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,2	0,798205	0,257902	9,114	0,187	4,282
8,2	0,816046	-2,432625	9,055	0,203	5,082
10,1	0,614164	-1,560694	9,225	0,152	2,805
15,0	0,740751	-1,924443	9,133	0,181	4,026
18,0	0,542572	-1,510890	9,191	0,163	3,253
20,3	0,428702	0,857632	9,29	0,127	1,956
35,5	0,497382	2,459926	9,311	0,118	1,684
78,8	0,374445	-0,214951	9,283	0,130	2,047
123,9	0,178003	-0,042004	9,395	0,072	0,610
178,9	0,447598	2,214386	9,332	0,109	1,414

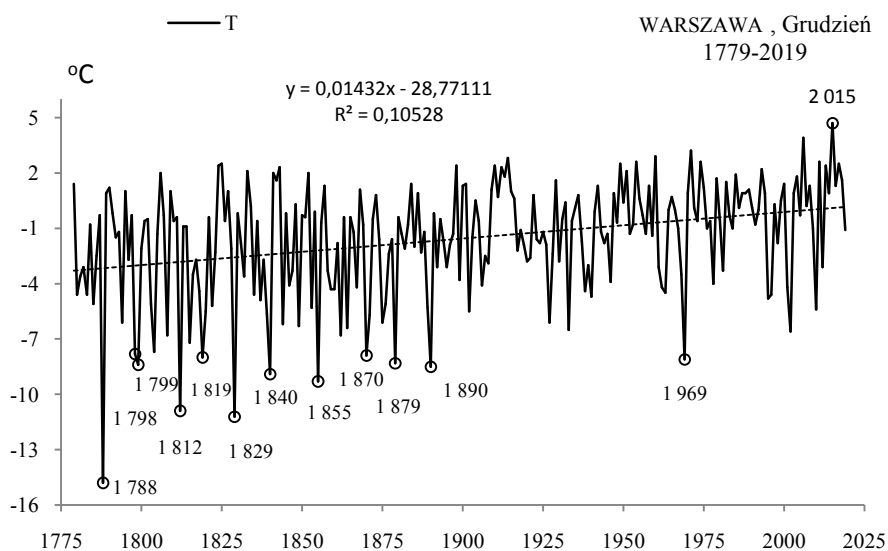


**Rys. 56.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

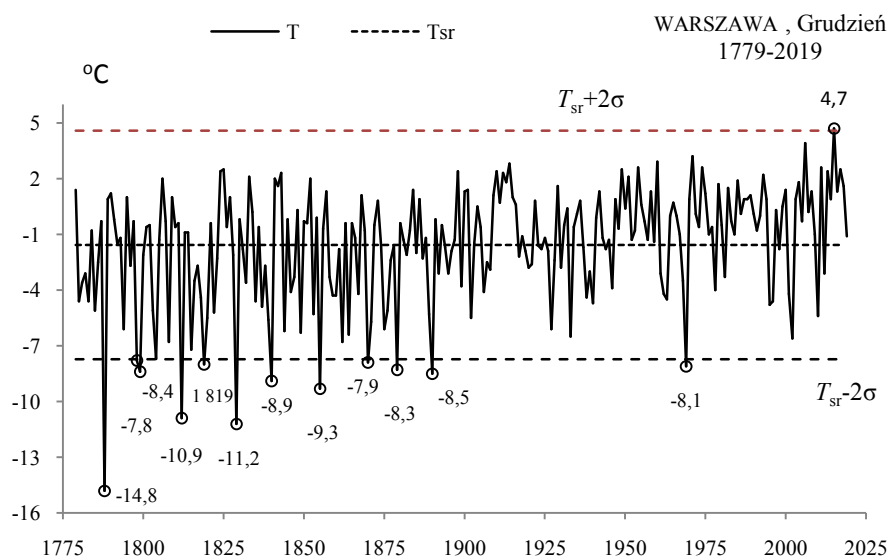
**Fig. 56** Spectrum of air temperature in Warsaw in December in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



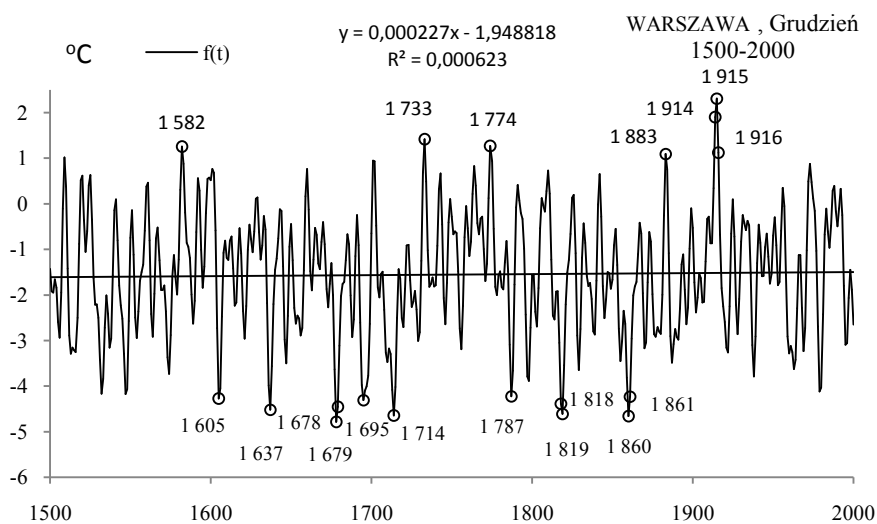
**Rys. 57.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 57.** Air temperature changes in Warsaw in December in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



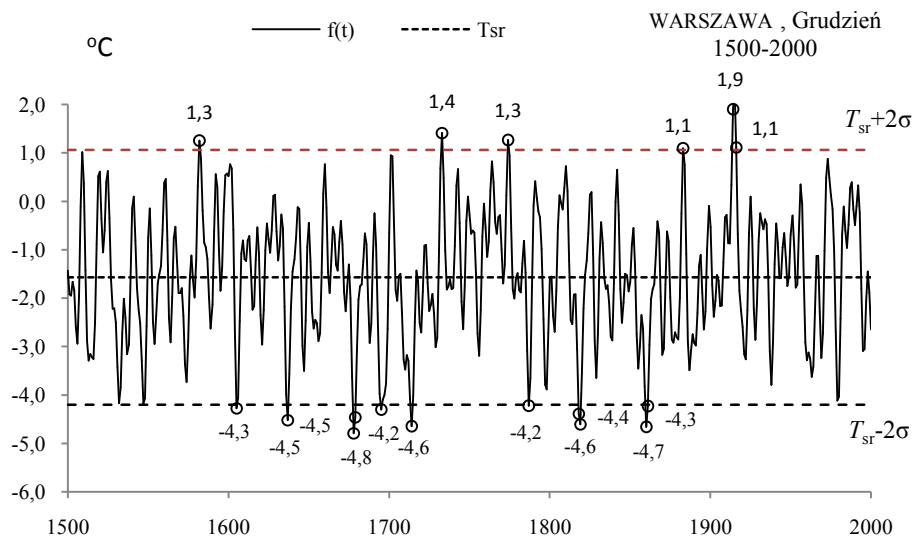
**Rys. 58a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1779-2019  
**Fig. 58a.** Changes of air temperature in Warsaw in December in the 1779-2019 years



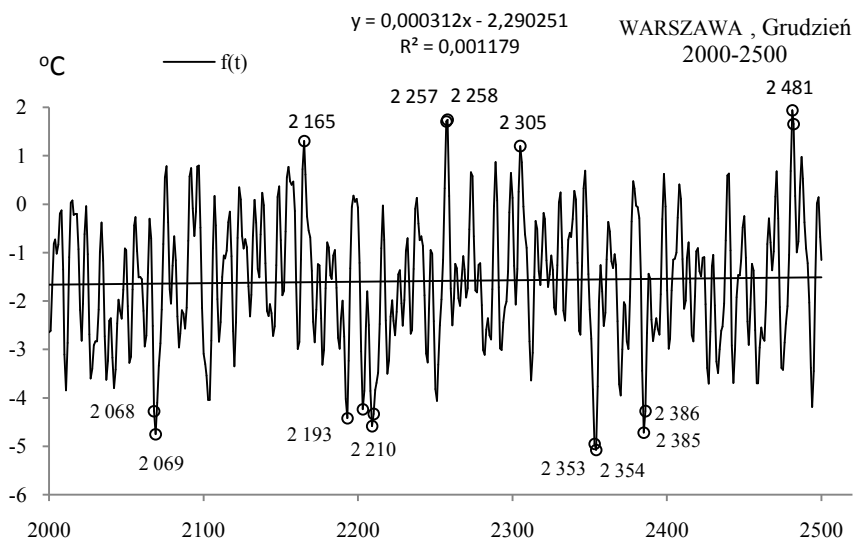
**Rys. 58b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1779-2019  
**Fig. 58b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in December in the 1779-2019 years.



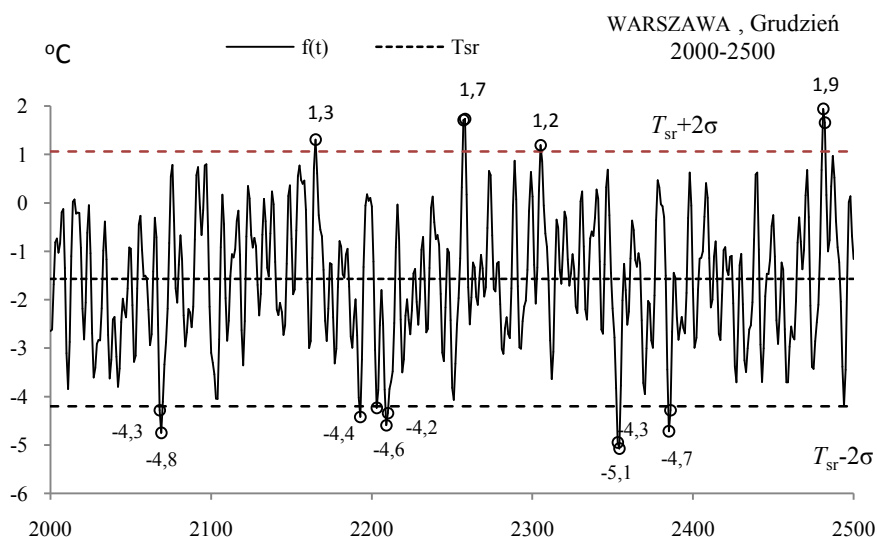
**Rys. 59a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1500-2000  
**Fig. 59a.** Changes of air temperature in Warsaw in December in the 1500-2000 years



**Rys. 59b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 1500-2000  
**Fig. 59b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in December in the 1500-2000 years.



**Rys. 60a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 2000-2500  
**Fig. 60a.** Changes of air temperature in Warsaw in December in the 2000-2500 years



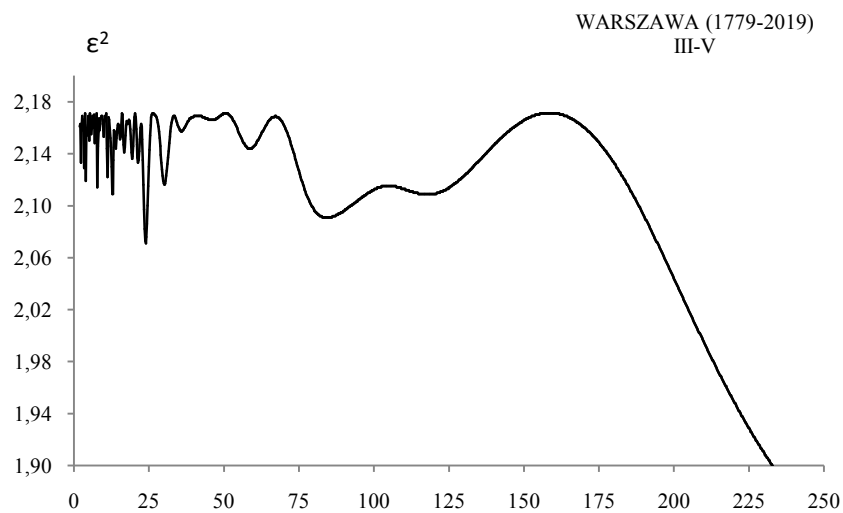
**Rys. 60b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w grudniu w latach 2000-2500  
**Fig. 60b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in December in the 2000-2500 years.

### WIOSNA (III-V)

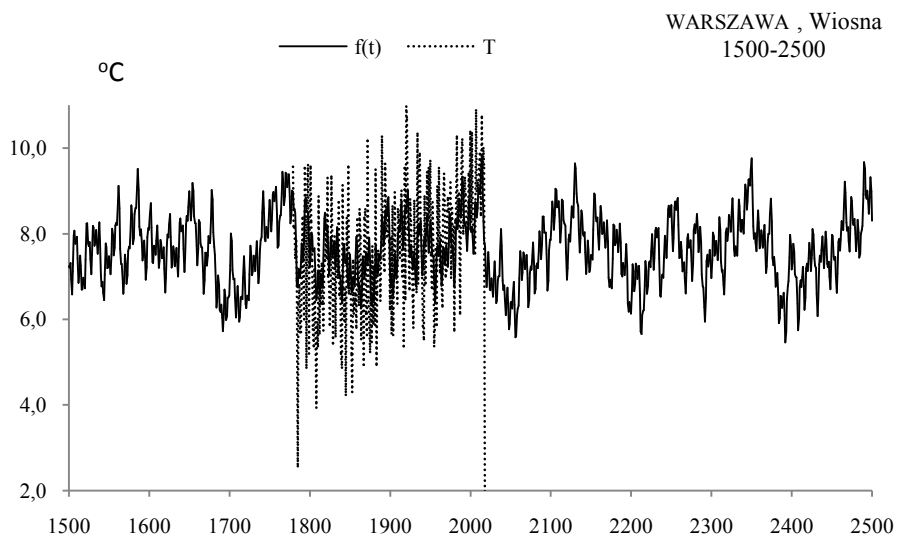
**Tabela 15.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

**Table 15.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in spring in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

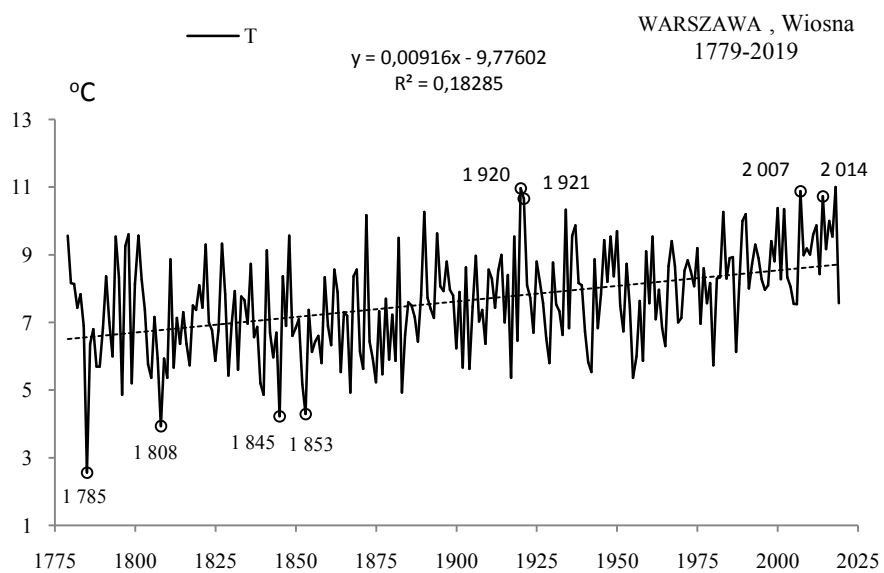
$F(t) = -2.513870 + 0.005287 t + \dots ; R=0.602645$				
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$F_{obl}$
4,0	0,348527	-1,901137	2,105	3,478
7,8	0,338290	0,003243	2,107	3,362
12,8	0,350094	0,324643	2,096	4,002
19,3	0,191380	0,844771	2,128	2,160
23,9	0,382931	0,118414	2,076	5,182
29,9	0,295576	0,424110	2,114	2,959
58,0	0,150863	-1,619033	2,140	1,483
83,2	0,352335	1,163469	2,090	4,354
116,6	0,410779	0,428254	2,113	3,016
178,9	0,496662	2,026630	2,125	2,330



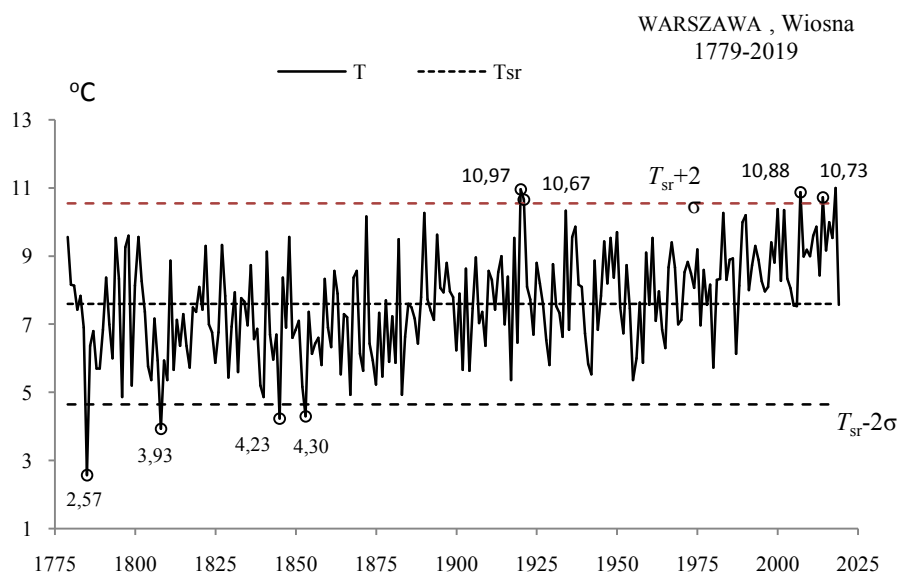
**Rys. 61.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 61.** Spectrum of air temperature in Warsaw in spring in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



**Rys. 62.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 62.** Air temperature changes in Warsaw in spring in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

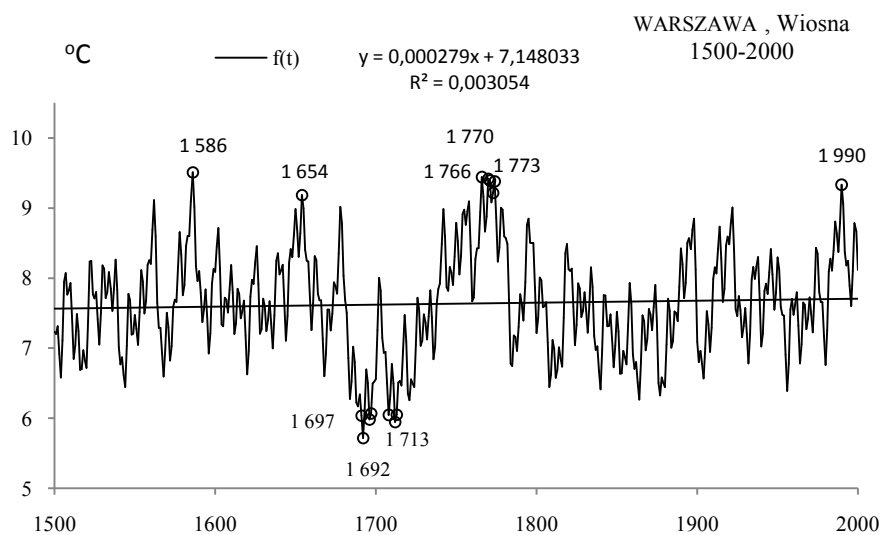


**Rys. 63a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1779-2019  
**Fig. 63a.** Changes of air temperature in Warsaw in spring in the 1779-2019 years

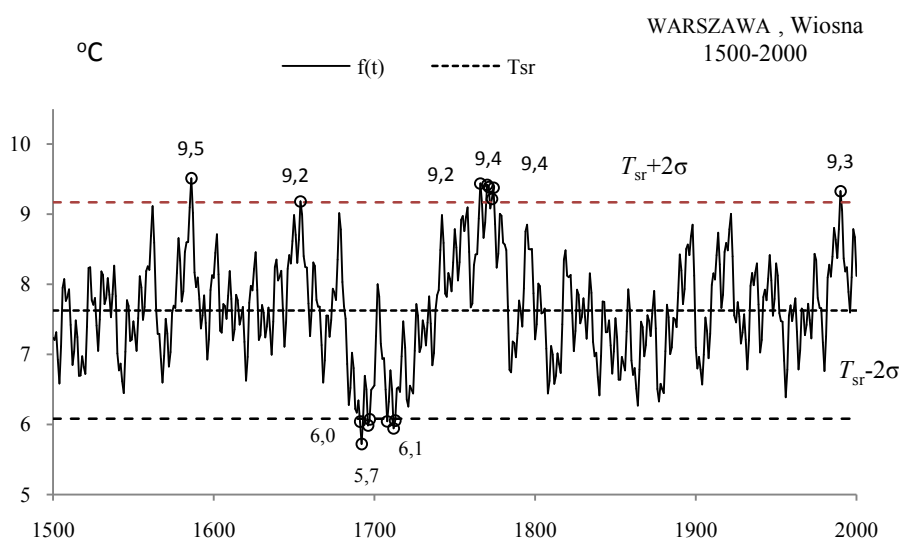


**Rys. 63b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1779-2019  
**Fig. 63b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Spring in the 1779-2019 years.

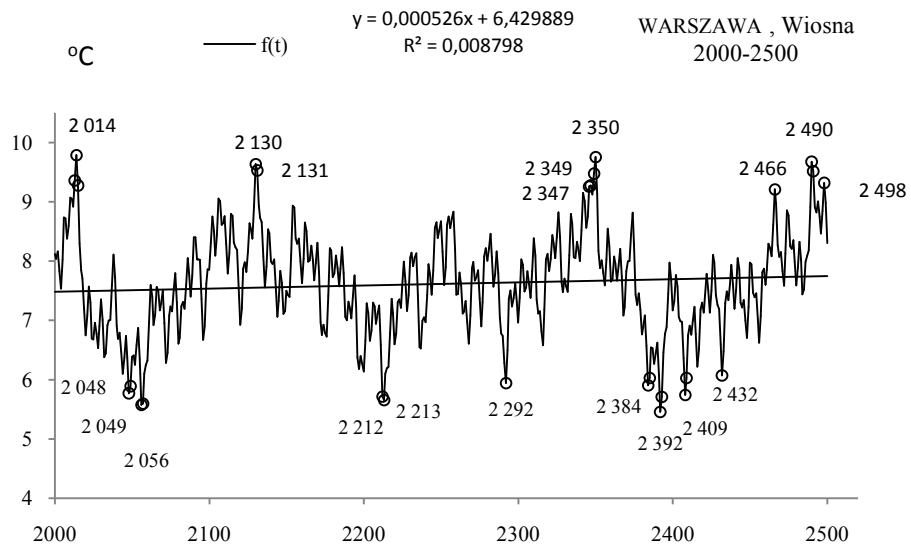




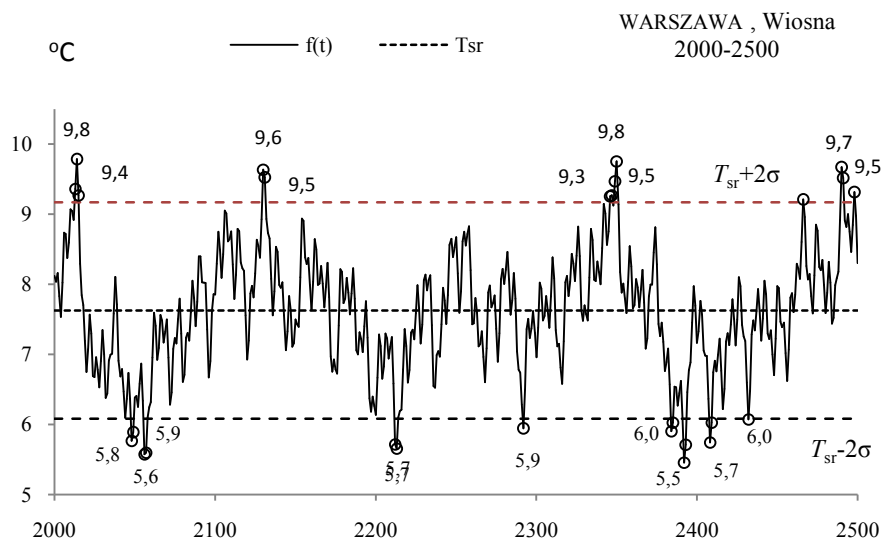
**Rys. 64a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 64a.** Changes of air temperature in Warsaw in spring in the 1500-2000 years



**Rys. 64b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 64b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Spring in the 1500-2000 years.



**Rys. 65a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 65a.** Changes of air temperature in Warsaw in spring in the 2000-2500 years



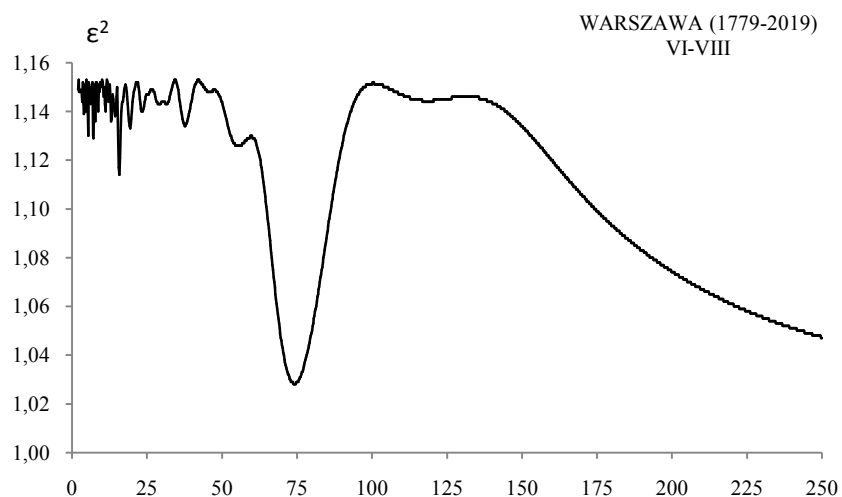
**Rys. 65b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 65b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Spring in the 2000-2500 years.

## LATO (VI-VIII)

**Tabela 16.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{\text{obl}}$  – test Fishera-Snedecora

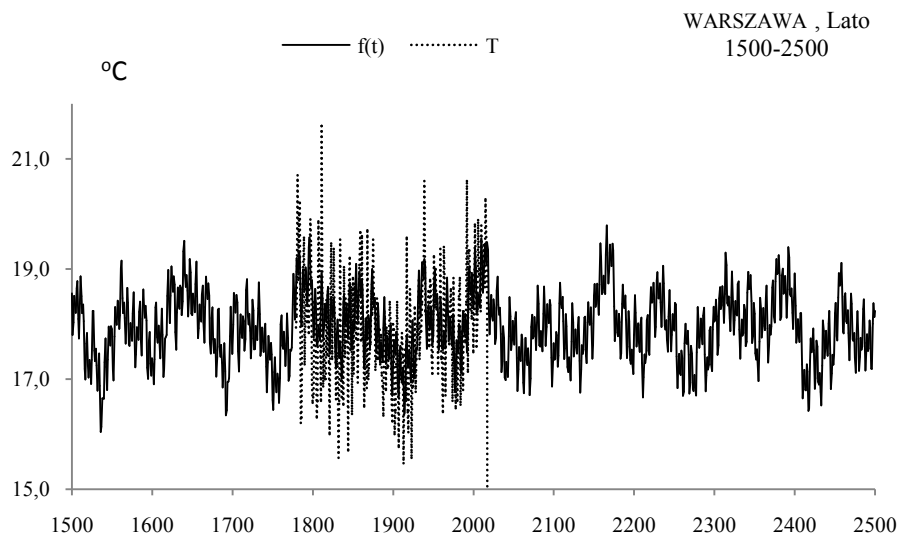
**Table 16.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in summer in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{\text{obl}}$  – F-test)

$F(t) = 14.083182 + 0.001975 t + \dots$ $R=0.590157$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{\text{obl}}$
3,9	0,374460	-0,815061	1,052	0,252	8,065
7,1	0,318813	1,395583	1,076	0,206	5,242
15,6	0,264537	0,934225	1,090	0,173	3,653
19,1	0,198072	-0,341803	1,103	0,135	2,213
30,9	0,149828	3,102266	1,107	0,122	1,777
37,2	0,124163	1,852935	1,105	0,129	1,995
54,6	0,152919	-2,669620	1,096	0,157	2,984
73,8	0,462745	-0,331330	1,012	0,315	13,068
114,3	0,011213	-1,987361	1,117	0,077	0,700
178,9	0,336280	0,633517	1,069	0,220	6,052

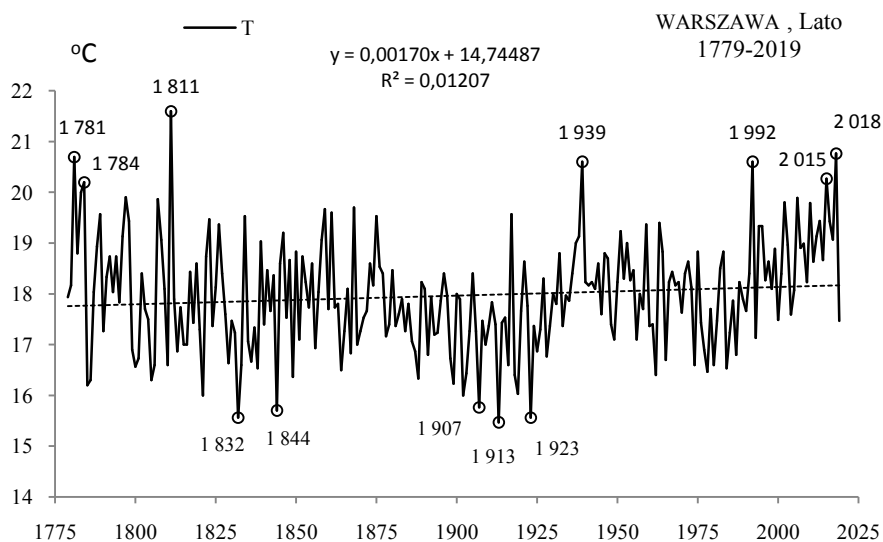


**Rys. 66.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

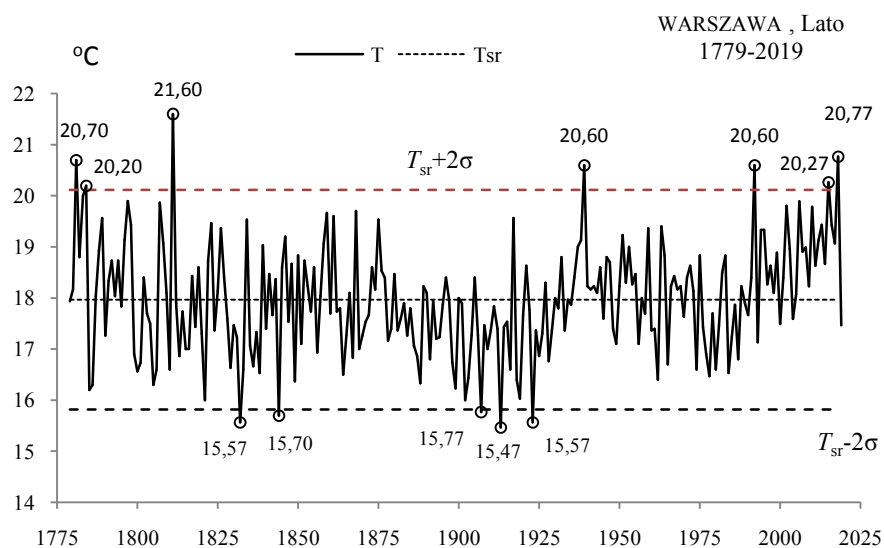
**Fig. 66.** Spectrum of air temperature in Warsaw in summer in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



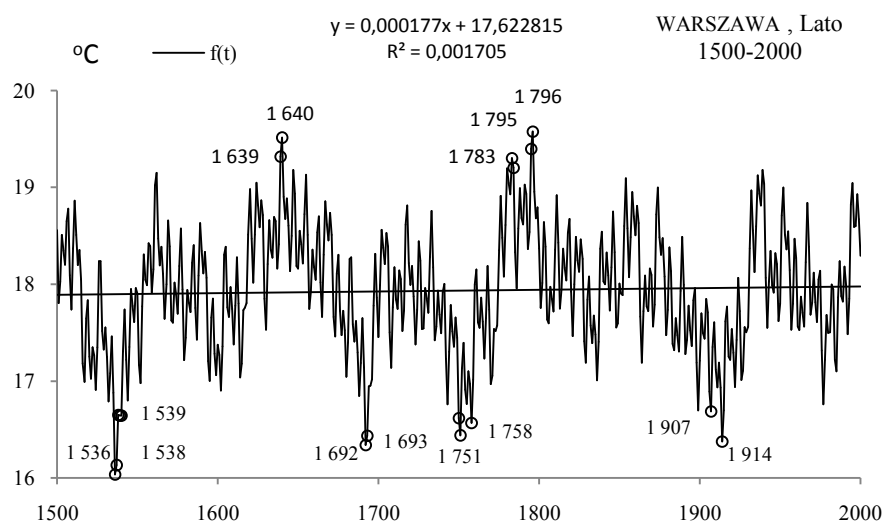
**Rys. 67.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 67.** Air temperature changes in Warsaw in summer in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



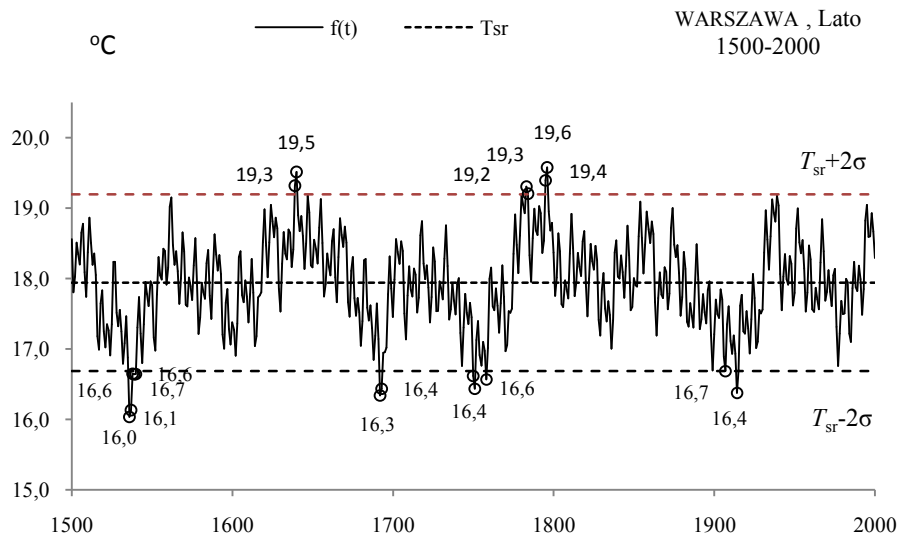
**Rys. 68a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1779-2019  
**Fig. 68a.** Changes of air temperature in Warsaw in summer in the 1779-2019 years



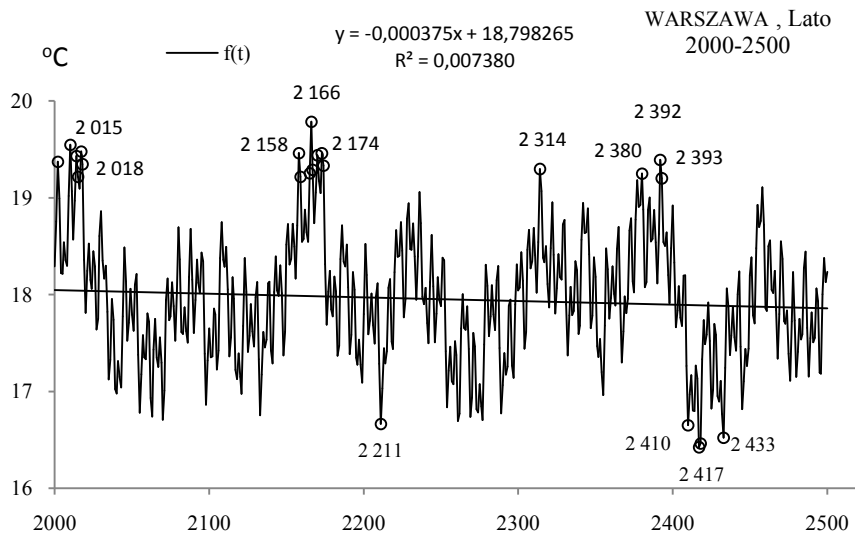
**Rys. 68b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1779-2019  
**Fig. 68b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Summer in the 1779-2019 years.



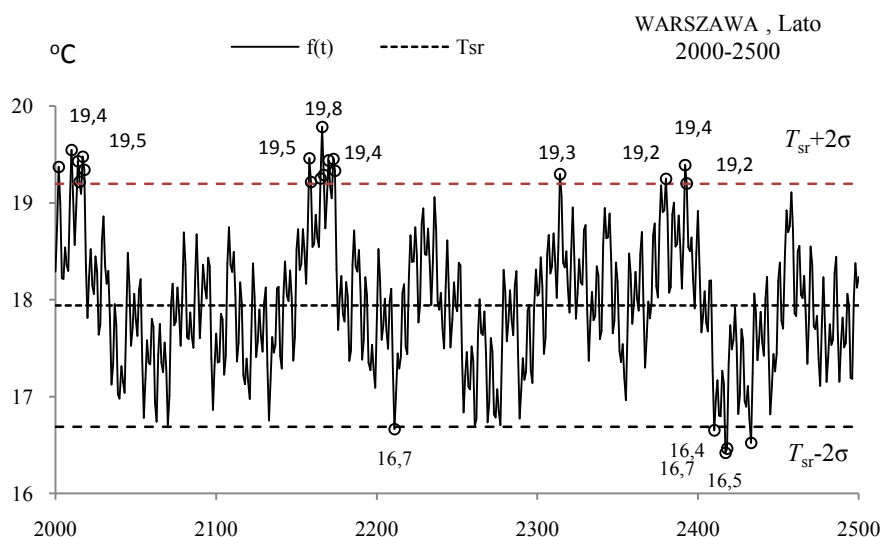
**Rys. 69a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 69a.** Changes of air temperature in Warsaw in summer in the 1500-2000 years



**Rys. 70b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 70b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Summer in the 1500-2000 years.



**Rys. 71a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 71a.** Changes of air temperature in Warsaw in summer in the 2000-2500 years



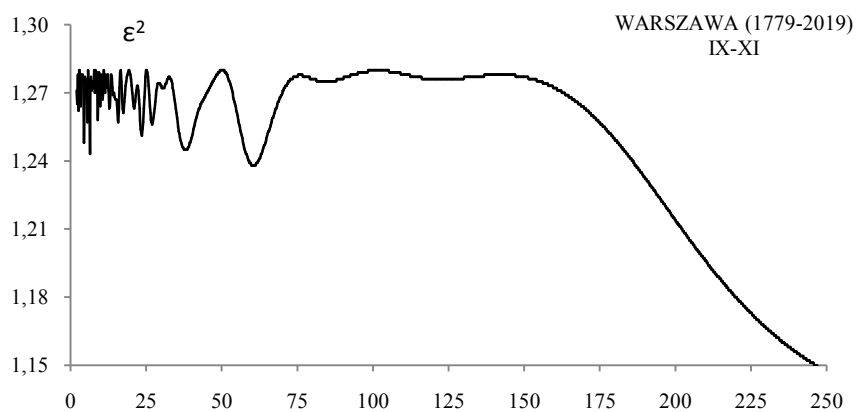
**Rys. 71b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 71b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Summer in the 2000-2500 years.

### JESIEŃ (IX-XI)

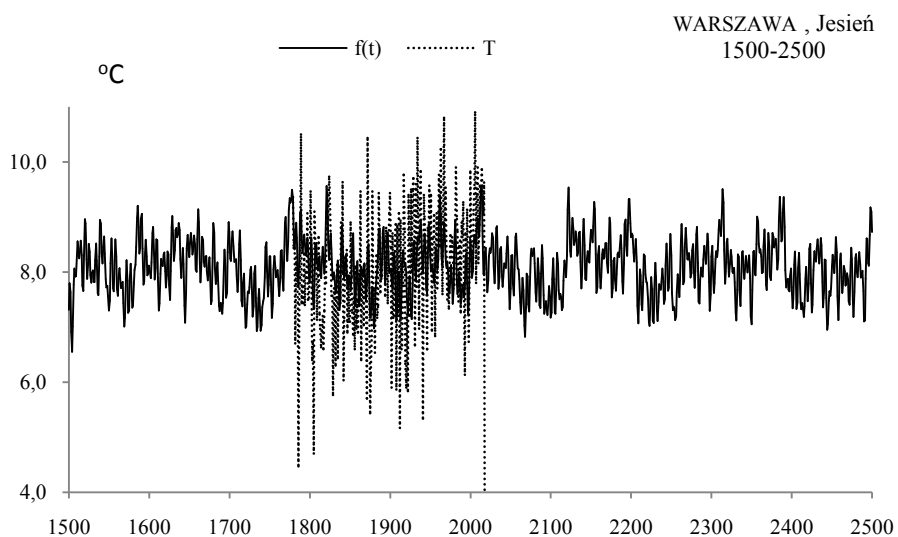
**Tabela 17.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

**Table 17.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in autumn n years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = -1.135666 - 0.004831 t + \dots \quad R = 0.546270$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,7	0,360353	-1,431111	1,211	0,227	6,449
6,4	0,293835	-1,935058	1,234	0,183	4,120
10,6	0,188804	2,713540	1,257	0,125	1,876
15,6	0,228174	2,179851	1,248	0,150	2,744
23,3	0,251999	0,503913	1,242	0,165	3,330
37,0	0,225785	0,123858	1,242	0,165	3,330
59,9	0,194540	-2,125116	1,242	0,165	3,330
84,0	0,100544	0,019486	1,275	0,039	0,177
120,2	0,098142	2,109809	1,274	0,048	0,270
178,9	0,220692	1,383849	1,243	0,163	3,232

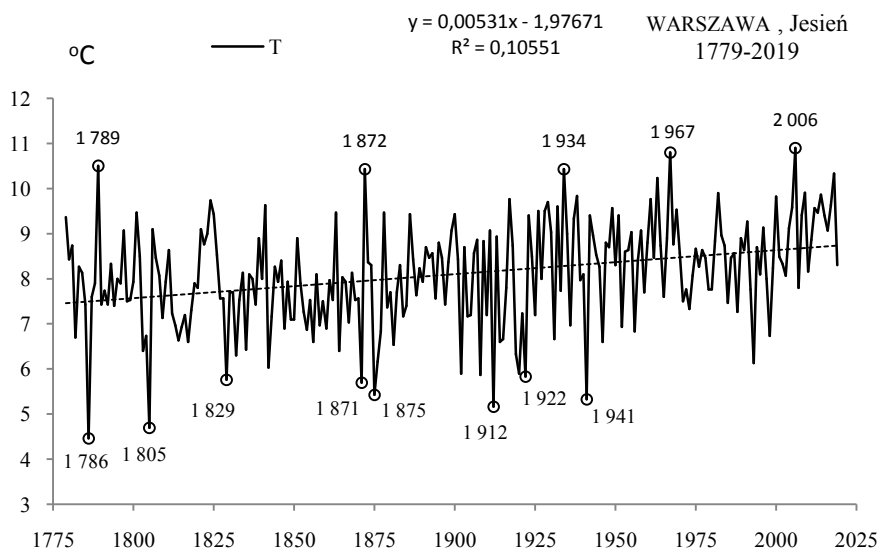


**Rys. 72.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 72** Spectrum of air temperature in Warsaw in autumn in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

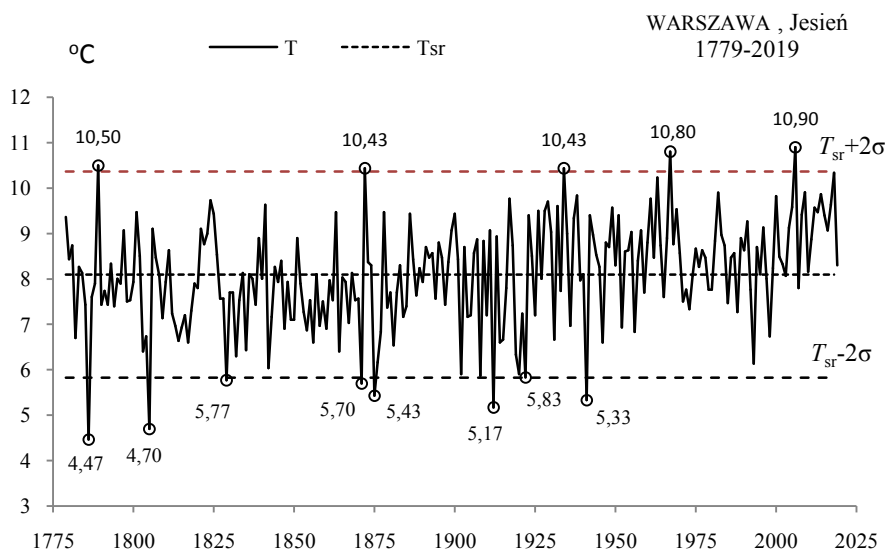


**Rys. 73.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 73.** Air temperature changes in Warsaw in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

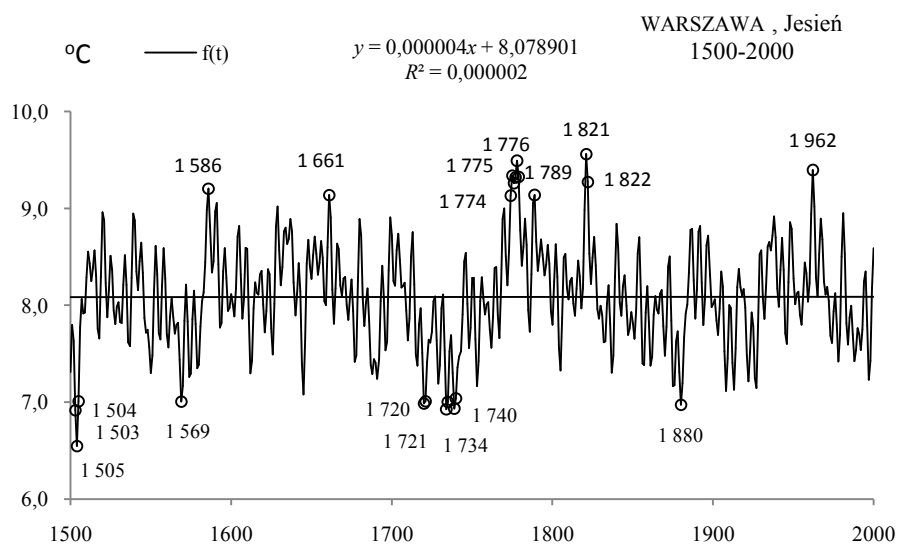




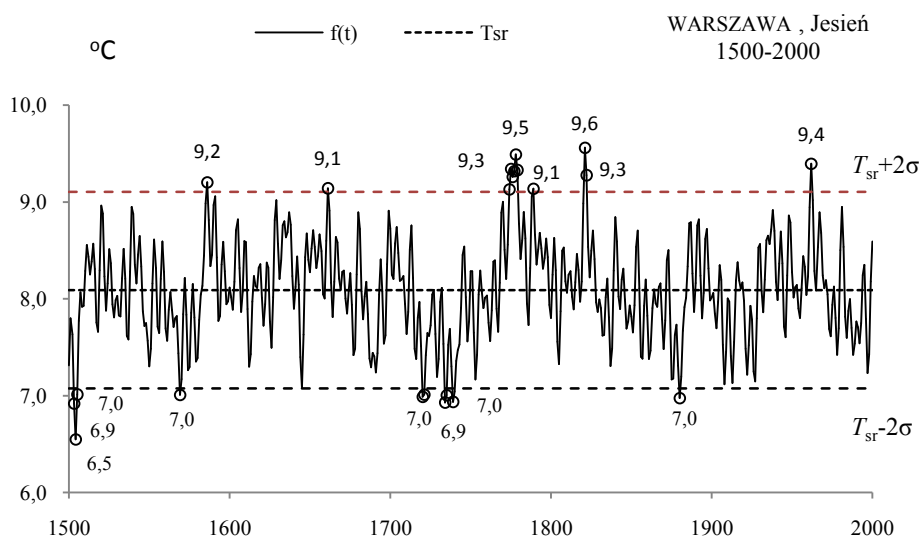
**Rys. 74a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1779-2019  
**Fig. 74a.** Changes of air temperature in Warsaw in Autumn in the 1779-2019 years



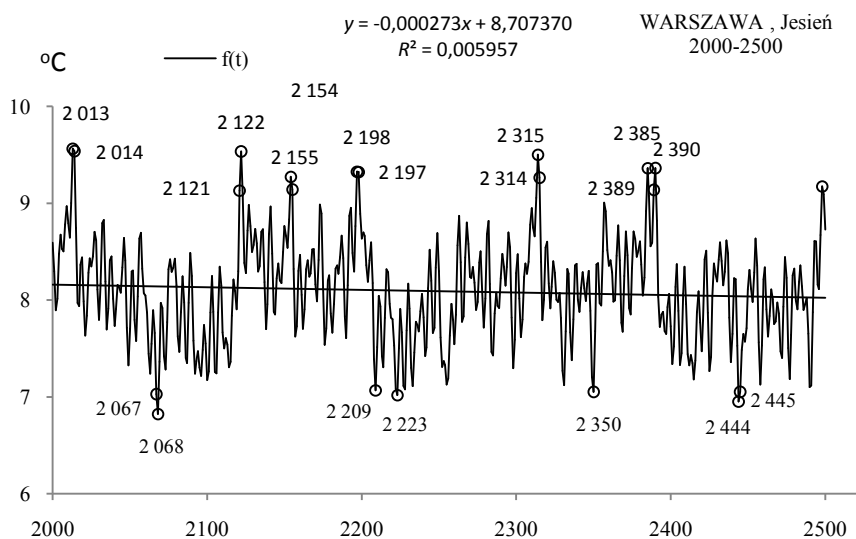
**Rys. 74b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1779-2019  
**Fig. 74b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Autumn in the 1779-2019 years.



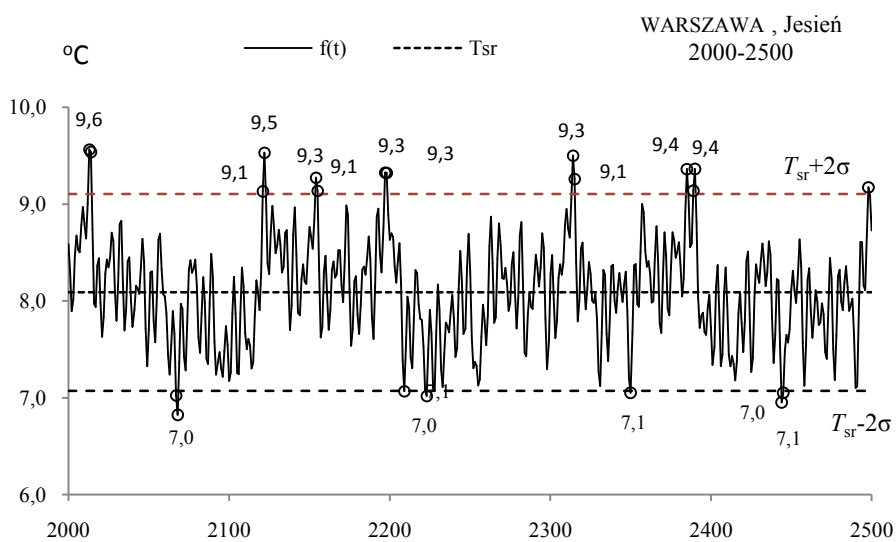
**Rys. 75a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 75a.** Changes of air temperature in Warsaw in Autumn in the 1500-2000 years



**Rys. 75b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 75b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Autumn in the 1500-2000 years.



**Rys. 76a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 76a.** Changes of air temperature in Warsaw in Autumn in the 2000-2500 years

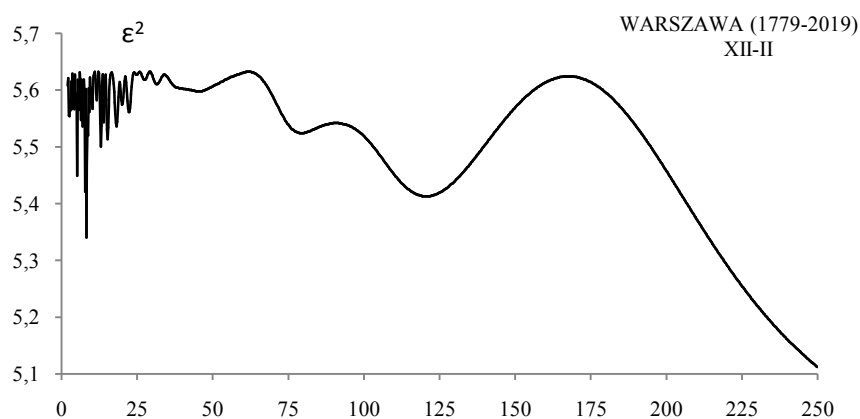


**Rys. 76b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 76b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Autumn in the 2000-2500 years.

## ZIMA (XII-II)

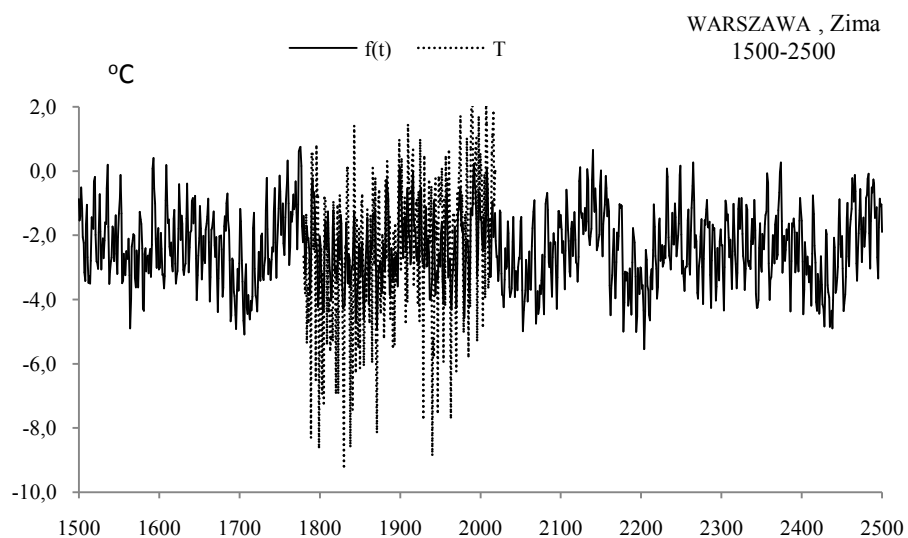
**Tabela 18.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 18.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in winter in years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$F(t) = -1.135666 - 0.004831 t + \dots \quad R=0.546270$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,3	0,572119	-1,333062	5,450	0,172	3,629
5,2	0,632682	-0,658662	5,409	0,192	4,555
8,3	0,830451	1,932767	5,280	0,245	7,561
15,3	0,463434	0,873822	5,493	0,149	2,673
18,1	0,421194	1,416745	5,490	0,150	2,739
22,3	0,306717	-1,492471	5,566	0,095	1,084
41,6	0,313256	1,783268	5,561	0,100	1,191
77,4	0,285585	-3,046547	5,499	0,145	2,541
118,5	0,532814	1,734579	5,427	0,184	4,147
178,9	0,290397	2,146905	5,561	0,100	1,191



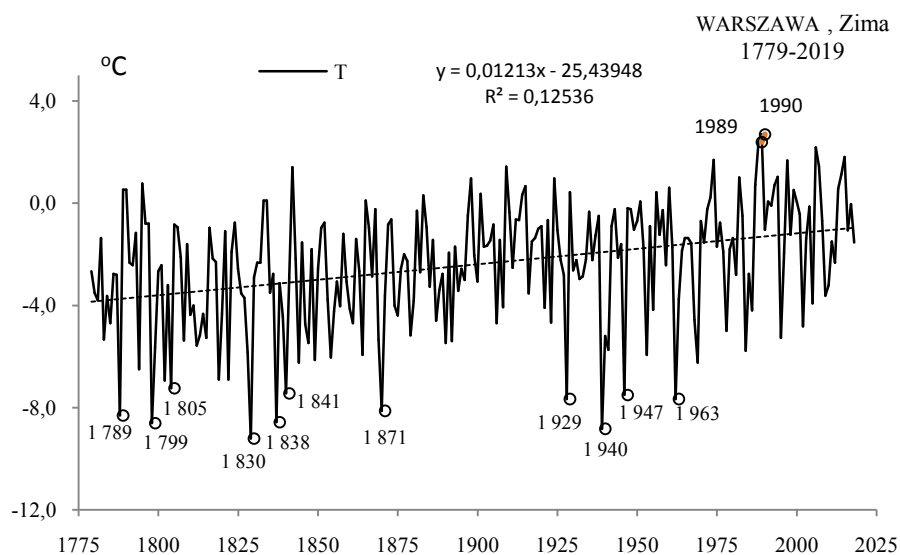
**Rys. 77.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)

**Fig. 77.** Spectrum of air temperature in Warsaw in winter in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)



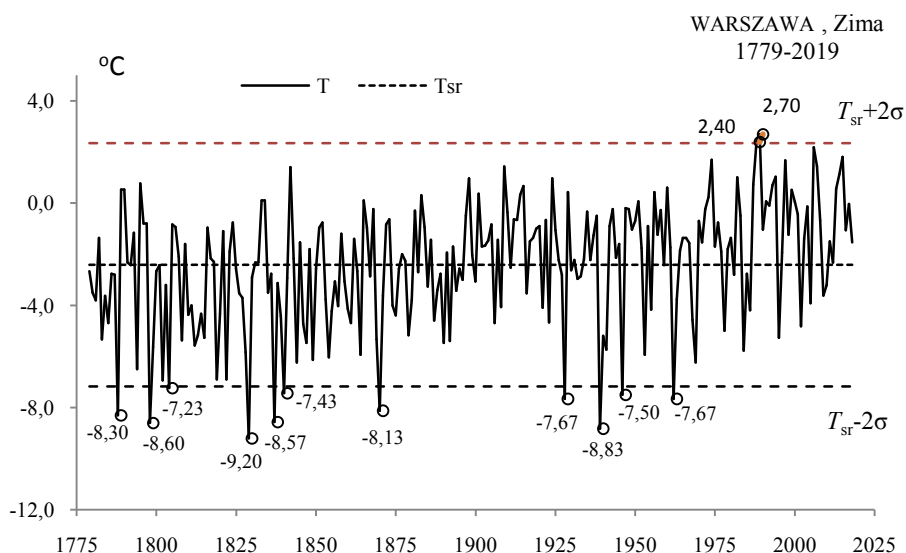
**Rys. 78.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).

**Fig. 78.** Air temperature changes in Warsaw in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)

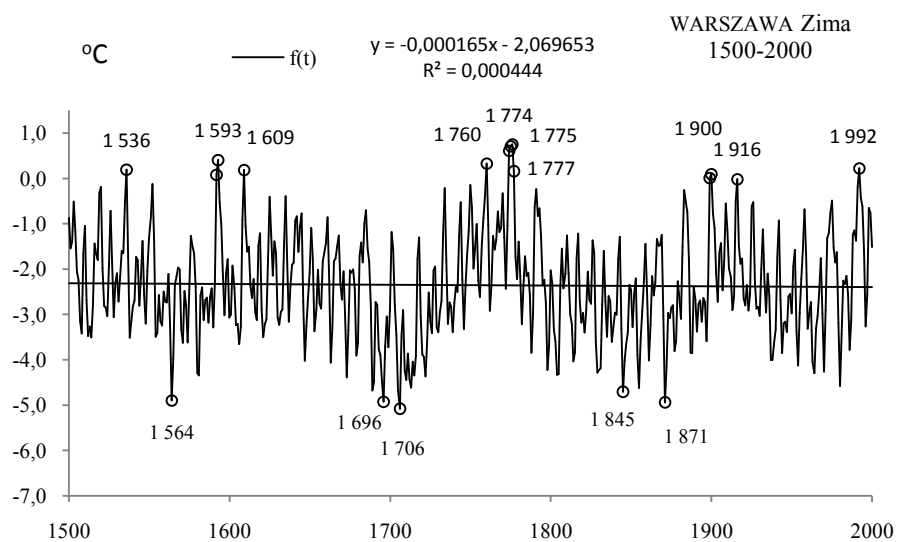


**Rys. 79a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019

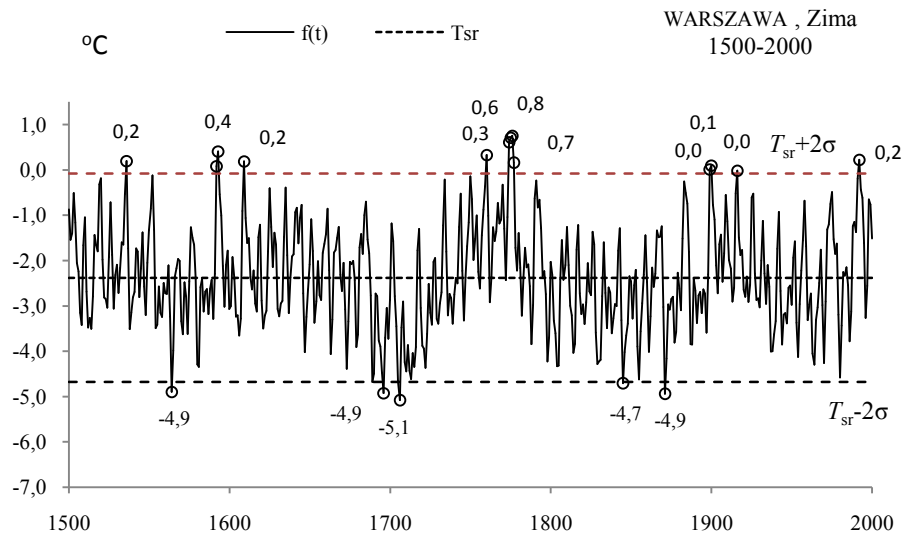
**Fig. 79a.** Changes of air temperature in Warsaw in Winter in the 1779-2019 years



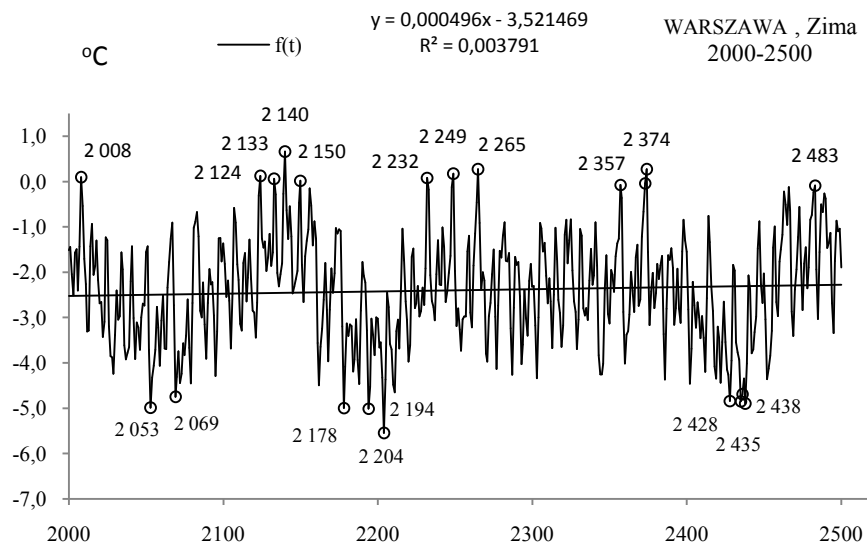
**Rys. 79b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1779-2019  
**Fig. 79b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Winter in the 1779-2019 years.



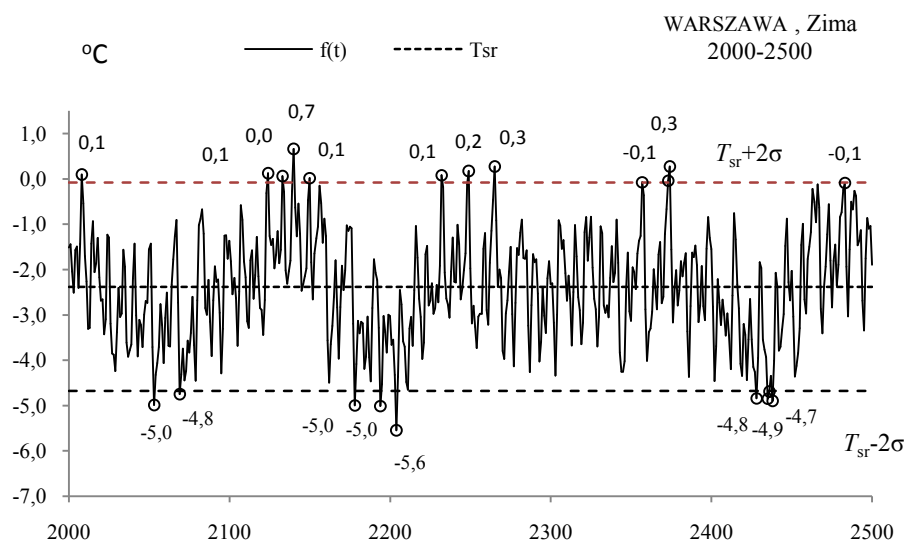
**Rys. 80a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 80a.** Changes of air temperature in Warsaw in Winter in the 1500-2000 years



**Rys. 80b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 80b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Winter in the 1500-2000 years.



**Rys. 81a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 81a.** Changes of air temperature in Warsaw in Winter in the 2000-2500 years



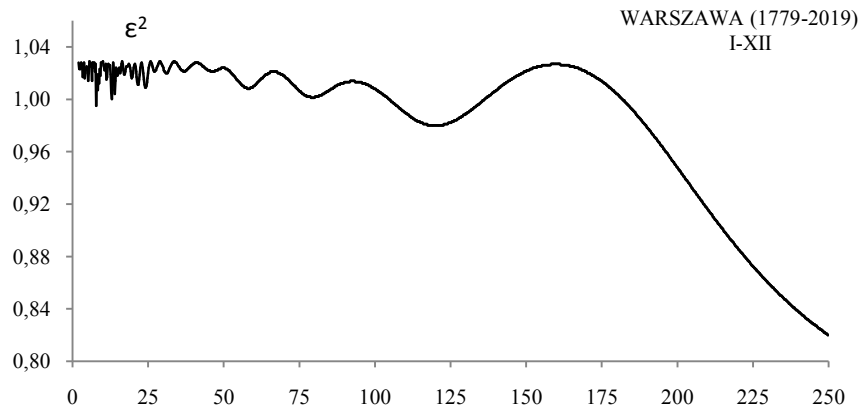
**Rys. 81b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 81b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in Winter in the 2000-2500 years.

### ROK (I-XII)

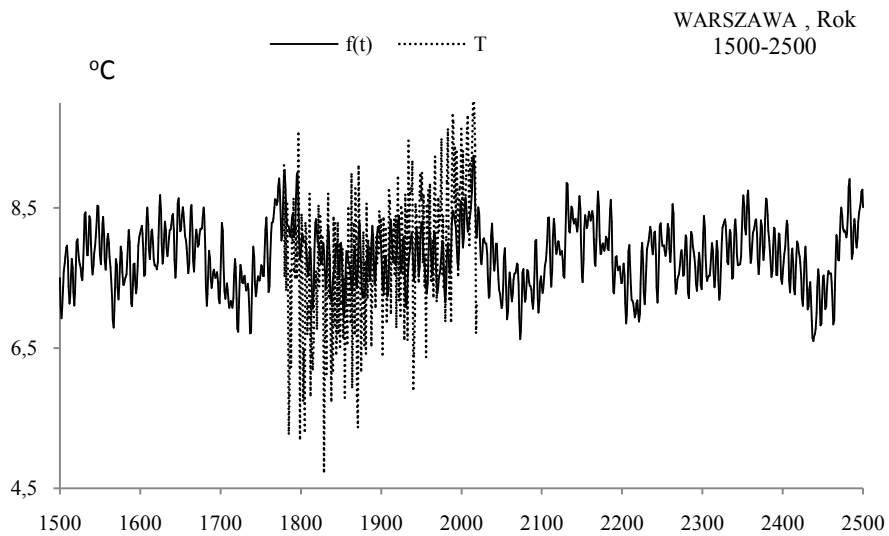
**Tabela 19.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1779-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 19.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Warsaw in year  $i$  n years 1779-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$F(t) = -4.223020 + 0.006302 t + \dots ; R=0.615894$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,5	0,209272	-1,444850	0,969	0,146	2,571
7,8	0,280994	0,151764	0,947	0,208	5,384
12,9	0,223930	0,721688	0,961	0,171	3,579
23,9	0,138482	0,100674	0,975	0,123	1,826
30,4	0,067132	0,777781	0,983	0,084	0,847
45,3	0,051816	0,142821	0,982	0,090	0,968
57,1	0,102075	0,632669	0,972	0,135	2,197
78,1	0,112232	-3,067728	0,967	0,153	2,822
117,7	0,259512	0,763756	0,950	0,201	4,993
178,9	0,246319	1,315612	0,961	0,171	3,579

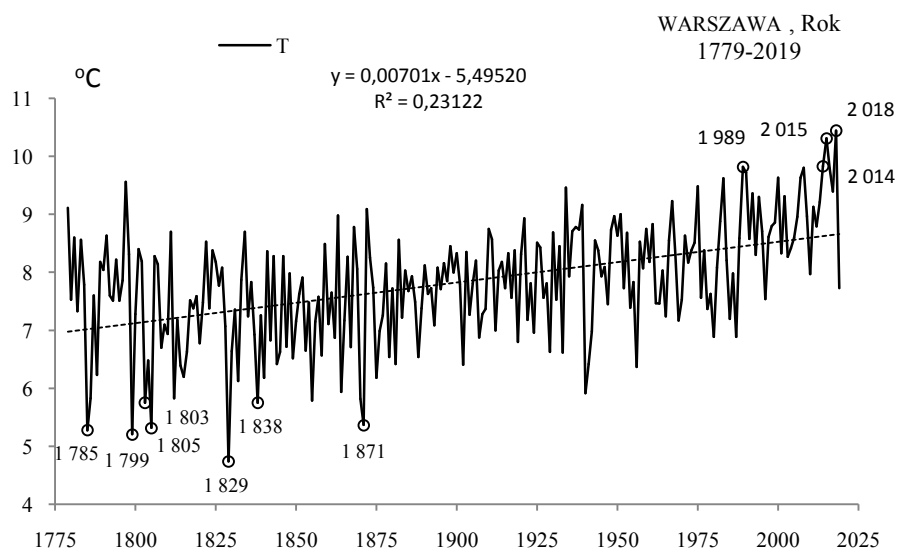




**Rys. 82.** Widmo temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1779-2019 (w paśmie 2,0-250 lat,  $\Delta\Theta = 0,2$  roku)  
**Fig. 82.** Spectrum of air temperature in Warsaw in year in the years 1779-2019 (in the strip 2,0-250 years,  $\Delta\Theta = 0,2$  year)

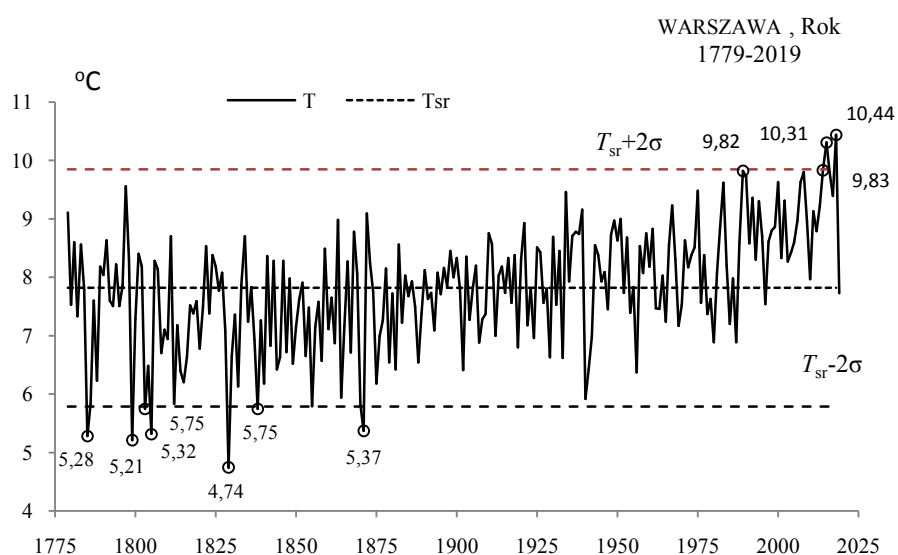


**Rys. 83.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1779-2019).  
**Fig. 83.** Air temperature changes in Warsaw in year in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1779-2019)



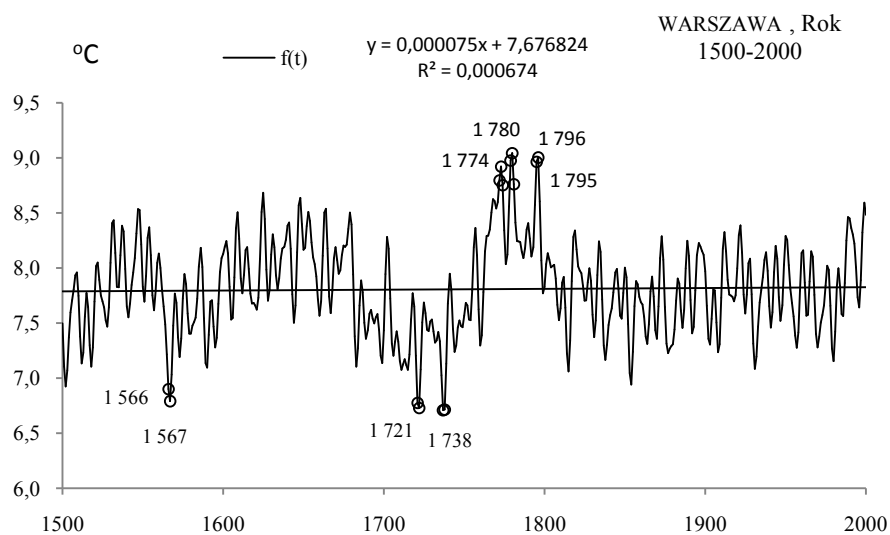
**Rys. 84a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1779-2019

**Fig. 84a.** Changes of air temperature in Warsaw in year in the 1779-2019 years

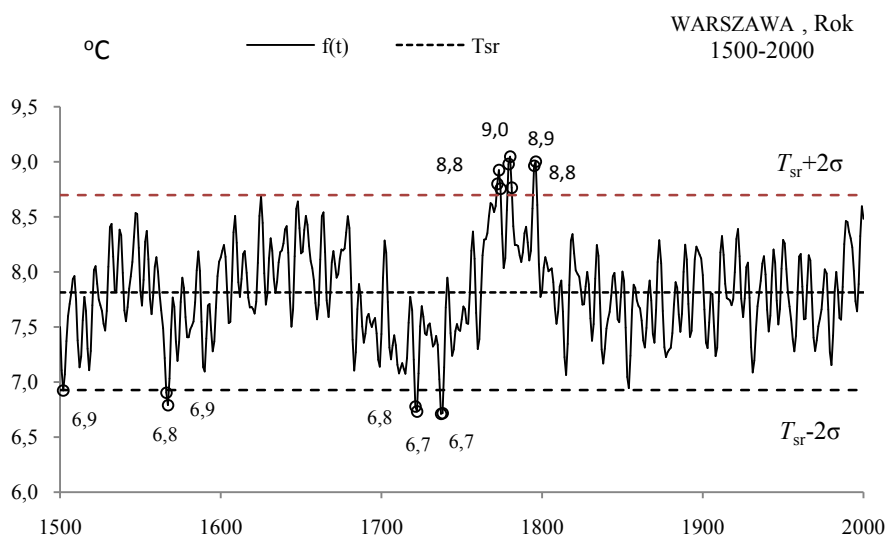


**Rys. 84b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1779-2019

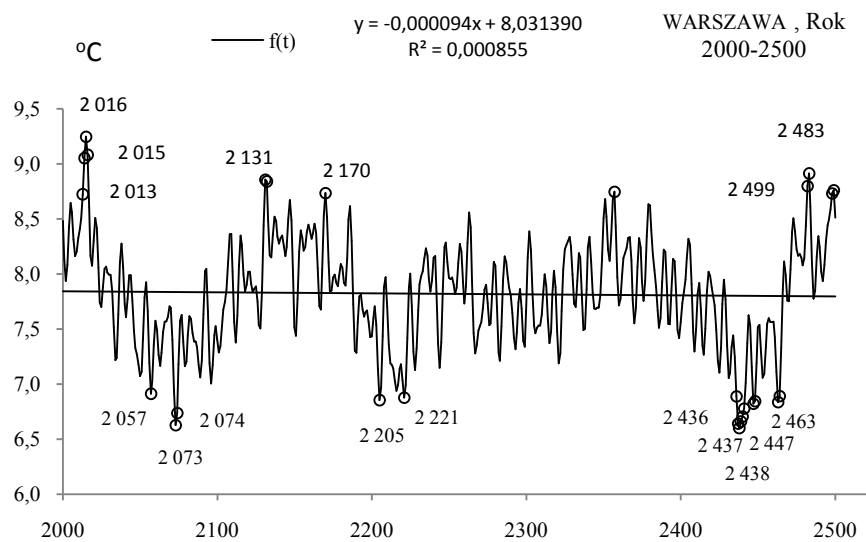
**Fig. 84b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in year in the 1779-2019 years.



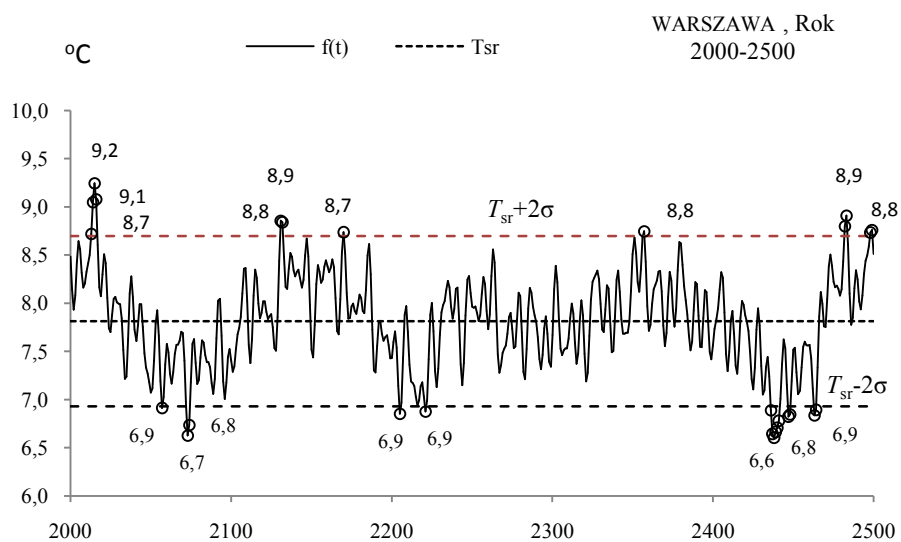
**Rys. 85a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 85a.** Changes of air temperature in Warsaw in year in the 1500-2000 years



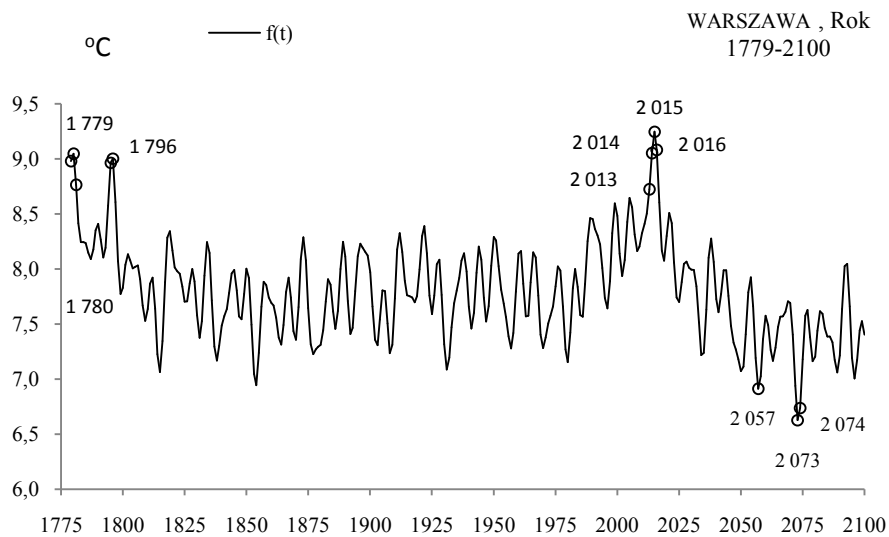
**Rys. 85b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 85b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in year in the 1500-2000 years.



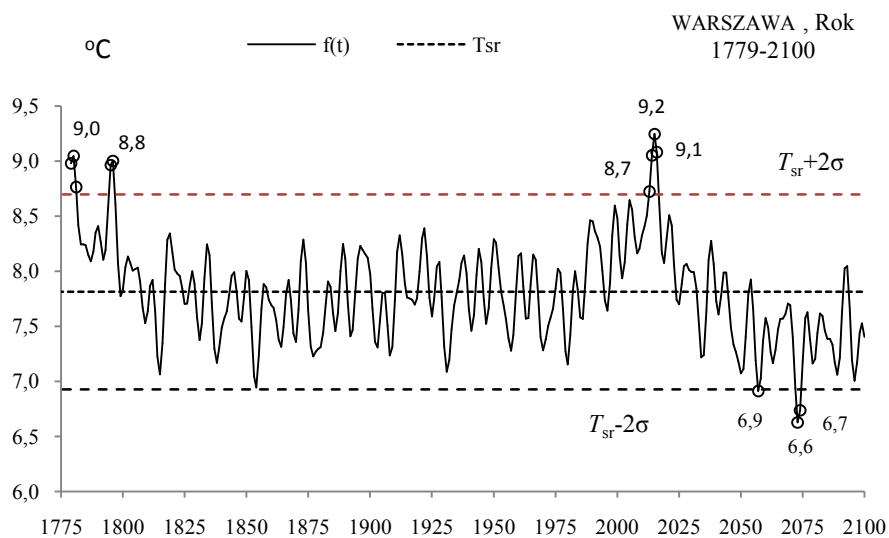
**Rys. 86a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 86a.** Changes of air temperature in Warsaw in year in the 2000-2500 years



**Rys. 86b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 86b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in year in the 2000-2500 years.



**Rys. 87a.** Zmiany temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 1779-2100  
**Fig. 87a.** Changes of air temperature in Warsaw in year in the 1779-2100 years



**Rys. 87b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Warszawie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 87b.** Extreme values of average air temperature in Warsaw in year in the 1779-2100 years.

## VII. ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W PARYŻU W TYSIĄCLECIU 1500-2500 ( $\varphi=52^{\circ}13'N$ , $\lambda=21^{\circ}02'E$ , $H=110$ )

### 7.1. Anomalie temperatury powietrza w Paryżu – według pomiarów (1757-2019), rekonstrukcji (1500-1757) i prognoz (1758-2500)

O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty minimów  $T_{\text{inf}} \leq T_{\text{sr.}} - 2\sigma$  i maksimów  $T_{\text{sup}} \geq T_{\text{sr.}} + 2\sigma$  temperatury powietrza  $T_{\text{sr}}$  – średnia arytmetyczna,  $\sigma$  – odchylenie standardowe

$$\sigma = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{\text{sr.}})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Ekstrema temperatury powietrza (największe ochłodzenia i ocieplenia) w Paryżu według wyników pomiarów w latach 1757-2019 przedstawiono w tab. 1-19 i na rys. 1-86 (większość oznaczona  $a$ ,  $b$ ).

Rekonstrukcje i prognozy wykonano według interferencji  $k$  najistotniejszych statystycznie („najsilniejszych”) cykli, wyznaczonych metodą sinusoid regresji

$$y = a_0 + b \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta} t + c \right) \quad (2)$$

$$f(t) = a_0 + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{\theta_j} t + c_j \right) \quad (3)$$

bez składnika liniowego ( $at=0$ ):

Okresy  $\Theta$  i parametry  $a_0$ ,  $b$ ,  $c$  sinusoidy regresji (cyklu) wyznaczona tak, by suma kwadratów odchyłeń  $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$  punktów empirycznych  $(t_i, y_i)$  od jej założonego wykresu była minimalna (w przedziale  $2.1 \leq \Theta \leq 250$  lat z odstępem  $\Theta$  co 0,1 roku):

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 - \text{Min} \quad (4)$$

Na ogół, spadki wariancji resztkowej  $\varepsilon^2$  przy  $\Theta \rightarrow 250$  lat świadczą, że istnieją cykle długie, które nie są obecne w widmach temperatury, lecz występują w widmach danych dendrologicznych. Dlatego też w prognozach uwzględniono dodatkowo cykl 178.9 lat (astronomiczny).

**Tabela 1.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Paryżu w latach 1757-2019

**Table 1.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Paris in years 1757-2019

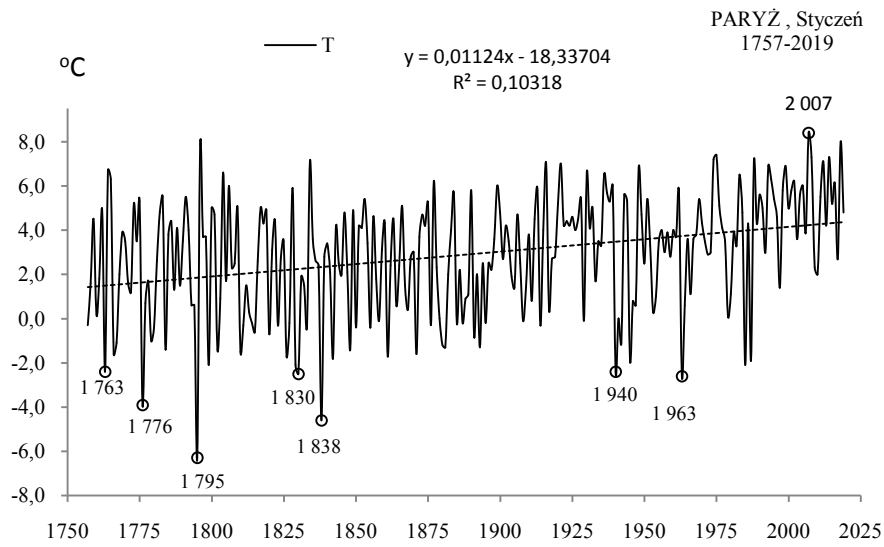
	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
I	2,890	2,65738	-2,42468	8,20483
II	4,283	2,28965	-0,29630	8,86231
III	6,742	1,93377	2,87490	10,60997
IV	10,193	1,68106	6,83104	13,55527
V	13,985	1,65561	10,67422	17,29665
VI	17,098	1,60077	13,89598	20,29907
VII	18,947	1,74916	15,44837	22,44501
VIII	18,549	1,66365	15,22206	21,87665
IX	15,624	1,58654	12,45091	18,79707
X	11,105	1,65282	7,79888	14,41017
XI	6,568	1,74423	3,07922	10,05614
XII	3,746	2,54889	-1,35162	8,84394
III-V	10,307	1,21995	7,86710	12,74692
VI-VIII	18,1979	1,32357	15,55071	20,84501
IX-XI	11,0987	1,20754	8,68365	13,51382
XII-II	3,6401	1,69353	0,25304	7,02716
I-XII	10,8108	0,99213	8,82658	12,79509

**Tabela 2.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Paryżu w latach 1500-2500

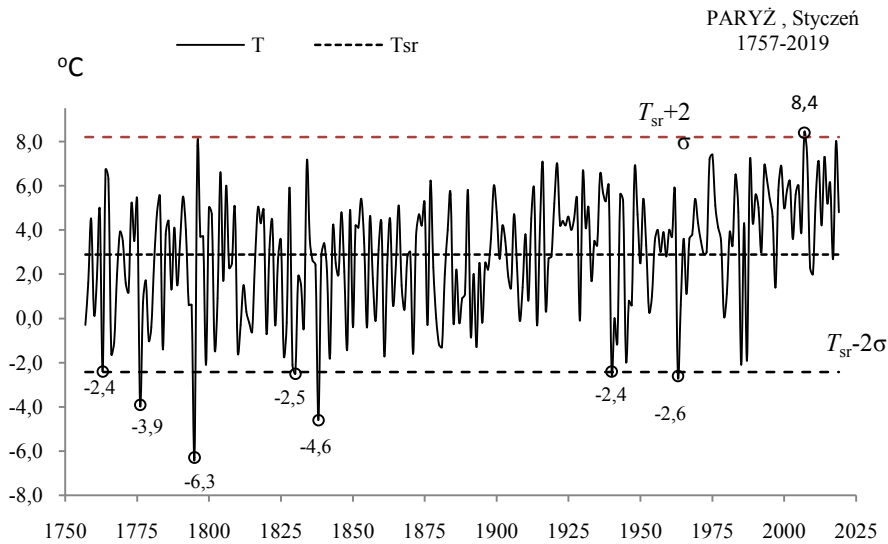
**Table 2.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Paris in years 1500-2500

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
I	2,86997202	1,11188477	0,64620247	5,09374158
II	4,2618132	0,9013213	2,4591705	6,0644559
III	6,7046024	1,1844815	4,3356394	9,0735654
IV	10,166445	1,004397	8,1576505	12,175239
V	13,960561	0,933743	12,093075	15,828047
VI	17,0634585	1,01558194	15,0322946	19,0946224
VII	18,928228	1,0692161	16,789796	21,06666
VIII	18,534518	1,1348435	16,264831	20,804206
IX	15,609702	0,9452954	13,719111	17,500293
X	11,057641	0,9615621	9,1345172	12,980765
XI	6,5406134	0,84299	4,8546333	8,2265935
XII	3,709014	1,0262778	1,6564584	5,7615696
III-V	10,288487	0,7293262	8,8298342	11,747139
VI-VIII	18,183687	0,9714459	16,240795	20,126579
IX-XI	11,063499	0,8106406	9,4422172	12,68478
XII-II	3,589414	1,029263	1,530888	5,647939
I-XII	10,79338	0,773501	9,246374	12,34038

## STYCZEŃ (I)



**Rys. 1a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 1757-2019  
**Fig. 1a.** Changes of air temperature in Paris in January in the 1757-2019 years



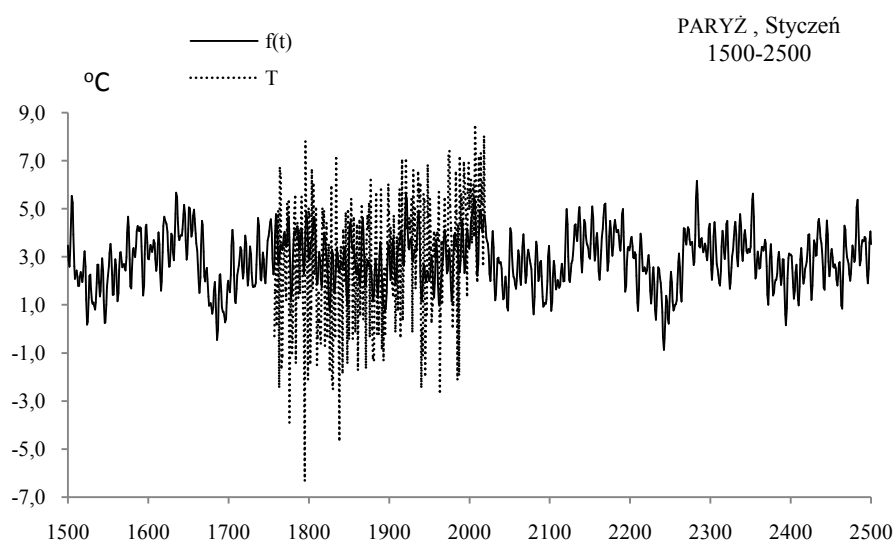
**Rys. 1b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 1757-2019  
**Fig. 1b.** Extreme values of average air temperature in Paris in January in the 1757-2019 years



**Tabela 3.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w styczniu, w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

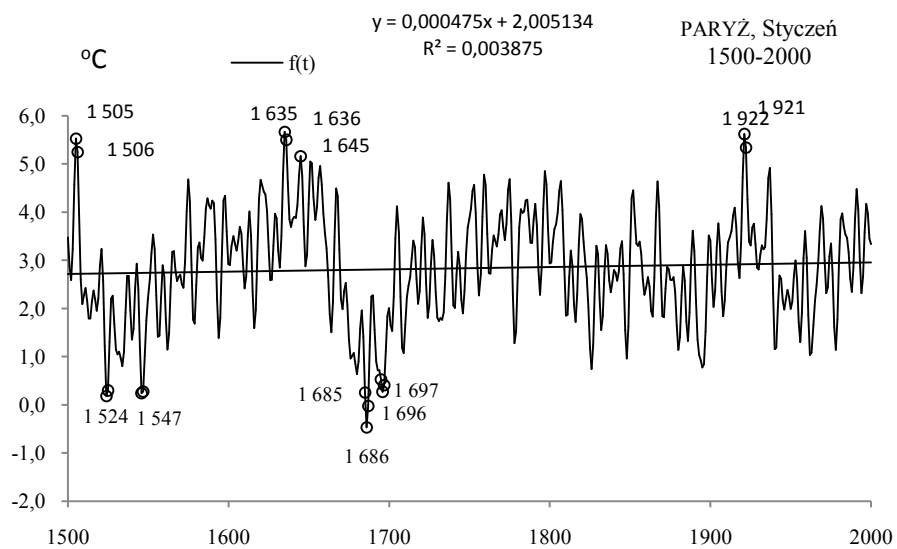
**Table 3.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in January in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,4	0,556155	3,075708	6,894	0,154	3,198
7,7	0,668390	-1,543238	6,859	0,169	3,886
11,6	0,529200	2,608002	6,905	0,149	2,984
16,6	0,489239	-2,472227	6,932	0,136	2,460
42,9	0,183019	2,256368	7,012	0,084	0,931
52,1	0,294067	3,122989	7,013	0,083	0,913
70,2	0,513508	-1,385655	6,845	0,175	4,162
89,4	0,313847	-1,389763	6,902	0,150	3,042
135,5	0,536192	1,670104	6,995	0,097	1,253
178,9	0,620698	1,251322	7,023	0,074	0,724

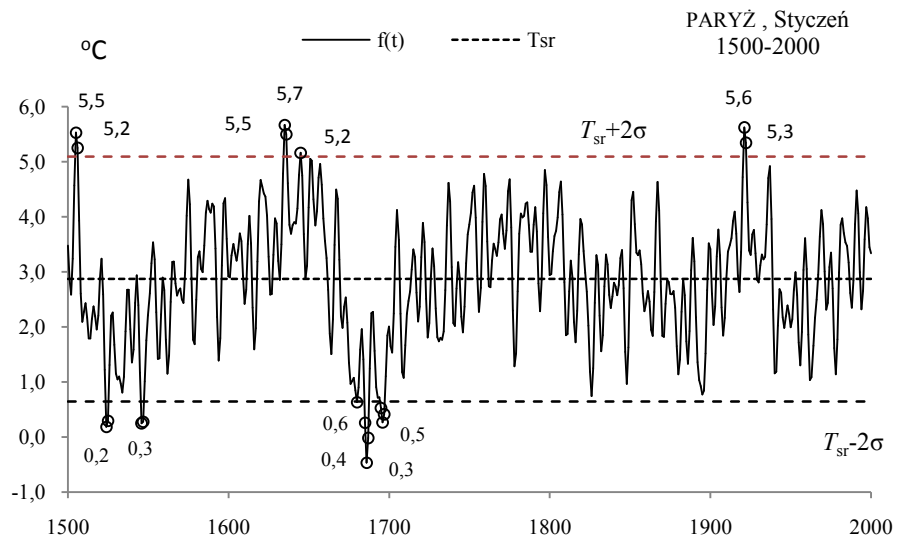


**Rys. 2.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

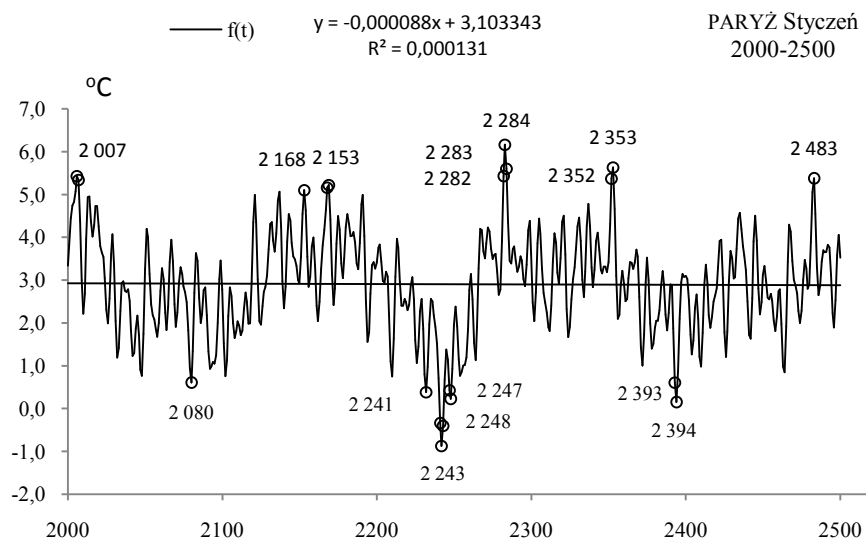
**Fig. 2.** Air temperature changes in Paris in January in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



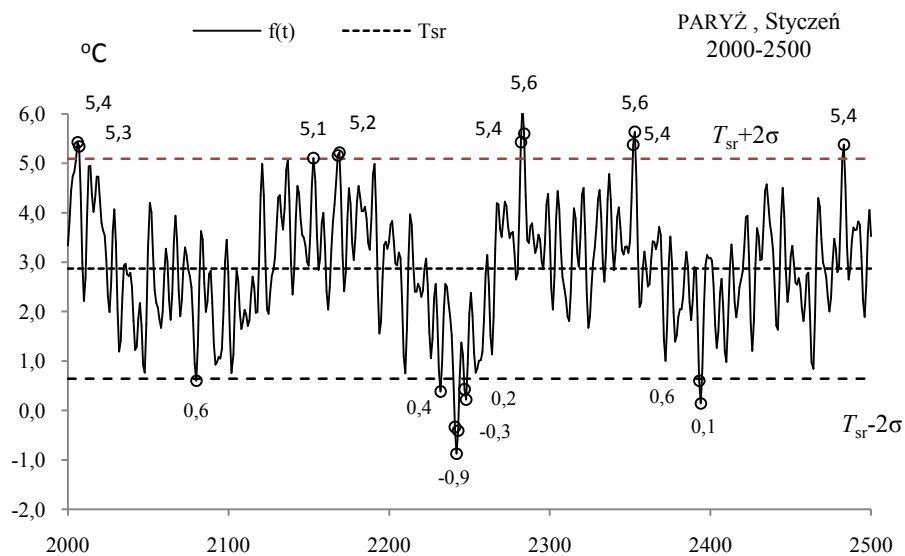
**Rys. 3a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 1500-2000  
**Fig. 3a.** Changes of air temperature in Paris in January in the 1500-2000 years



**Rys. 3b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 1500-2000  
**Fig. 3b.** Extreme values of average air temperature in Paris in January in the 1500-2000 years

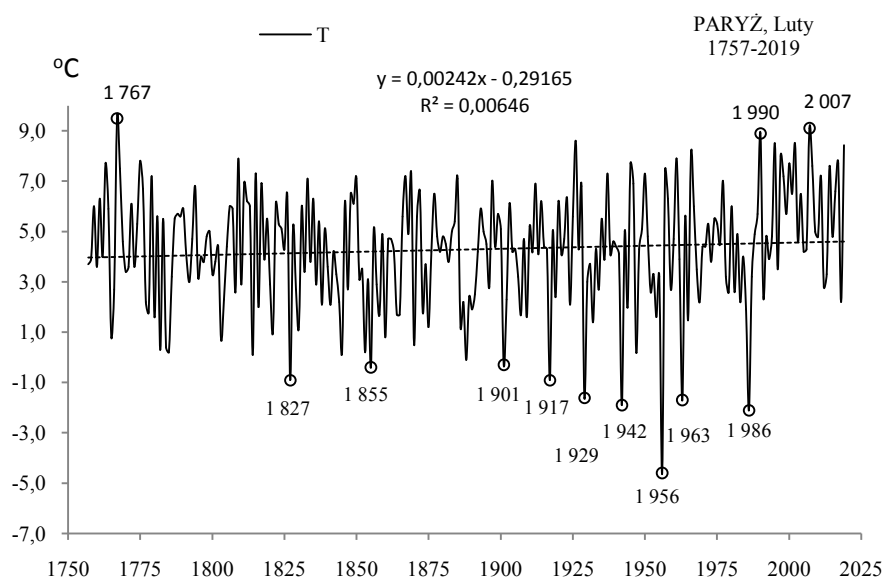


**Rys. 4a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 2000-2500  
**Fig. 4a.** Changes of air temperature in Paris in January in the 2000-2500 years

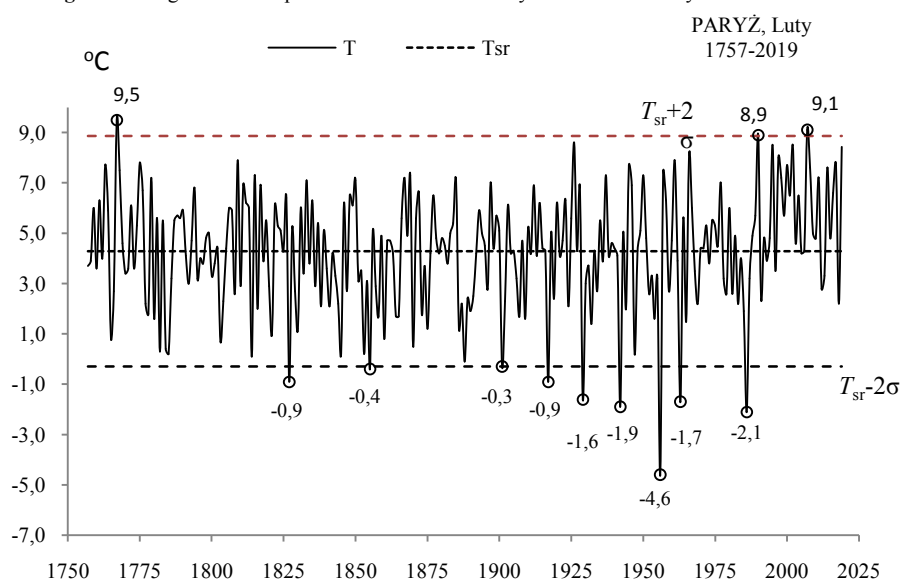


**Rys. 4b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w styczniu w latach 2000-2500  
**Fig. 4b.** Extreme values of average air temperature in Paris in January in the 2000-2500 years

## LUTY (II)



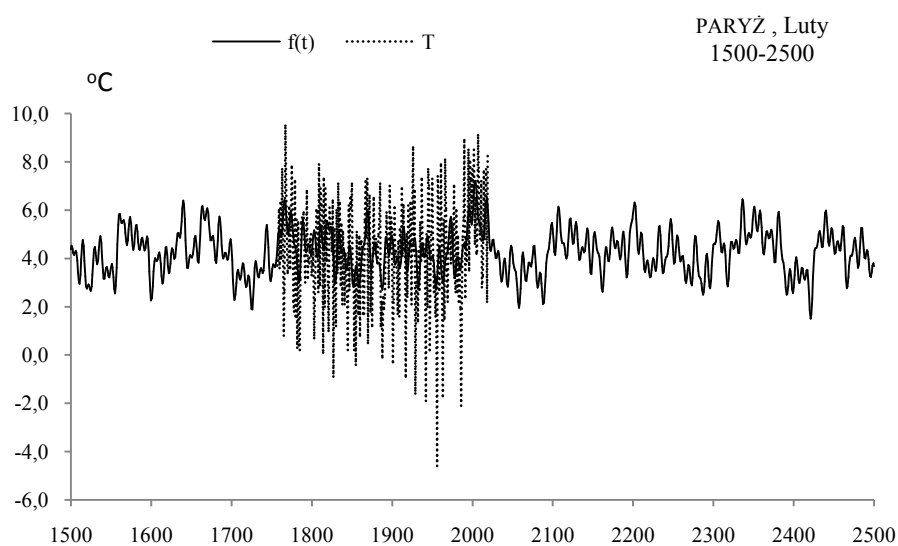
**Rys. 5a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 1757-2019  
**Fig. 5a.** Changes of air temperature in Paris in February in the 1757-2019 years



**Rys. 5b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 1757-2019  
**Fig. 5b.** Extreme values of average air temperature in Paris in February in the 1757-2019 years

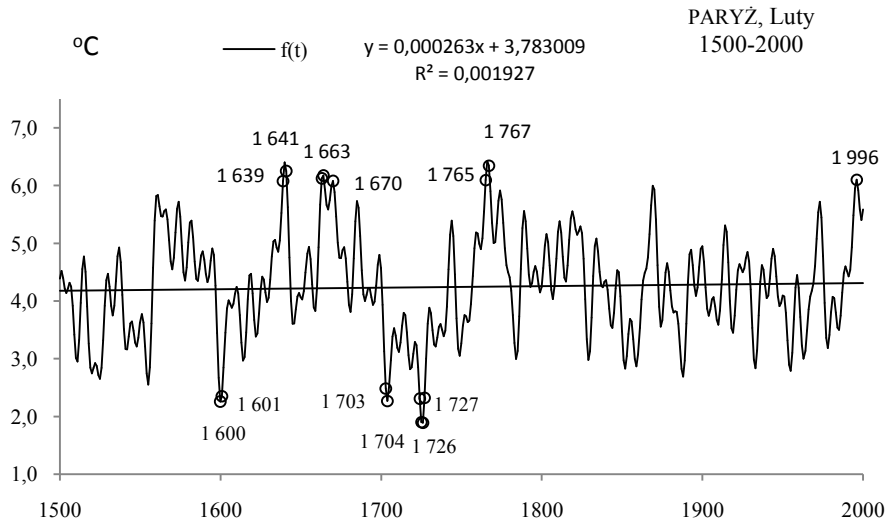
**Tabela 4.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w lutym, w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 4.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in February in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
7,4	0,466352	-2,840789	5,128	0,148	2,936
11,4	0,396948	2,001973	5,153	0,131	2,284
15,2	0,401319	2,899471	5,161	0,125	2,077
25,6	0,462926	1,386494	5,140	0,140	2,622
33,6	0,310708	-2,561567	5,171	0,117	1,818
47,9	0,265404	1,770870	5,168	0,119	1,896
61,7	0,288233	-1,370102	5,153	0,131	2,284
87,0	0,336491	0,646971	5,171	0,117	1,818
111,8	0,557711	1,908823	5,148	0,134	2,414
178,9	0,437290	0,871545	5,194	0,096	1,228

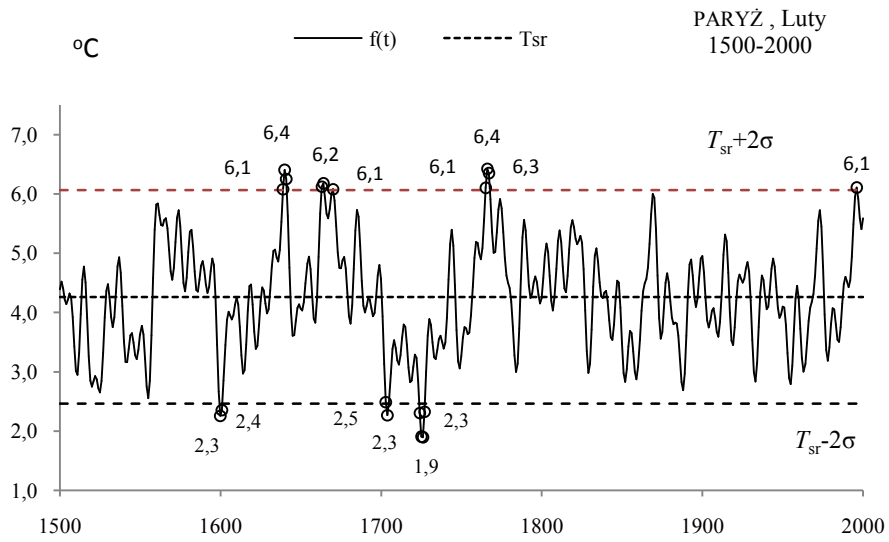


**Rys. 6.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

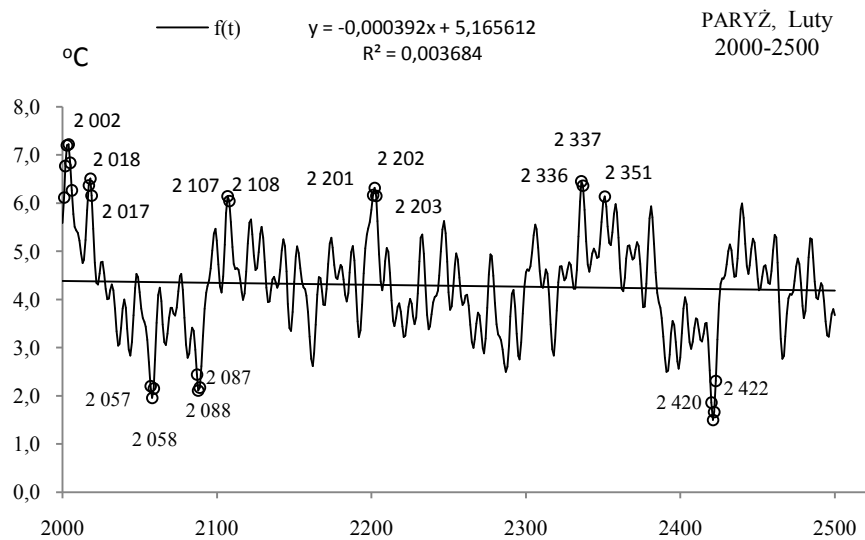
**Fig. 6.** Air temperature changes in Paris in February in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



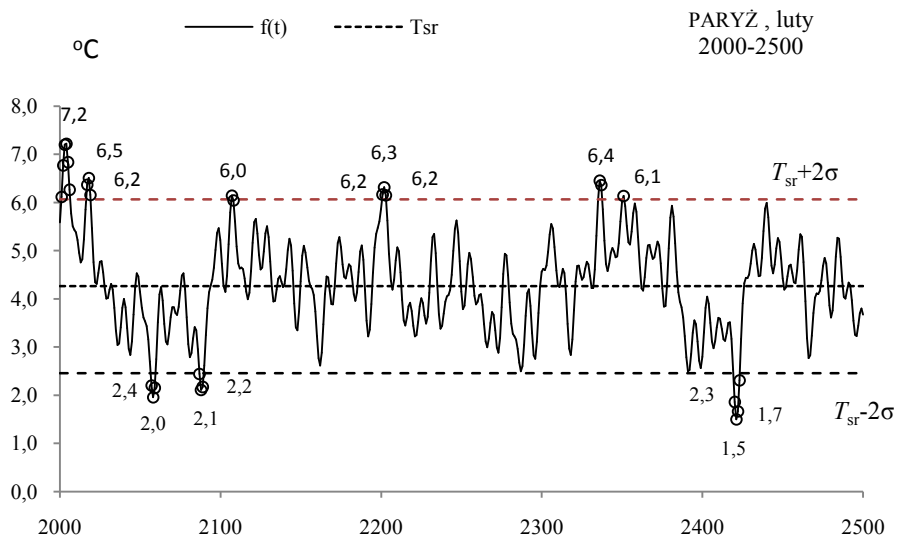
**Rys. 7a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 1500-2000  
**Fig. 7a.** Changes of air temperature in Paris in February in the 1500-2000



**Rys. 7b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 1500-2000  
**Fig. 7b.** Extreme values of average air temperature in Paris in February in the 1500-2000 years

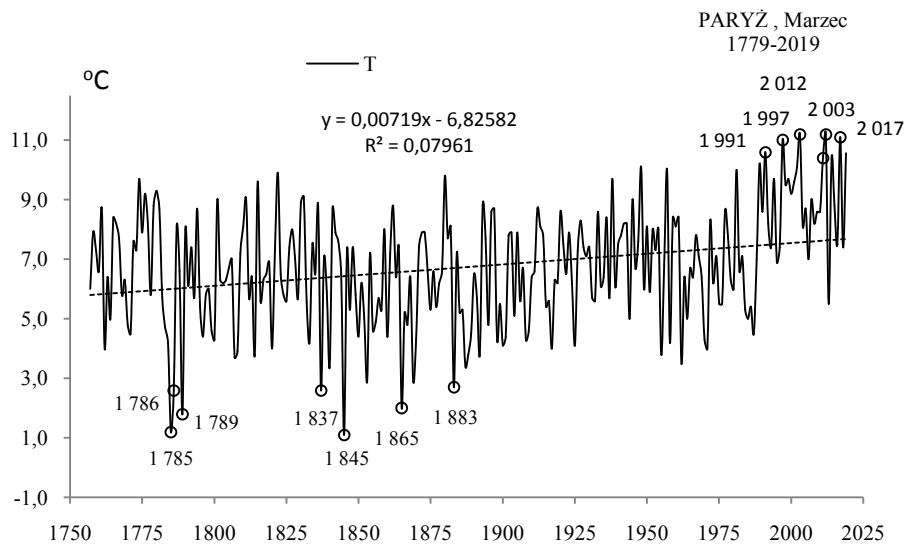


**Rys. 8a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 2000-2500  
**Fig. 8a.** Changes of air temperature in Paris in February in the 2000-2500 years

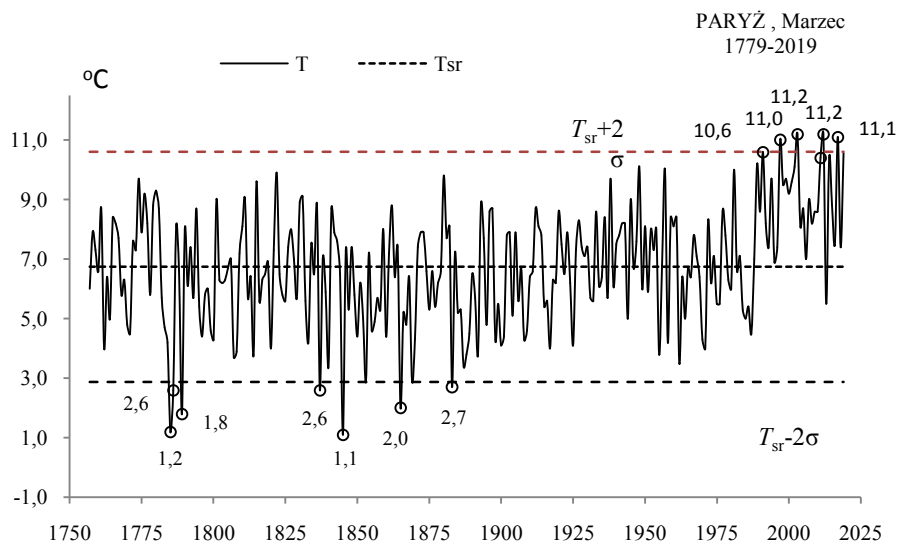


**Rys. 8b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lutym w latach 2000-2500  
**Fig. 8b.** Extreme values of average air temperature in Paris in February in the 2000-2500 years

### MARZEC (III)



**Rys. 9a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 1757-2019  
**Fig. 9a.** Changes of air temperature in Paris in March in the 1757-2019 years



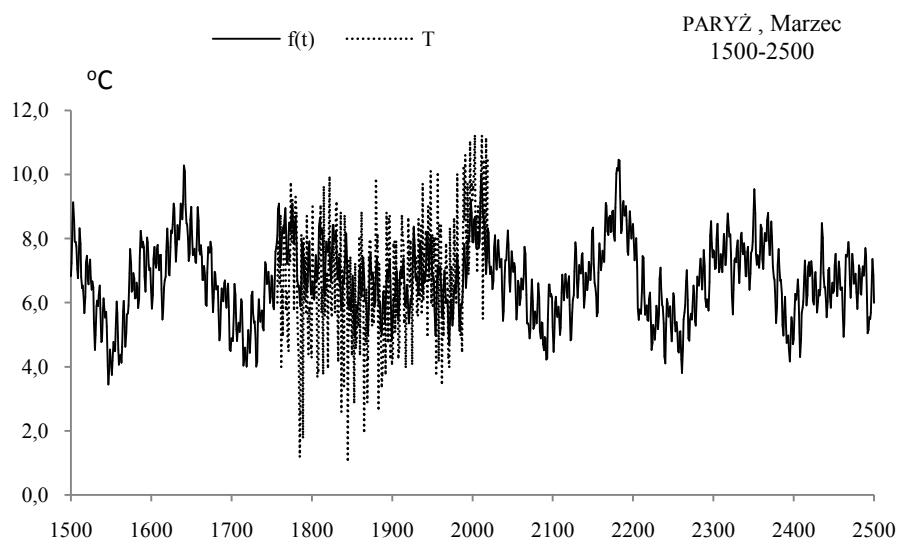
**Rys. 9b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 1757-2019  
**Fig. 9b.** Extreme values of average air temperature in Paris in March in the 1757-2019 years



**Tabela 5.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w marcu, w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

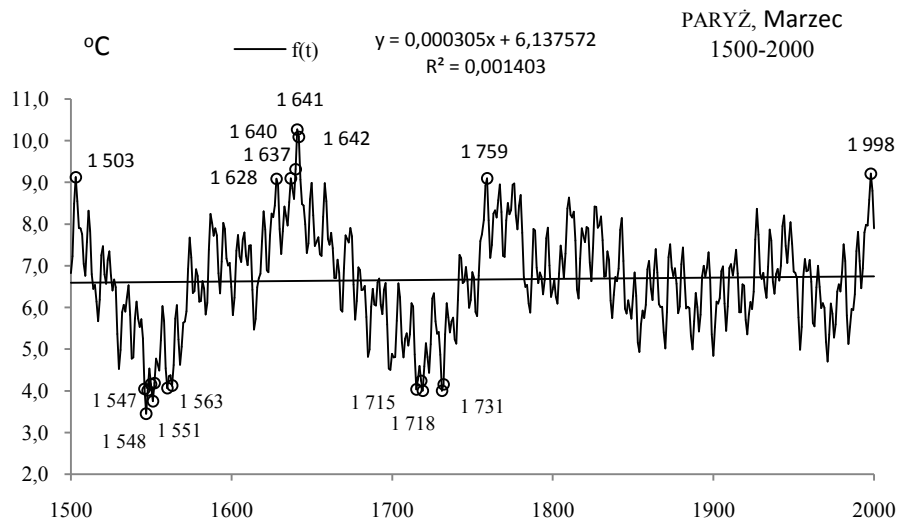
**Table 5.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in March in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,2	0,490764	2,83177	3,616	0,182	4,490
7,7	0,481428	-0,317887	3,621	0,178	4,302
10,6	0,393706	-2,857536	3,667	0,139	2,599
16,9	0,518508	0,820843	3,598	0,195	5,170
33,6	0,136116	-2,886325	3,715	0,081	0,866
46,0	0,212756	-1,759454	3,665	0,141	2,672
60,1	0,486491	-0,474280	3,498	0,254	9,077
86,4	0,397175	-0,517926	3,542	0,230	7,331
135,5	0,705635	1,173982	3,704	0,097	1,259
178,9	0,930542	0,733282	3,639	0,164	3,630

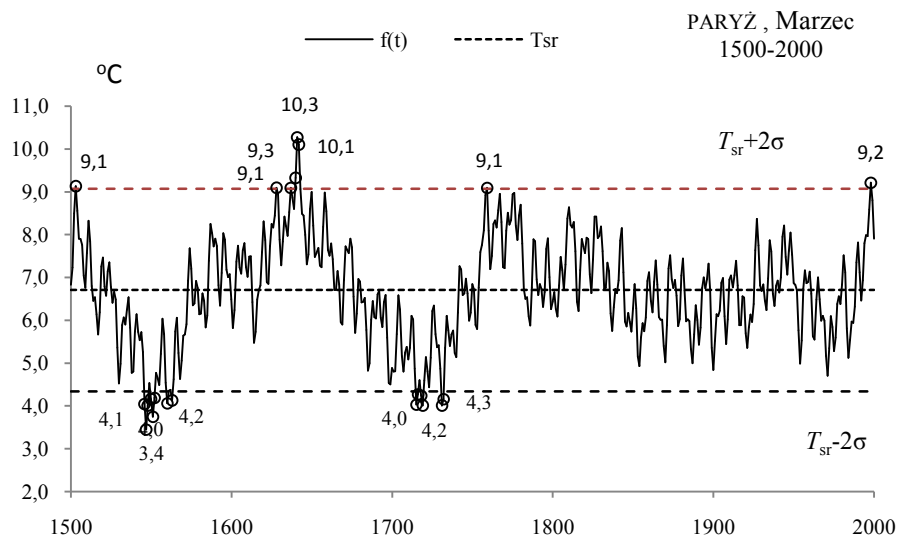


**Rys. 10.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

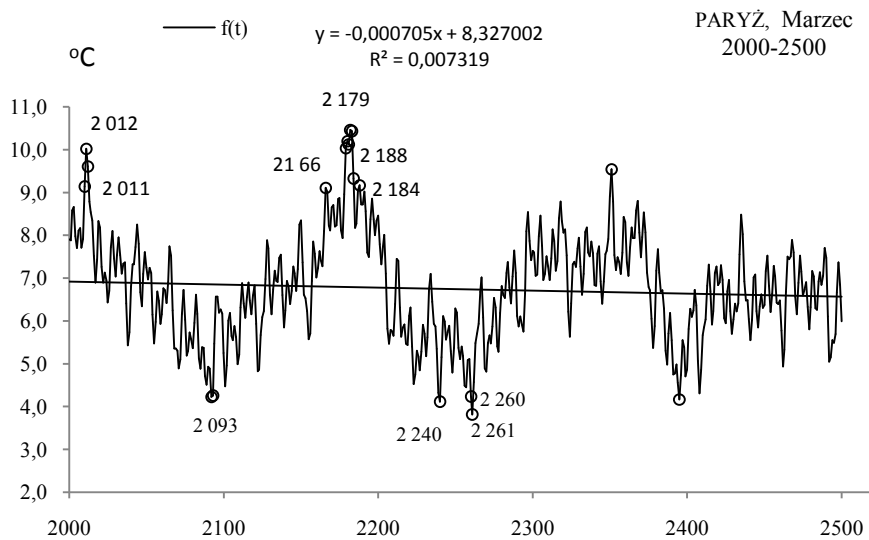
**Fig. 10.** Air temperature changes in Paris in March in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



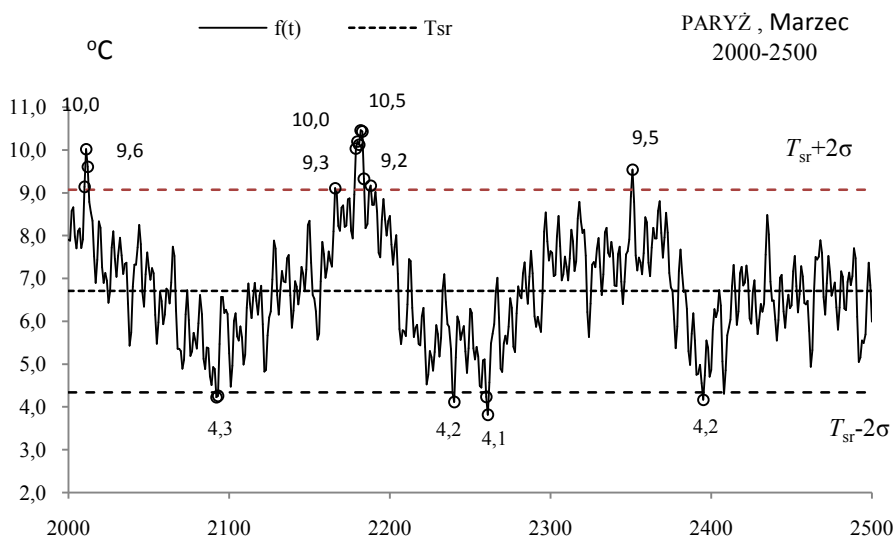
**Rys. 11a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 1500-2000  
**Fig. 11a.** Changes of air temperature in Paris in March in the 1500-2000 years



**Rys. 11b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 1500-2000  
**Fig. 11b.** Extreme values of average air temperature in Paris in March in the 1500-2000 years

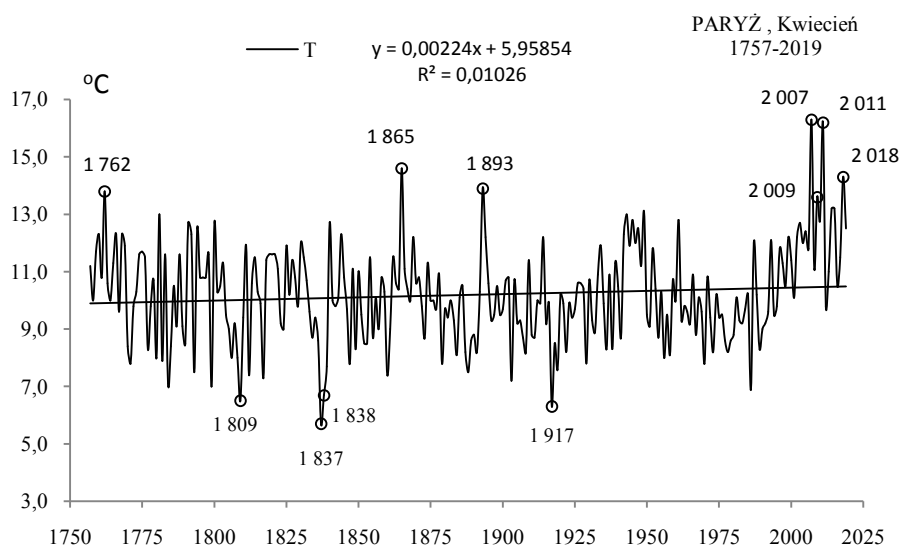


**Rys. 12a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 2000-2500  
**Fig. 12a.** Changes of air temperature in Paris in March in the 2000-2500 years



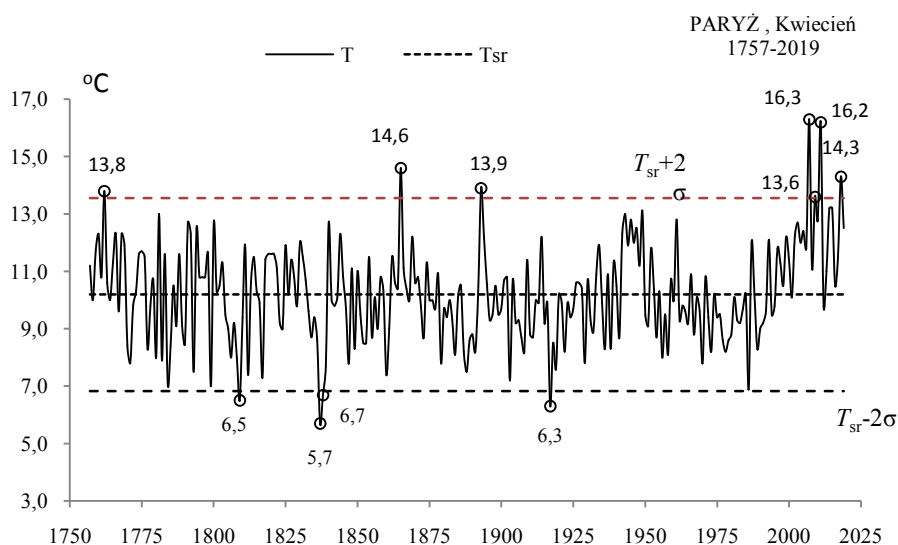
**Rys. 12b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w marcu w latach 2000-2500  
**Fig. 12b.** Extreme values of average air temperature in Paris in March in the 2000-2500 years

## KWIECIEŃ (IV)



**Rys. 13a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 1757-2019

**Fig. 13a.** Changes of air temperature in Paris in April in the 1757-2019 years

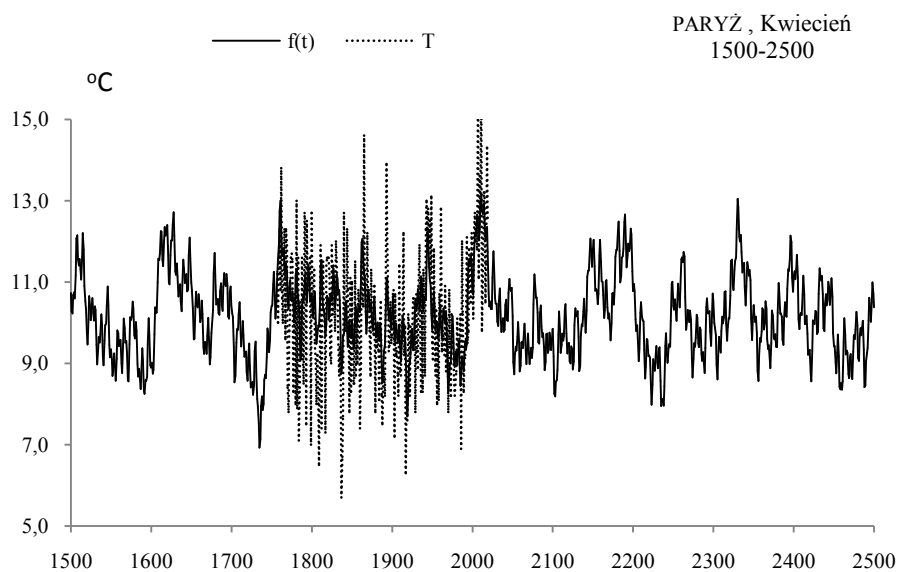


**Rys. 13b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 1757-2019

**Fig. 13b.** Extreme values of average air temperature in Paris in April in the 1757-2019 years

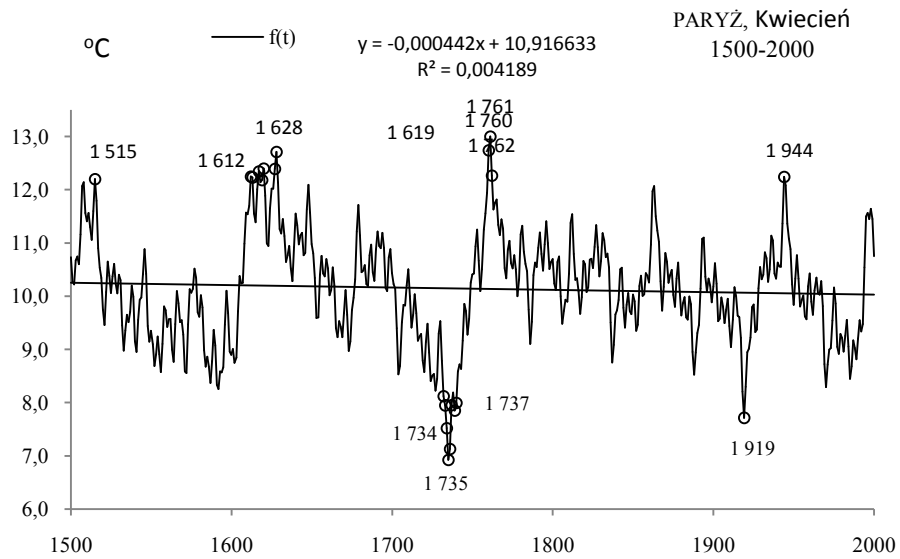
**Tabela 6.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu, w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 6.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in April in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,9	0,336990	-1,562030	2,767	0,144	2,802
7,4	0,350202	2,787605	2,763	0,149	2,997
10,2	0,327321	-2,506379	2,768	0,143	2,754
16,7	0,402317	-1,679239	2,729	0,185	4,672
35,8	0,476249	0,924459	2,671	0,234	7,629
48,5	0,303393	-0,339779	2,720	0,194	5,123
63,1	0,581211	2,419923	2,562	0,306	13,548
80,3	0,557489	0,857749	2,659	0,243	8,257
130,6	0,454488	-2,001557	2,758	0,155	3,240
178,9	0,595499	0,508819	2,789	0,114	1,743

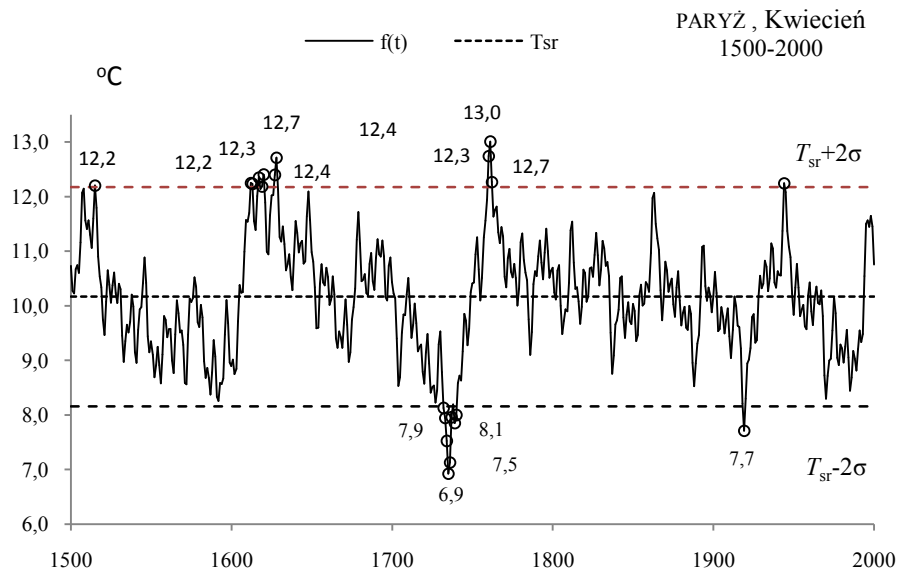


**Rys. 14.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

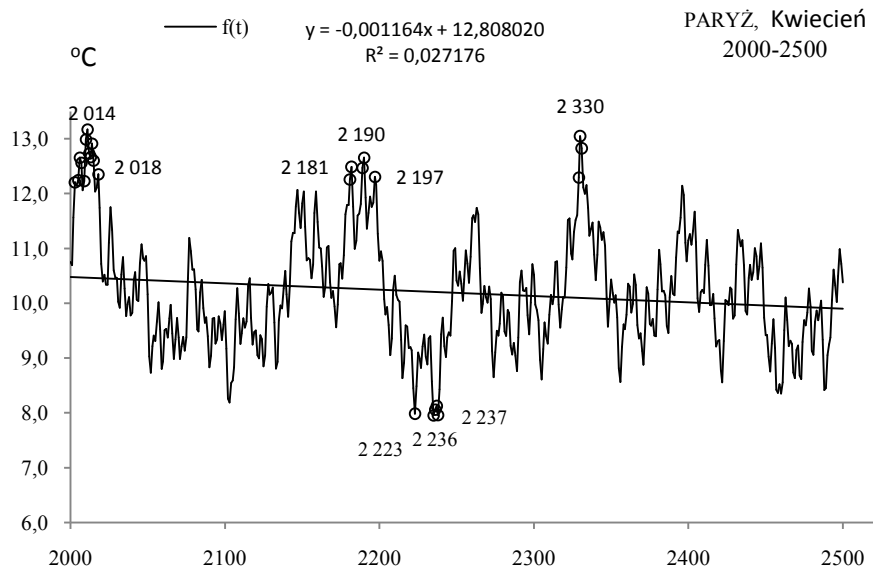
**Fig. 14.** Air temperature changes in Paris in April in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



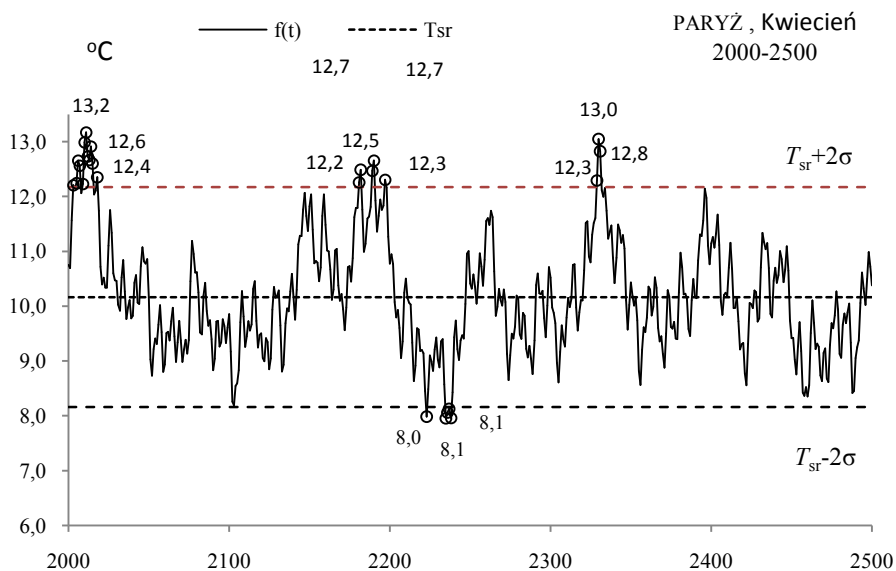
**Rys. 15a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 1500-2000  
**Fig. 15a.** Changes of air temperature in Paris in April in the 1500-2000 years



**Rys. 15b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 1500-2000  
**Fig. 15b.** Extreme values of average air temperature in Paris in April in the 1500-2000 years

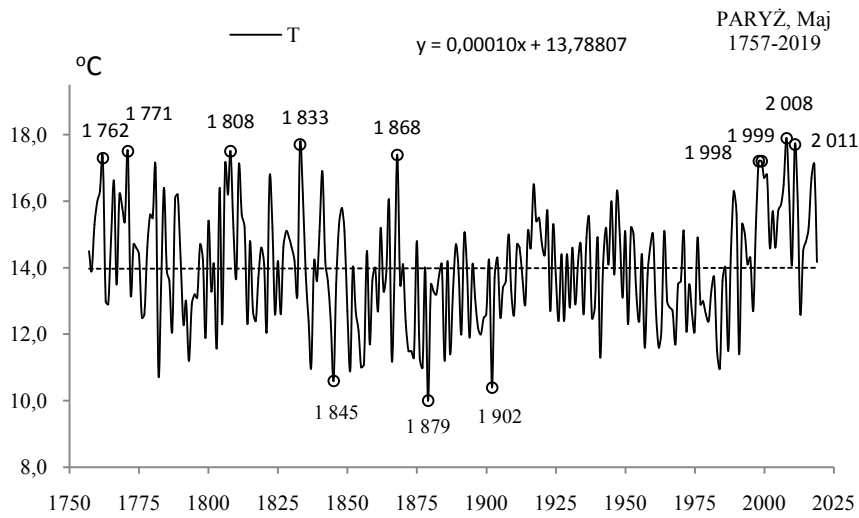


**Rys. 16a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 2000-2500  
**Fig. 16a.** Changes of air temperature in Paris in April in the 2000-2500 years

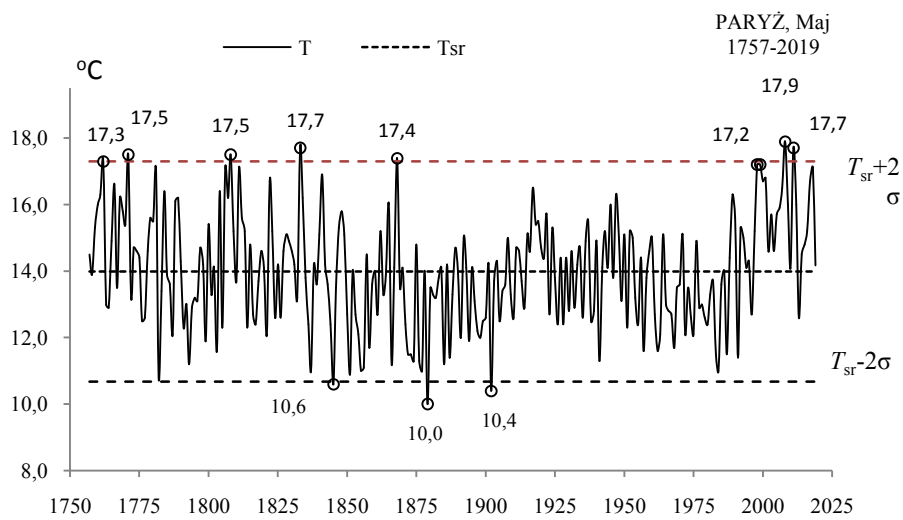


**Rys. 16b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w kwietniu w latach 2000-2500  
**Fig. 16b.** Extreme values of average air temperature in Paris in April in the 2000-2500 years

## MAJ (V)



**Rys. 17a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1757-2019  
**Fig. 17a.** Changes of air temperature in Paris in May in the 1757-2019 years

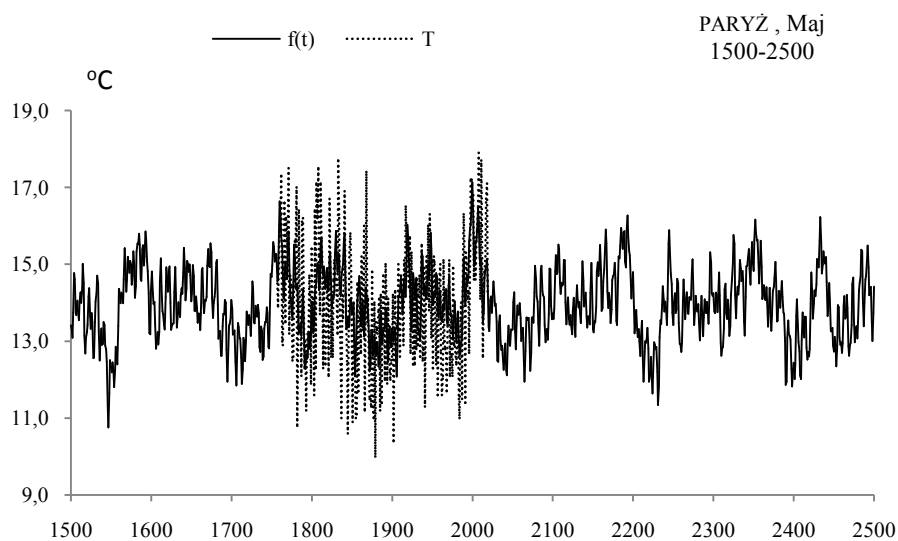


**Rys. 17b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1757-2019  
**Fig. 17b.** Extreme values of average air temperature in Paris in May in the 1757-2019 years



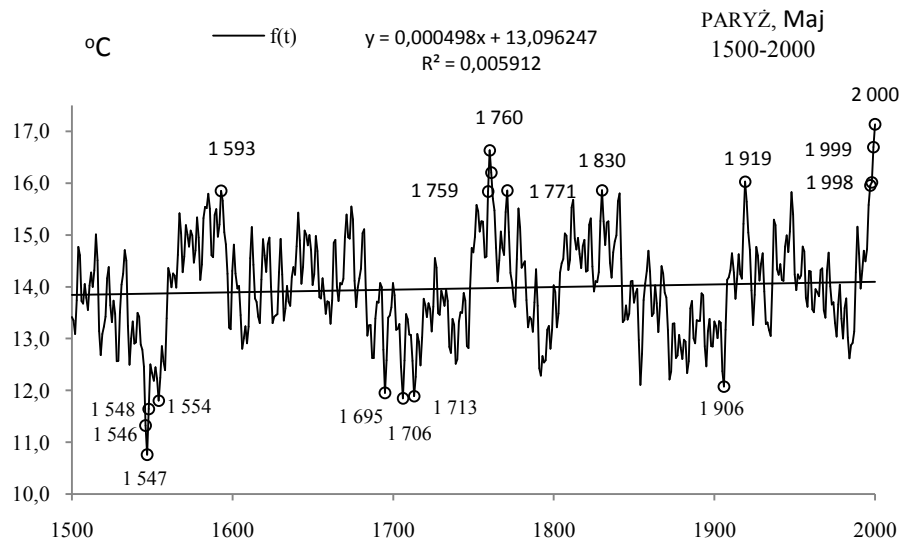
**Tabela 7.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 7.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in May in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,7	0,376932	-2,038378	2,672	0,159	3,398
5,7	0,314851	2,388565	2,692	0,134	2,396
8,8	0,403861	0,620974	2,647	0,185	4,672
9,9	0,364832	2,639903	2,655	0,177	4,262
27,2	0,468766	-1,637208	2,646	0,186	4,723
39,4	0,173071	-3,094716	2,699	0,124	2,048
47,5	0,361573	0,110043	2,613	0,216	6,444
60,6	0,338864	1,080690	2,613	0,216	6,444
85,3	0,644347	-1,913172	2,497	0,298	12,852
178,9	0,525466	1,296065	2,654	0,178	4,313

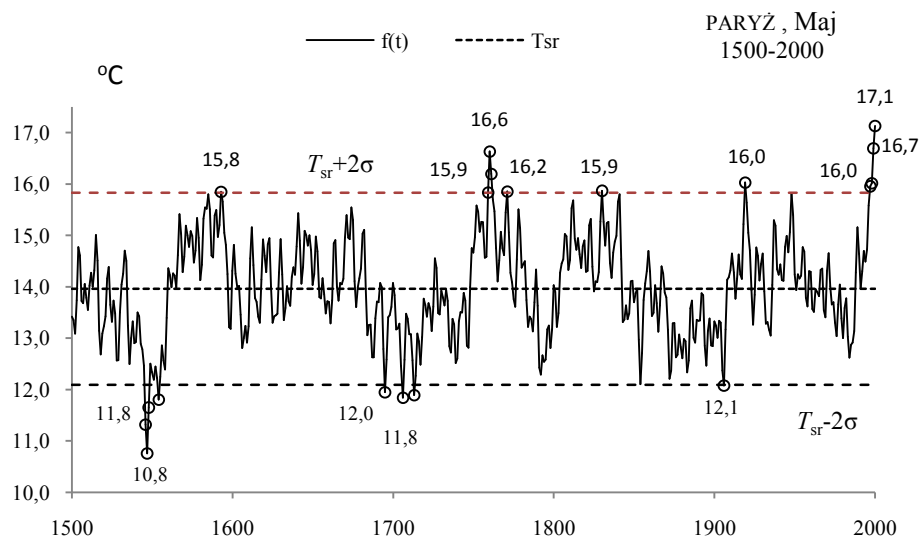


**Rys. 18.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

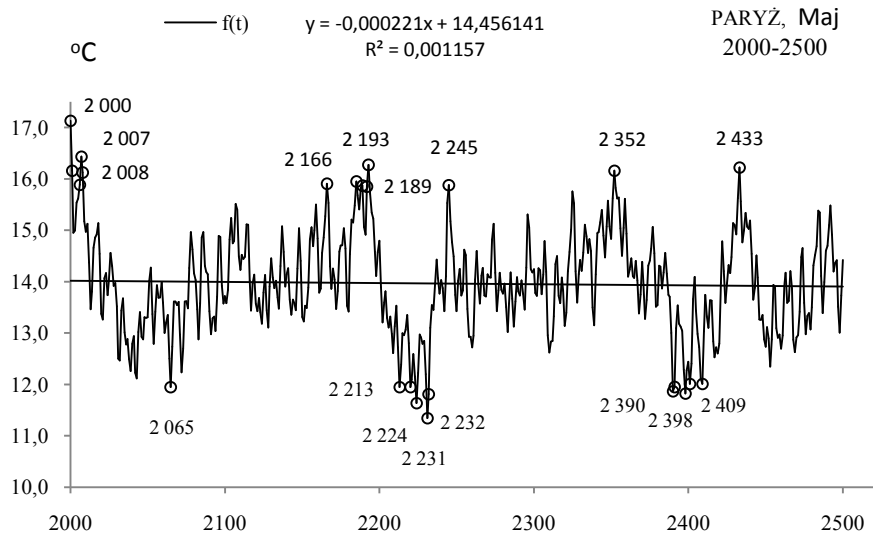
**Fig. 18** Air temperature changes in Paris in May in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



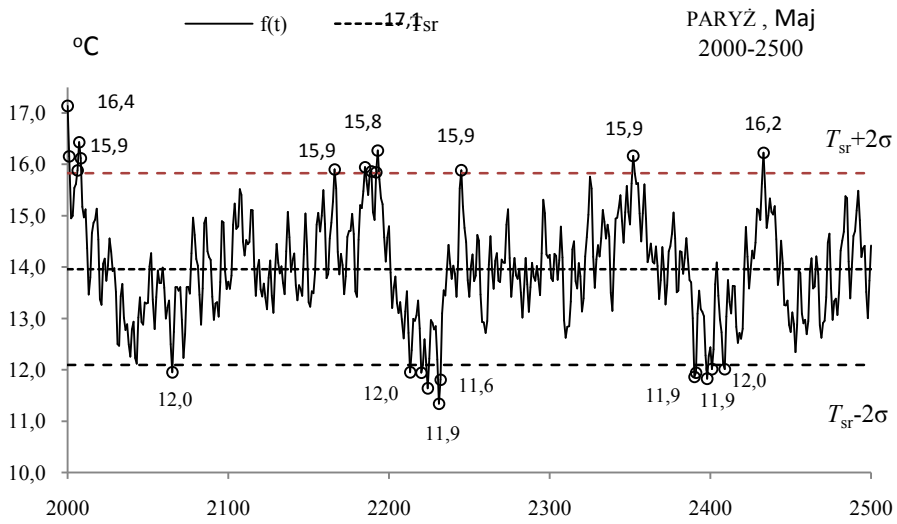
**Rys. 19a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1500-2000  
**Fig. 19a.** Changes of air temperature in Paris in May in the 1500-2000 years



**Rys. 19b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 1500-2000  
**Fig. 19b.** Extreme values of average air temperature in Paris in May in the 1500-2000 years

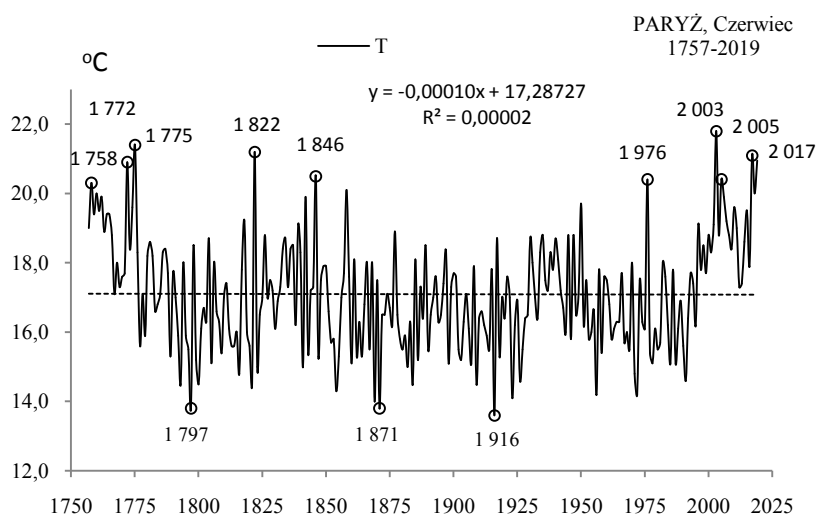


**Rys. 20a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 2000-2500  
**Fig. 20a.** Changes of air temperature in Paris in May in the 2000-2500 years

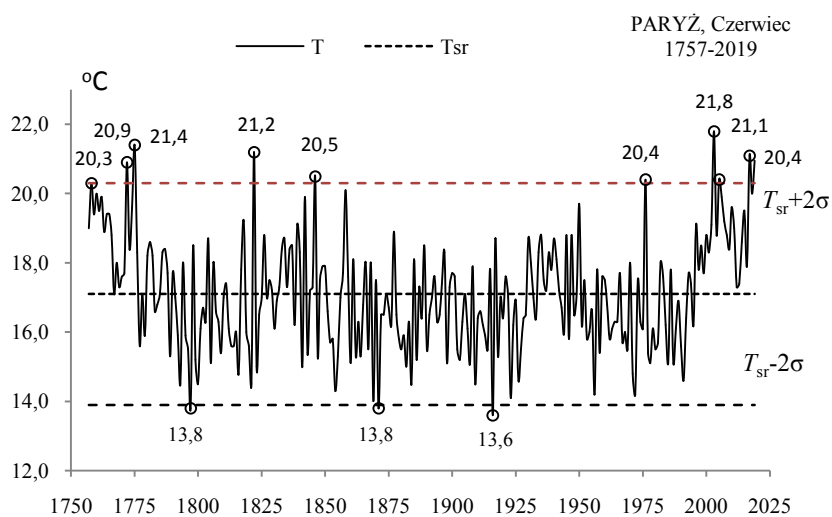


**Rys. 20b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w maju w latach 2000-2500  
**Fig. 20b.** Extreme values of average air temperature in Paris in May in the 2000-2500 years

## CZERWIEC (VI)



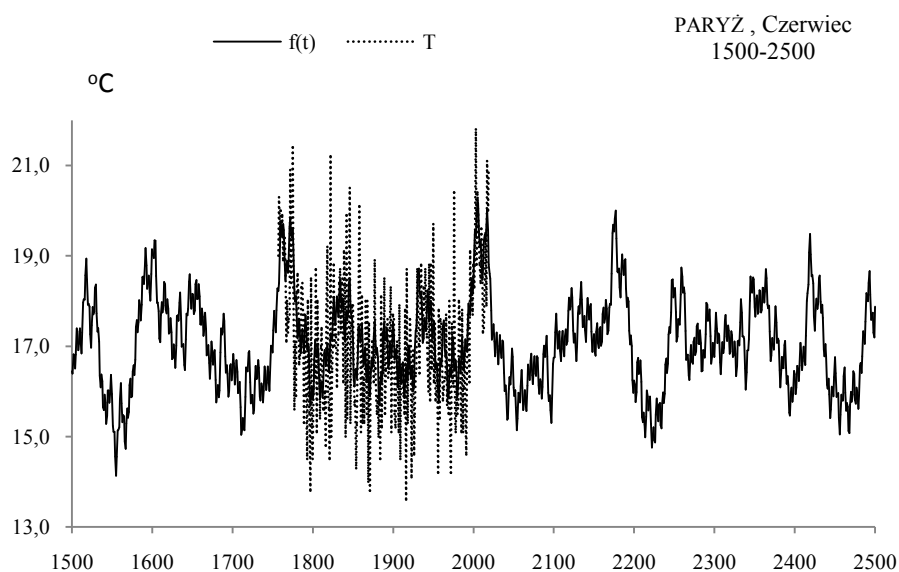
**Rys. 21a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1757-2019  
**Fig. 21a.** Changes of air temperature in Paris in June in the 1757-2019 years



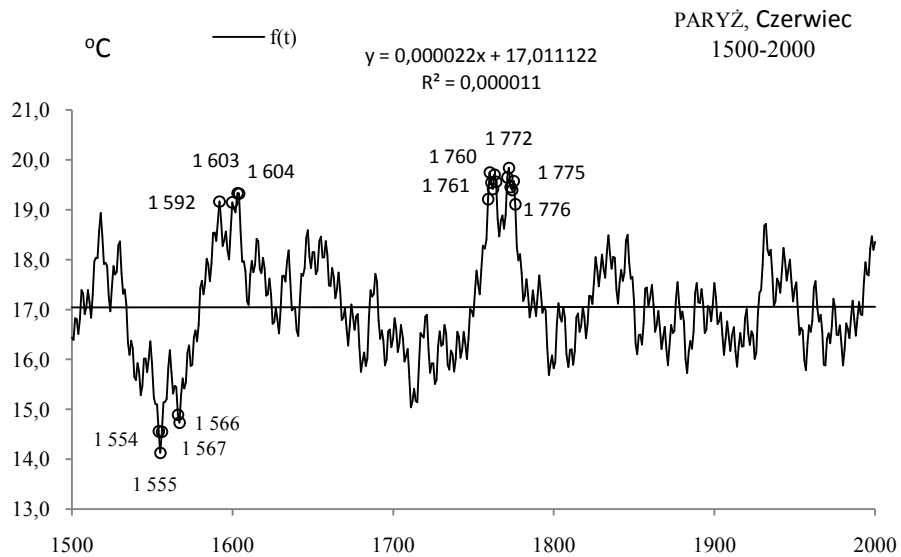
**Rys. 21b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1757-2019  
**Fig. 21b.** Extreme values of average air temperature in Paris in June in the 1757-2019 years

**Tabela 8.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 8.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in June in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

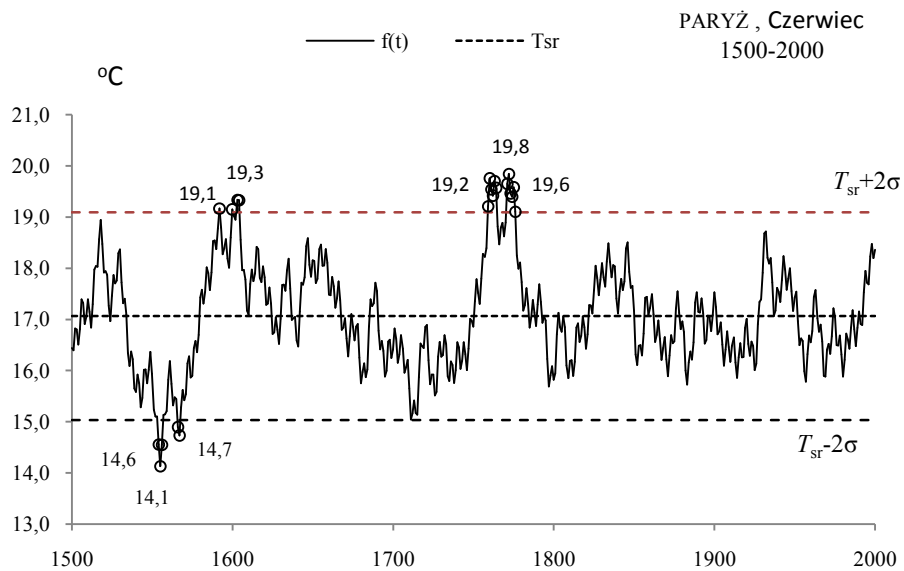
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,9	0,315458	0,161391	2,515	0,136	2,482
10,6	0,310509	0,243191	2,500	0,156	3,286
14,3	0,351204	0,652936	2,482	0,177	4,263
17,4	0,242945	1,886294	2,529	0,114	1,740
34,8	0,274851	-2,577011	2,488	0,170	3,936
40,6	0,194192	-1,970946	2,505	0,150	3,017
59,5	0,604492	-3,125097	2,202	0,375	21,526
83,3	0,733404	0,511498	2,133	0,409	26,477
129,3	0,500048	-2,222678	2,446	0,213	6,261
178,9	0,606782	1,072136	2,534	0,105	1,477



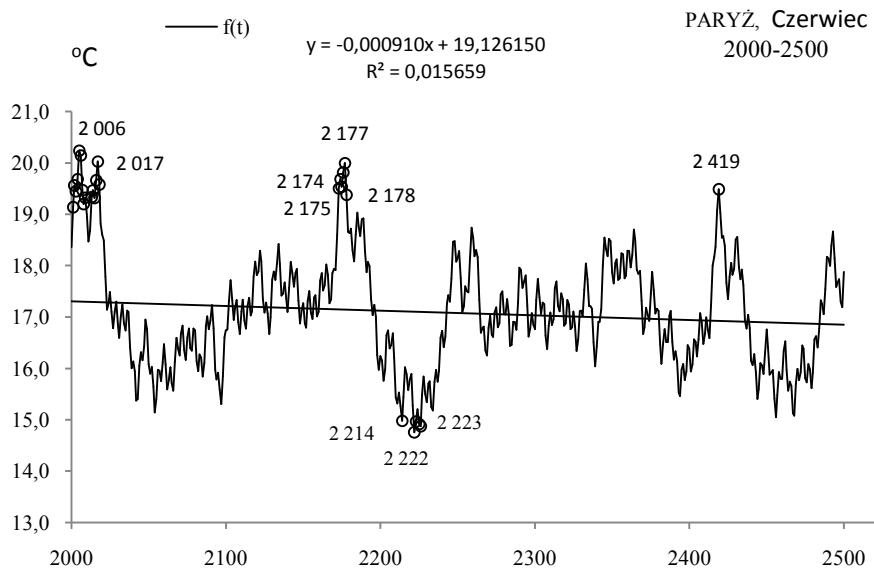
**Rys. 22.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).  
**Fig. 22.** Air temperature changes in Paris in June in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1500-2000  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Paris in June in the 1500-2000 years

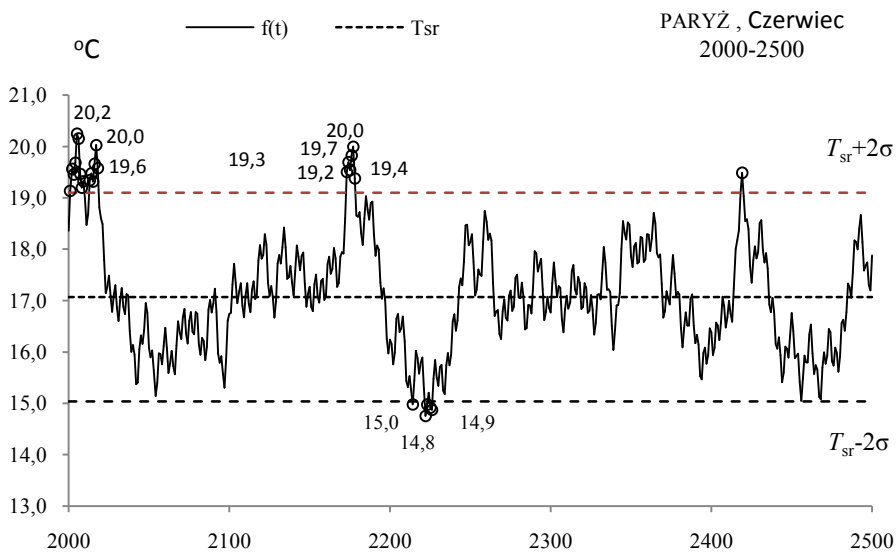


**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 1500-2000  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Paris in June in the 1500-2000 years



**Rys. 24a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 2000-2500

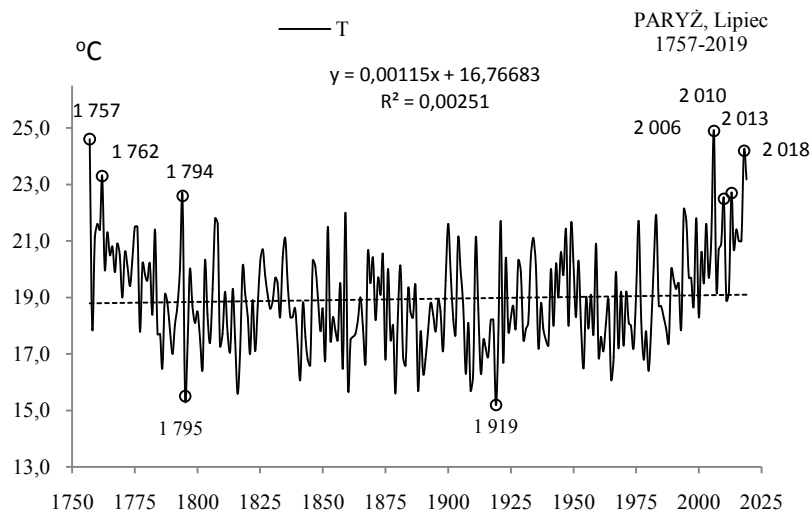
**Fig. 24a.** Changes of air temperature in Paris in June in the 2000-2500 years



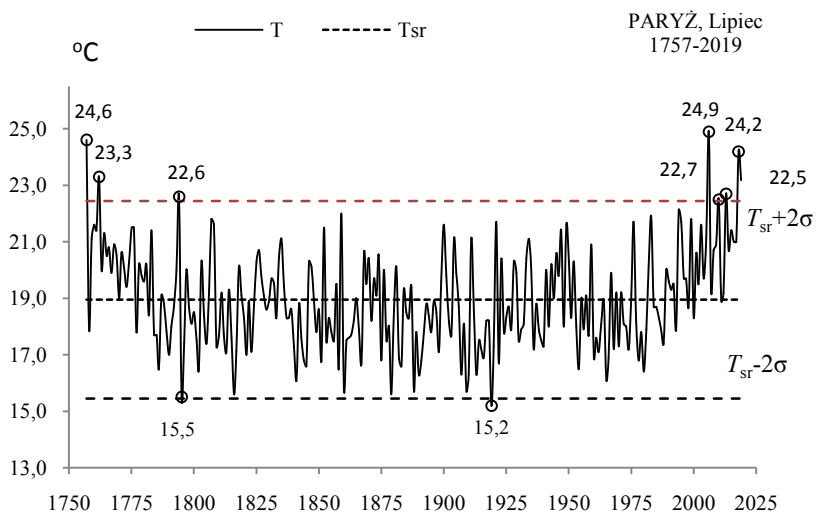
**Rys. 24b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w czerwcu w latach 2000-2500

**Fig. 24b.** Extreme values of average air temperature in Paris in June in the 2000-2500 years

## LIPIEC (VII)



**Rys. 25a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1757-2019  
**Fig. 25a.** Changes of air temperature in Paris in July in the 1757-2019 years

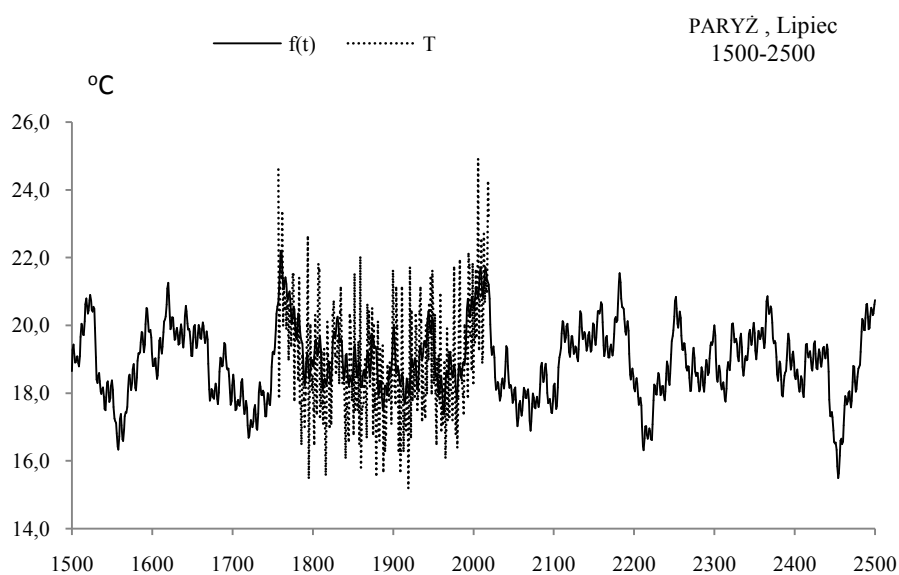


**Rys. 25b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1757-2019  
**Fig. 25b.** Extreme values of average air temperature in Paris in July in the 1757-2019 years



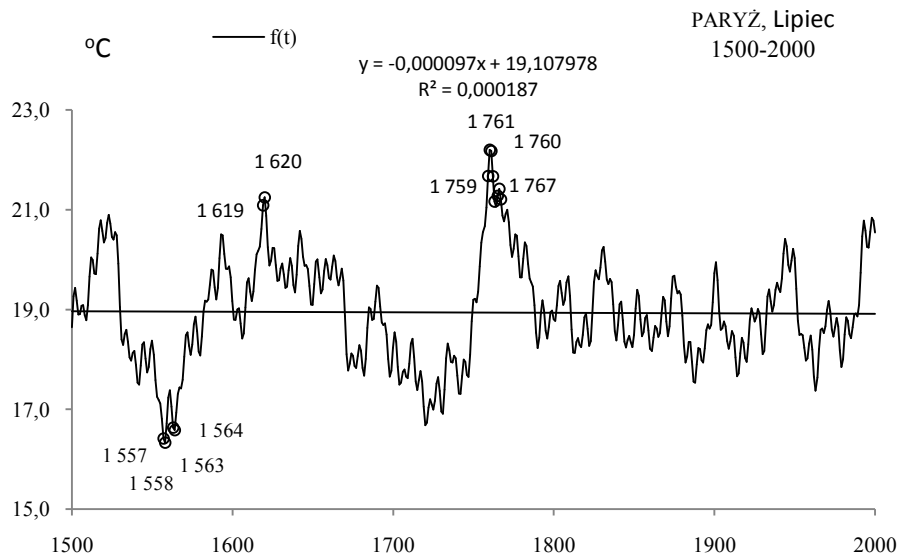
**Tabela 9.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 9.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in July in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,4	0,315722	1,458822	3,014	0,122	1,988
8,3	0,185660	1,401935	3,035	0,090	1,064
11,7	0,214864	-1,116464	3,025	0,106	1,502
23,5	0,470888	2,483404	2,947	0,192	5,023
35,3	0,401112	1,783783	2,943	0,195	5,208
47,9	0,174090	2,734156	3,001	0,138	2,566
60,3	0,540494	-0,091221	2,79	0,297	12,705
82,2	0,598758	-1,492967	2,774	0,306	13,537
125,0	0,635211	0,770518	2,895	0,232	7,475
178,9	0,748274	1,079793	2,993	0,147	2,924

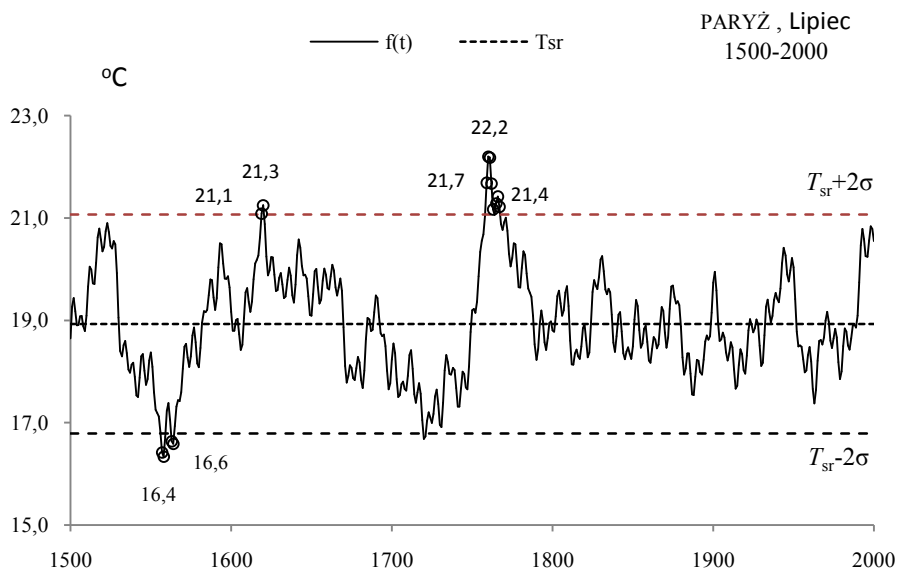


**Rys. 26.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

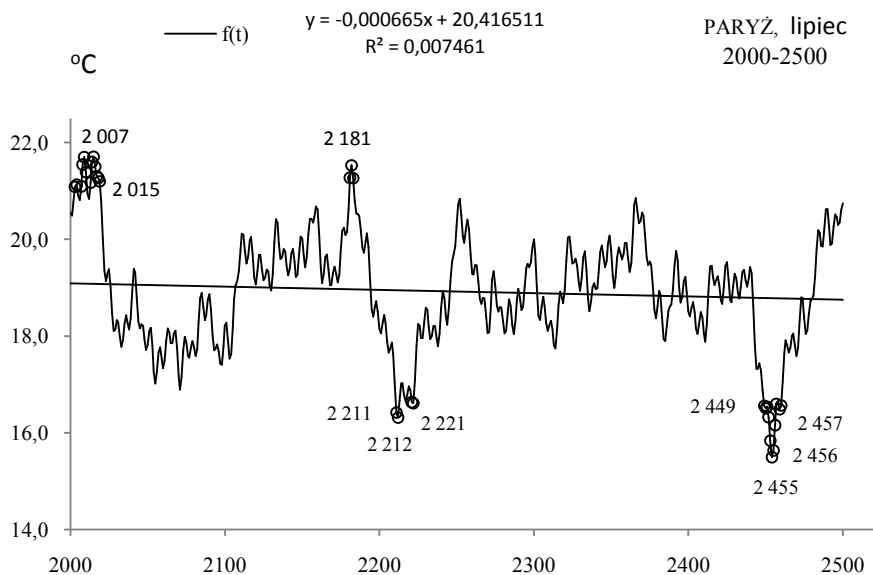
**Fig. 26.** Air temperature changes in Paris in July in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



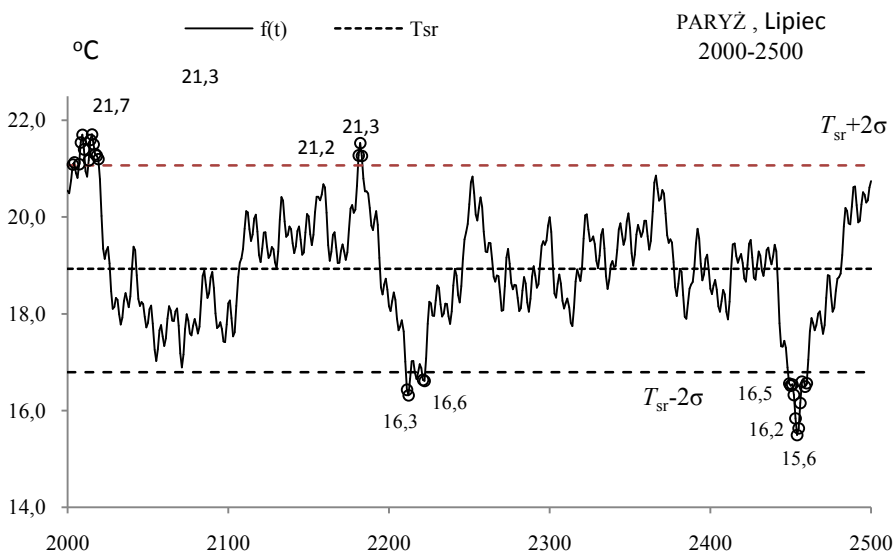
**Rys. 27a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1500-2000  
**Fig. 27a.** Changes of air temperature in Paris in July in the 1500-2000 years



**Rys. 27b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 1500-2000  
**Fig. 27b.** Extreme values of average air temperature in Paris in July in the 1500-2000 years

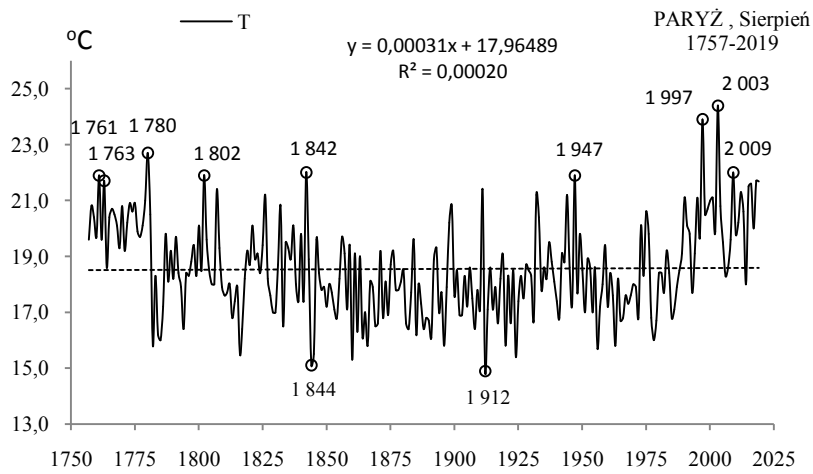


**Rys. 28a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 2000-2500  
**Fig. 28a.** Changes of air temperature in Paris in July in the 2000-2500 years

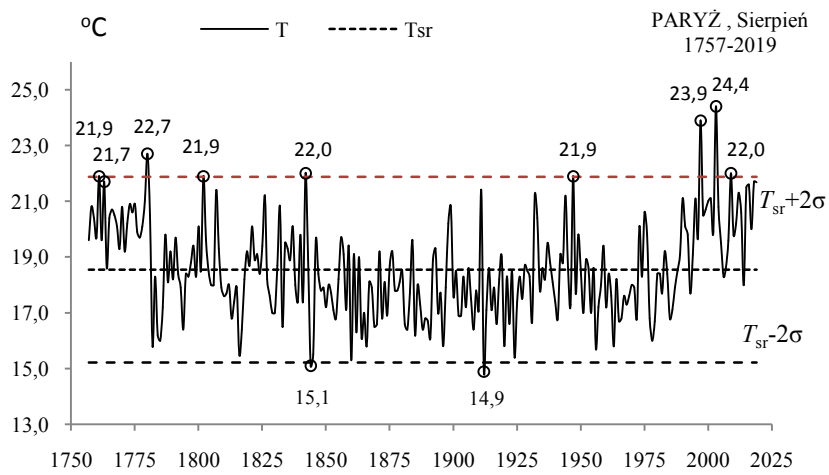


**Rys. 28b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lipcu w latach 2000-2500  
**Fig. 28b.** Extreme values of average air temperature in Paris in July in the 2000-2500 years

## SIERPIEŃ (VIII)



**Rys. 29a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1757-2019  
**Fig. 29a.** Changes of air temperature in Paris in August in the 1757-2019 years



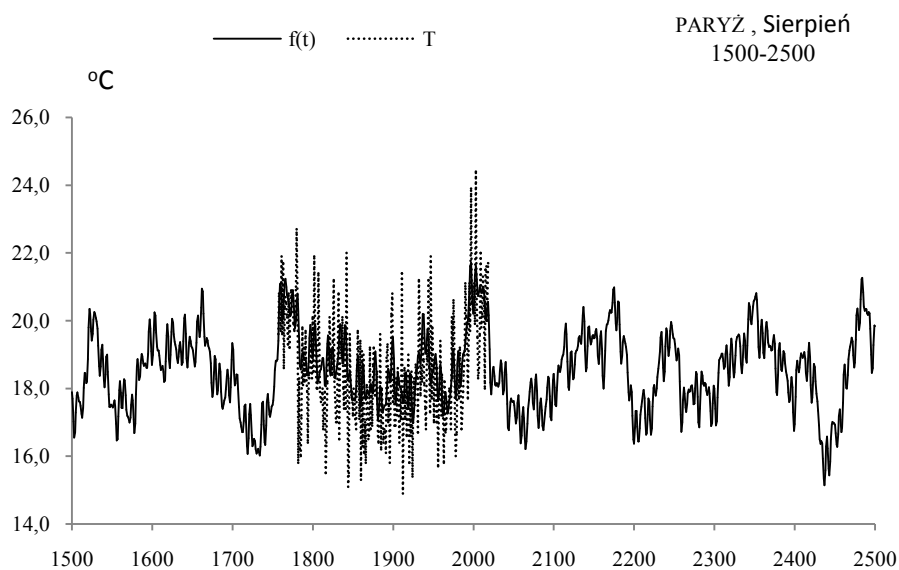
**Rys. 29b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1757-2019

**Fig. 29b.** Extreme values of average air temperature in Paris in August in the 1757-2019 years

**Tabela 10.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

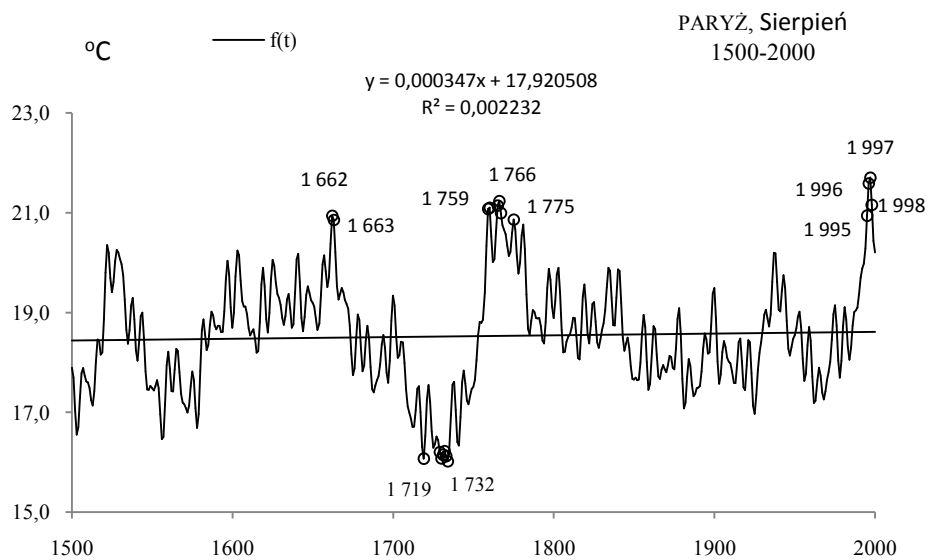
**Table 10.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in August in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,4	0,326416	2,723345	2,712	0,142	2,702
7,4	0,414550	-3,089661	2,676	0,182	4,508
10,8	0,188087	-3,020575	2,749	0,082	0,896
19,6	0,370278	2,773685	2,695	0,162	3,549
34,2	0,362528	-2,621841	2,673	0,185	4,660
47,2	0,219244	-0,213055	2,723	0,127	2,160
58,9	0,540262	1,460336	2,509	0,306	13,560
80,4	0,608572	1,686622	2,492	0,316	14,550
118,9	0,625136	1,934578	2,622	0,229	7,309
178,9	0,892532	1,002831	2,581	0,260	9,514

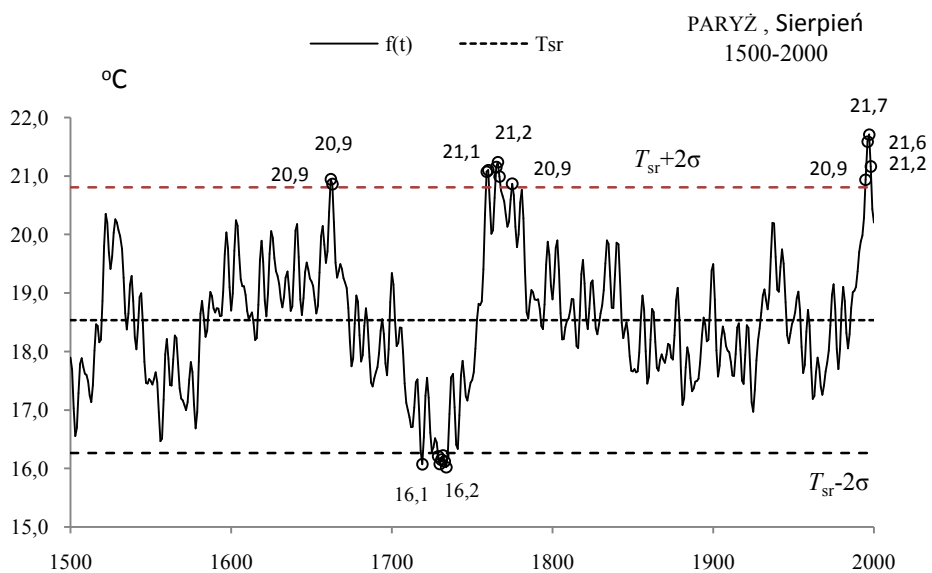


**Rys. 30.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

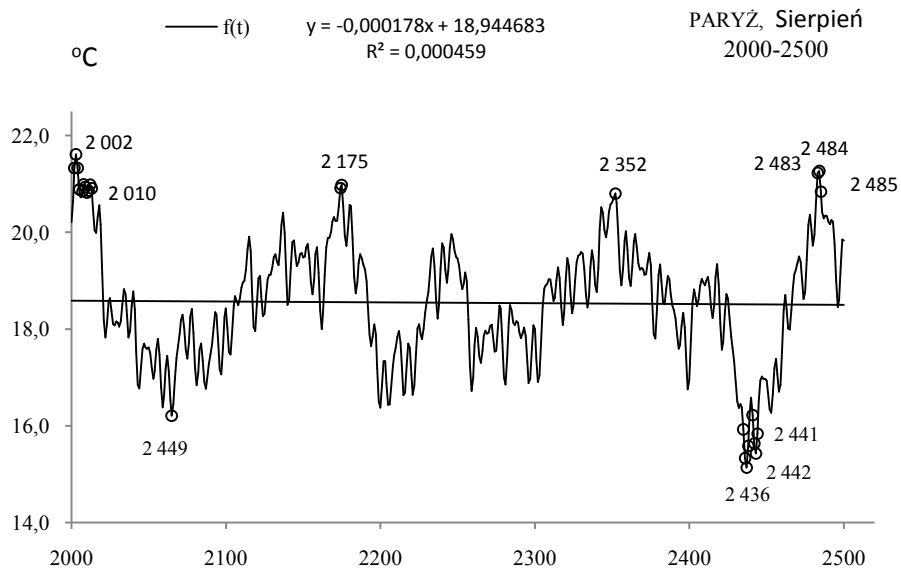
**Fig. 30.** Air temperature changes in Paris in August in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



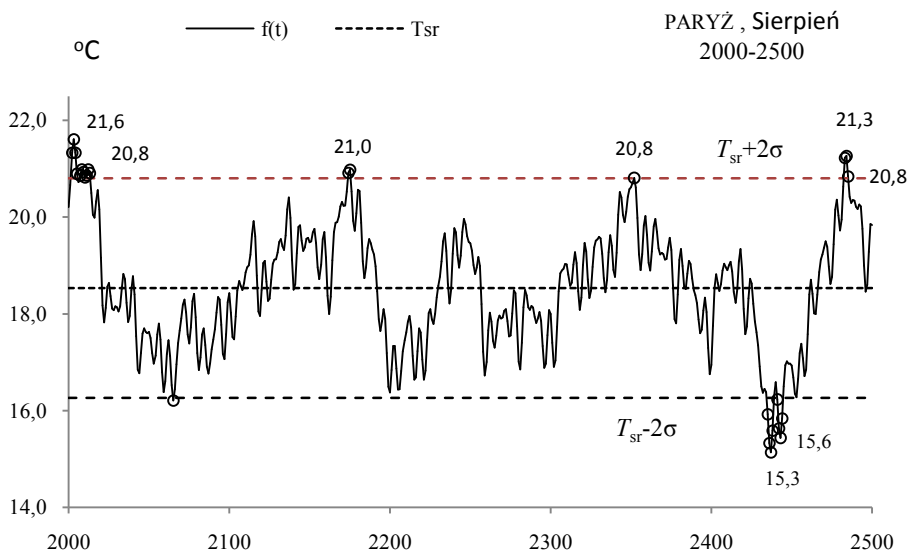
**Rys. 31a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1500-2000  
**Fig. 31a.** Changes of air temperature in Paris in August in the 1500-2000 years



**Rys. 31b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 1500-2000  
**Fig. 31b.** Extreme values of average air temperature in Paris in August in the 1500-2000 years

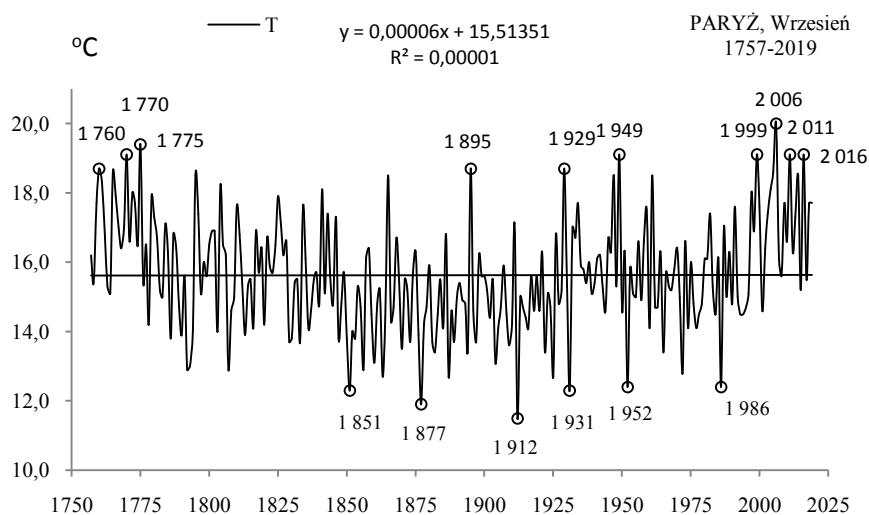


**Rys. 32a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 2000-2500  
**Fig. 32a.** Changes of air temperature in Paris in August in the 2000-2500 years

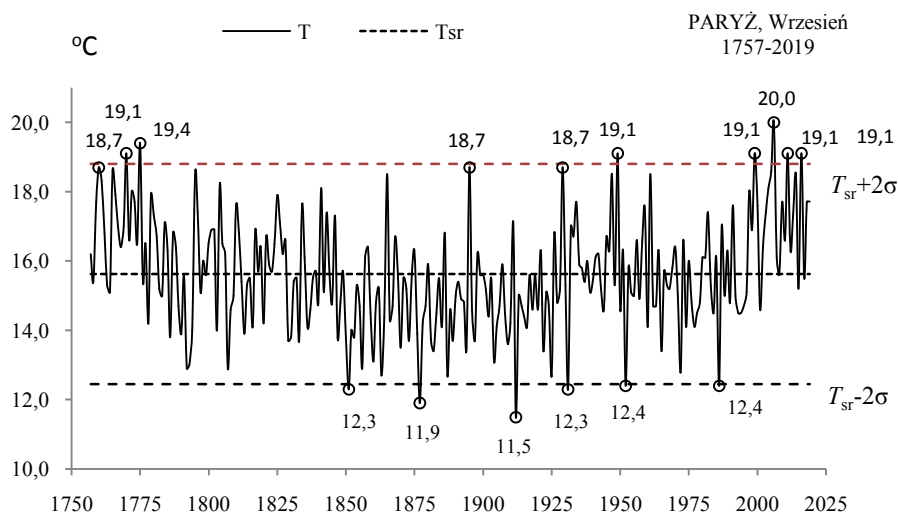


**Rys. 32b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w sierpniu w latach 2000-2500  
**Fig. 32b.** Extreme values of average air temperature in Paris in August in the 2000-2500 years

## WRZESIEŃ (IX)



**Rys. 33a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1757-2019  
**Fig. 33a.** Changes of air temperature in Paris in September in the 1757-2019 years



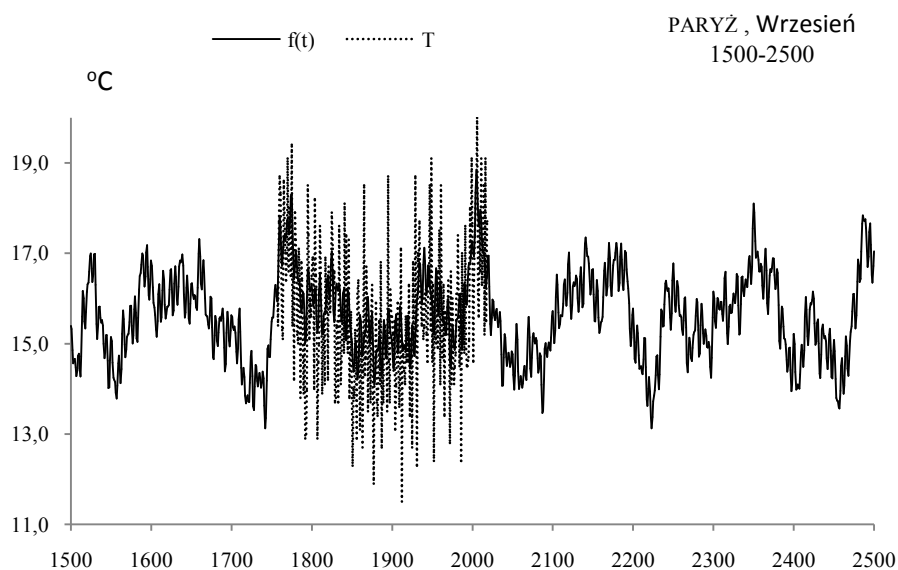
**Rys. 33b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1757-2019  
**Fig. 33b.** Extreme values of average air temperature in Paris in September in the 1757-2019 years



**Tabela 11.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

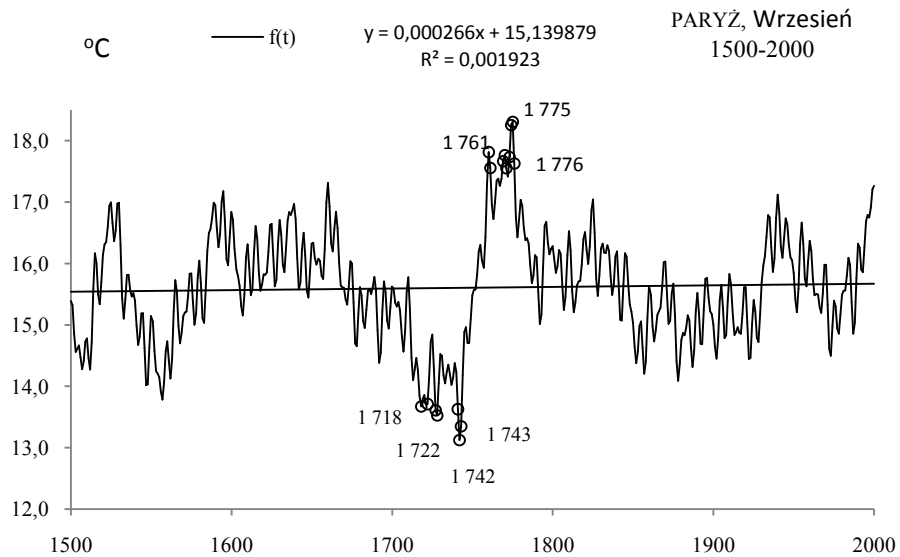
**Table 11.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in September in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,0	0,331413	1,658241	2,463	0,147	2,889
7,2	0,334858	-1,332001	2,46	0,151	3,053
12,3	0,242532	0,739679	2,485	0,113	1,699
23,0	0,255598	0,078000	2,488	0,108	1,539
34,2	0,265074	-2,509121	2,451	0,162	3,547
47,6	0,169912	0,905764	2,462	0,148	2,943
60,0	0,526336	-1,233682	2,301	0,293	12,350
82,3	0,472951	-1,426586	2,378	0,235	7,693
119,0	0,401407	1,876034	2,48	0,121	1,968
178,9	0,805479	1,169093	2,333	0,270	10,377

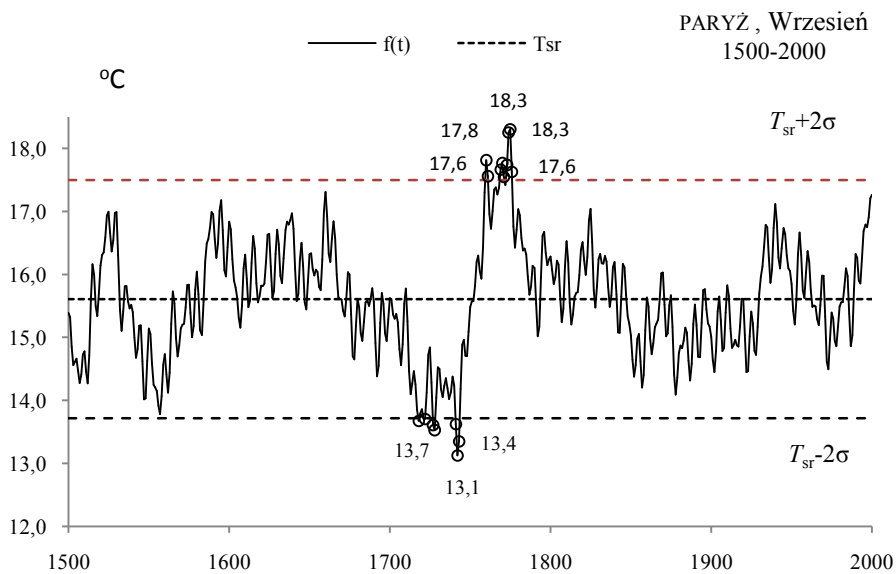


**Rys. 34.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

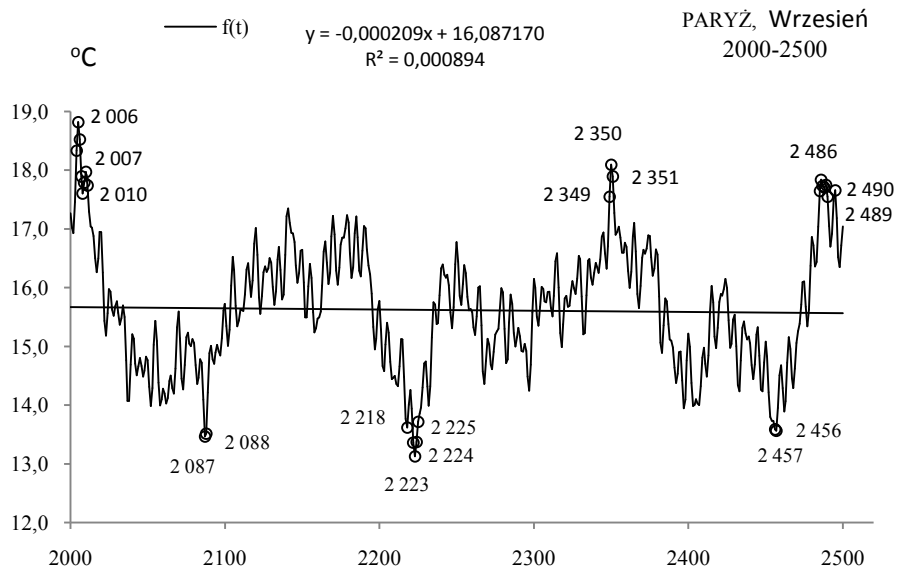
**Fig. 34.** Air temperature changes in Paris in September in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



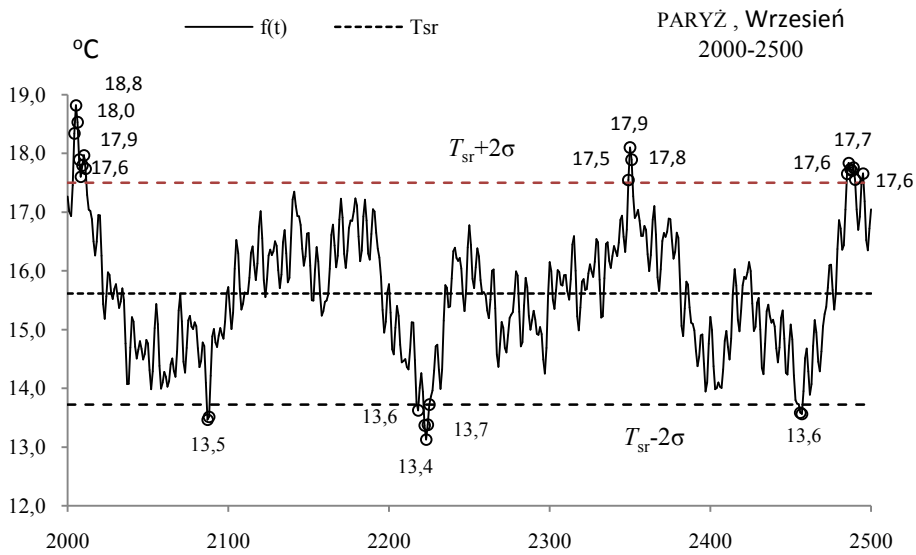
**Rys. 35a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1500-2000  
**Fig. 35a.** Changes of air temperature in Paris in September in the 1500-2000 years



**Rys. 35b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 1500-2000  
**Fig. 35b.** Extreme values of average air temperature in Paris in September in the 1500-2000 years

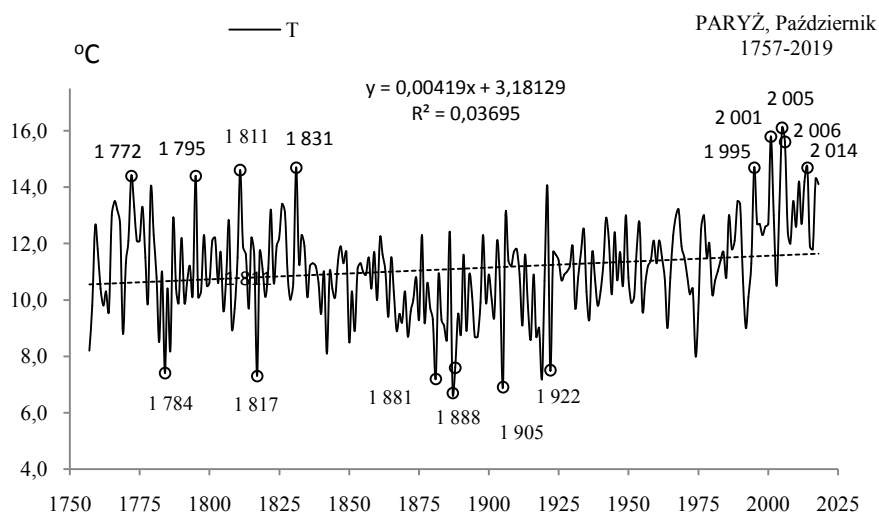


**Rys. 36a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 2000-2500  
**Fig. 36a.** Changes of air temperature in Paris in September in the 2000-2500 years

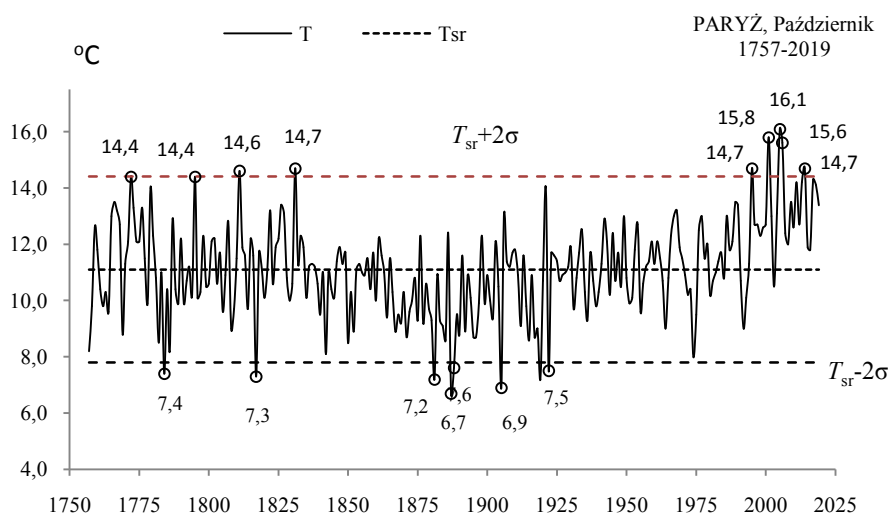


**Rys. 36b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu we wrześniu w latach 2000-2500  
**Fig. 36b.** Extreme values of average air temperature in Paris in September in the 2000-2500 years

## PAŹDZIERNIK (X)



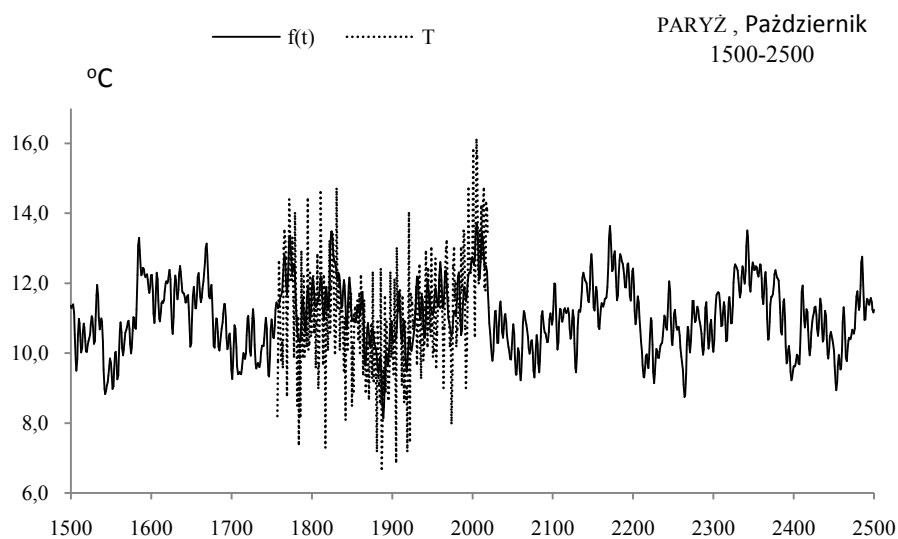
**Rys. 37a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1757-2019  
**Fig. 37a.** Changes of air temperature in Paris in October in the 1757-2019 years



**Rys. 37b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1757-2019  
**Fig. 37b.** Extreme values of average air temperature in Paris in October in the 1757-2019 years

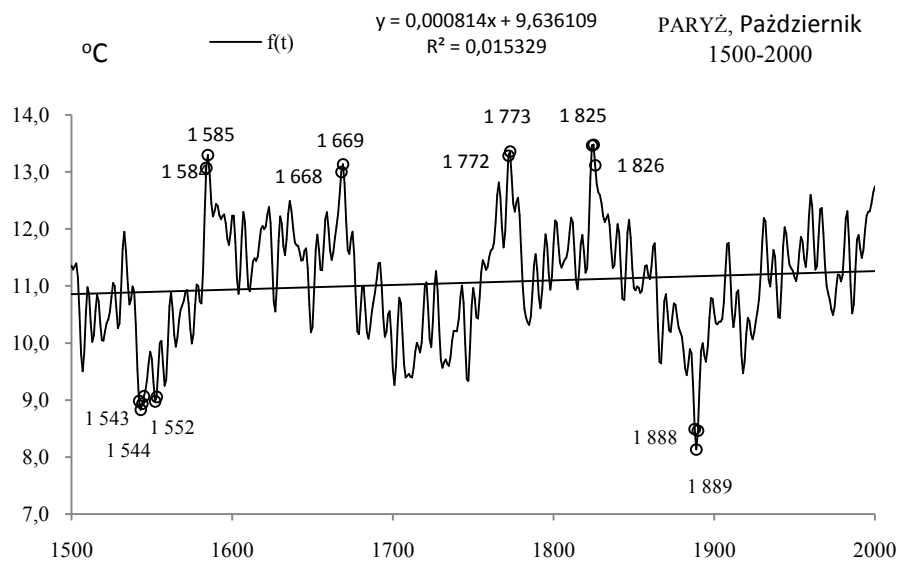
**Tabela 12.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 12.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in October in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,7	0,314020	2,061714	2,680	0,138	2,542
7,5	0,371826	-0,564701	2,668	0,153	3,145
12,0	0,271753	1,269552	2,691	0,122	1,994
17,2	0,304357	0,331420	2,689	0,125	2,094
26,5	0,347644	2,093973	2,652	0,171	3,958
34,1	0,305360	2,911530	2,676	0,143	2,743
47,1	0,363296	-1,955750	2,628	0,195	5,195
59,2	0,245550	2,052003	2,658	0,164	3,652
84,0	0,450201	1,948214	2,584	0,233	7,522
178,9	0,924709	0,938632	2,364	0,367	20,460

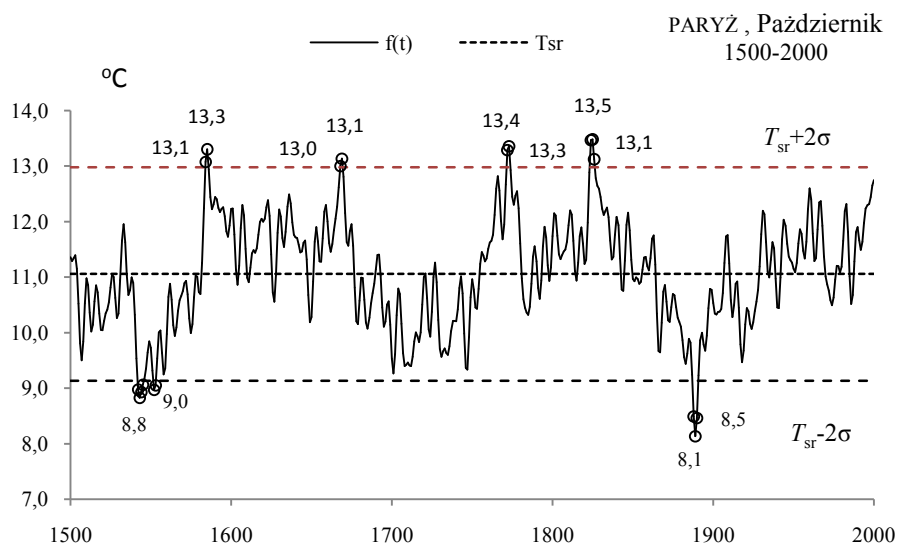


**Rys. 38.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

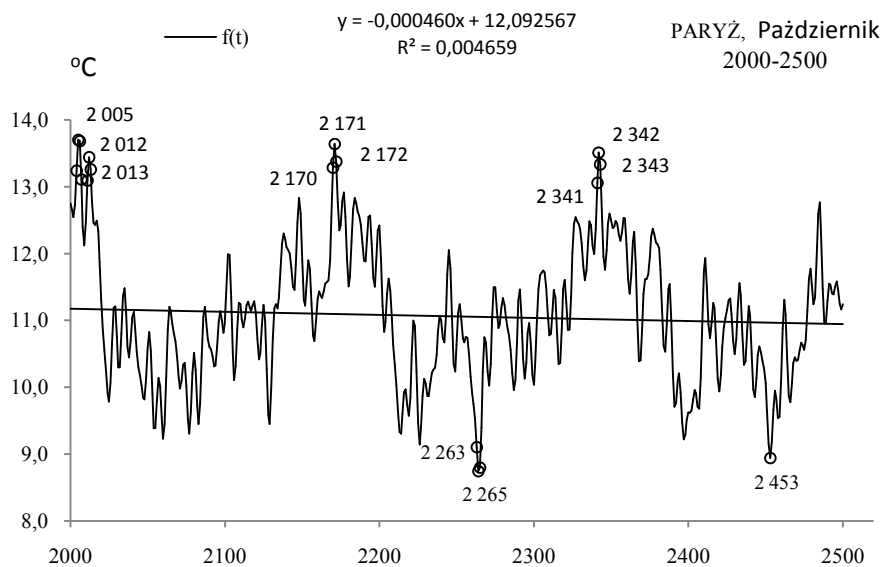
**Fig. 38.** Air temperature changes in Paris in October in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



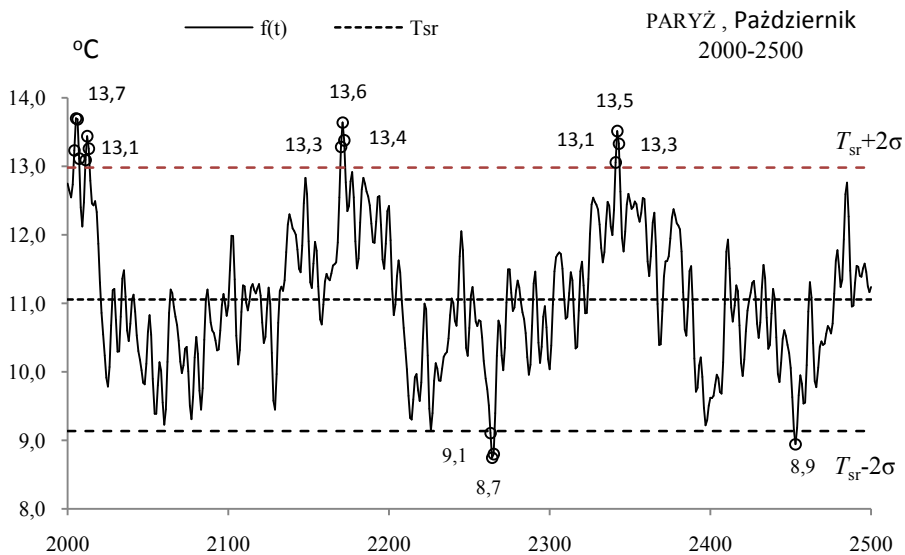
**Rys. 39a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1500-2000  
**Fig. 39a.** Changes of air temperature in Paris in October in the 1500-2000 years



**Rys. 39b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 1500-2000  
**Fig. 39b.** Extreme values of average air temperature in Paris in October in the 1500-2000 years

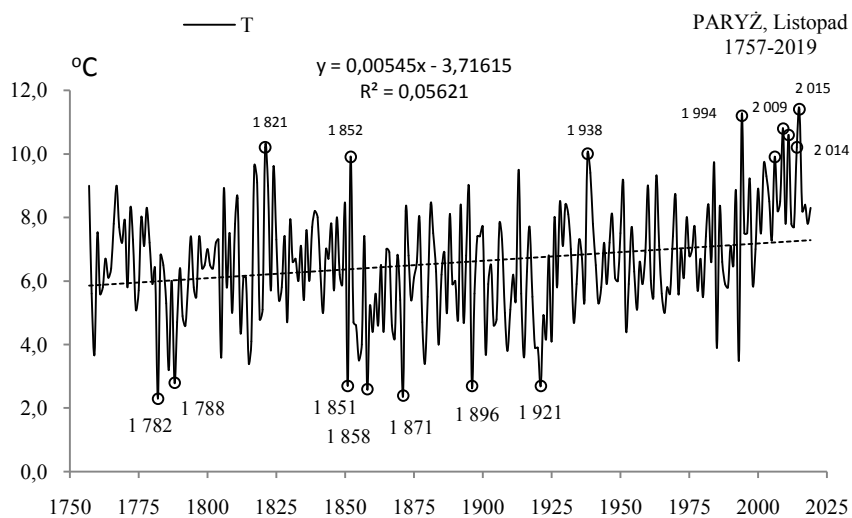


**Rys. 40a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 2000-2500  
**Fig. 40a.** Changes of air temperature in Paris in October in the 2000-2500 years

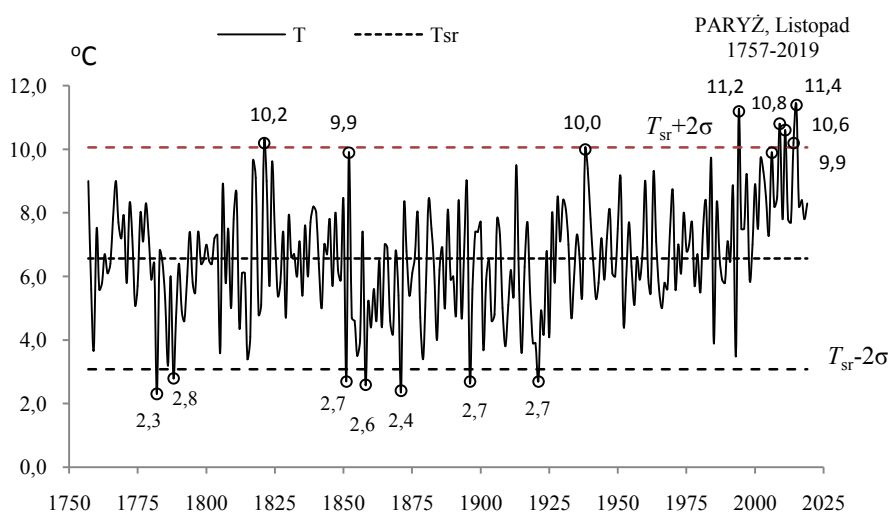


**Rys. 40b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w październiku w latach 2000-2500  
**Fig. 40b.** Extreme values of average air temperature in Paris in October in the 2000-2500 years

## LISTOPAD (XI)



**Rys. 41a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1757-2019  
**Fig. 41a.** Changes of air temperature in Paris in November in the 1757-2019 years

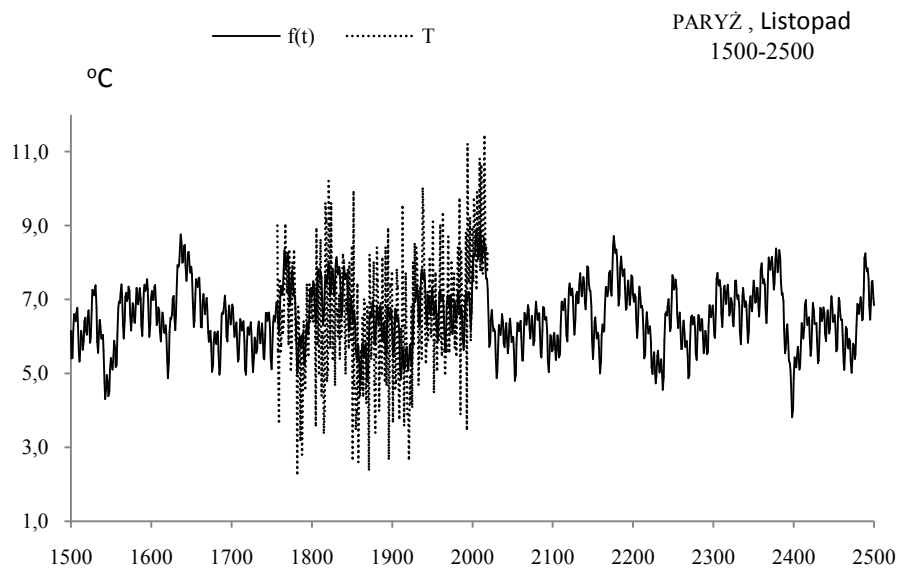


**Rys. 41b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1757-2019  
**Fig. 41b.** Extreme values of average air temperature in Paris in November in the 1757-2019 years



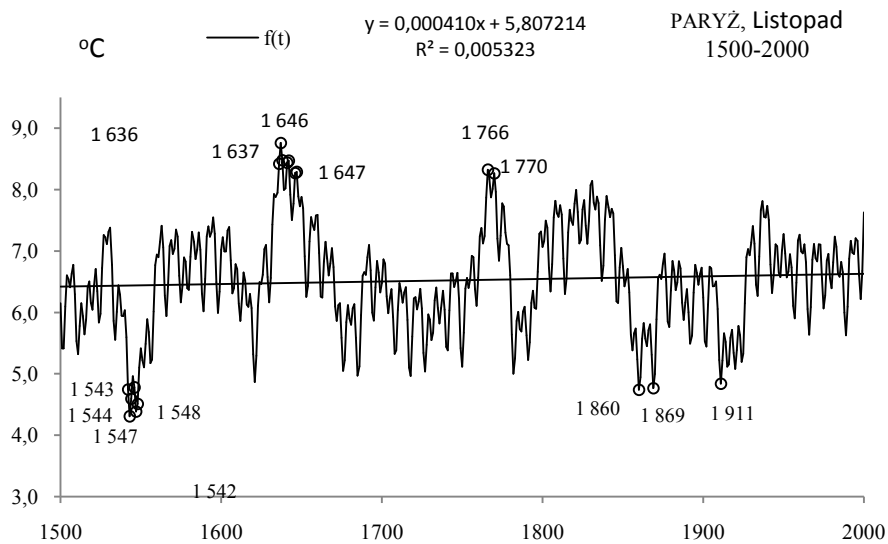
**Tabela 13.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 13.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in November in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,6	0,373932	2,234614	2,972	0,152	3,109
8,0	0,246306	0,276107	3,012	0,100	1,321
10,8	0,400462	-1,886422	2,962	0,162	3,564
26,6	0,249637	-2,154739	2,986	0,136	2,478
34,0	0,337881	1,223118	2,937	0,186	4,713
40,5	0,285489	-2,457730	2,955	0,169	3,884
48,2	0,049219	0,081033	3,037	0,042	0,228
60,7	0,599346	1,048359	2,803	0,280	11,225
88,2	0,277064	2,948922	2,913	0,206	5,835
178,9	0,598755	0,888374	2,872	0,237	7,796

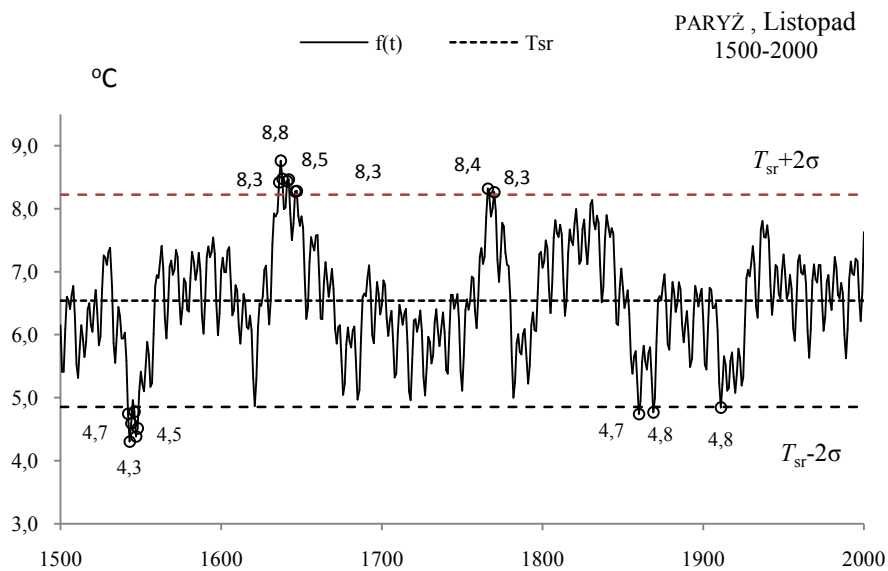


**Rys. 42.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

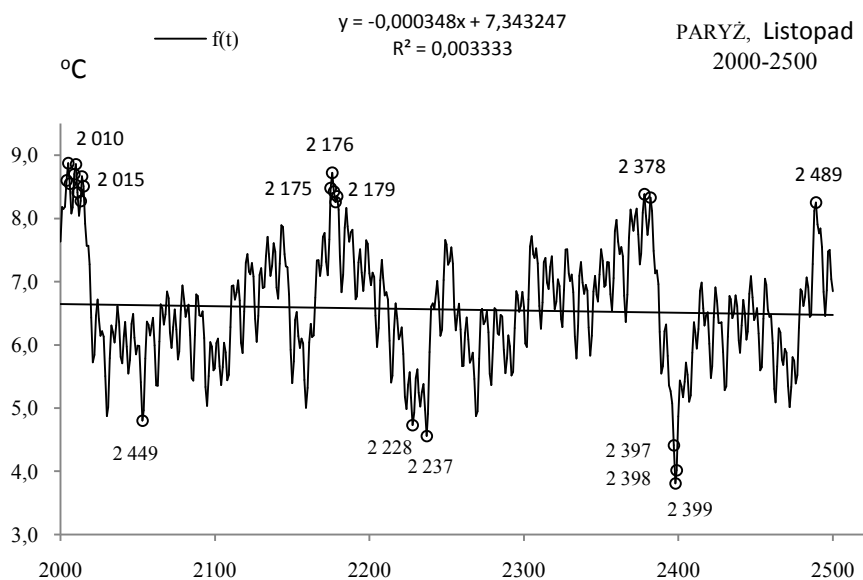
**Fig. 42.** Air temperature changes in Paris in November in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



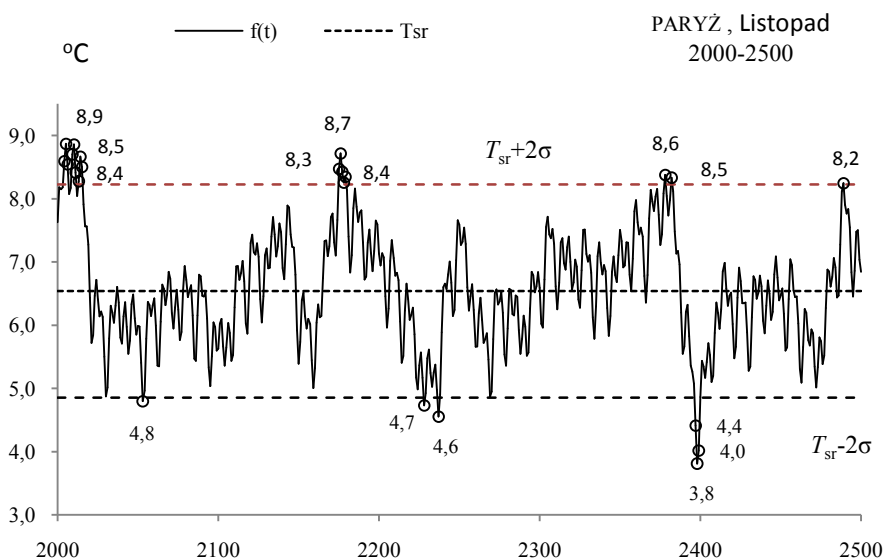
**Rys. 43a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1500-2000  
**Fig. 43a.** Changes of air temperature in Paris in November in the 1500-2000 years



**Rys. 43b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 1500-2000  
**Fig. 43b.** Extreme values of average air temperature in Paris in November in the 1500-2000 years

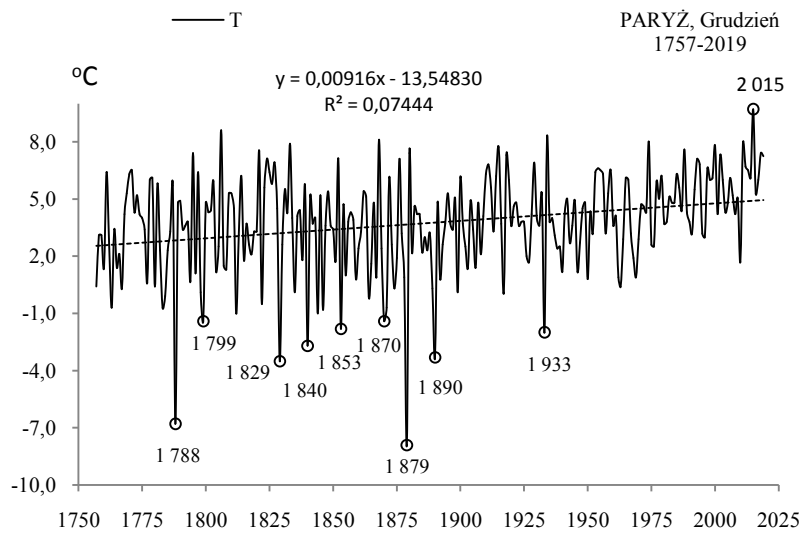


**Rys. 44a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 2000-2500  
**Fig. 44a.** Changes of air temperature in Paris in November in the 2000-2500 years

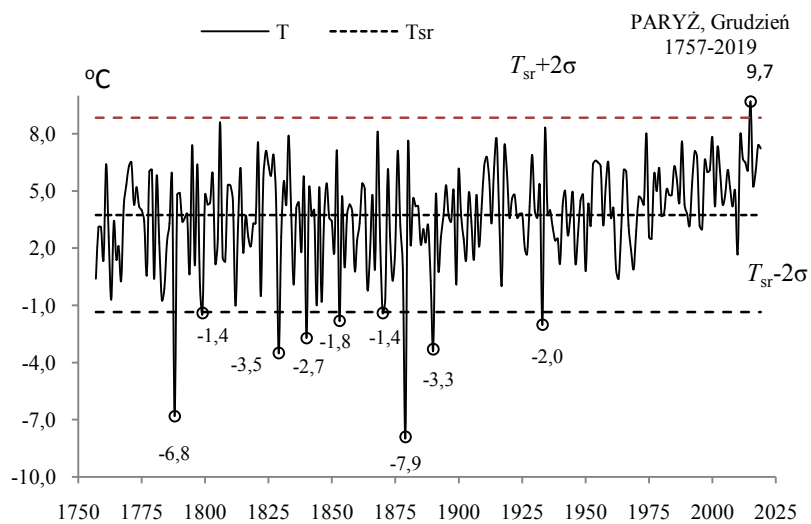


**Rys. 44b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w listopadzie w latach 2000-2500  
**Fig. 44b.** Extreme values of average air temperature in Paris in November in the 2000-2500 years

## GRUDZIEŃ (XII)



**Rys. 45a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1757-2019  
**Fig. 45a.** Changes of air temperature in Paris in December in the 1757-2019 years

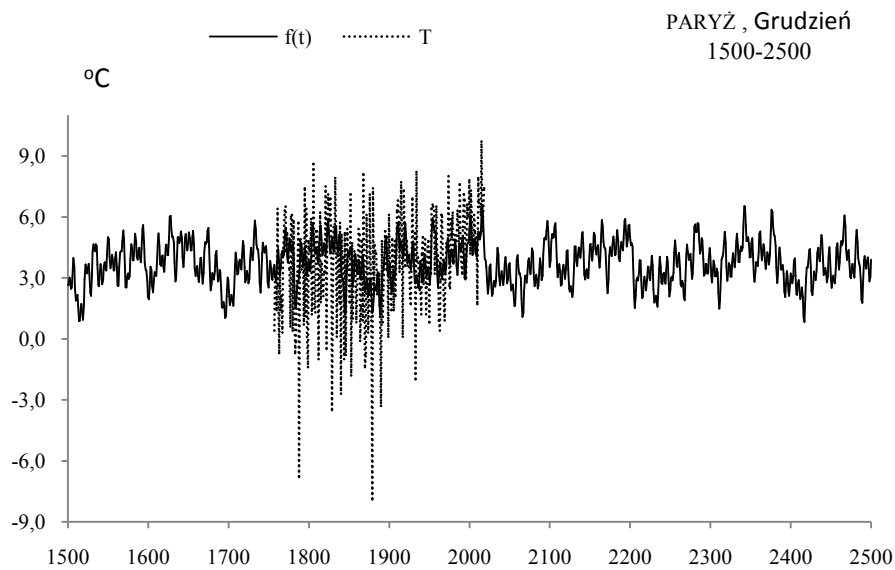


**Rys. 45b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1757-2019  
**Fig. 45b.** Extreme values of average air temperature in Paris in December in the 1757-2019 years.

**Tabela 14.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

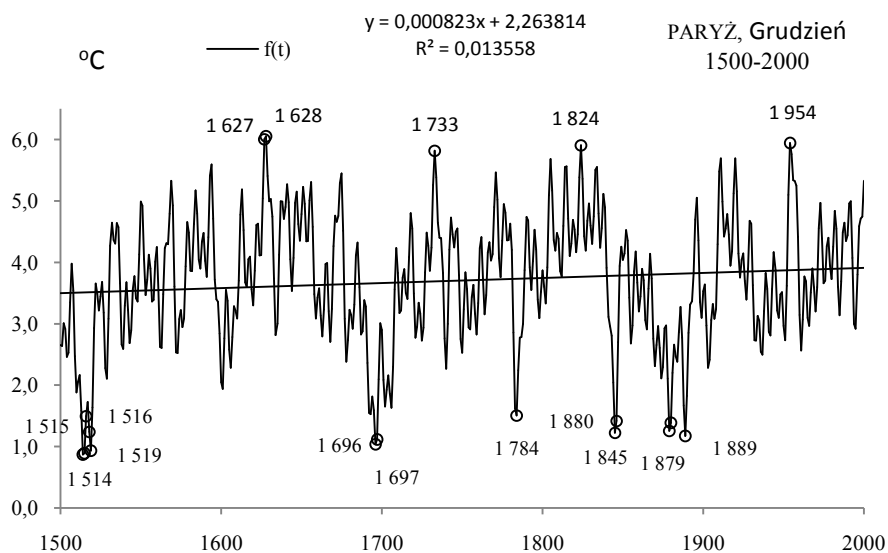
**Table 14.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in December in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,8	0,560377	1,553226	6,345	0,153	3,147
8,8	0,439126	0,288320	6,391	0,128	2,178
11,7	0,399755	0,846157	6,415	0,112	1,678
15,0	0,483561	-1,155339	6,379	0,135	2,429
20,3	0,351064	-0,497939	6,407	0,118	1,844
30,2	0,440694	-2,389920	6,377	0,136	2,471
46,9	0,445459	3,003503	6,388	0,129	2,241
61,1	0,113980	0,127824	6,492	0,027	0,098
89,3	0,589863	-1,299750	6,196	0,215	6,385
178,9	0,564411	1,229993	6,339	0,156	3,274

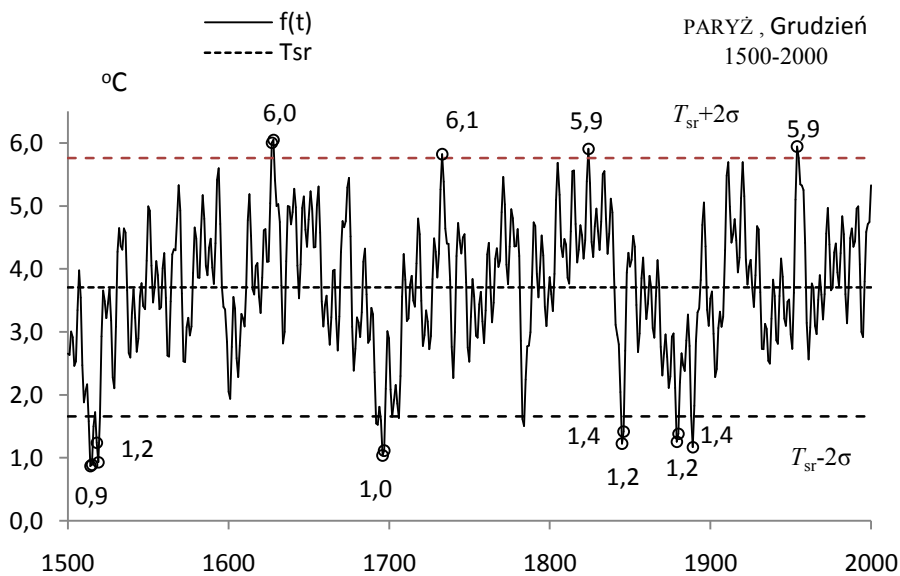


**Rys. 46.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

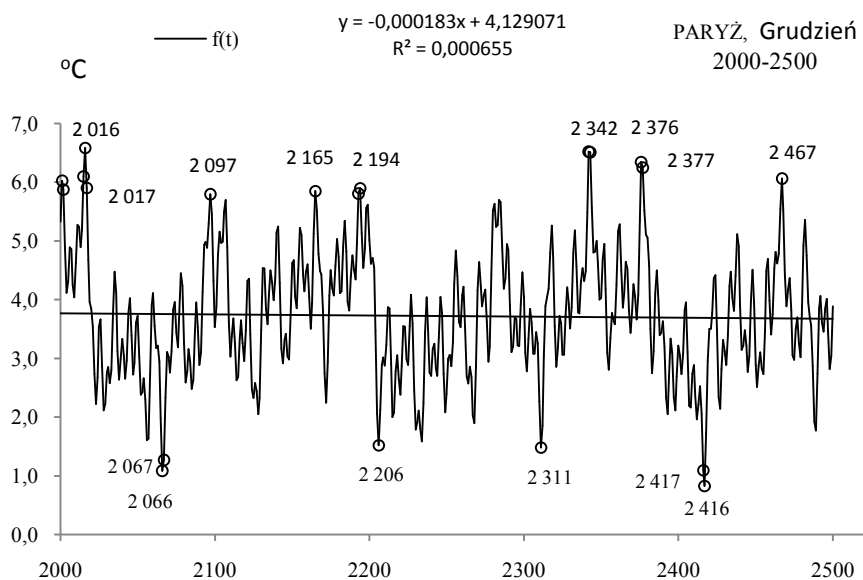
**Fig. 46.** Air temperature changes in Paris in December in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



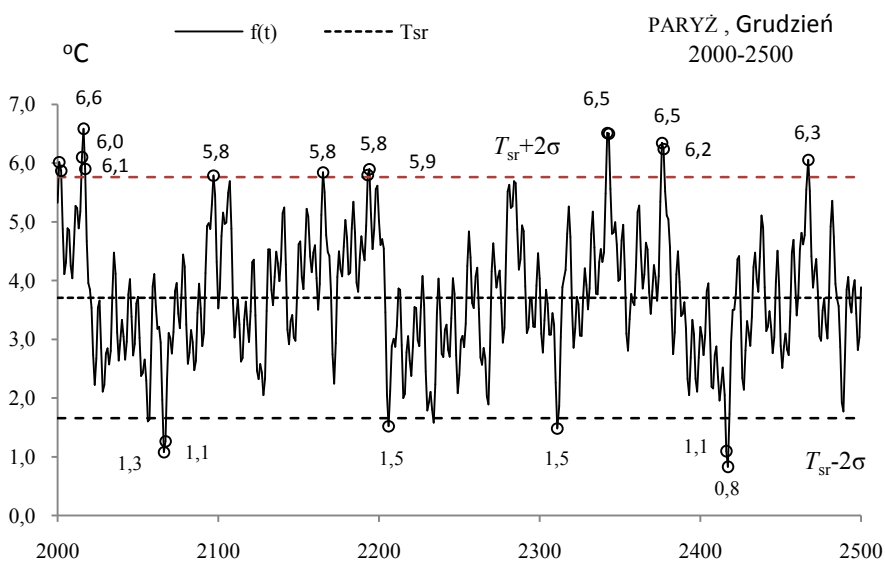
**Rys. 47a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1500-2000  
**Fig. 47a.** Changes of air temperature in Paris in December in the 1500-2000 years



**Rys. 47b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 1500-2000  
**Fig. 47b.** Extreme values of average air temperature in Paris in December in the 1500-2000 years.

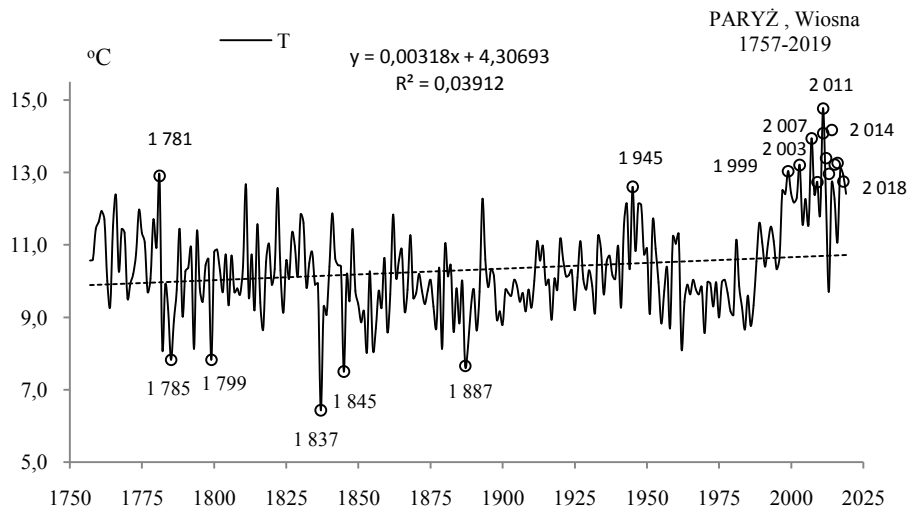


**Rys. 48a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 2000-2500  
**Fig. 48a.** Changes of air temperature in Paris in December in the 2000-2500 years

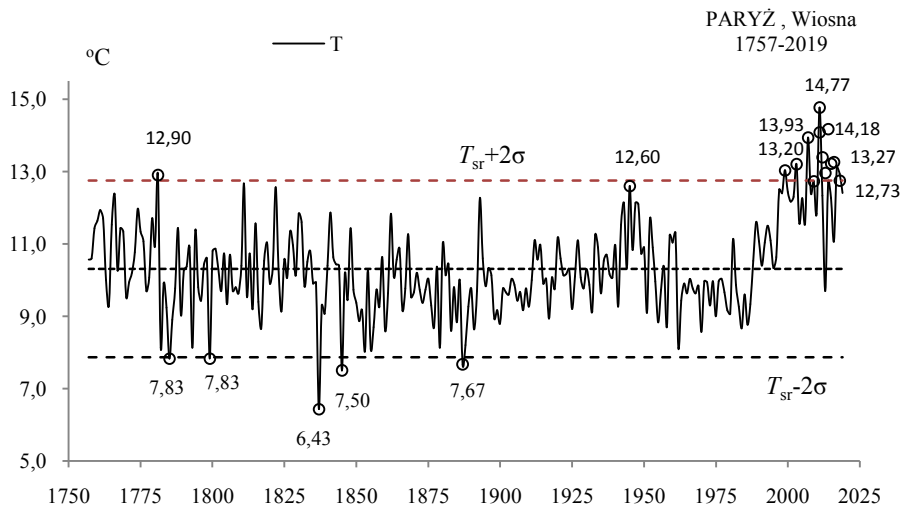


**Rys. 48b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w grudniu w latach 2000-2500  
**Fig. 48b.** Extreme values of average air temperature in Paris in December in the 2000-2500 years.

### WIOSNA (III-V)



**Rys. 49a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1757-2019  
**Fig. 49a.** Changes of air temperature in Paris in spring in the 1757-2019 years



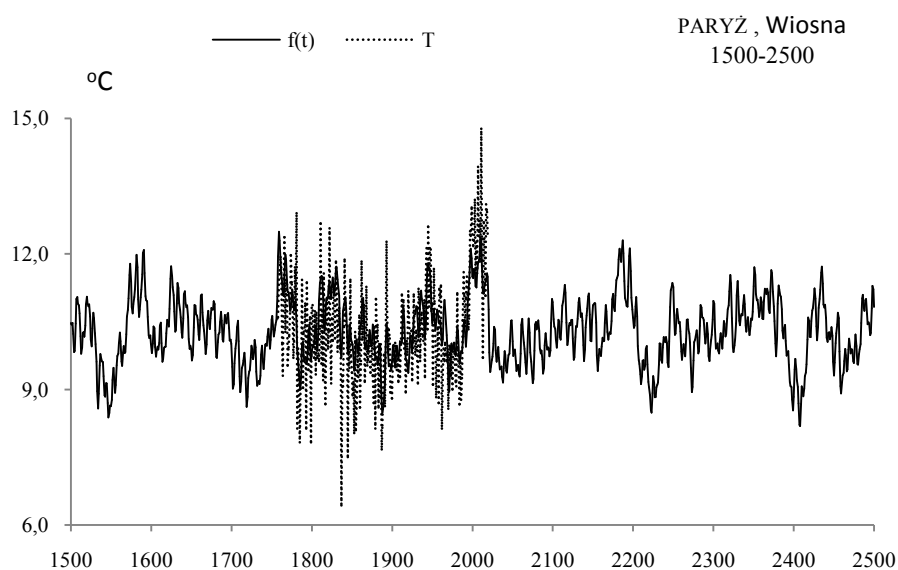
**Rys. 49b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1757-2019  
**Fig. 49b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Spring in the 1757-2019 years.



**Tabela 15.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

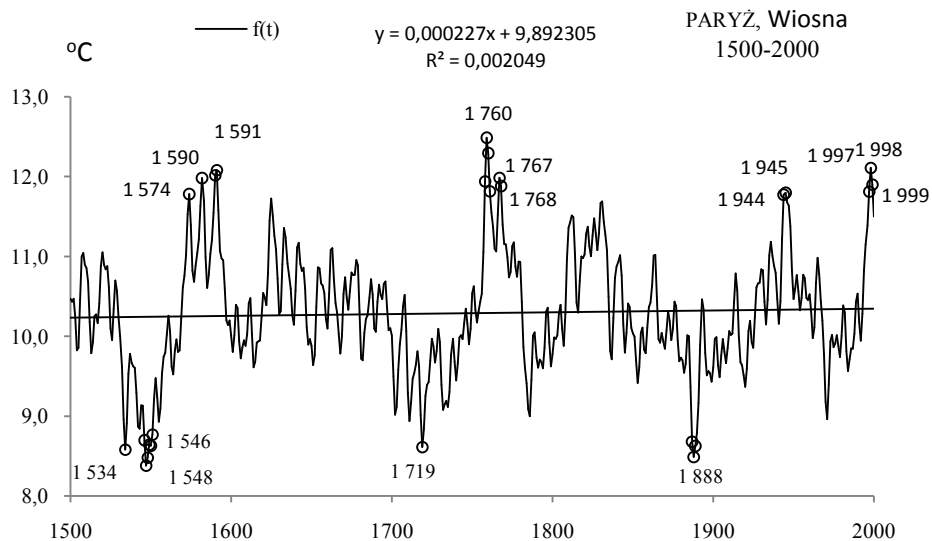
**Table 15.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in spring in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$F_{obl}$
4,2	0,199336	3,037724	1,468	0,117
7,4	0,255810	3,111959	1,452	0,156
8,9	0,178639	-3,004366	1,468	0,117
10,4	0,281612	0,976134	1,444	0,172
16,9	0,307780	0,511568	1,436	0,187
34,7	0,177934	2,356536	1,460	0,138
47,2	0,289308	-1,446393	1,396	0,249
61,2	0,470044	3,034704	1,290	0,365
85,1	0,447972	-2,581167	1,315	0,341
178,9	0,442241	1,068416	1,423	0,209

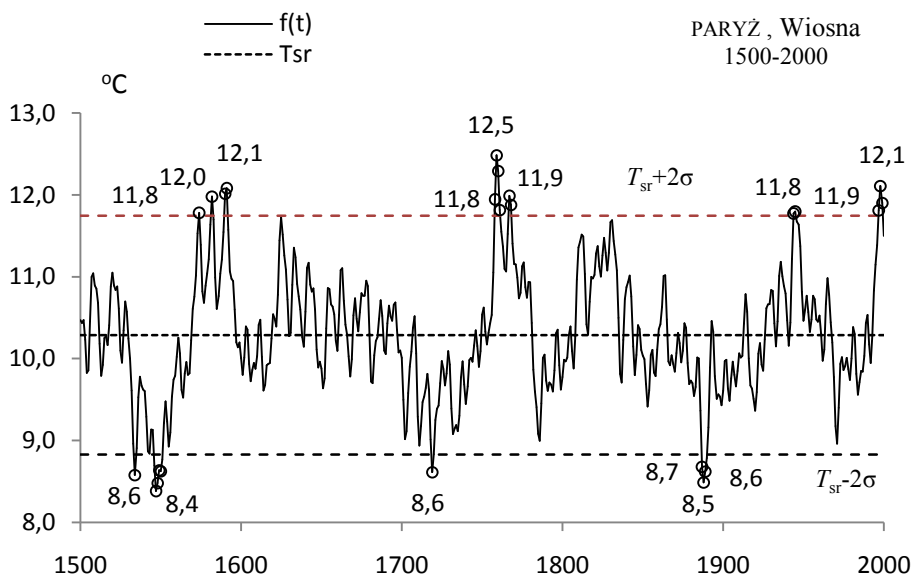


**Rys. 50.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

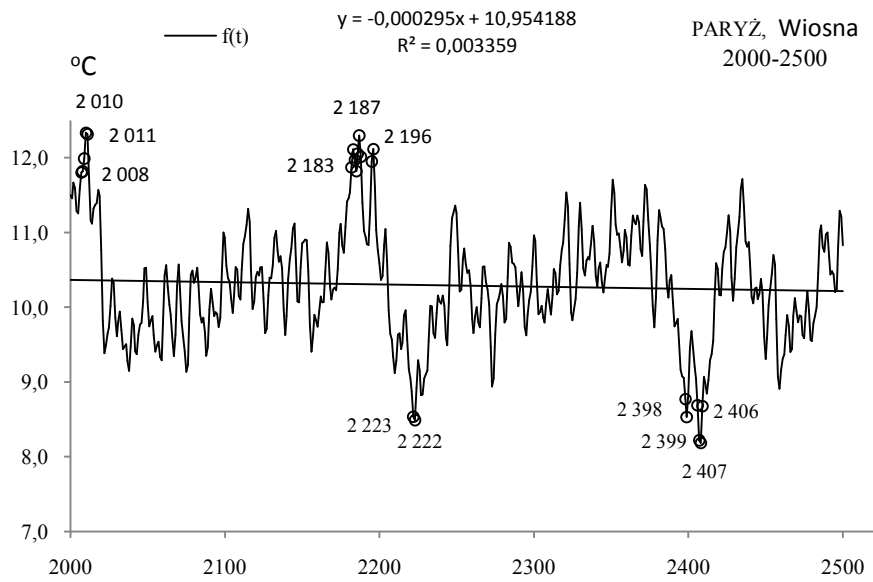
**Fig. 50.** Air temperature changes in Paris in spring in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



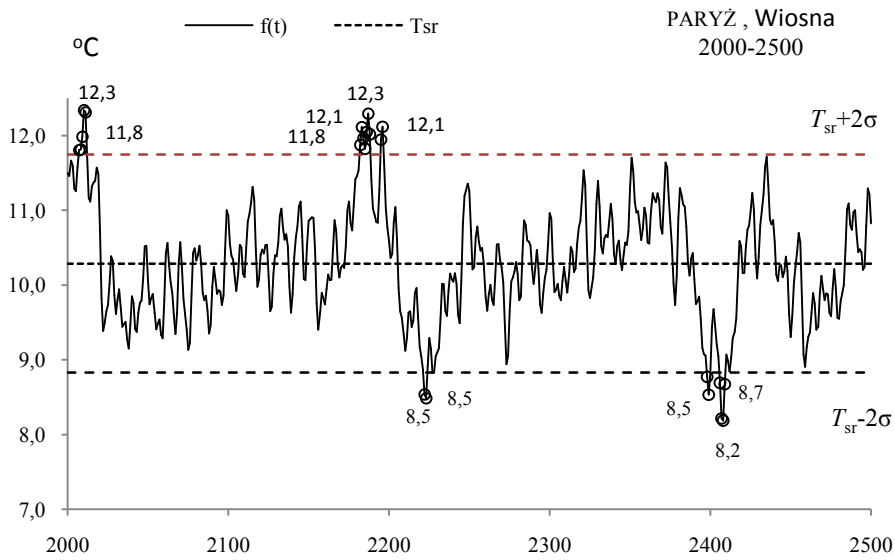
**Rys. 51a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 51a.** Changes of air temperature in Paris in spring in the 1500-2000 years



**Rys. 51b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 51b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Spring in the 1500-2000 years.

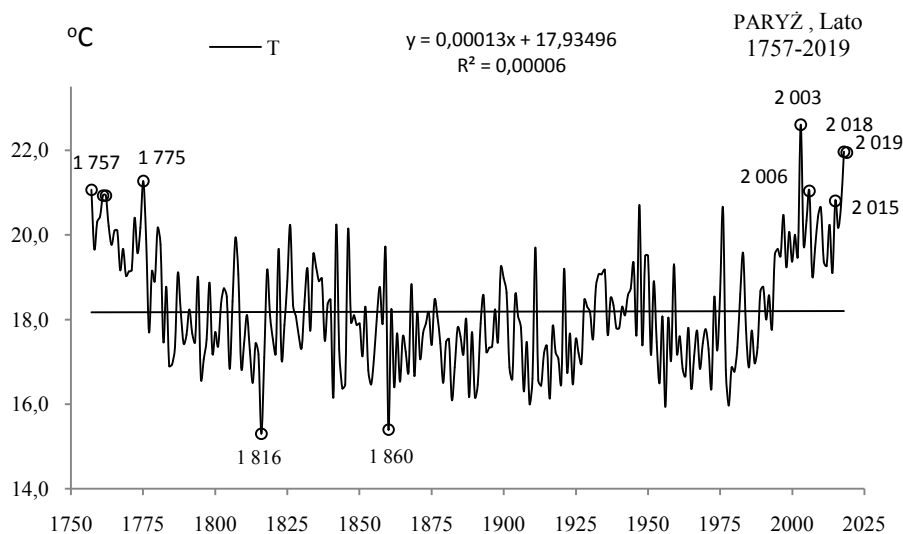


**Rys. 52a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 52a.** Changes of air temperature in Paris in spring in the 2000-2500 years

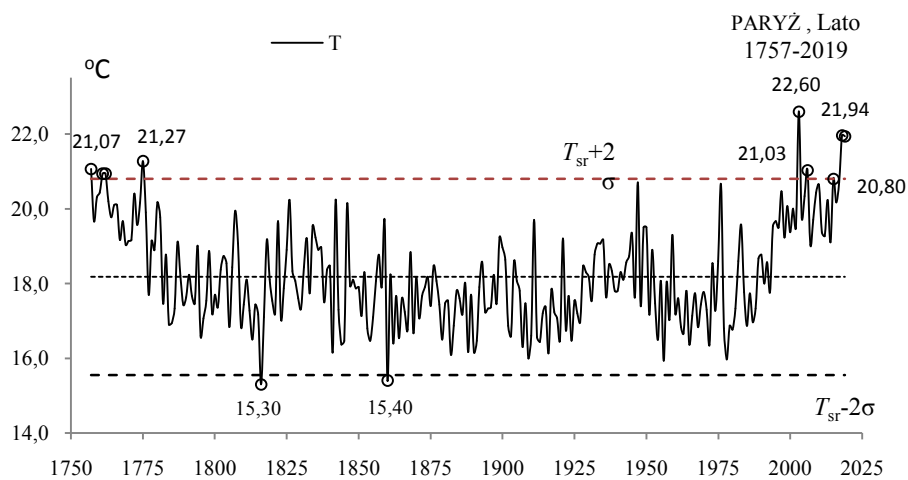


**Rys. 52b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 52b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Spring in the 2000-2500 years.

### LATO (VI-VIII)



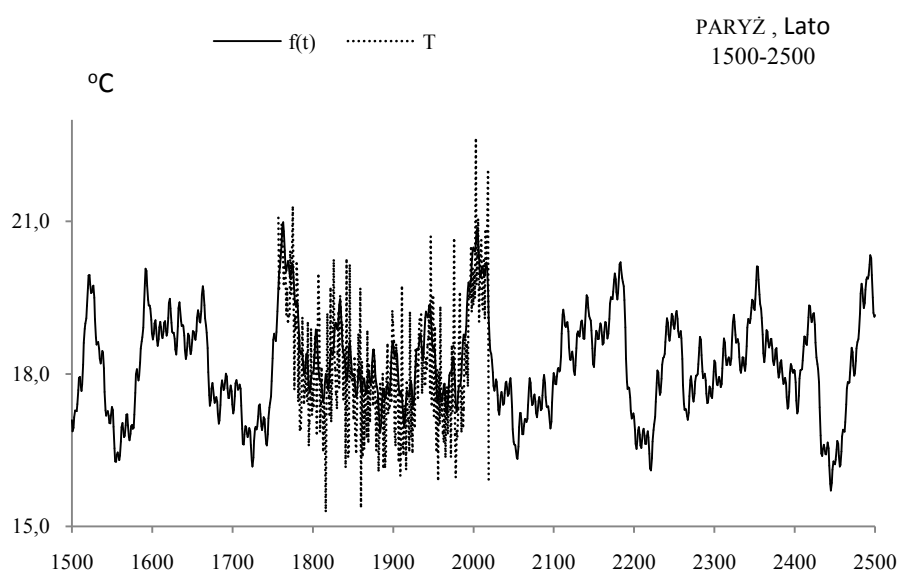
**Rys. 53a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1757-2019  
**Fig. 53a.** Changes of air temperature in Paris in summer in the 1757-2019 years



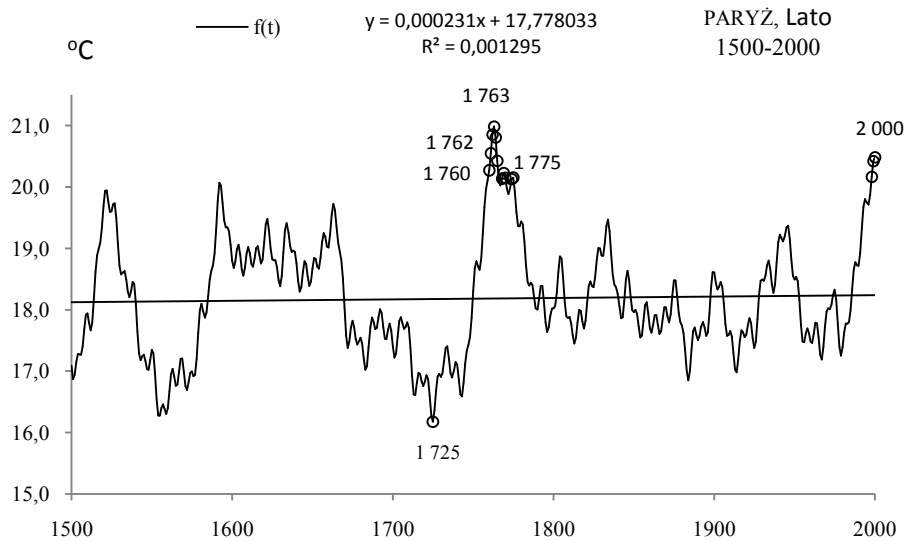
**Rys. 53b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1757-2019  
**Fig. 53b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Summer in the 1757-2019 years.

**Tabela 16.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 16.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in summer in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

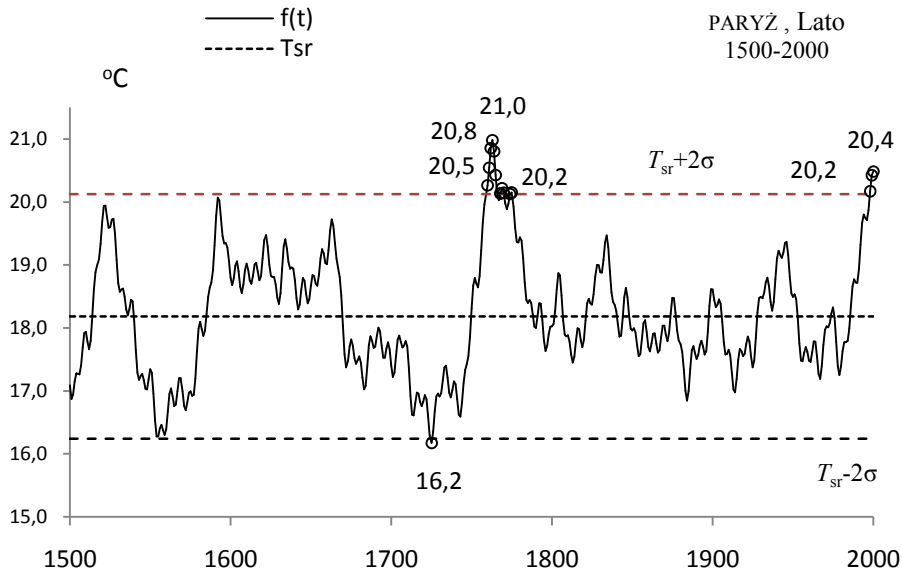
$F(t) =$					
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,9	0,205222	2,522108	1,696	0,179	4,329
10,6	0,151604	0,476674	1,703	0,167	3,771
14,1	0,221020	1,550189	1,686	0,194	5,135
23,7	0,255331	0,549508	1,692	0,185	4,650
34,5	0,359892	0,488753	1,621	0,273	10,614
47,3	0,176827	0,073878	1,670	0,216	6,444
59,2	0,558520	2,429172	1,435	0,425	29,034
81,4	0,609100	-2,764800	1,422	0,434	30,502
123,6	0,507137	-0,235154	1,604	0,290	12,120
178,9	0,699521	1,142813	1,630	0,264	9,829



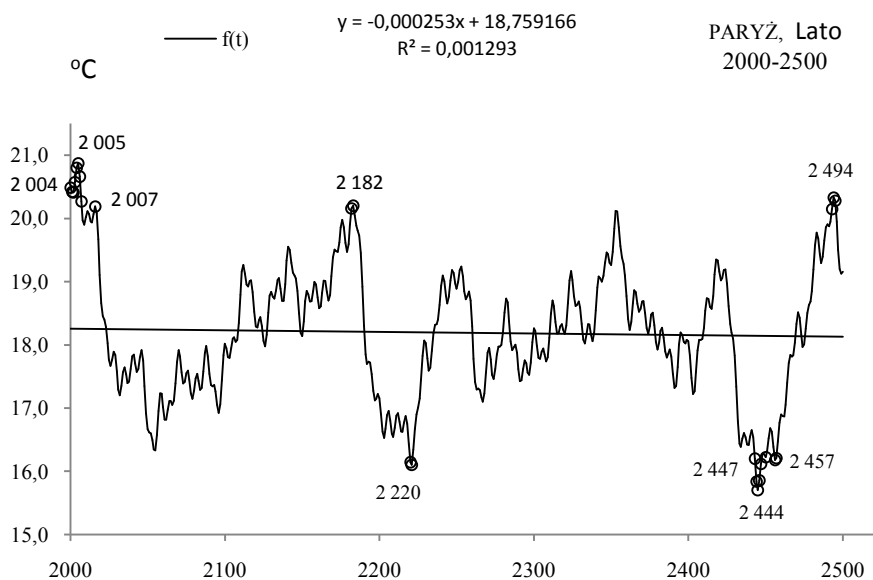
**Rys. 54.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).  
**Fig. 54.** Air temperature changes in Paris in summer in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



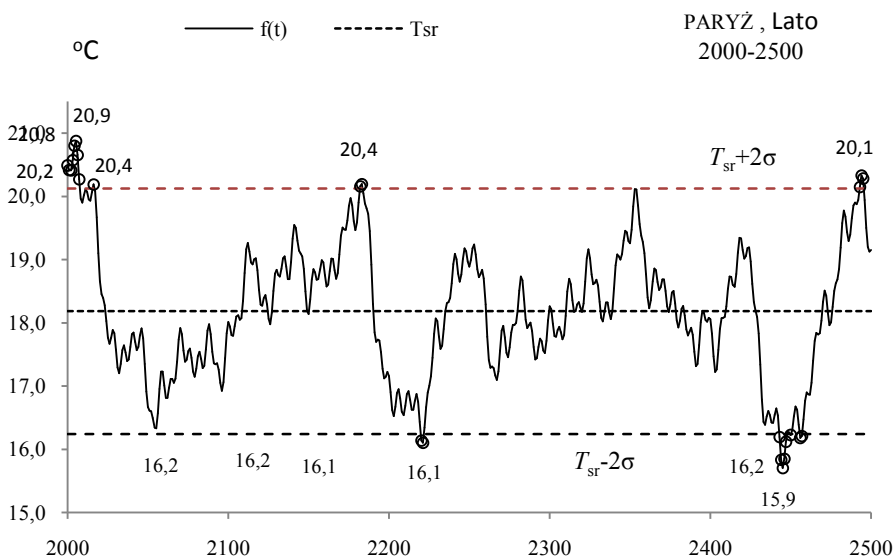
**Rys. 55a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 55a.** Changes of air temperature in Paris in summer in the 1500-2000 years



**Rys. 55b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 55b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Summer in the 1500-2000 years.

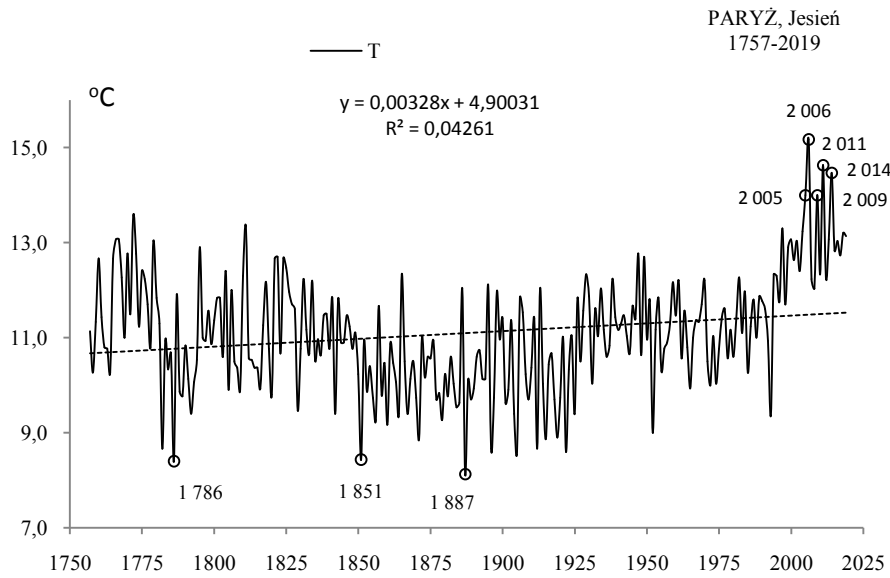


**Rys. 56a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 56a.** Changes of air temperature in Paris in summer in the 2000-2500 years

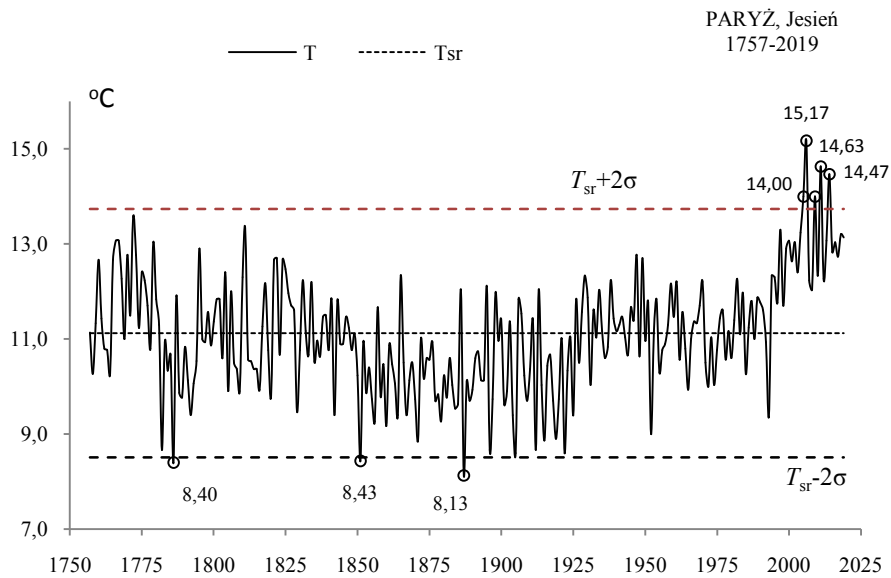


**Rys. 56b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 56b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Summer in the 2000-2500 years.

## JESIEŃ (IX-XI)



**Rys. 57a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 1757-2019  
**Fig. 57a.** Changes of air temperature in Paris in Autumn in the 1757-2019 years

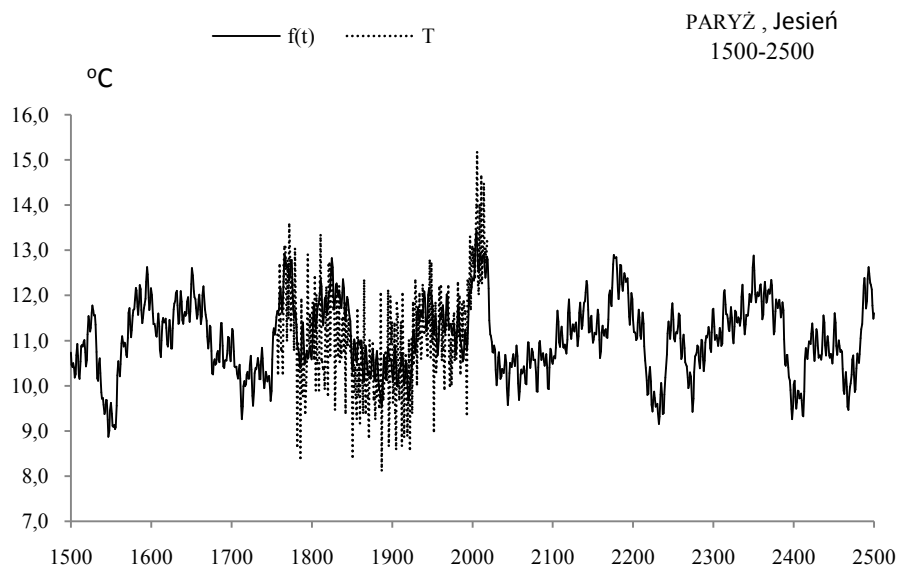


**Rys. 57b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 1757-2019  
**Fig. 57b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Autumn in the 1757-2019 years.

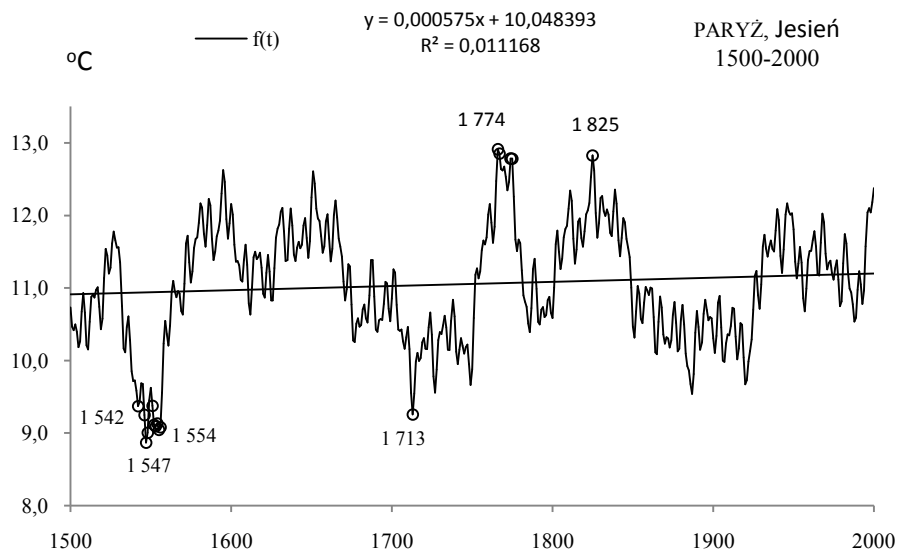


**Tabela 17.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 17.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in autumn n years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

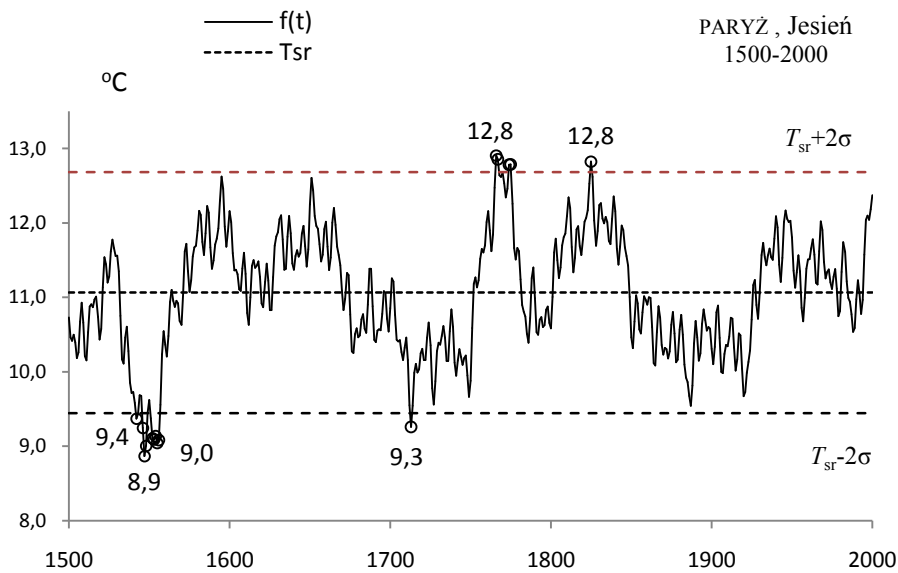
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,6	0,186950	2,634443	1,440	0,112	1,658
7,2	0,210717	-1,017694	1,436	0,123	2,029
11,4	0,131171	2,175790	1,449	0,079	0,831
17,3	0,203757	-1,849242	1,439	0,115	1,750
34,1	0,302588	2,570143	1,388	0,219	6,646
40,0	0,199945	-0,175348	1,414	0,174	4,106
47,6	0,172087	0,725305	1,415	0,172	4,010
60,0	0,458685	-1,290495	1,294	0,336	16,682
84,6	0,358263	2,955218	1,341	0,283	11,488
178,9	0,735722	1,022996	1,240	0,387	23,135



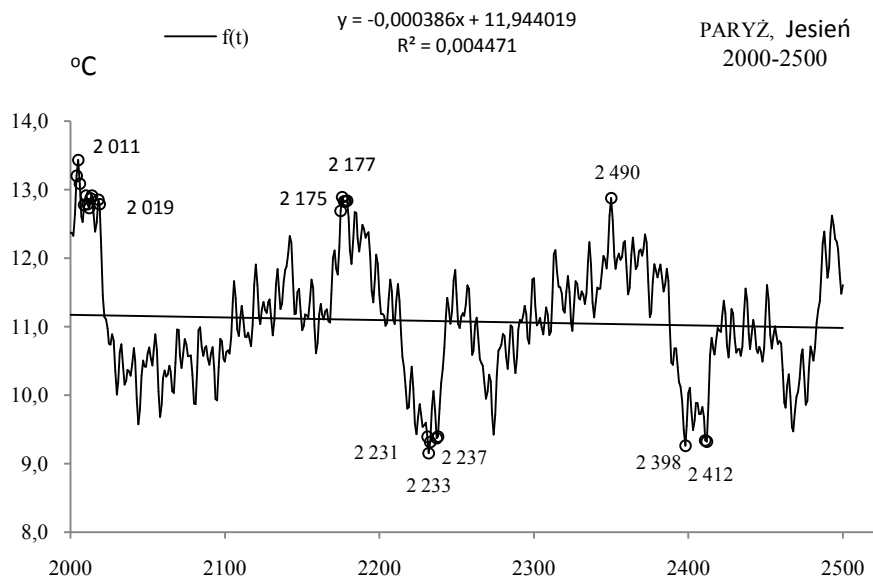
**Rys. 58.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).  
**Fig. 58.** Air temperature changes in Paris in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



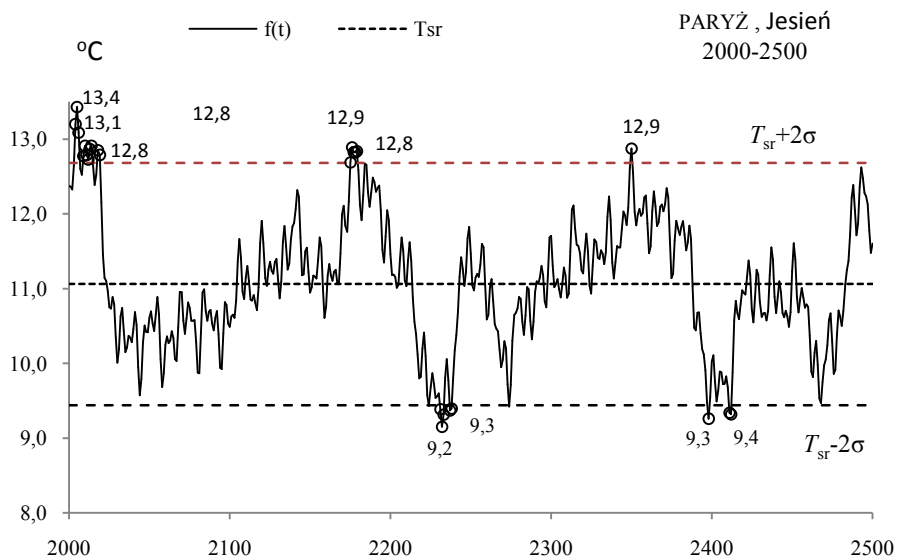
**Rys. 59a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 59a.** Changes of air temperature in Paris in Autumn in the 1500-2000 years



**Rys. 59b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 59b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Autumn in the 1500-2000 years.

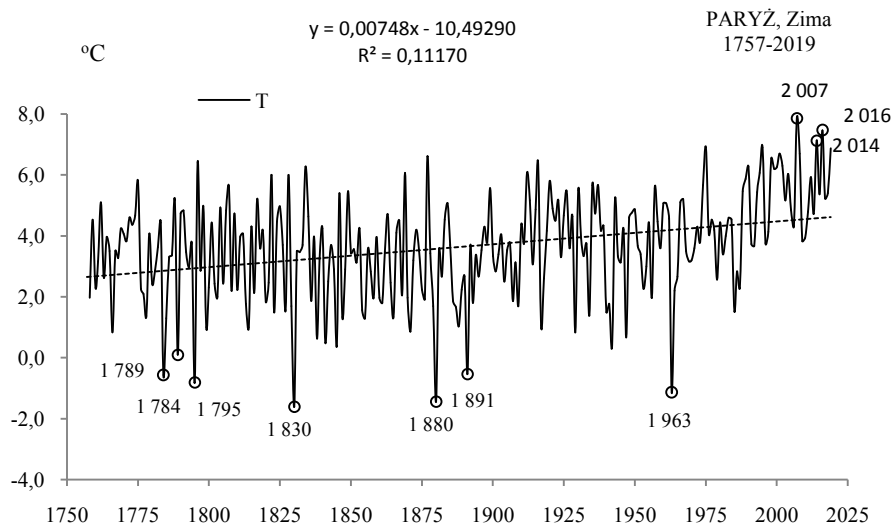


**Rys. 60a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 60a.** Changes of air temperature in Paris in Autumn in the 2000-2500 years



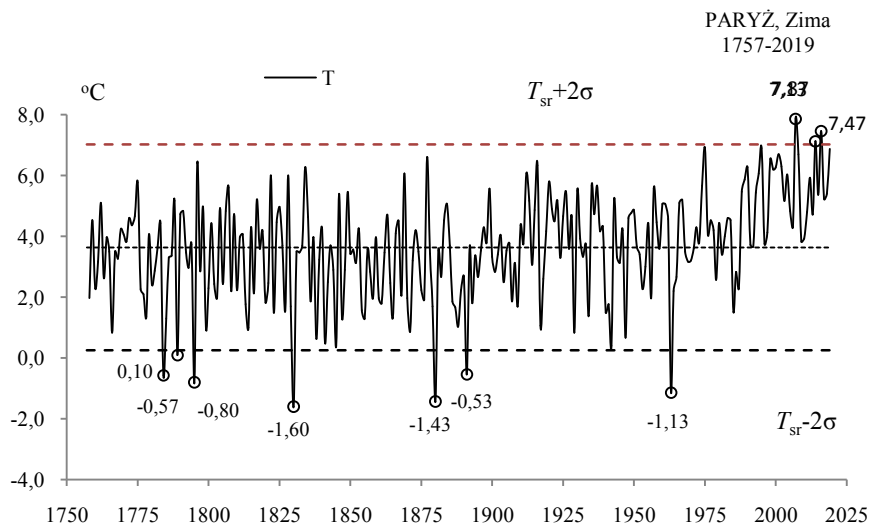
**Rys. 60b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 60b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Autumn in the 2000-2500 years.

## ZIMA (XII-II)



**Rys. 61a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 1757-2019

**Fig. 61a.** Changes of air temperature in Paris in Winter in the 1757-2019 years

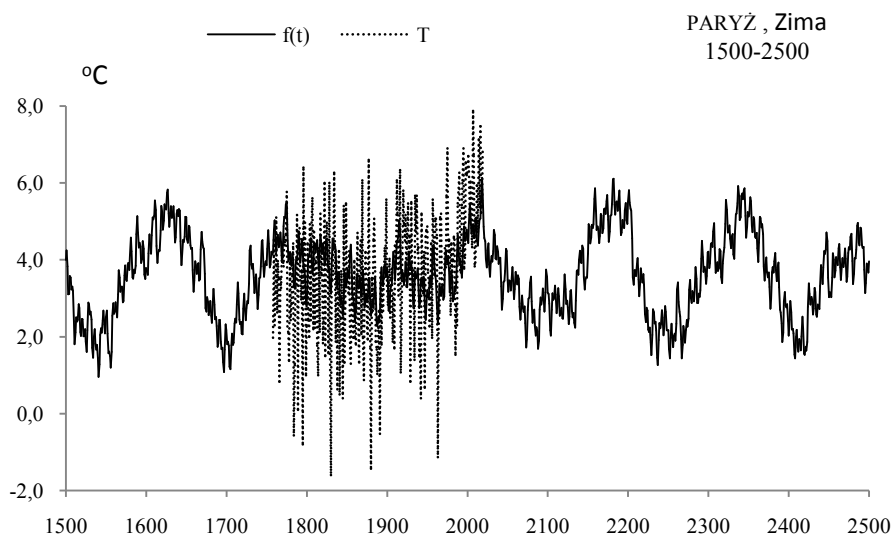


**Rys. 61b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 1757-2019

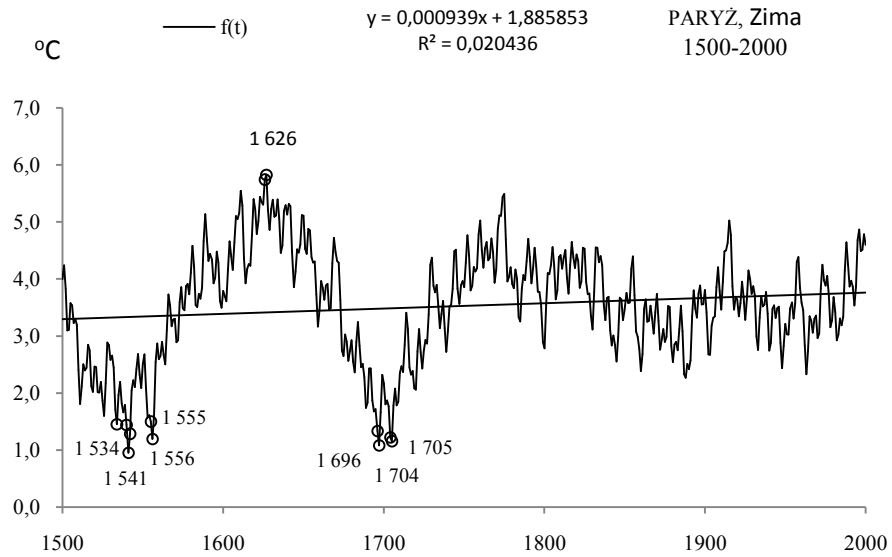
**Fig. 61b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Winter in the 1757-2019 years.

**Tabela 18.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 18.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in winter in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

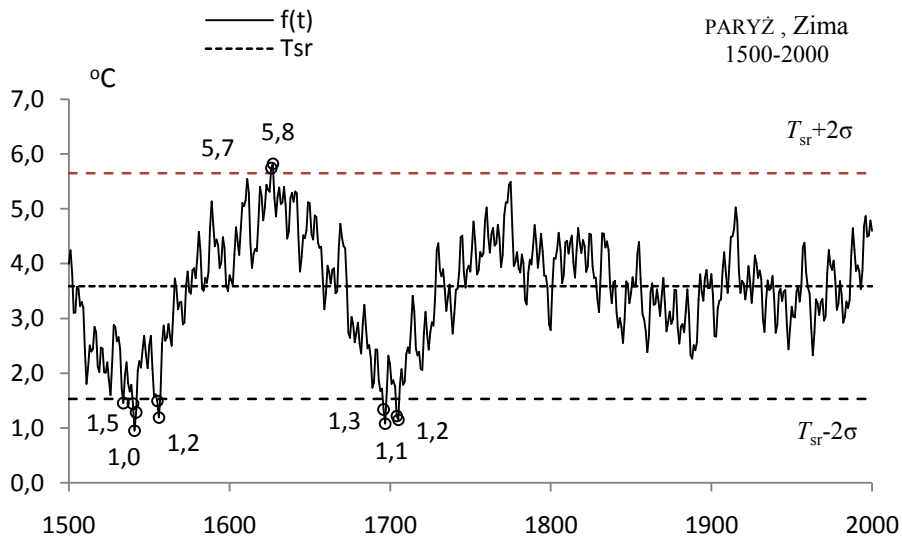
$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
3,8	0,291307	0,911108	2,821	0,128	2,193
7,4	0,307993	-2,879529	2,815	0,136	2,478
10,2	0,189989	2,633387	2,844	0,092	1,112
15,2	0,325490	2,796087	2,81	0,142	2,716
20,4	0,252567	2,478791	2,823	0,125	2,098
29,9	0,029291	1,054880	2,864	0,038	0,186
47,8	0,240267	1,384351	2,807	0,146	2,860
88,2	0,367604	2,934127	2,705	0,238	7,926
142,0	0,731338	-0,807471	2,829	0,117	1,815
178,9	0,915525	0,872804	2,798	0,156	3,292



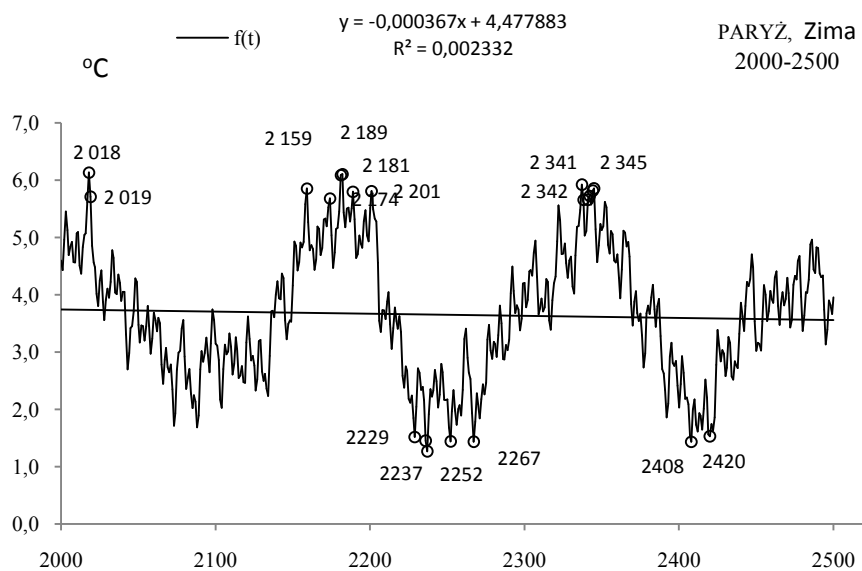
**Rys. 62.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).  
**Fig. 62.** Air temperature changes in Paris in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



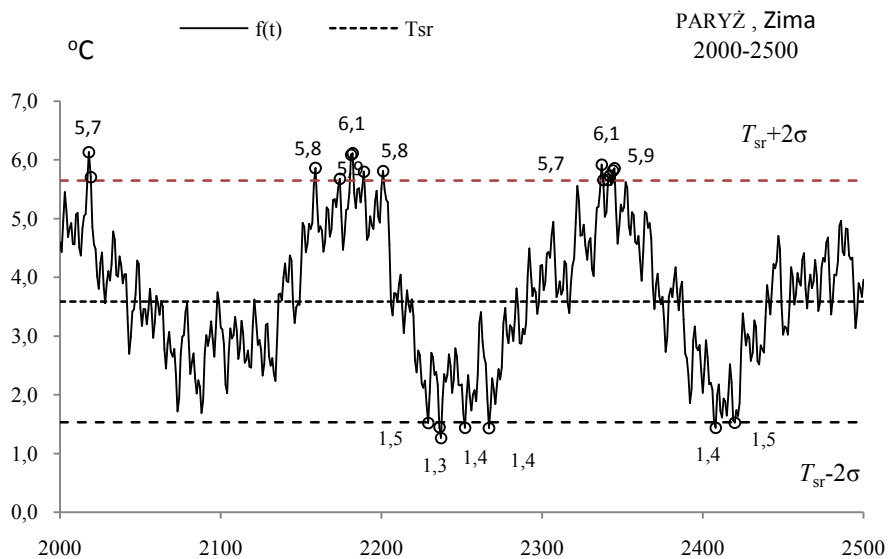
**Rys. 63a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 63a.** Changes of air temperature in Paris in Winter in the 1500-2000 years



**Rys. 63b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 63b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Winter in the 1500-2000 years.

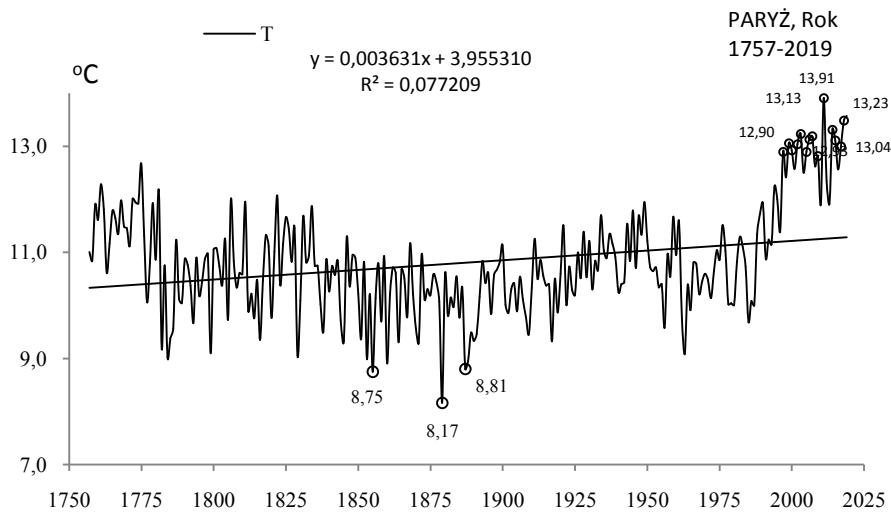


**Rys. 64a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 64a.** Changes of air temperature in Paris in Winter in the 2000-2500 years



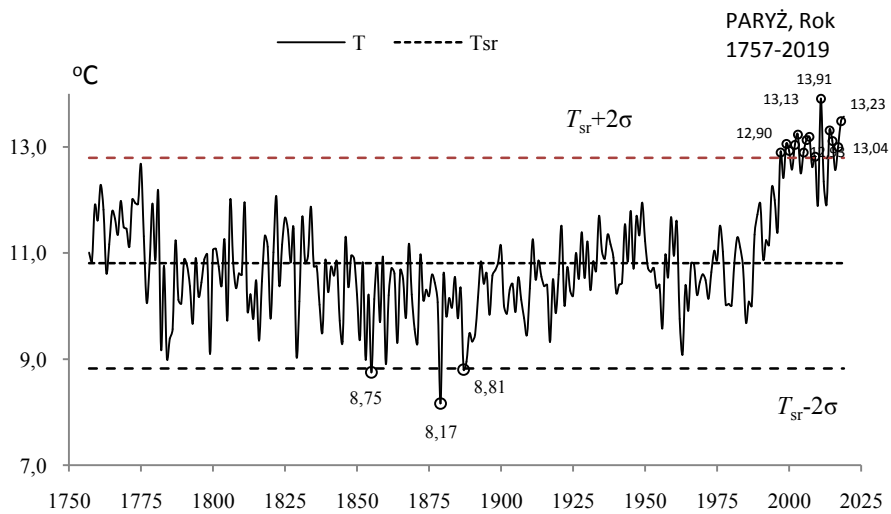
**Rys. 64b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 64b.** Extreme values of average air temperature in Paris in Winter in the 2000-2500 years.

### ROK (I-XII)



**Rys. 65a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1757-2019

**Fig. 65a.** Changes of air temperature in Paris in year in the 1757-2019 years



**Rys. 65b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1757-2019

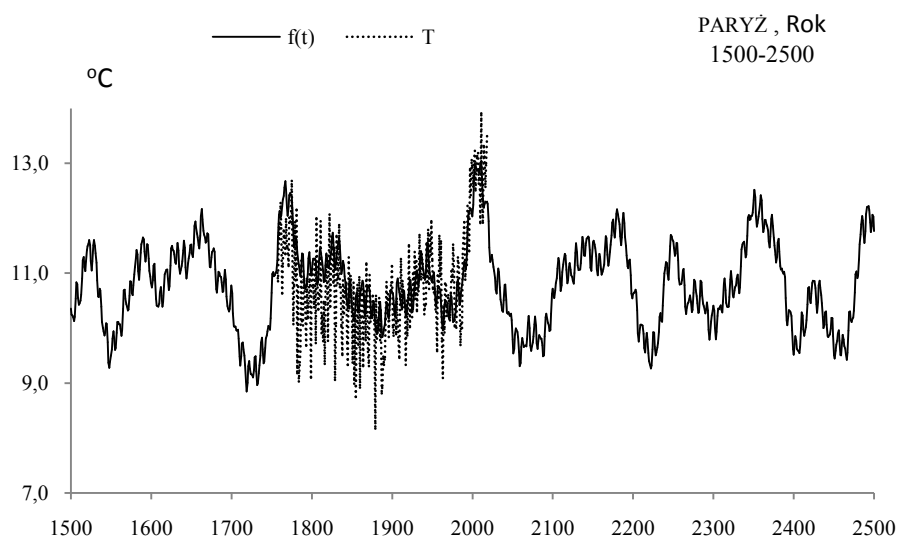
**Fig. 65b.** Extreme values of average air temperature in Paris in year in the 1757-2019 years.



**Tabela 19.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1757-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

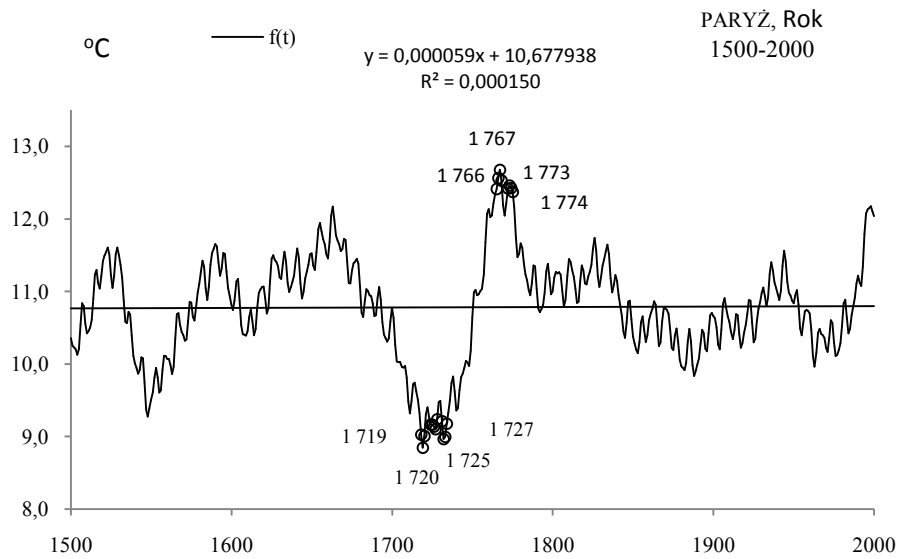
**Table 19.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Paris in year  $i$  in years 1757-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$ . – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,2	0,095931	2,566487	0,980	0,066	0,580
7,4	0,228297	-2,981719	0,956	0,170	3,896
12,2	0,112187	-1,471982	0,977	0,086	0,986
29,9	0,048870	-0,036152	0,974	0,102	1,394
34,4	0,201818	-0,519139	0,942	0,207	5,908
47,6	0,174479	0,865742	0,930	0,235	7,681
60,3	0,348398	-0,096582	0,854	0,364	20,067
83,5	0,499258	0,867734	0,822	0,406	25,968
118,6	0,477639	1,469449	0,941	0,210	6,054
178,9	0,670833	0,905660	0,883	0,321	15,089

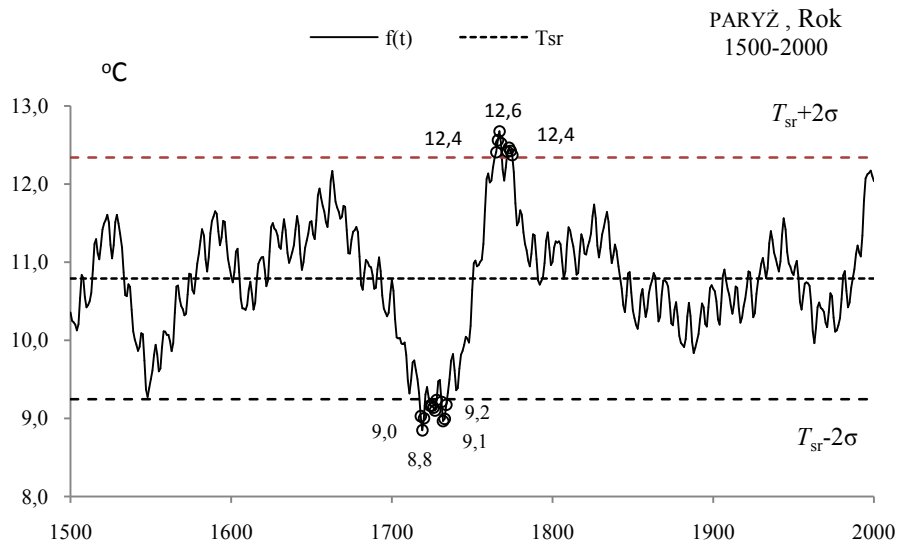


**Rys. 66.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1757-2019).

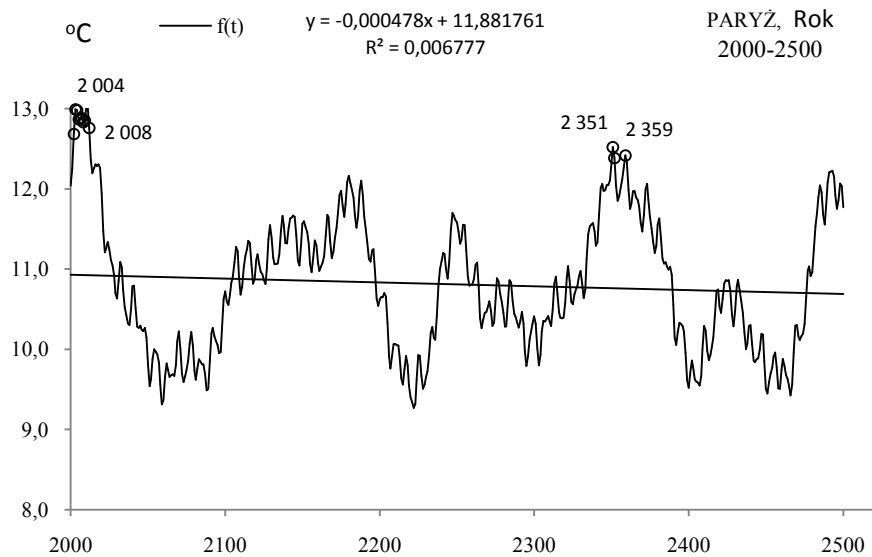
**Fig. 66.** Air temperature changes in Paris in year in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1757-2019)



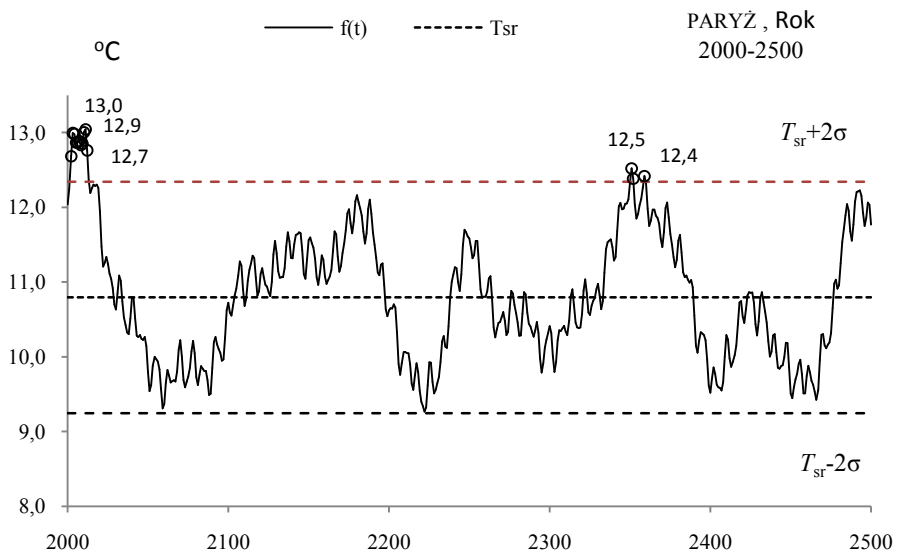
**Rys. 67a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 67a.** Changes of air temperature in Paris in year in the 1500-2000 years



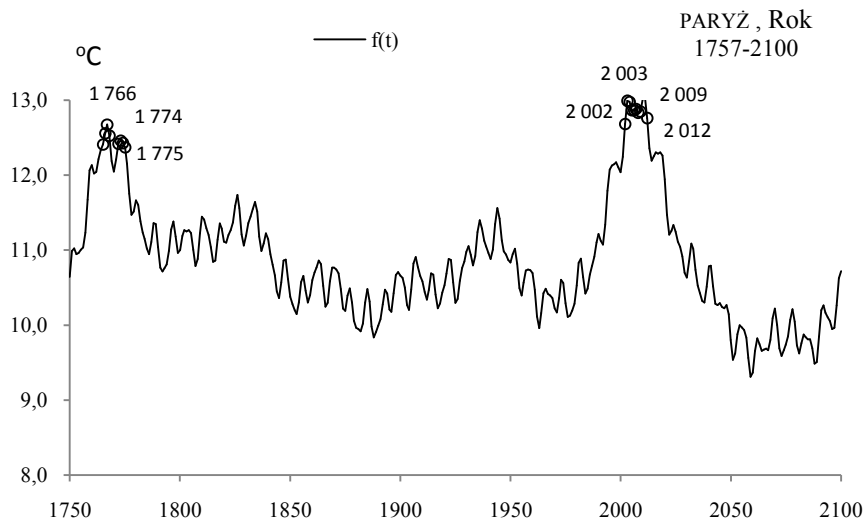
**Rys. 67b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 67b.** Extreme values of average air temperature in Paris in year in the 1500-2000 years.



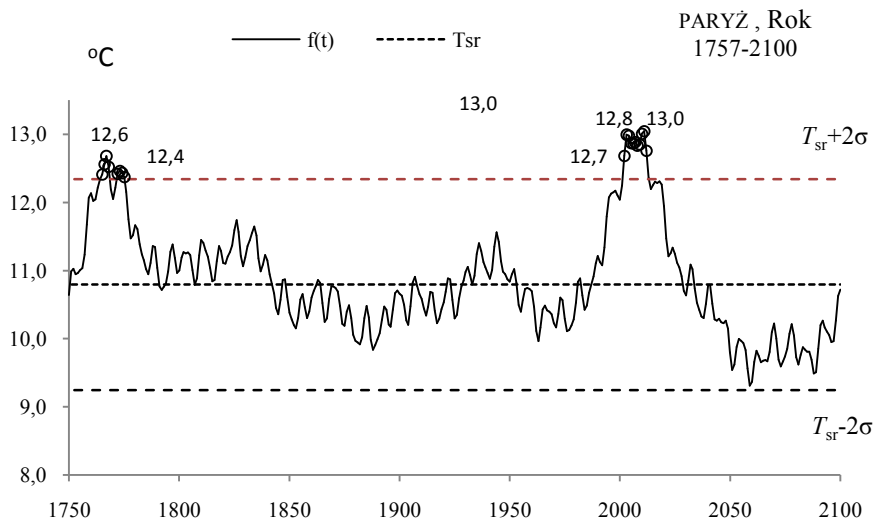
**Rys. 68a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 68a.** Changes of air temperature in Paris in year in the 2000-2500 years



**Rys. 68b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 68b.** Extreme values of average air temperature in Paris in year in the 2000-2500 years.



**Rys. 69a.** Zmiany temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1757-2100  
**Fig. 69a.** Changes of air temperature in Paris in year in the 1757-2100 years



**Rys. 69b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Paryżu w roku w latach 1757-2100  
**Fig. 69b.** Extreme values of average air temperature in Paris in year in the 1757-2100 years.



## VIII. ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W GENEWIE W LATACH 1500-2500 ( $\varphi=46^{\circ}15'N$ , $\lambda=6^{\circ}08'E$ , $H=416$ m)

### 8.1. Ochłodzenia i ocieplenia w Genewie w latach 1768-2019

O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty minimów  $T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$  i maksimów  $T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  temperatury powietrza  $T_{sr}$  – średnia arytmetyczna,  $\sigma$  – odchylenie standardowe

$$\sigma = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{sr})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Ekstrema temperatury powietrza (największe ochłodzenia i ocieplenia) w Rzymie według wyników pomiarów w latach 1768-2019 przedstawiono w tab. 1-2 i na rys 1a-17a, rys. 1b-17b).

**Tabela 1.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Genewie w latach 1768--2019

**Table 1.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Geneva in years 1768—2019

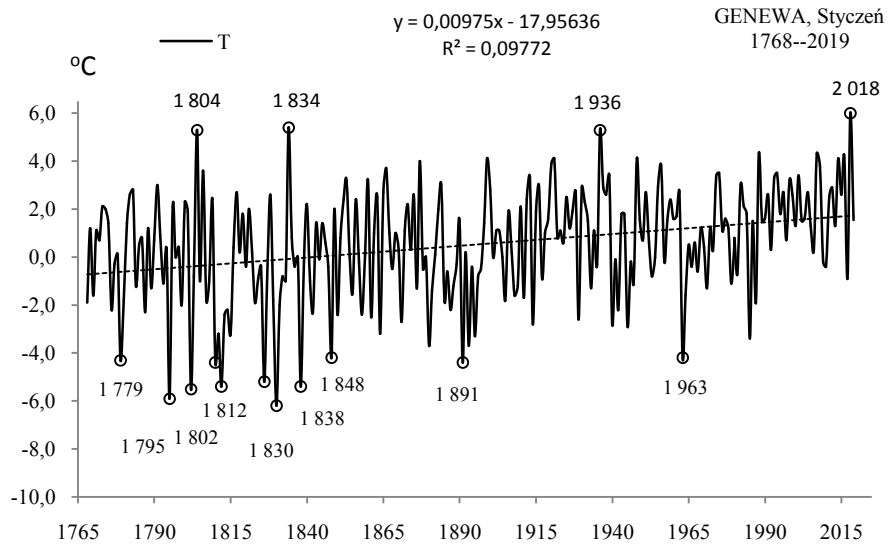
	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	0,505	2,172244	-3,839943	4,84903
II	2,044	1,81434	-1,584214	5,67315
III	5,394	1,600384	2,1931059	8,59464
IV	9,528	1,611535	6,3049928	12,75113
V	13,942	1,450107	11,041486	16,84191
VI	17,447	1,621901	14,203629	20,69123
VII	19,549	1,417680	16,714048	22,38477
VIII	18,781	1,437204	15,906818	21,65563
IX	15,155	1,459530	12,236276	18,07440
X	10,070	1,470072	7,1302116	13,01050
XI	5,098	1,470072	2,157682	8,03797
XII	1,6498	2,123101	-2,5964	5,89601
III-V	9,621	1,102444	7,4163246	11,82610
VI-VIII	18,577	1,084633	16,407993	20,74653
IX-XI	10,108	1,017420	8,07316	12,14284
XII-II	1,390	1,489016	-1,588018	4,36804
I-XII	9,933	0,794216	8,3440859	11,52095

**Tabela 2.** Najchłodniejsze ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) i najcieplejsze ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) zimy, lata i rok w Genewie (1768-2019)

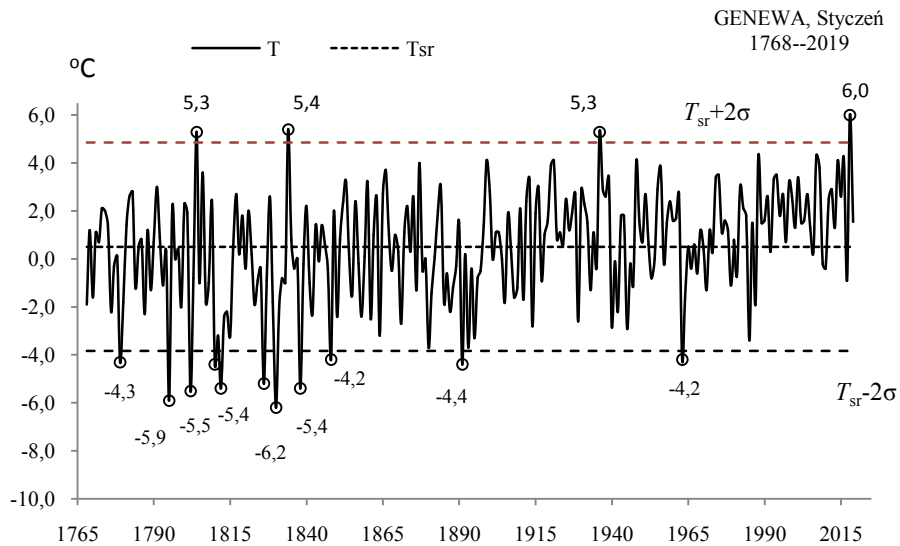
**Table 2.** The frosty ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) and hot ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) winters, summers, and years in Geneva (1768-2019)

Zima				Lato				Rok			
$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$	$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$	$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$
1830	-3,53	2016	4,37	1816	15,47	1947	20,90	1851	8,01	2015	11,58
1891	-2,83	2007	4,43	1813	16,23	1952	21,10	1808	8,23	2003	11,66
1963	-2,70	2001	4,47	1841	16,40	2017	21,17	1829	8,35	2014	11,70
1880	-2,60	1877	4,47			2019	21,23			2000	11,78
1895	-2,30	1869	4,50			2015	21,63			1994	11,84
1808	-1,67	1834	4,73			2003	23,43			2018	12,25

## STYCZEŃ (I)

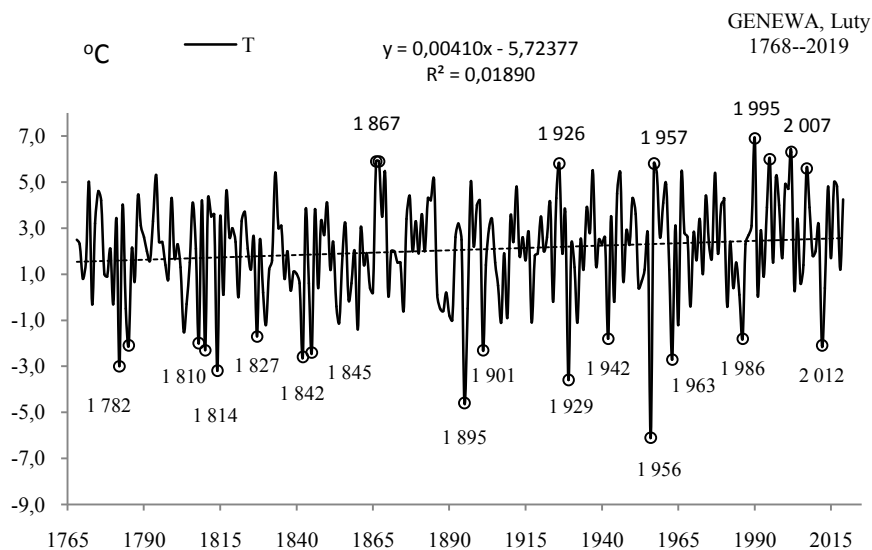


**Rys. 1a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w styczniu w latach 1768--2019  
**Fig. 1a.** Changes of air temperature in Geneva in January in the 1768-2019 years

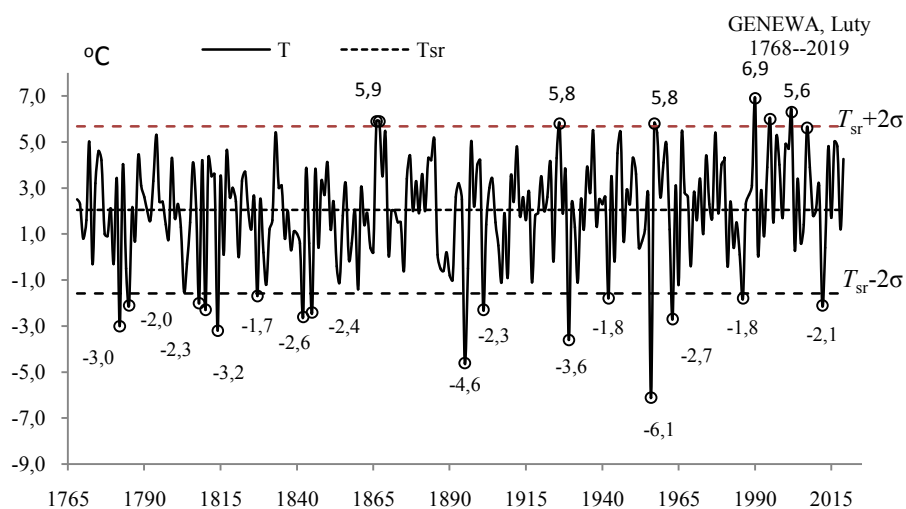


**Rys. 1b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w styczniu w latach 1768-2019  
**Fig. 1b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in January in the 1768-2019 years

## LUTY (II)



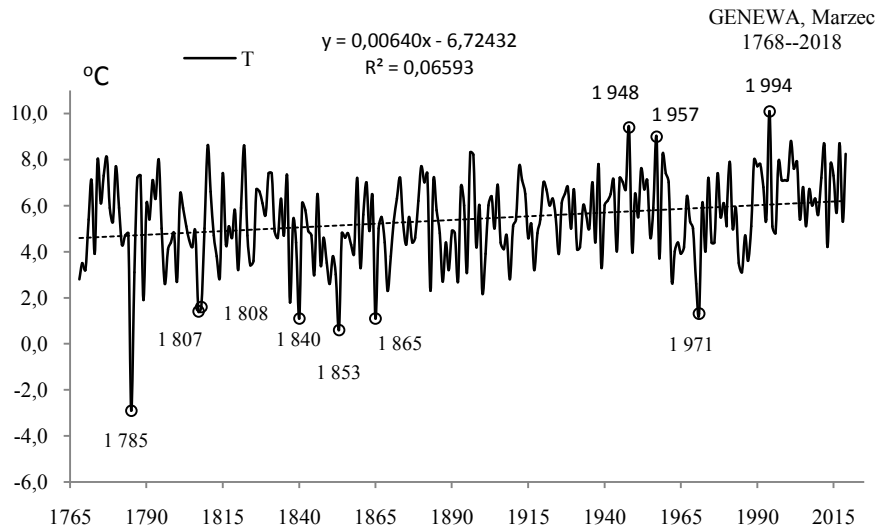
**Rys. 2a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lutym w latach 1768-2019  
**Fig. 2a.** Changes of air temperature in Geneva in February in the 1768-2019 years



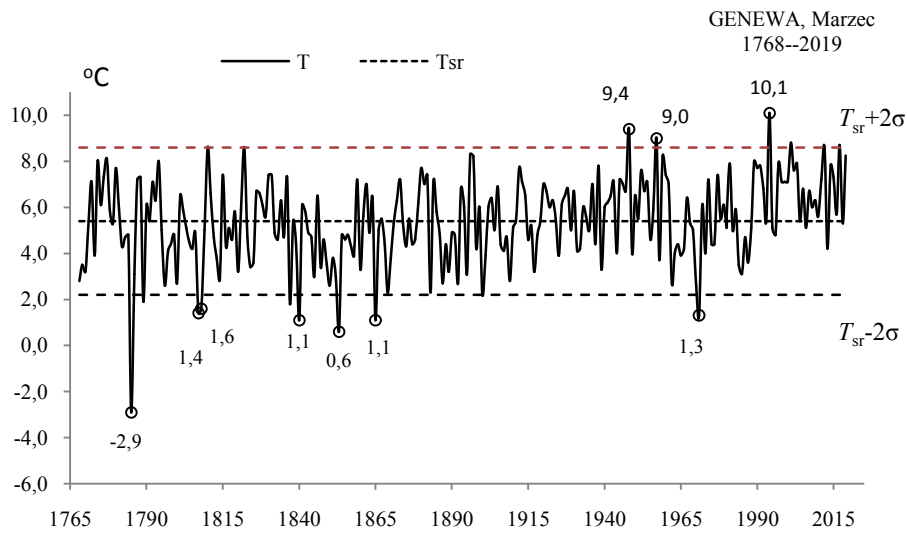
**Rys. 2b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w lutym w latach 1768-2019  
**Fig. 2b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in February in the 1768-2019 years



### MARZEC(III)

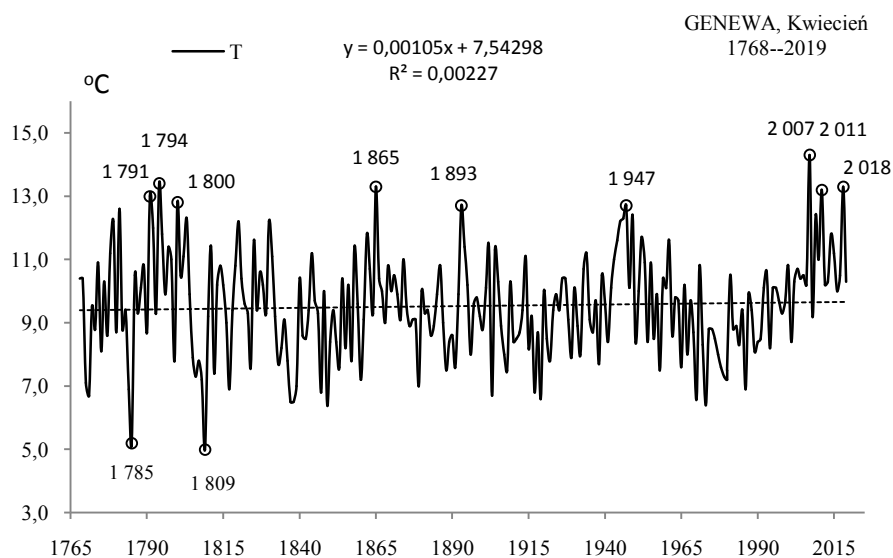


**Rys. 3a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w marcu w latach 1768--2019  
**Fig. 3a.** Changes of air temperature in Geneva in March in the 1768--2019 years



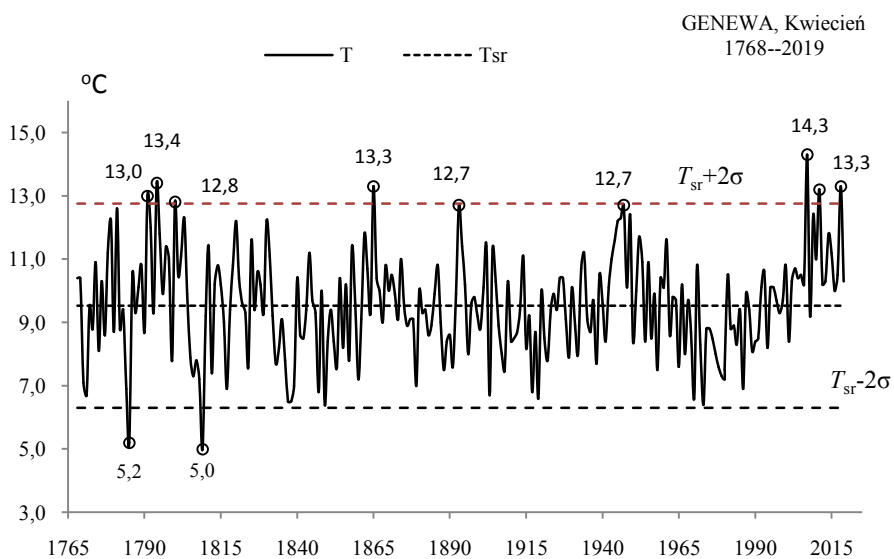
**Rys. 3b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w marcu w latach 1768-2019  
**Fig. 3b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in March in the 1768-2019 years

## KWIECIEŃ (IV)



**Rys. 4a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w kwietniu w latach 1768-2019

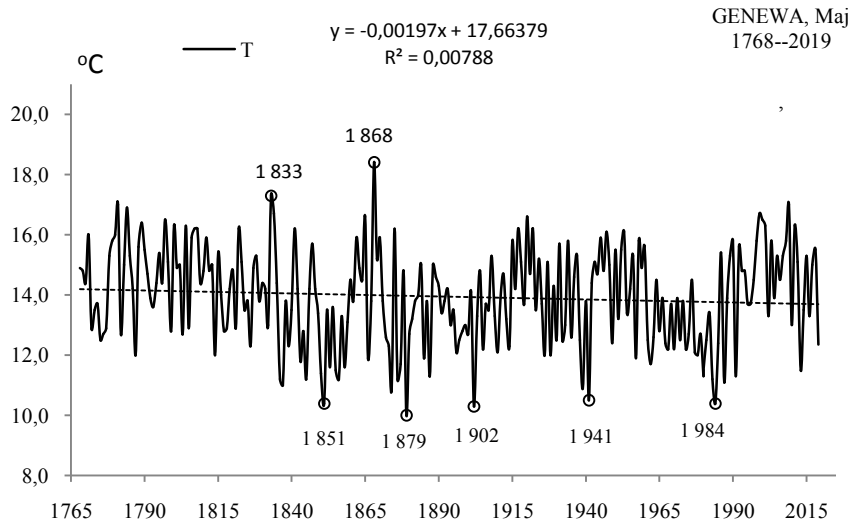
**Fig. 4a.** Changes of air temperature in Geneva in April in the 1768-2019 years



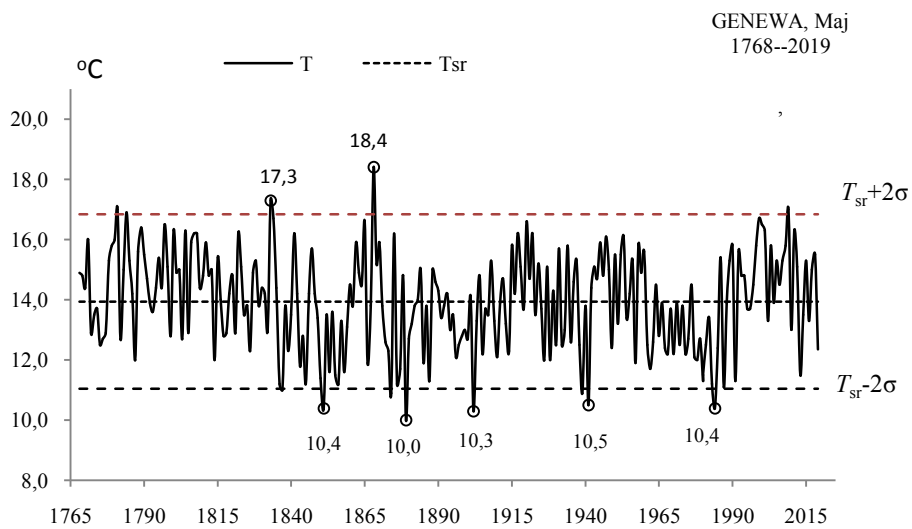
**Rys. 4b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w kwietniu w latach 1768-2019

**Fig. 4b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in April in the 1768-2019 years

### MAJ (V)

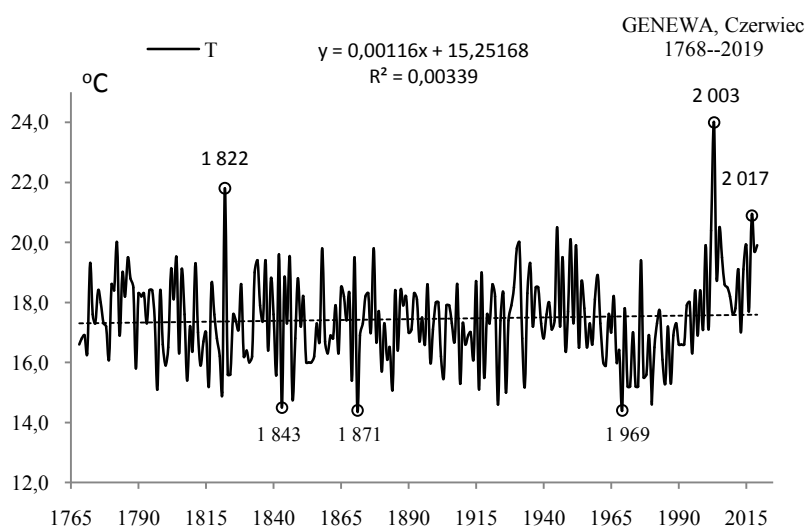


**Rys. 5a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w maju w latach 1768-2019  
**Fig. 5a.** Changes of air temperature in Geneva in May in the 1768-2019 years



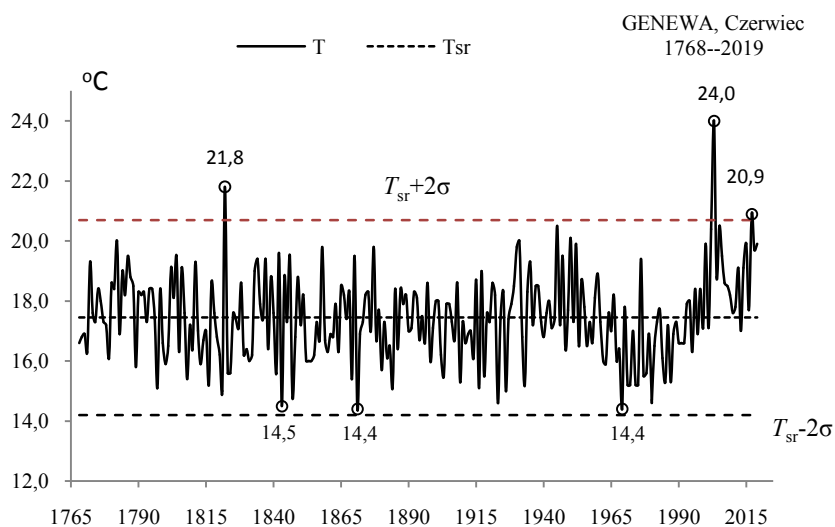
**Rys. 5b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w maju w latach 1768-2019  
**Fig. 5b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in May in the 1768-2019 years

## CZERWIEC (VI)



**Rys. 6a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w czerwcu w latach 1768-2019

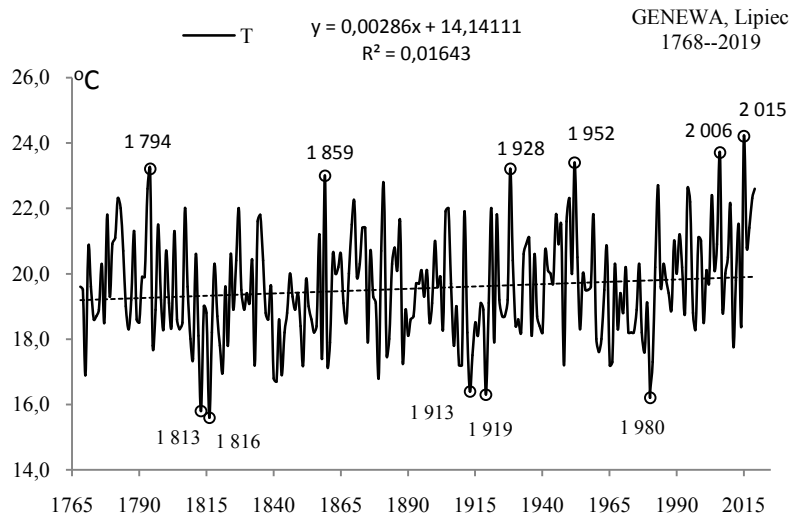
**Fig. 6a.** Changes of air temperature in Geneva in June in the 1768-2019 years



**Rys. 6b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w czerwcu w latach 1768-2019

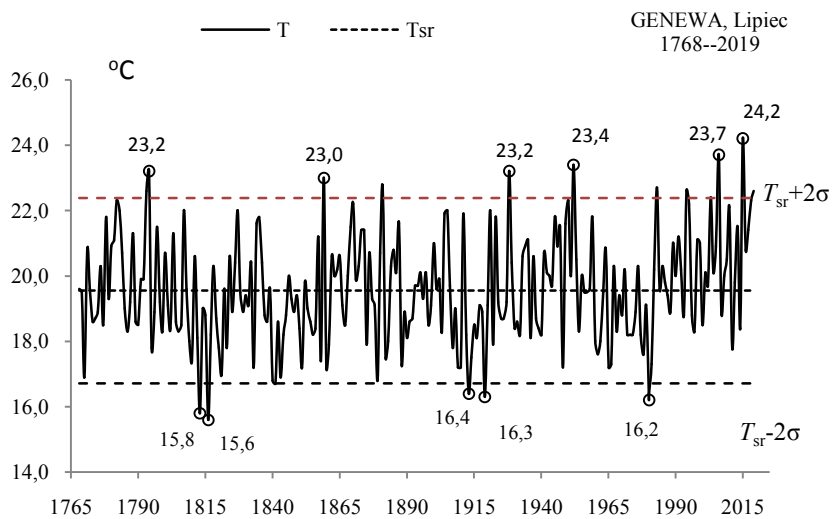
**Fig. 6b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in June in the 1768-2019 years

## LIPIEC (VII)



**Rys. 7a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lipcu w latach 1768-2019

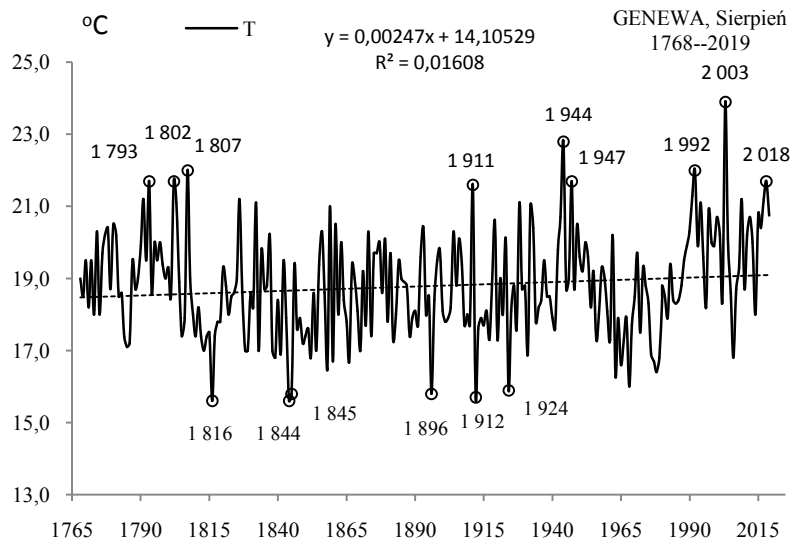
**Fig. 7a.** Changes of air temperature in Geneva in July in the 1768-2019 years



**Rys. 7b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w lipcu w latach 1768-2019

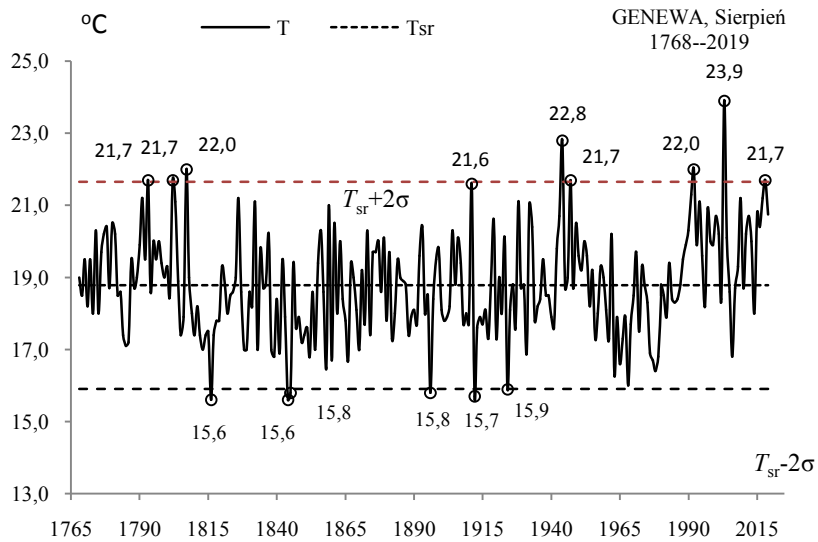
**Fig. 7b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in July in the 1768-2019 years

## SIERPIEŃ (VIII)



**Rys. 8a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w sierpniu w latach 1768-2019

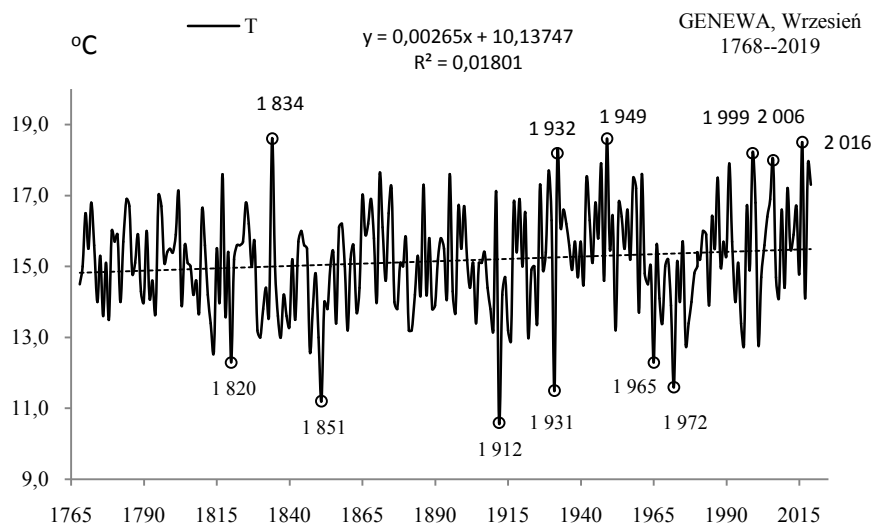
**Fig. 8a.** Changes of air temperature in Geneva in August in the 1768-2019 years



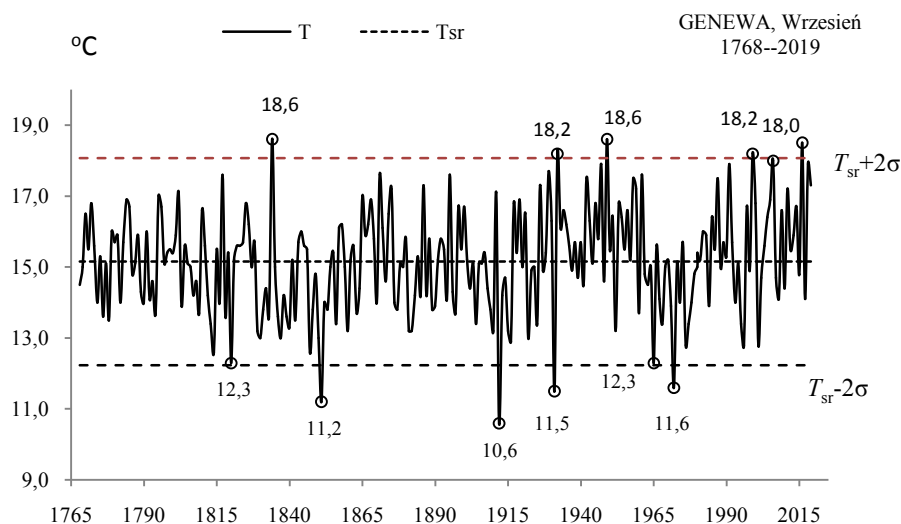
**Rys. 8b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w sierpniu w latach 1768-2019

**Fig. 8b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in August in the 1768-2019 years

## WRZESIEŃ (IX)

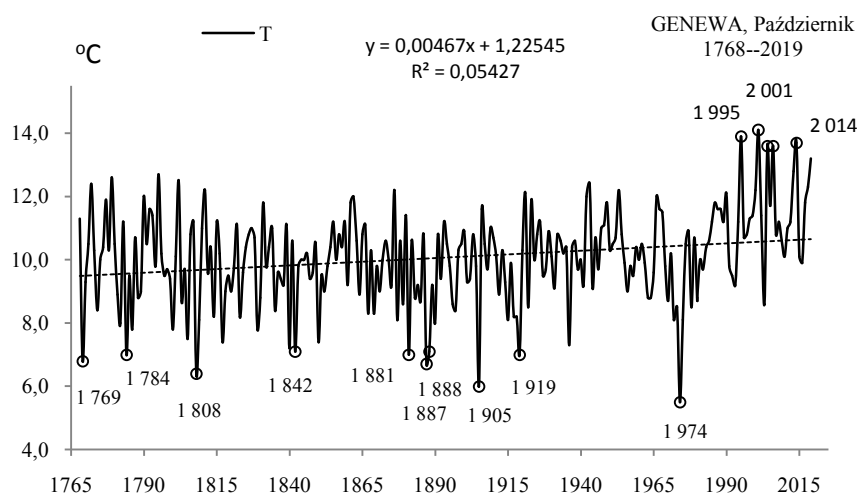


**Rys. 9a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie we wrześniu w latach 1768-2019  
**Fig. 9a.** changes of air temperature in Geneva in September in the 1768-2019 years



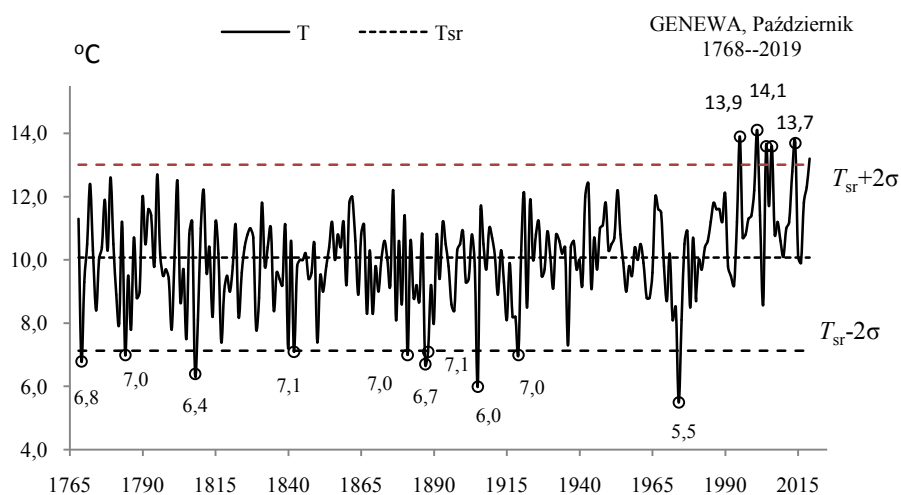
**Rys. 9b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie we wrześniu w latach 1768-2019  
**Fig. 9b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in September in the 1768-2019 years

## PAŹDZIERNIK (X)



**Rys. 10a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w październiku w latach 1768-2019

**Fig. 10a.** Changes of air temperature in Geneva in October in the 1768-2019 years

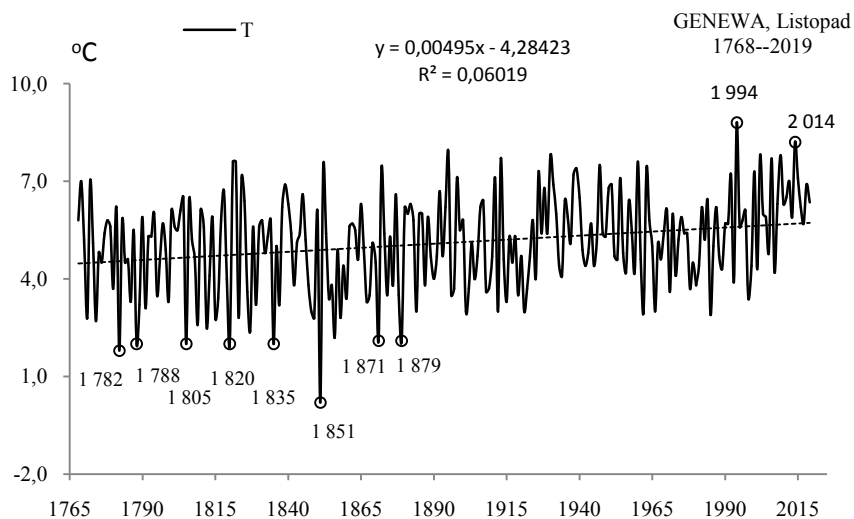


**Rys. 10b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w październiku w latach 1768-2019

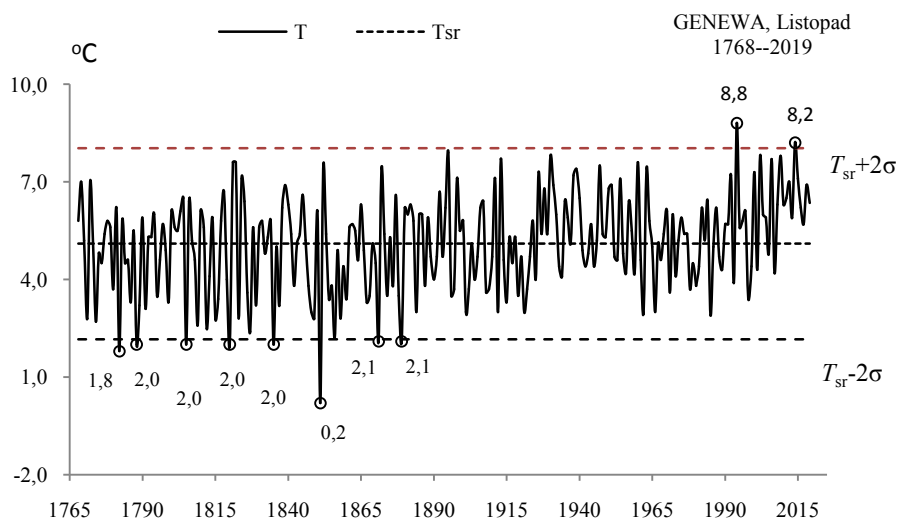
**Fig. 10b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in October in the 1768-2019 years



## LISTOPAD (XI)

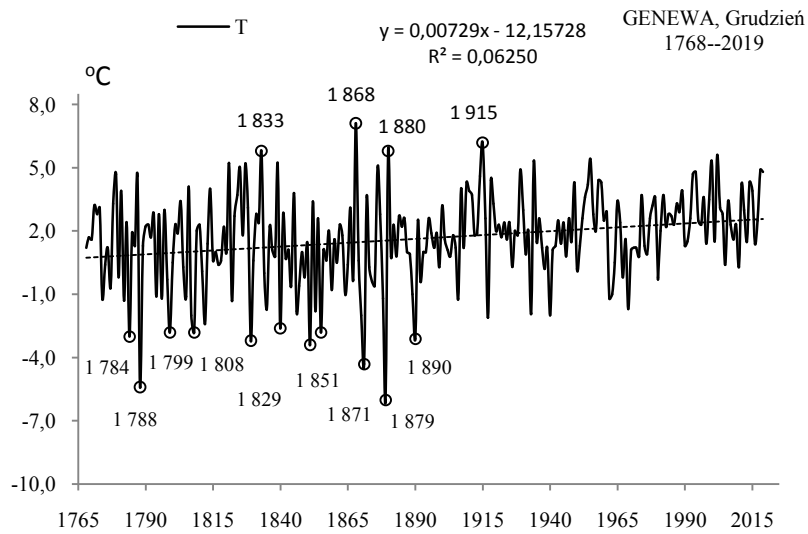


**Rys. 11a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w listopadzie w latach 1768-2019  
**Fig. 11a.** Changes of air temperature in Geneva in November in the 1768-2019 years

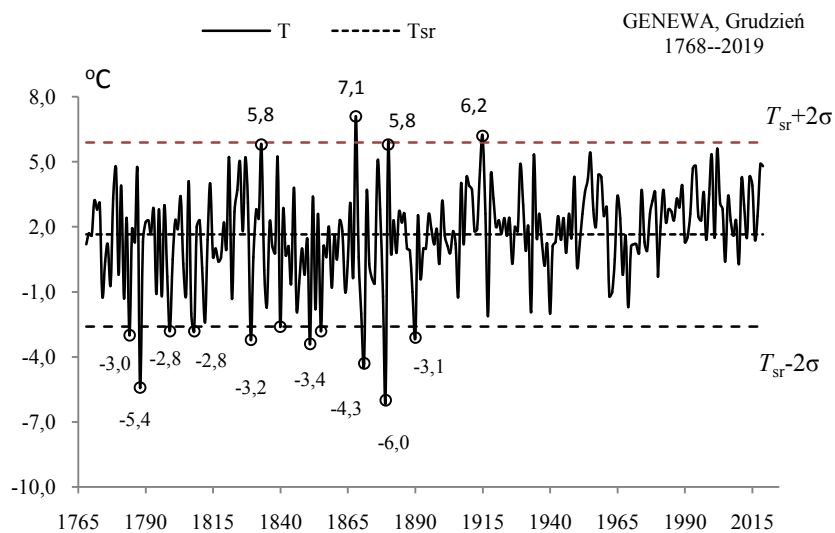


**Rys. 11b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w listopadzie w latach 1768-2019  
**Fig. 11b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in November in the 1768-2019 years

## GRUDZIEŃ (XII)

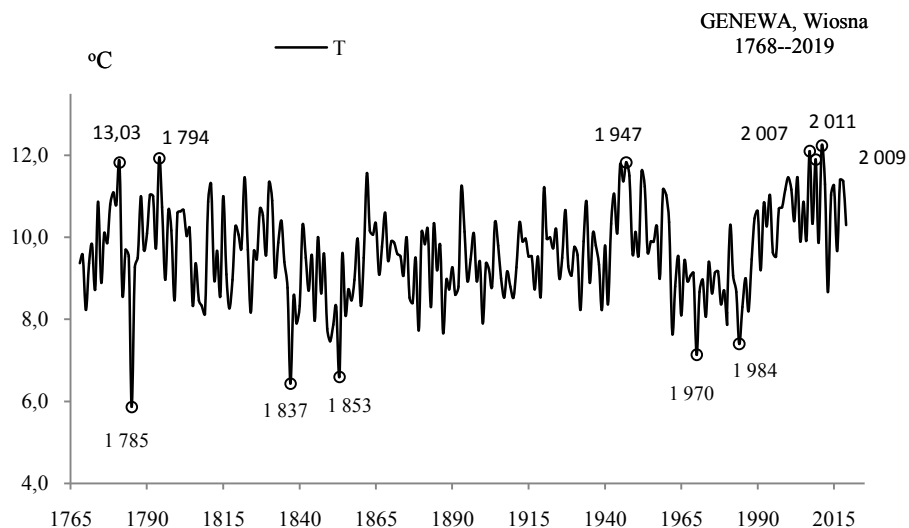


**Rys. 12a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w grudniu w latach 1768-2019  
**Fig. 12a.** Changes of air temperature in Geneva in December in the 1768-2019 years

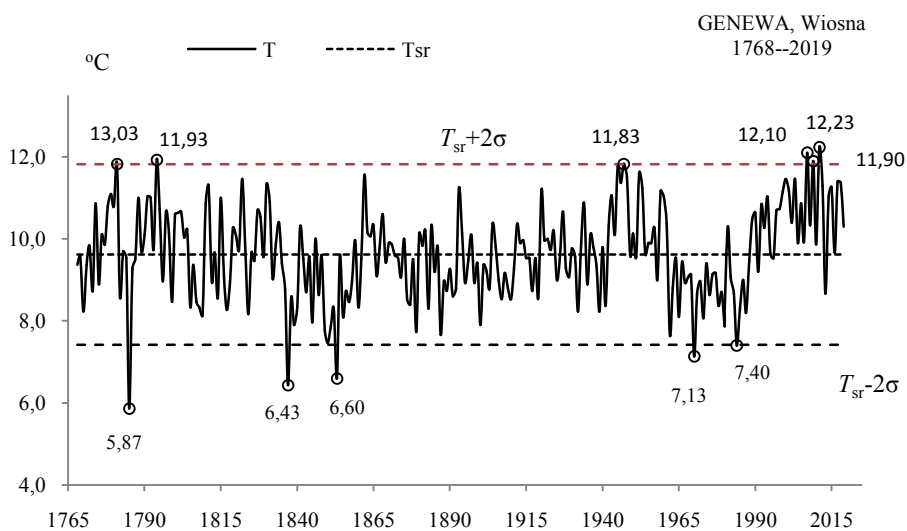


**Rys. 12b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w grudniu w latach 1768-2019  
**Fig. 12b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in December in the 1768-2019 years.

## WIOSNA (III-V)

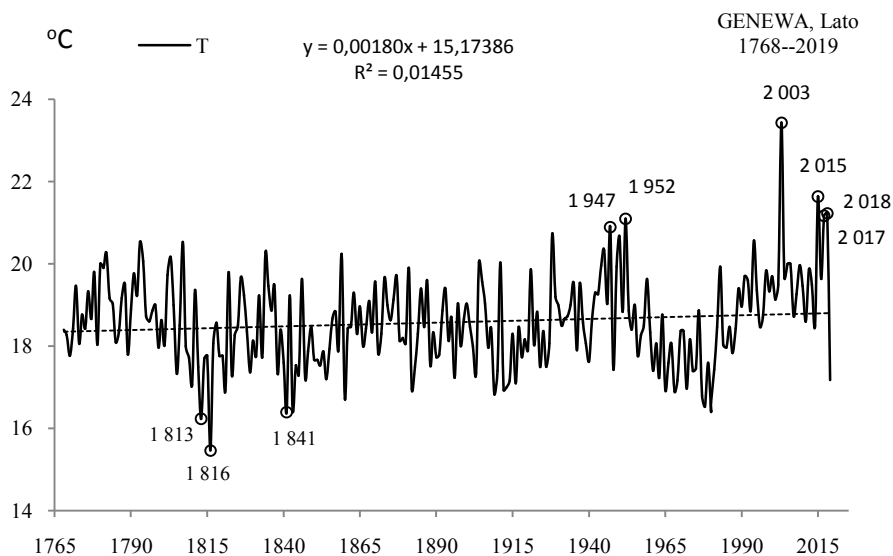


**Rys. 13a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1768-2019  
**Fig. 13a.** Changes of air temperature in Geneva in spring in the 1768-2019 years

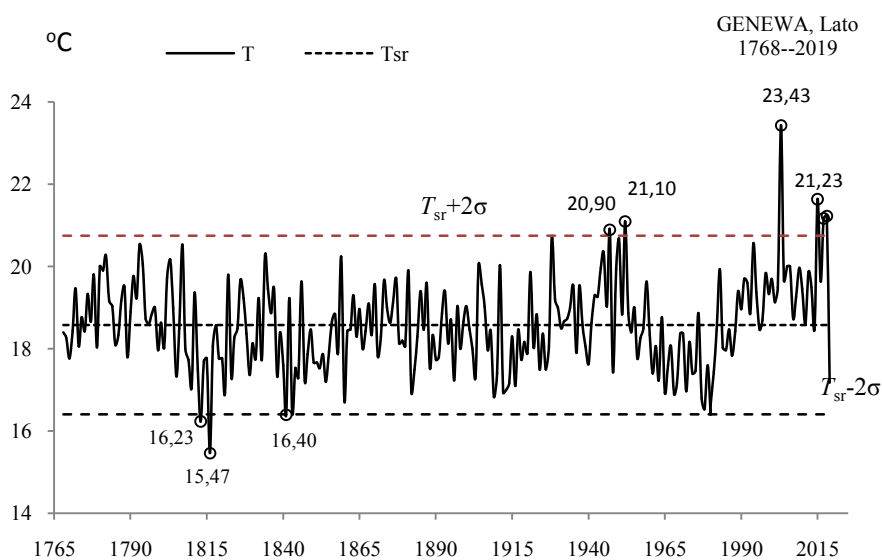


**Rys. 13b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1768-2019  
**Fig. 13b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Spring in the 1768-2019 years.

### LATO (VI-VIII)

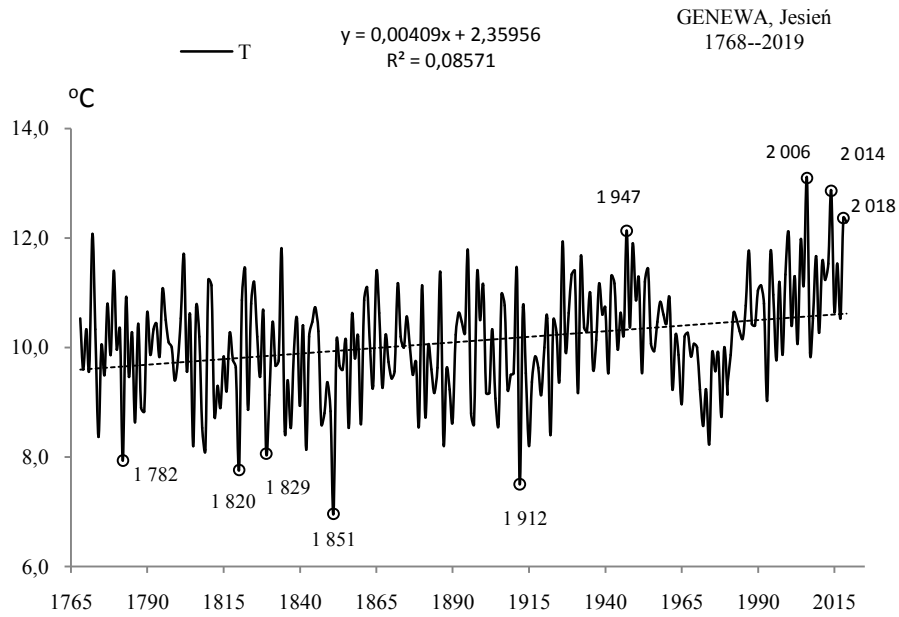


**Rys. 14a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1768-2019  
**Fig. 14a.** Changes of air temperature in Geneva in summer in the 1768-2019 years



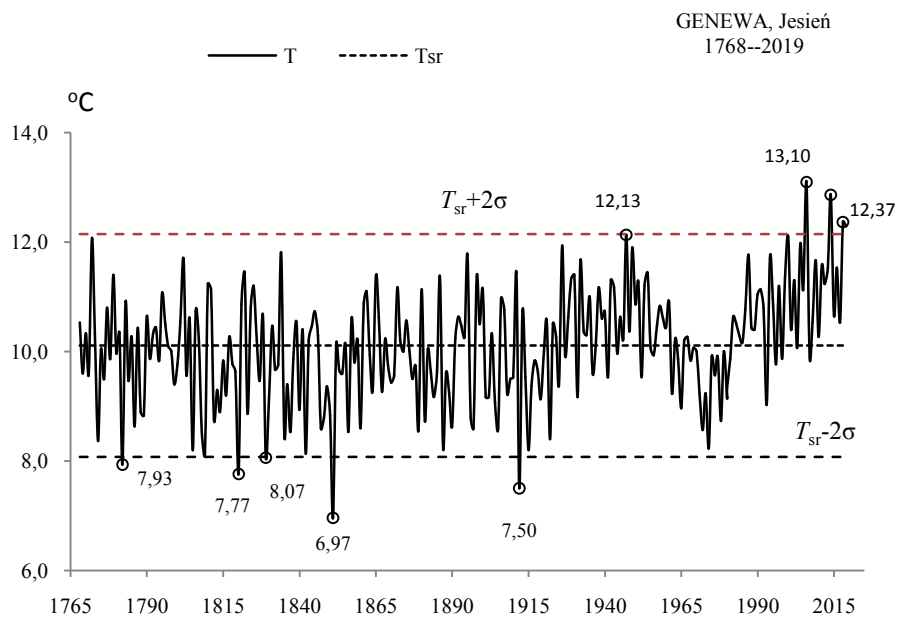
**Rys. 14b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1768-2019  
**Fig. 14b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Summer in the 1768-2019 years.

## JESIEŃ (IX-XI)



**Rys. 15a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 1768-2019

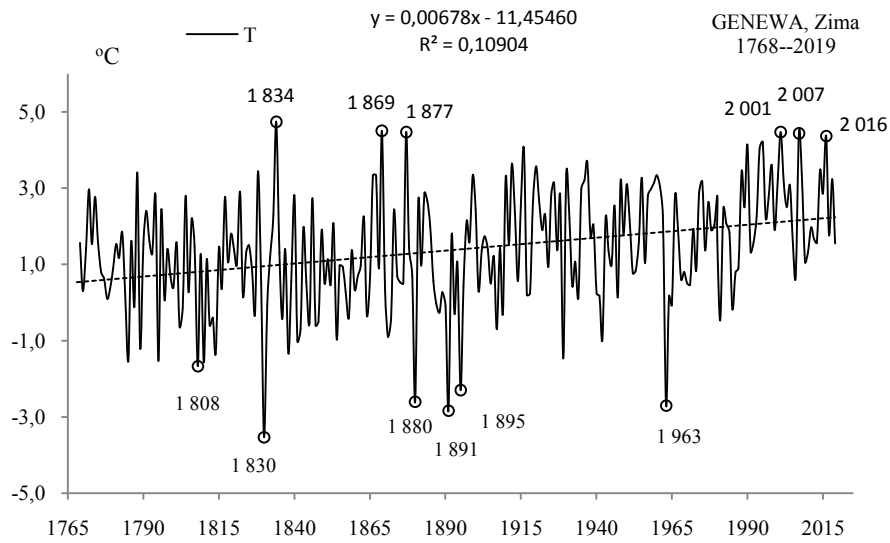
**Fig. 15a.** Changes of air temperature in Geneva in Autumn in the 1768-2019 years



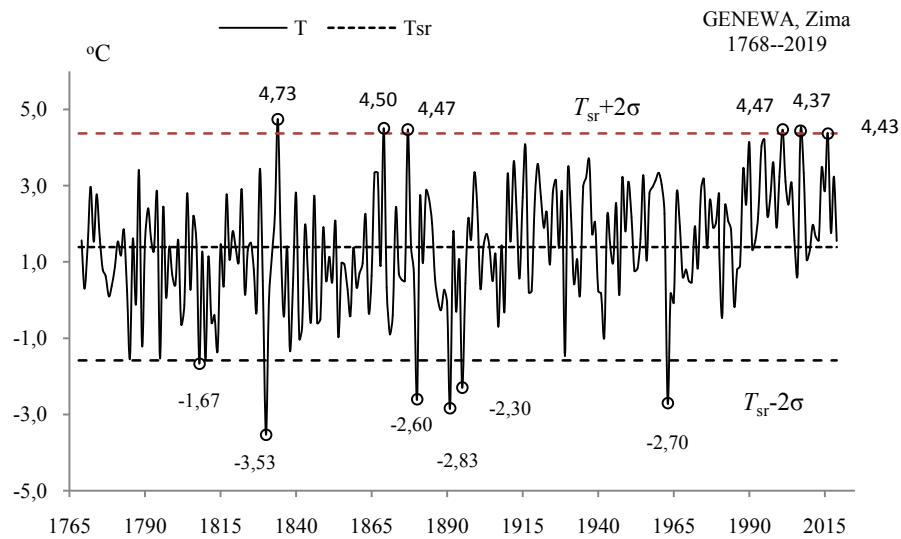
**Rys. 15b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 1768-2019

**Fig. 15b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Autumn in the 1768-2019 years

### ZIMA (XII-II)

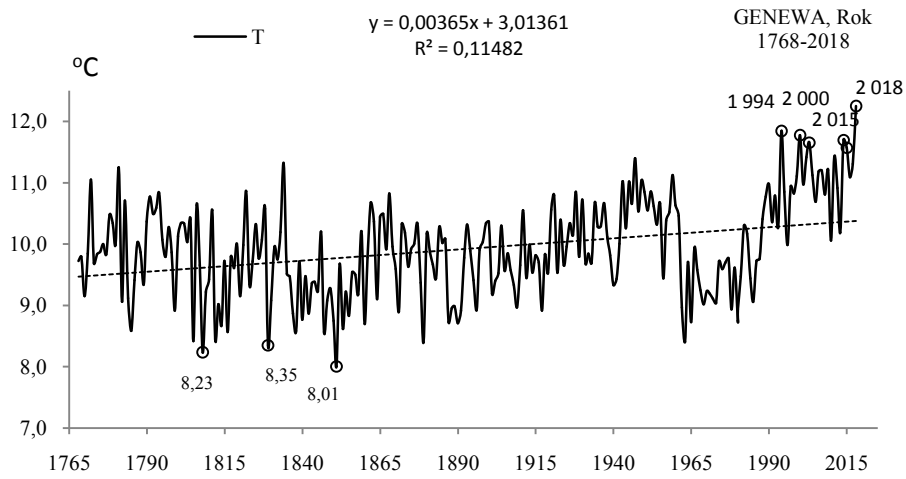


**Rys. 16a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 1768-2019  
**Fig. 16a.** Changes of air temperature in Geneva in Winter in the 1768-2019 years

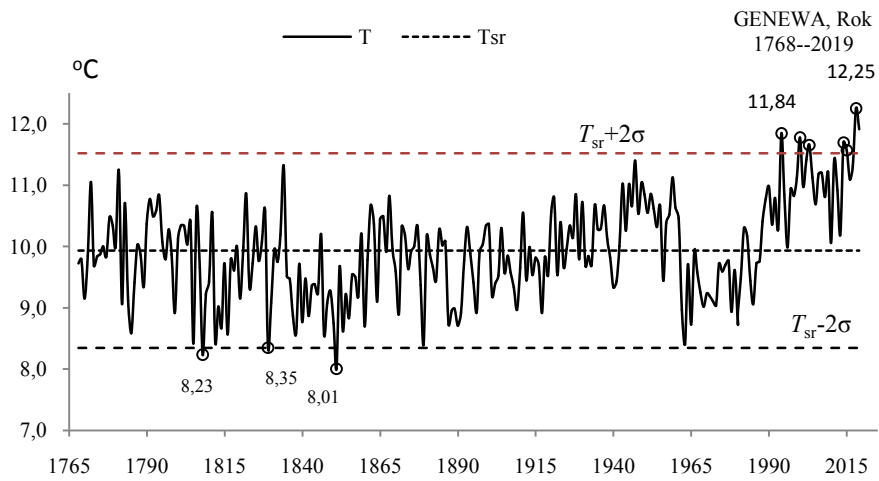


**Rys. 16b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 1768-2019  
**Fig. 16b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Winter in the 1768-2019 years.

### ROK (I-XII)



**Rys. 17a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1768-2019  
**Fig. 17a.** Changes of air temperature in Geneva in year in the 1768-2019 years



**Rys. 17b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1768-2019  
**Fig. 17b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in year in the 1768-2019 years.

## 8.2. Anomalie temperatury powietrza w Genewie – rekonstrukcje w latach 1500-1767 i prognozy w 2020-2500

Rekonstrukcje i prognozy temperatury powietrza w Genewie wykonano z zastosowaniem metody sinusoid regresji

$$y = a_0 + b \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta} t + c \right) \quad (2)$$

Okresy  $\Theta$  i parametry  $a_0$ ,  $b$ ,  $c$  sinusoidy regresji (cyklu) wyznaczona tak, by suma kwadratów odchyłeń  $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$  punktów empirycznych  $(t_i, y_i)$  od jej założonego wykresu była minimalna (w przedziale  $2.1 \leq \Theta \leq 250$  lat z odstępem  $\Theta$  co 0,1 roku):

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 - \text{Min} \quad (3)$$

Rekonstrukcje i prognozy wykonano według interferencji  $k$  najistotniejszych statystycznie („najsilniejszych”) cykli

$$f(t) = a_0 + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{\theta_j} t + c_j \right) \quad (4)$$

bez składnika liniowego ( $at=0$ ):

**Tabela 3.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Genewie w latach 1500-2500

**Table 3.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Geneva in years 1500-2500

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
III-V	9,61757	0,686954	8,243662	10,99148
VI-VIII	18,58541	0,634655	17,31611	19,85472
IX-XI	10,09742	0,443991	9,209441	10,98541
XII-II	1,390614	0,613544	0,163526	2,617703
I-XII	9,923108	0,476431	8,970246	10,87597

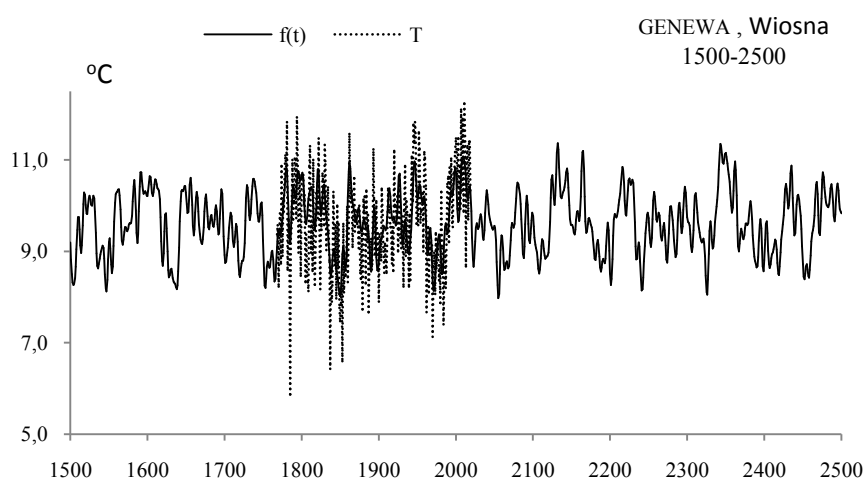


## WIOSNA (III-V)

**Tabela 4.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1768-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

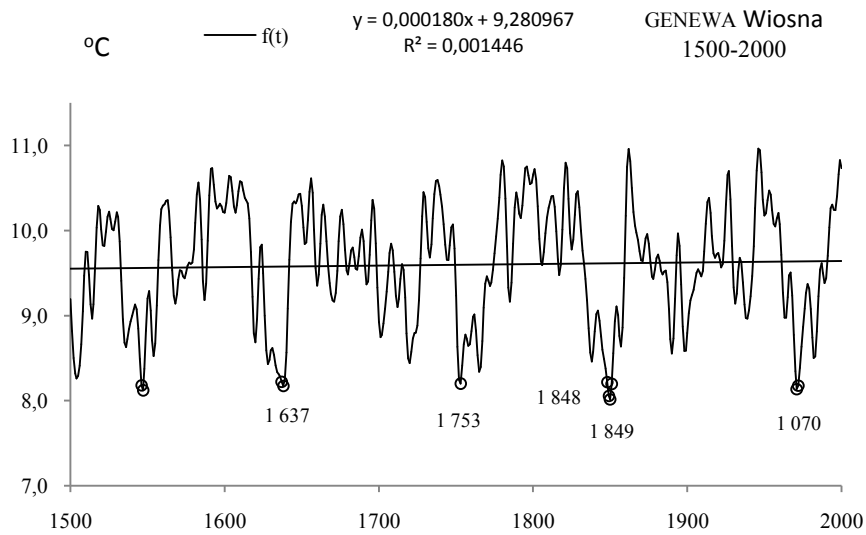
**Table 4.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Geneva in spring in years 1768-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$F_{obl}$
6,6	0,204423	1,827974	1,199	0,116
8,2	0,176244	1,333384	1,199	0,116
10,4	0,335914	0,754288	1,164	0,205
16,7	0,259781	-1,511936	1,175	0,182
21,6	0,170964	-0,165395	1,196	0,126
30,3	0,261528	-1,070766	1,193	0,135
43,5	0,494680	1,799487	1,12	0,280
69,1	0,452102	0,974326	1,075	0,340
109,9	0,309900	-0,949495	1,144	0,242
178,9	0,210484	1,261881	1,193	0,135

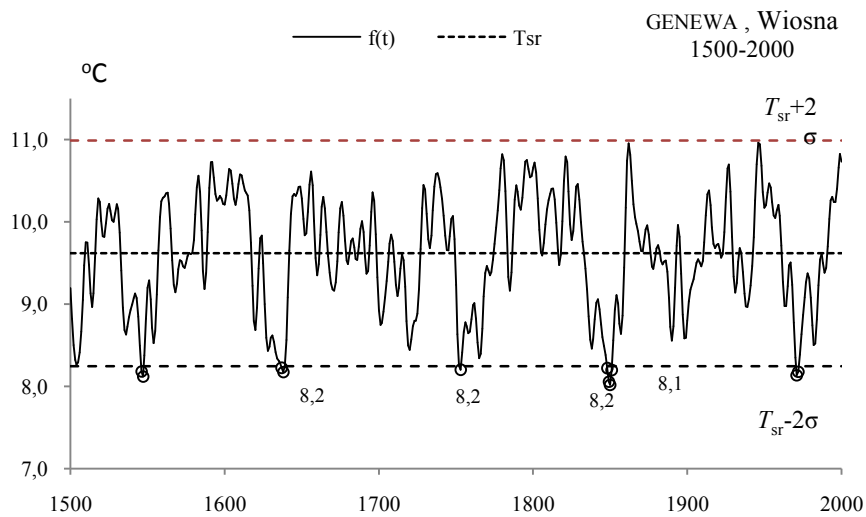


**Rys. 18** Zmiany temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1768-2019).

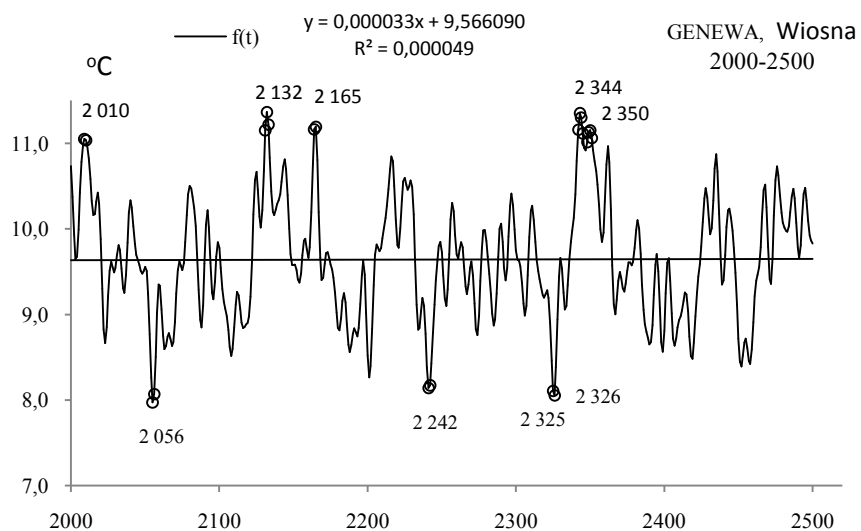
**Fig.18.** Air temperature changes in Geneva in spring in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1768-2019)



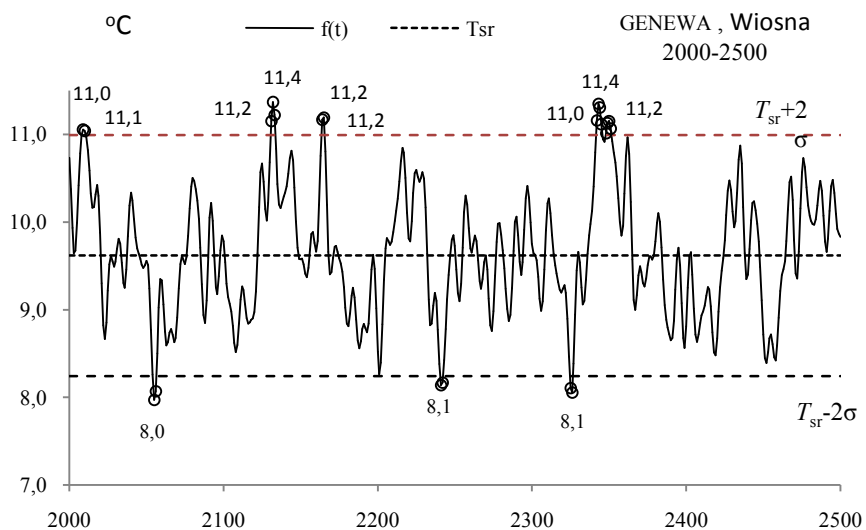
**Rys 19a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 19a.** Changes of air temperature in Geneva in spring in the 1500-2000 years



**Rys. 19b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 19b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Spring in the 1500-2000 years.



**Rys. 20a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 20a.** Changes of air temperature in Geneva in spring in the 2000-2500 years



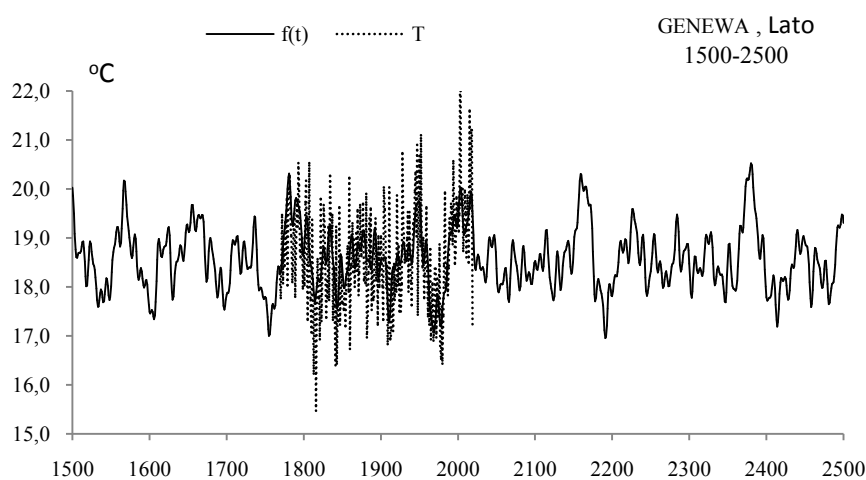
**Rys. 20b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie wiosną w latach 2000-2500  
**Fig. 20b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Spring in the 2000-2500 years.

## LATO (VI-VIII)

**Tabela 5.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1768-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{\text{obl}}$  – test Fishera-Snedecora

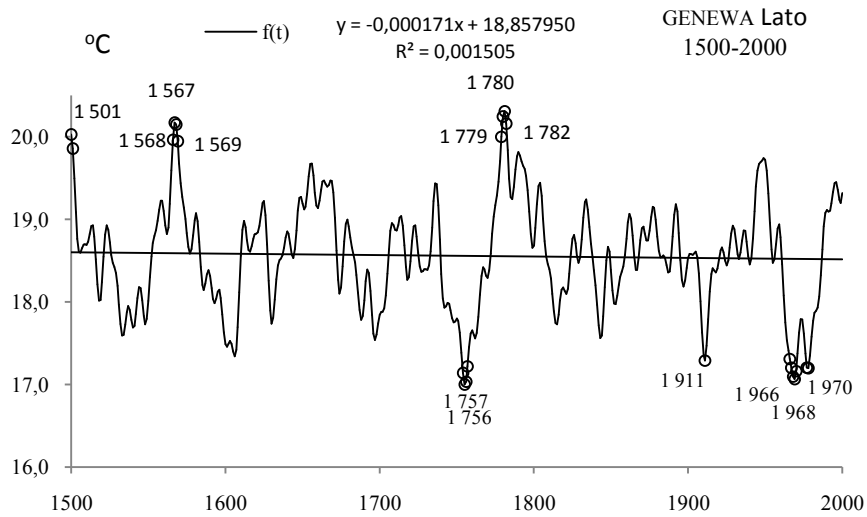
**Table 5.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Geneva in summer in years 1768-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{\text{obl}}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{\text{obl}}$
7,4	0,18418	-2,883618	1,158	0,125	2,085
11,2	0,17753	1,522895	1,159	0,121	1,969
14,0	0,27448	1,336958	1,126	0,207	5,881
23,7	0,17932	0,287962	1,151	0,147	2,897
30,4	0,22110	-0,233100	1,162	0,110	1,625
42,2	0,22138	-0,300881	1,133	0,192	5,032
54,7	0,42363	-1,980819	1,051	0,326	15,685
72,9	0,49728	-2,206798	1,003	0,384	22,728
118,2	0,28149	0,798071	1,109	0,239	7,987
178,9	0,17141	0,546990	1,170	0,074	0,715

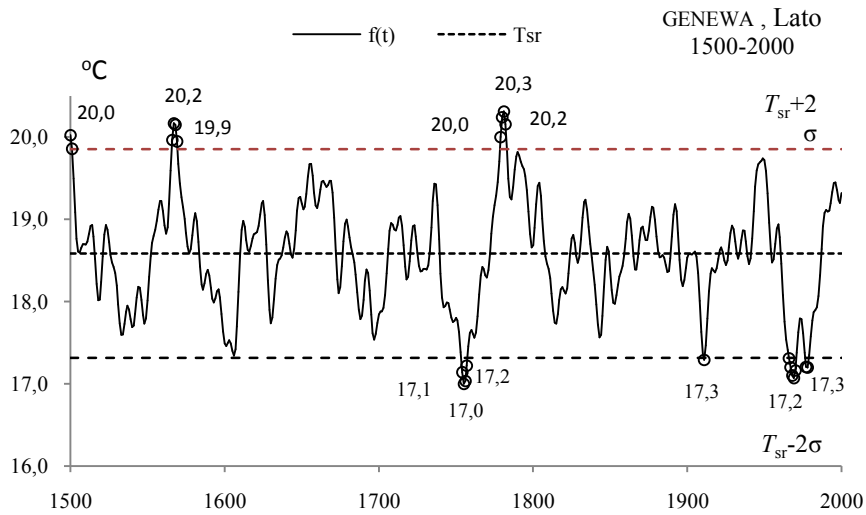


**Rys. 21.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1768-2019).

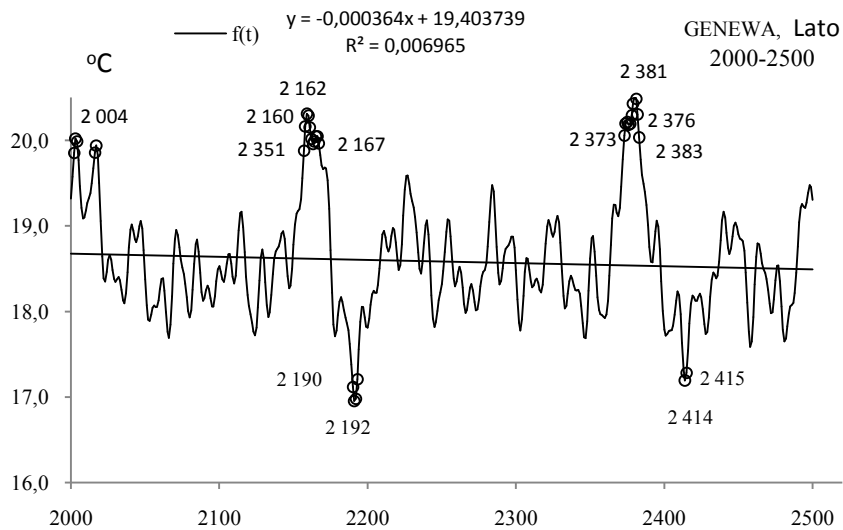
**Fig. 21.** Air temperature changes in Geneva in summer in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1768-2019)



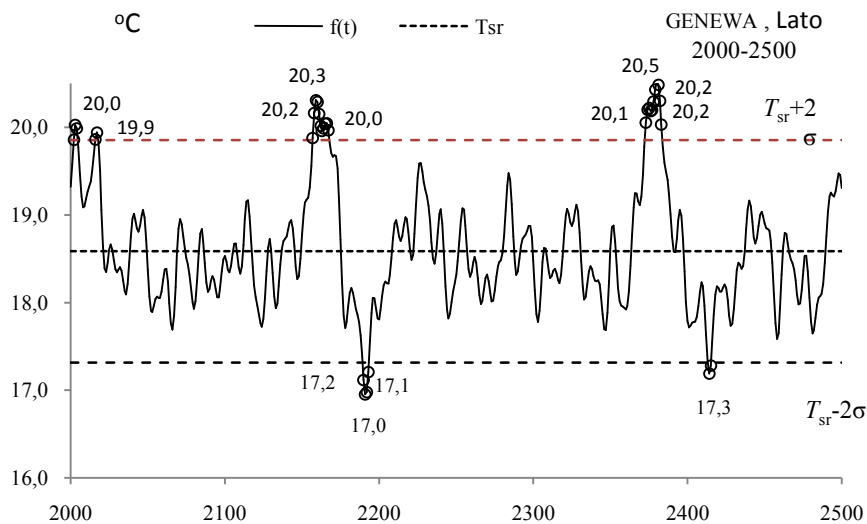
**Rys. 22a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 22a.** Changes of air temperature in Geneva in summer in the 1500-2000 years



**Rys. 22b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 1500-2000  
**Fig. 22b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Summer in the 1500-2000 years.



**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Geneva in summer in the 2000-2500 years



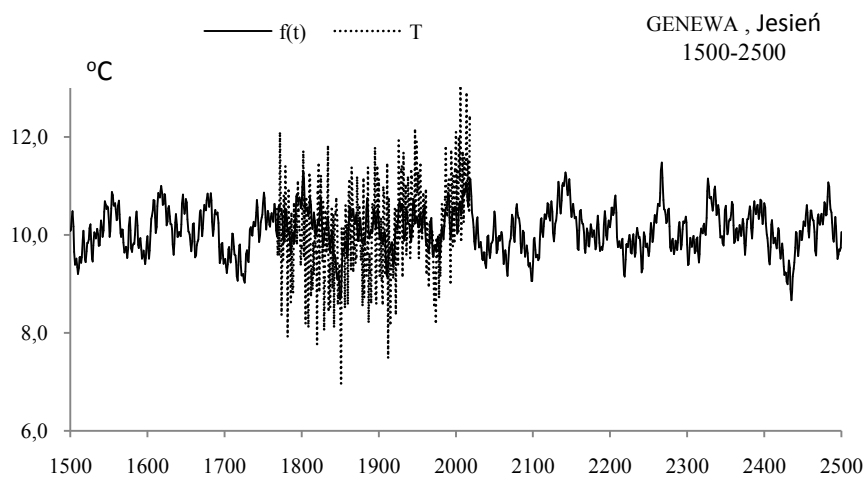
**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Summer in the 2000-2500 years.

## JESIEŃ (IX-XI)

**Tabela 6.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 1768-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

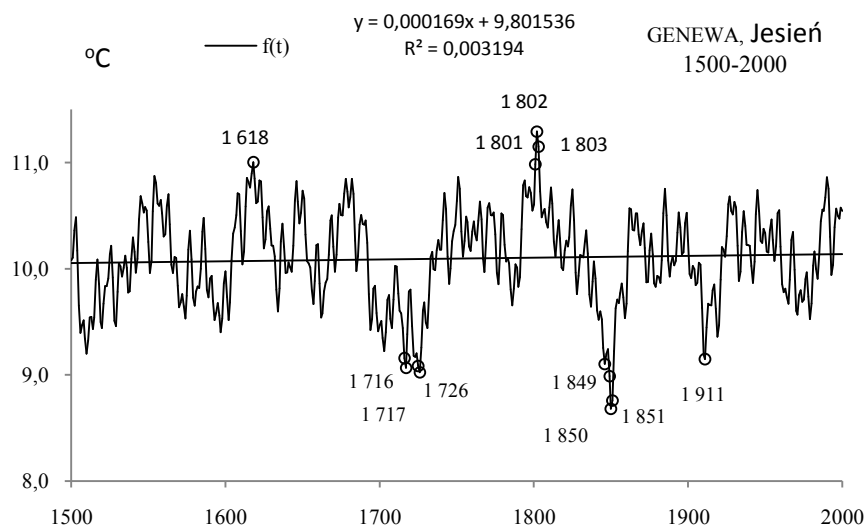
**Table 6.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Geneva in autumn n years 1768-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,6	0,185143	2,960070	1,017	0,132	2,346
7,5	0,169806	-0,338816	1,021	0,117	1,822
10,3	0,160890	1,380316	1,023	0,108	1,561
14,7	0,081223	0,673528	1,031	0,063	0,528
21,4	0,112059	1,422588	1,025	0,099	1,301
30,9	0,254577	-0,555958	1,004	0,173	4,079
36,2	0,104108	-1,814409	1,026	0,094	1,172
64,9	0,337881	1,978415	0,953	0,282	11,335
119,4	0,216017	2,165789	1,024	0,104	1,431
178,9	0,227847	1,329661	1,024	0,104	1,431

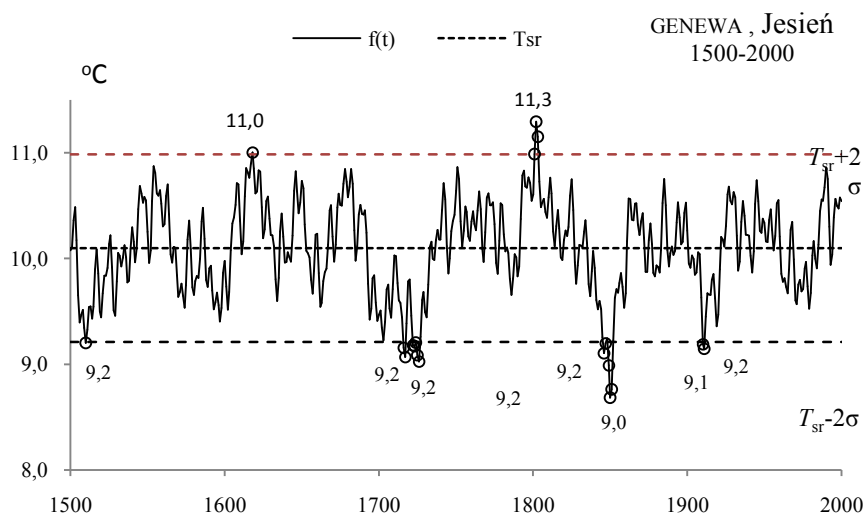


**Rys. 22.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1768-2019).

**Fig. 22.** Air temperature changes in Geneva in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1768-2019)

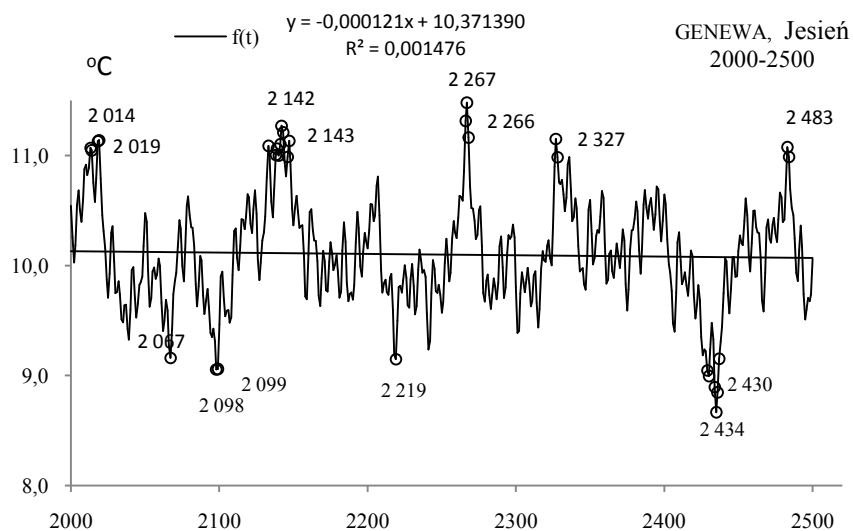


**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Geneva in Autumn in the 1500-2000 years

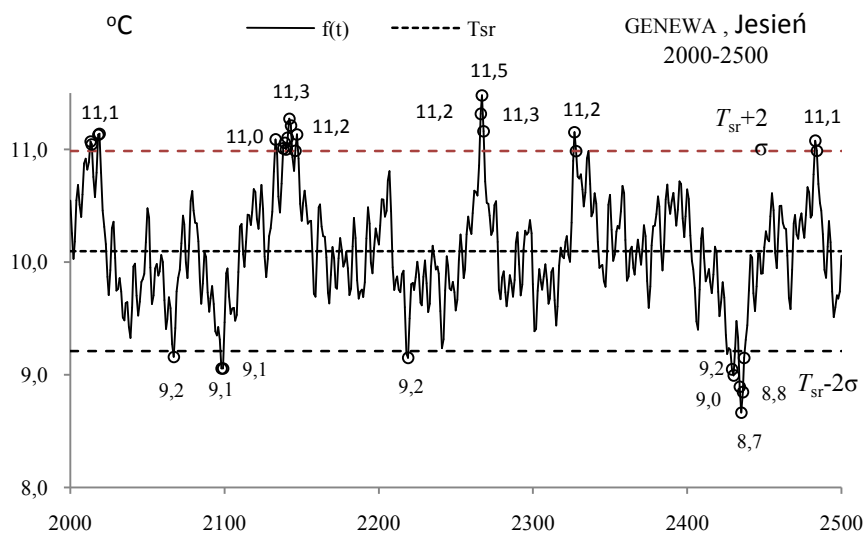


**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Autumn in the 1500-2000 years.





**Rys.24a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 24a.** Changes of air temperature in Geneva in Autumn in the 2000-2500 years



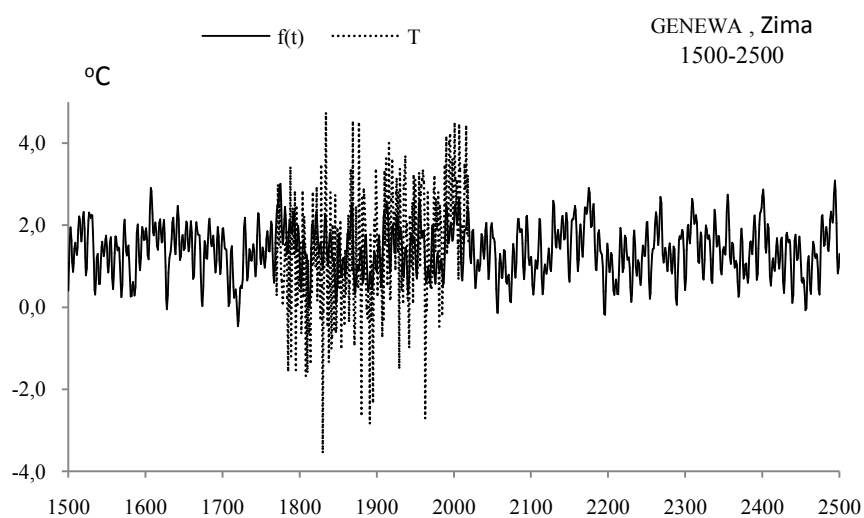
**Rys. 24b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 24b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Autumn in the 2000-2500 years.

## ZIMA (XII-II)

**Tabela 7** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 1768-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

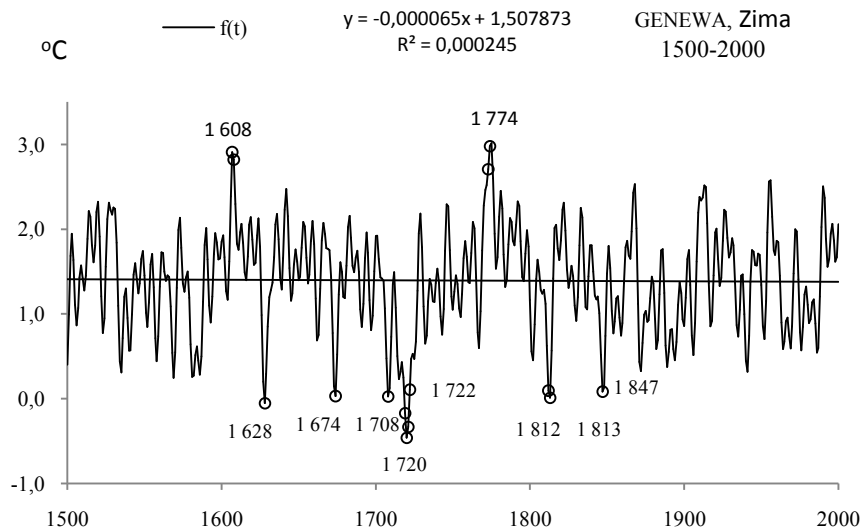
**Table 7.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Geneva in winter in years 1768-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,8	0,397410	1,001666	2,142	0,184	4,612
8,7	0,282393	-3,009840	2,175	0,138	2,547
11,6	0,261182	2,871678	2,178	0,133	2,362
15,3	0,334956	1,475650	2,161	0,159	3,415
22,4	0,234369	0,376228	2,190	0,111	1,628
31,6	0,098010	2,242822	2,212	0,048	0,304
43,9	0,339801	-2,170261	2,158	0,163	3,603
80,3	0,230116	1,571666	2,148	0,177	4,232
124,9	0,210667	0,081772	2,190	0,111	1,628
178,9	0,24351125	1,310060	2,196	0,098	1,265

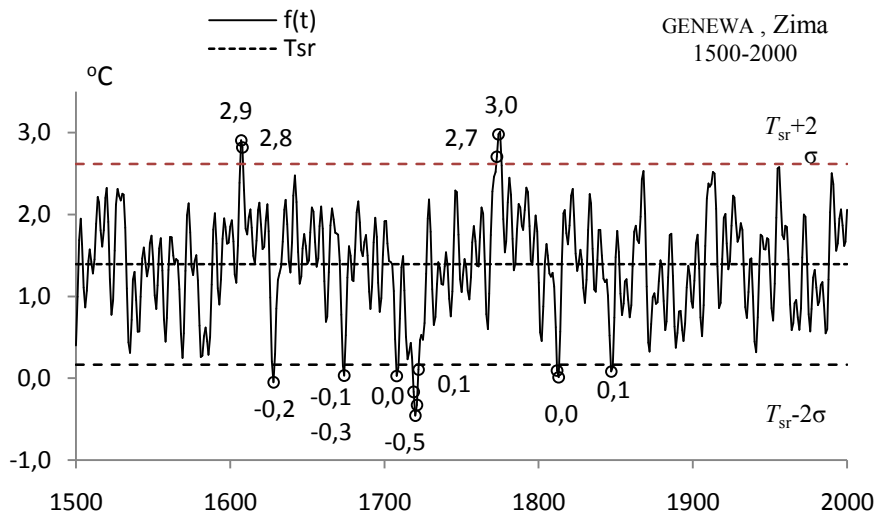


**Rys. 25.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1768-2019).

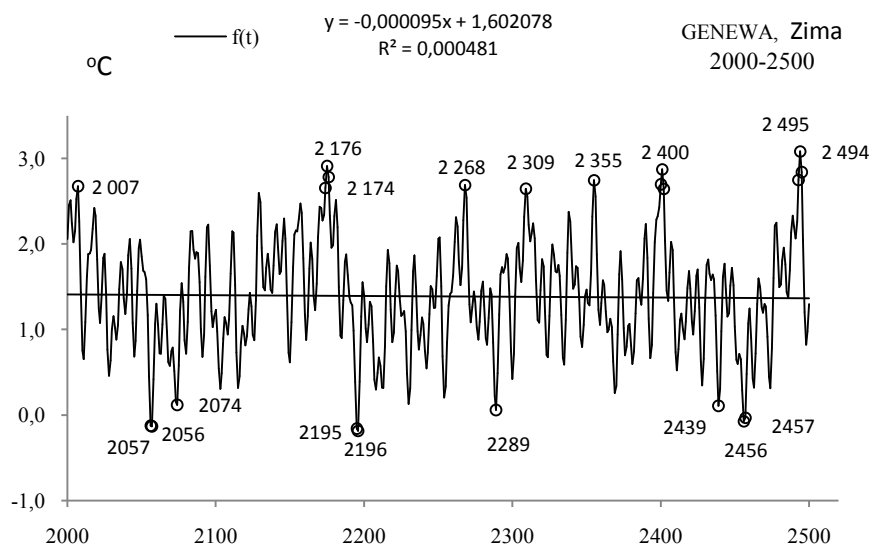
**Fig. 25.** Air temperature changes in Geneva in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1768-2019)



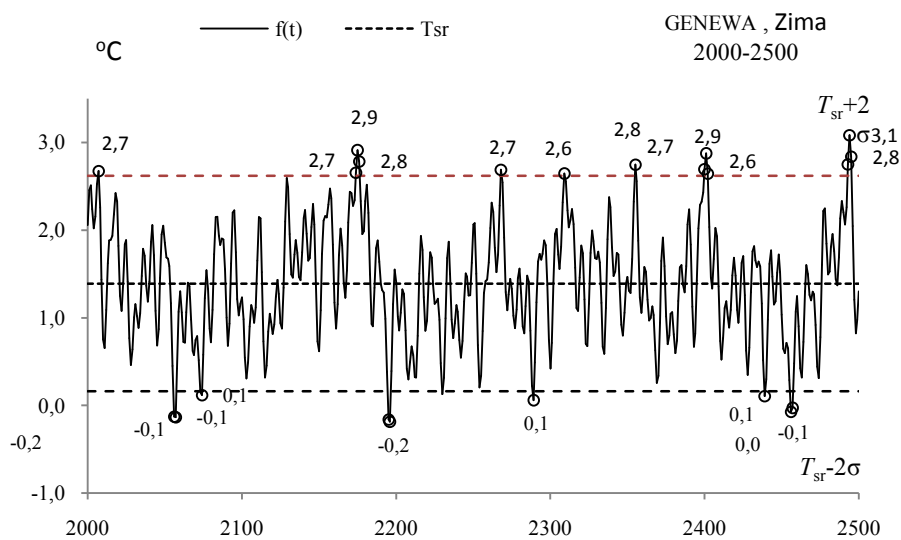
**Rys.26a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 26a.** Changes of air temperature in Geneva in Winter in the 1500-2000 years



**Rys. 26b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 26b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Winter in the 1500-2000 years.



**Rys. 27a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 27a.** Changes of air temperature in Geneva in Winter in the 2000-2500 years



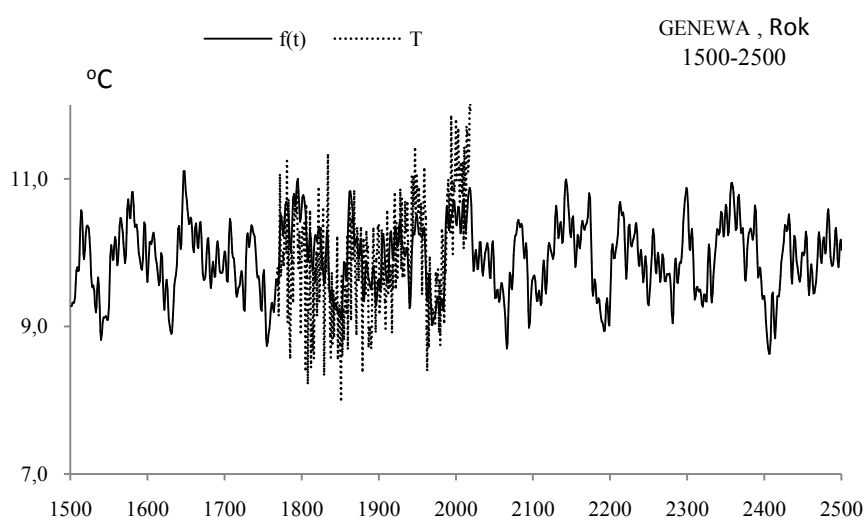
**Rys. 27b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 27b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in Winter in the 2000-2500 years.

## ROK (I-XII)

**Tabela 8.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1768-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

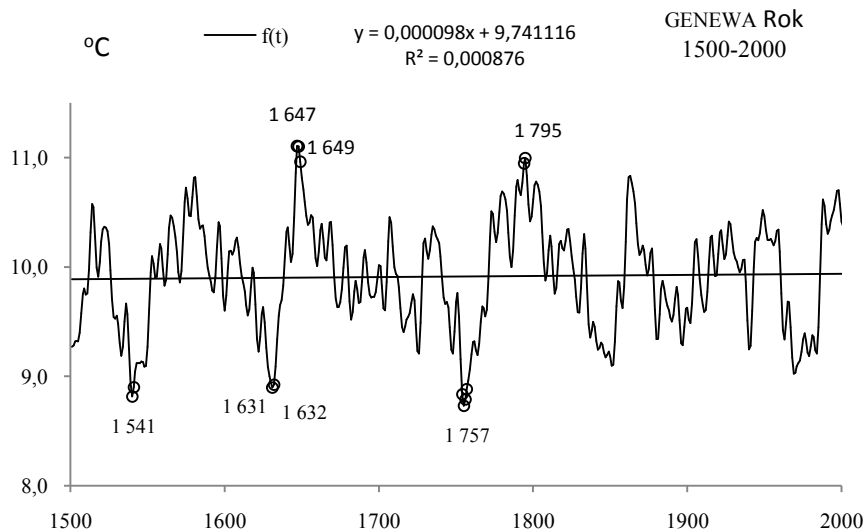
**Table 8.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Geneva in year  $i$  n years 1768-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,5	0,116061	-0,482009	0,618	0,091	1,096
7,4	0,155432	-2,716126	0,609	0,151	3,056
10,3	0,155394	1,670829	0,613	0,128	2,178
14,1	0,128597	1,062178	0,612	0,134	2,396
21,8	0,138236	-1,380319	0,611	0,140	2,615
31,1	0,206004	2,193927	0,608	0,156	3,277
43,3	0,299038	0,636642	0,588	0,238	7,861
71,1	0,362482	-0,068318	0,534	0,378	21,954
112,6	0,261826	1,872204	0,591	0,227	7,154
178,9	0,170997	0,929845	0,612	0,134	2,396

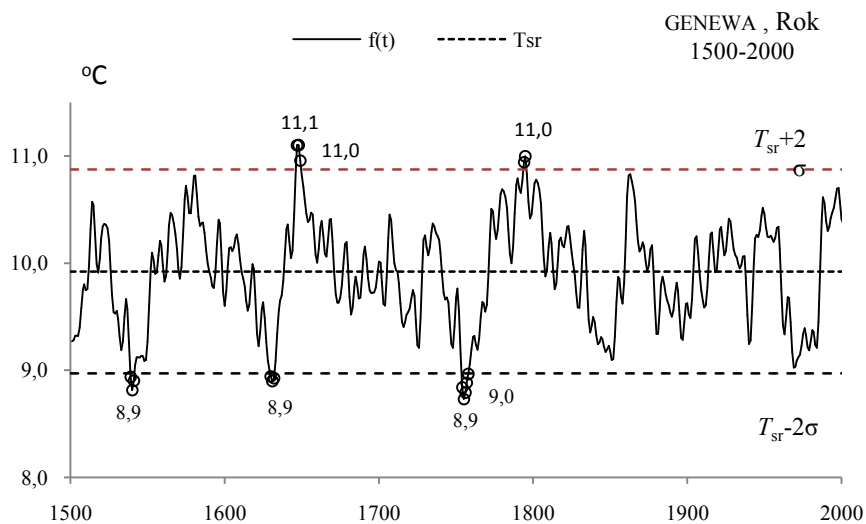


**Rys. 28.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1768-2019).

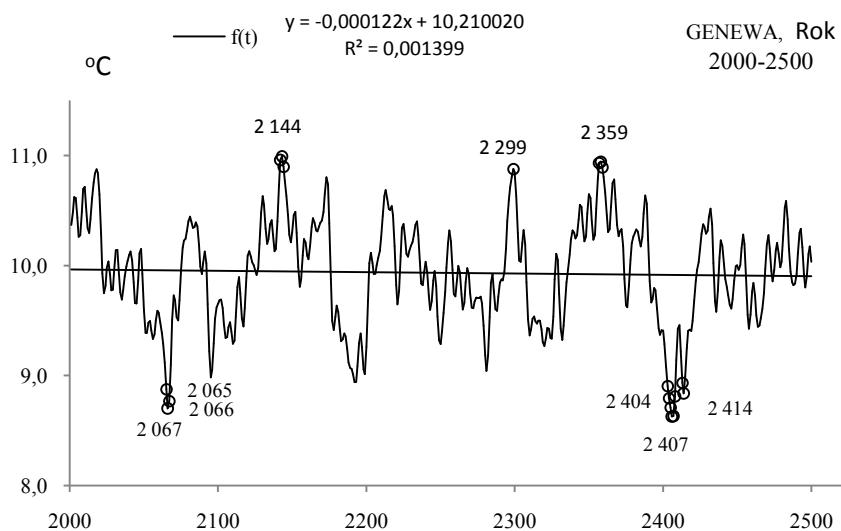
**Fig. 28.** Air temperature changes in Geneva in year in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1768-2019)



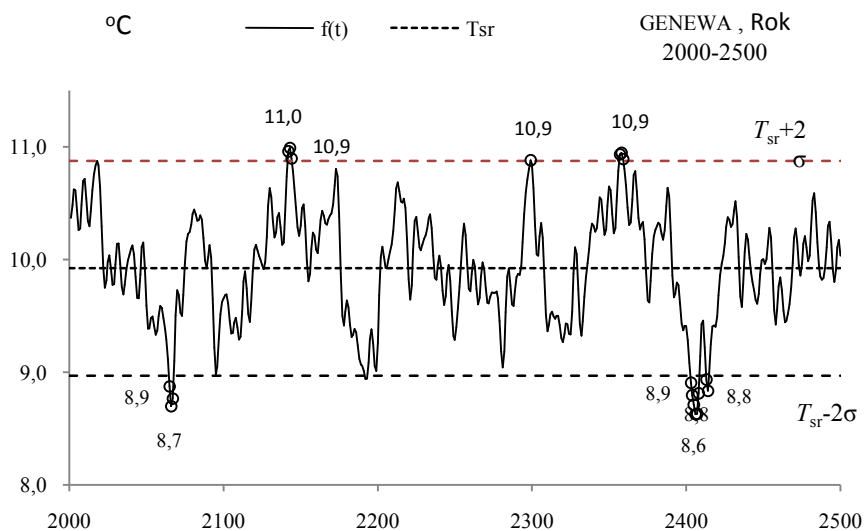
**Rys. 29a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 29a.** Changes of air temperature in Geneva in year in the 1500-2000 years



**Rys. 29b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 29b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in year in the 1500-2000 years.



**Rys. 30a.** Zmiany temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 30a.** Changes of air temperature in Geneva in year in the 2000-2500 years



**Rys. 30b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Genewie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 30b.** Extreme values of average air temperature in Geneva in year in the 2000-2500 years.

## IX. ANOMALIE TEMPERATURY POWIETRZA W SZTOKHOLMIE W LATACH 1500-2500 ( $\varphi=59^{\circ}34'N$ , $\lambda=18^{\circ}06'E$ , $H=44$ m)

### 9.1. Ochłodzenia i ocieplenia w Sztokholmie w latach 1756-2019

O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty minimum  $T_{inf} \leq T_{sr} - 2\sigma$  i maksimum  $T_{sup} \geq T_{sr} + 2\sigma$  temperatury powietrza  $T_{sr}$  – średnia arytmetyczna,  $\sigma$  – odchylenie standardowe

$$\sigma = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{sr})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Ekstrema temperatury powietrza (największe ochłodzenia i ocieplenia) w Sztokholmie według wyników pomiarów w latach 1756-2019 przedstawiono w tab.1-2 i na rys 1a-17a, rys. 1b-17b).

**Tabela 1.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Sztokholmie w latach 1756-2019

**Table 1.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Stockholm in years 1756-2019

	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr}-2\sigma$	$T_{sr}+2\sigma$
I	-3,249	3,003924	-9,25660	2,75910
II	-3,228	3,243934	-9,71537	3,26037
III	-1,009	2,763297	-6,53534	4,51784
IV	3,882	1,944566	-0,00731	7,77095
V	9,532	1,878293	5,77538	13,28856
VI	14,745	1,576569	11,59175	17,89802
VII	17,404	1,710844	13,98271	20,82608
VIII	16,191	1,677282	12,83612	19,54525
IX	11,879	1,440409	8,99797	14,75961
X	6,725	1,800641	3,12360	10,32617
XI	1,924	1,955005	-1,98649	5,83353
XII	-1,393	2,532812	-6,45877	3,67248
III-V	4,135	1,700382	0,73425	7,53578
VI-VIII	16,113	1,274610	13,56410	18,66254
IX-XI	6,842	1,195448	4,45150	9,23330
XII-II	-2,633	2,261379	-7,15575	1,88977
I-XII	6,117	1,137935	3,84103	8,39277

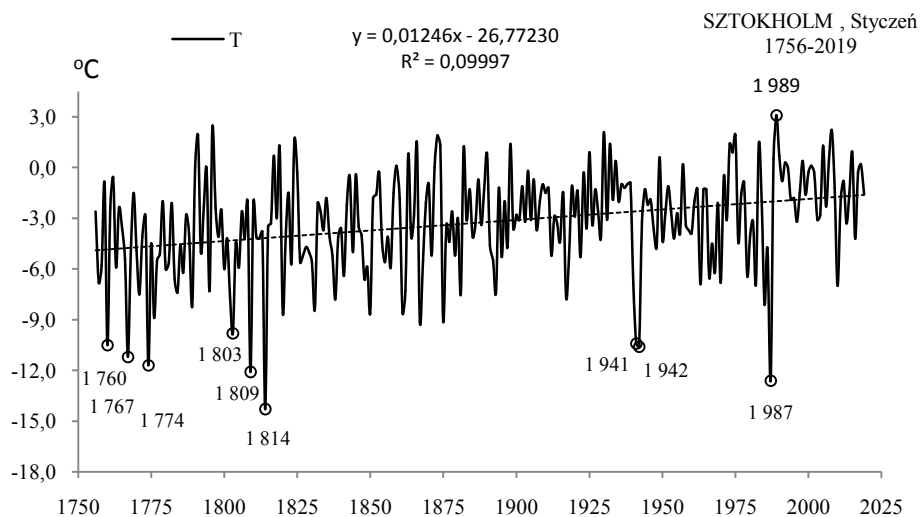
**Tabela 2.** Najchłodniejsze ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) i najcieplejsze ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) zimy, lata i rok w Sztokholmie (1756-2019)

**Table 2.** The frosty ( $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$ ) and hot ( $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ ) winters, summers, and years in Stockholm (1756-2019)

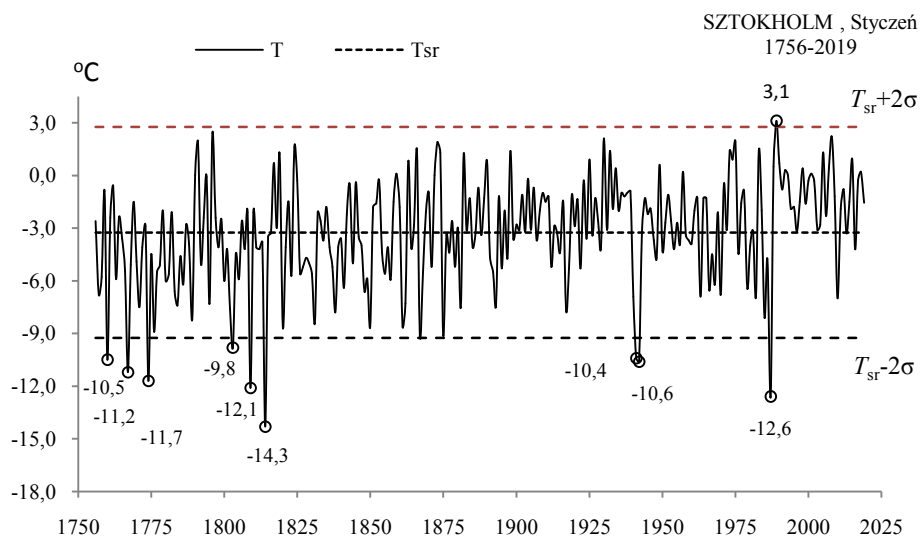
Zima				Lato				Rok			
$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$	$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$	$t_{inf}$	$T_{inf}$	$t_{sup}$	$T_{sup}$
1809	-8,67	2008	2,27	1902	13,10	2006	19,00	1867	3,23	2006	8,43
1814	-8,23			1928	13,23	1997	19,03	1829	3,50	2011	8,45
1871	-8,17			1832	13,43	1826	19,03			2000	8,48
1942	-7,83			1862	13,53	1789	19,20			2008	8,52
1789	-7,70			1907	13,53	1819	19,20			2014	8,79
1893	-7,40					2002	19,33			2016	8,40
1805	-7,27					2018	19,633			2018	8,81
1767	-7,23										



## STYCZEŃ (I)

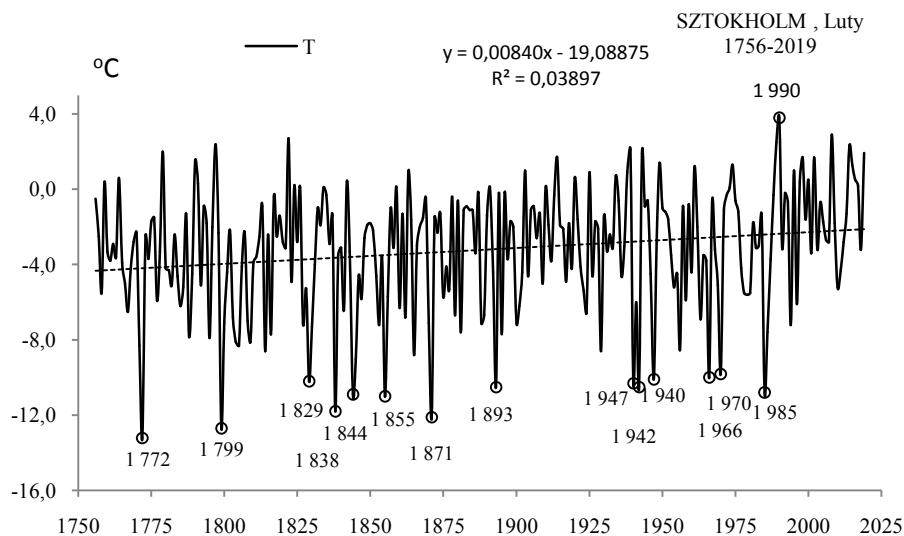


**Rys. 1a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w styczniu w latach 1756-2018  
**Fig. 1a.** Changes of air temperature in Stockholm in January in the 1756-2018 years

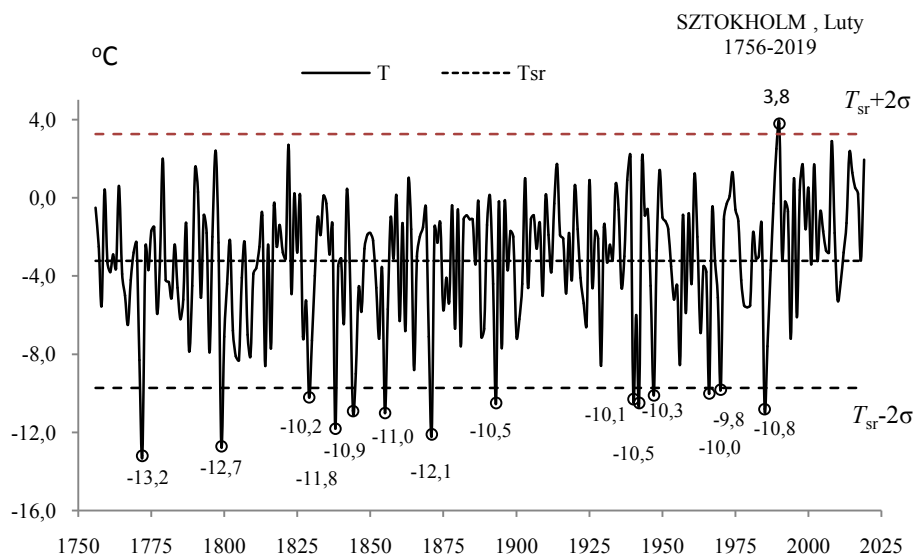


**Rys. 1b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w styczniu w latach 1756-2018  
**Fig. 1b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in January in the 1756-2018 years

## LUTY (II)

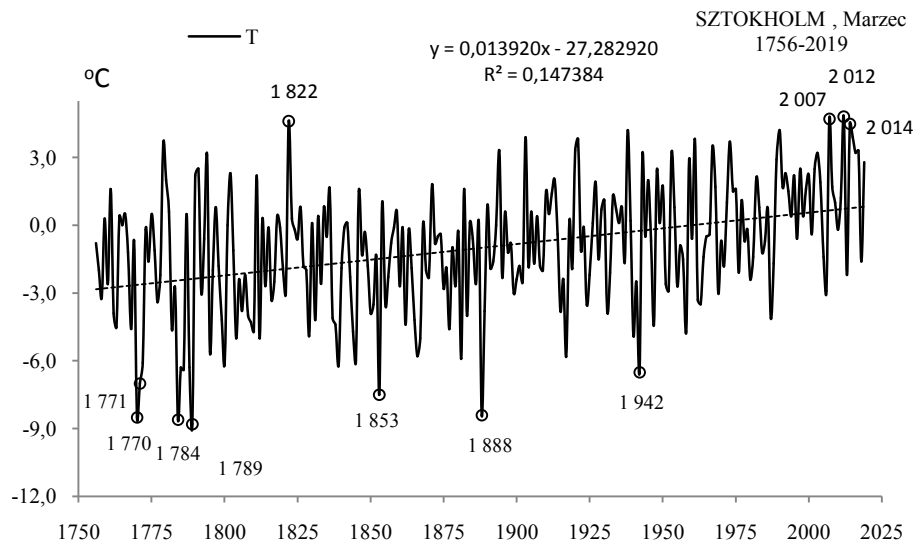


**Rys. 2a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lutym w latach 1756-2018  
**Fig. 2a.** Changes of air temperature in Stockholm in February in the 1756-2018 years

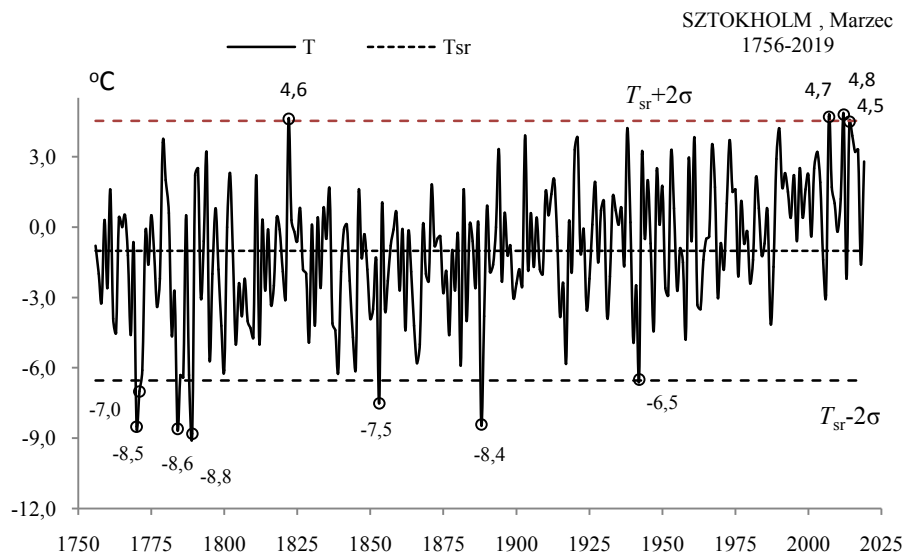


**Rys. 2b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w lutym w latach 1756-2018  
**Fig. 2b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in February in the 1756-2018 years

### MARZEC (III)

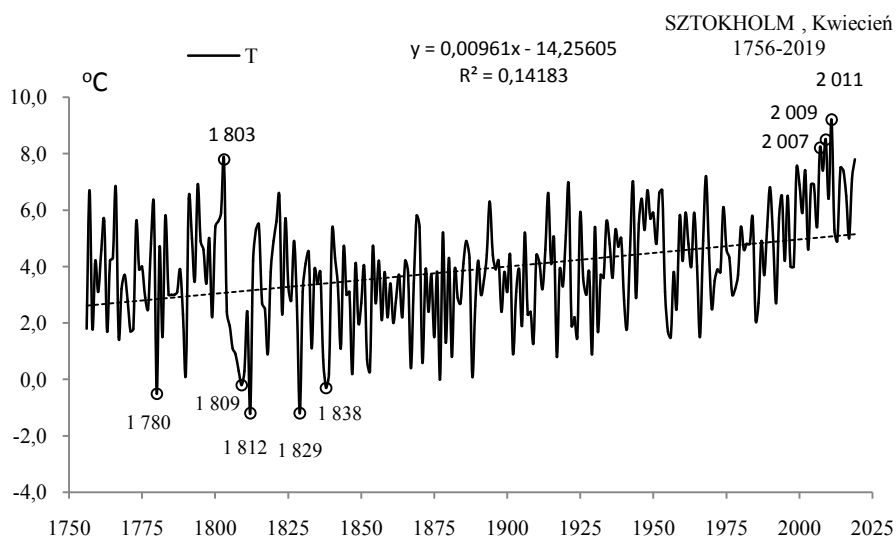


**Rys. 3a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w marcu w latach 1756-2018  
**Fig. 3a.** Changes of air temperature in Stockholm in March in the 1756-2018 years

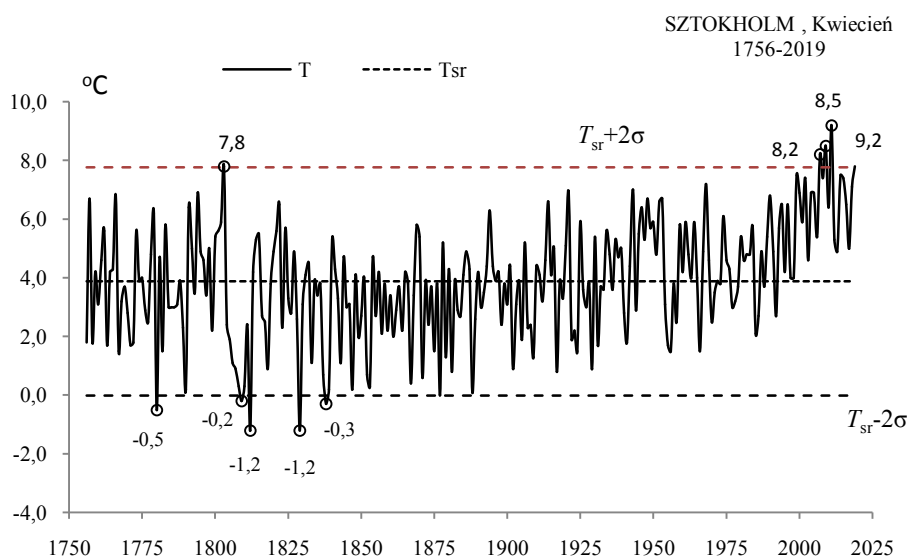


**Rys. 3b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w marcu w latach 1756-2018  
**Fig. 3b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in March in the 1756-2018 years

## KWIECIEŃ (IV)

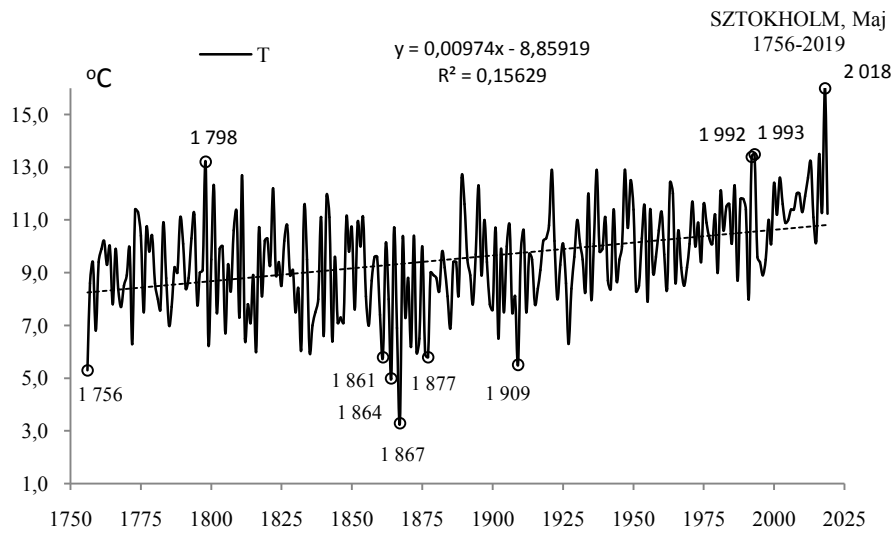


**Rys. 4a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w kwietniu w latach 1756-2018  
**Fig. 4a.** Changes of air temperature in Stockholm in April in the 1756-2018 years

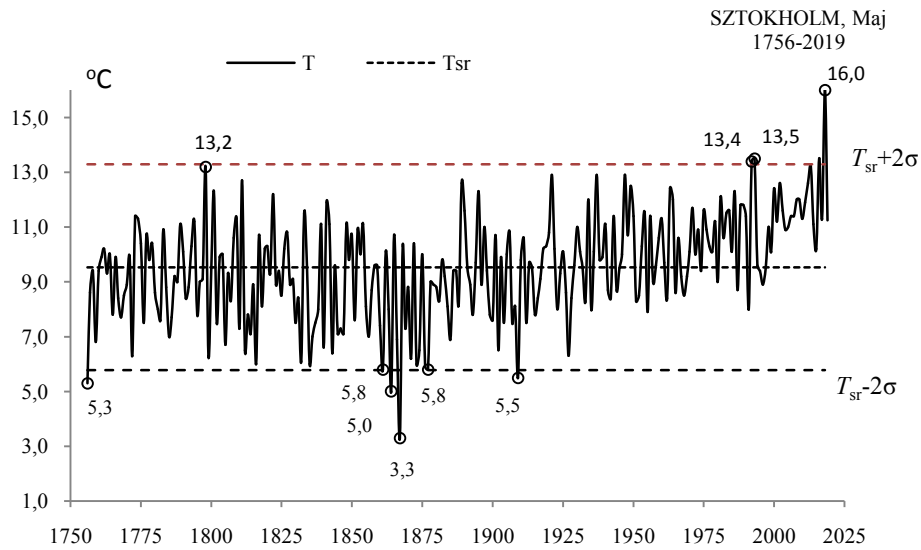


**Rys. 4b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w kwietniu w latach 1756-2018  
**Fig. 4b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in April in the 1756-2018 years

## MAJ (V)

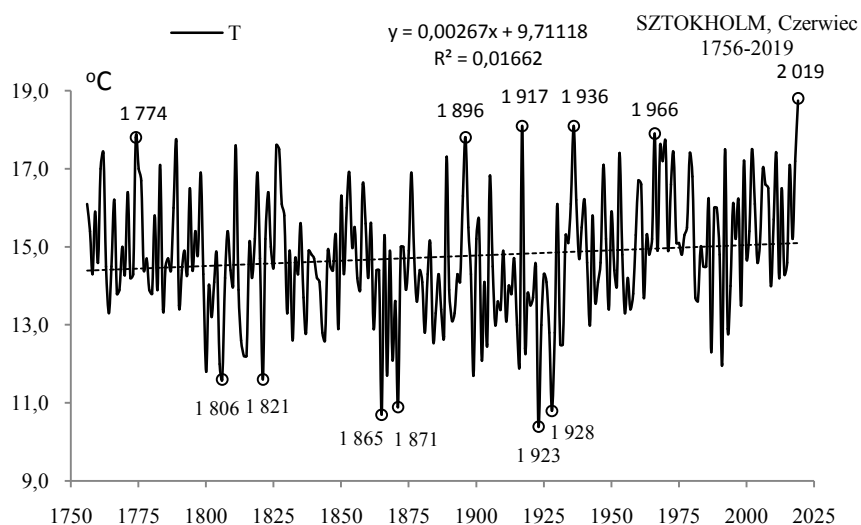


**Rys. 5a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w maju w latach 1756-2018  
**Fig. 5a.** Changes of air temperature in Stockholm in May in the 1756-2018 years

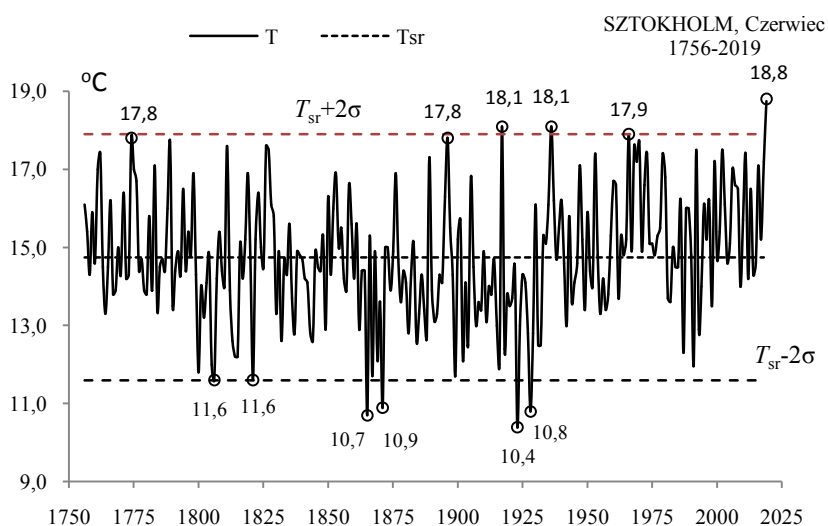


**Rys. 5b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w maju w latach 1756-2018  
**Fig. 5b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in May in the 1756-2018 years

## CZERWIEC (VI)

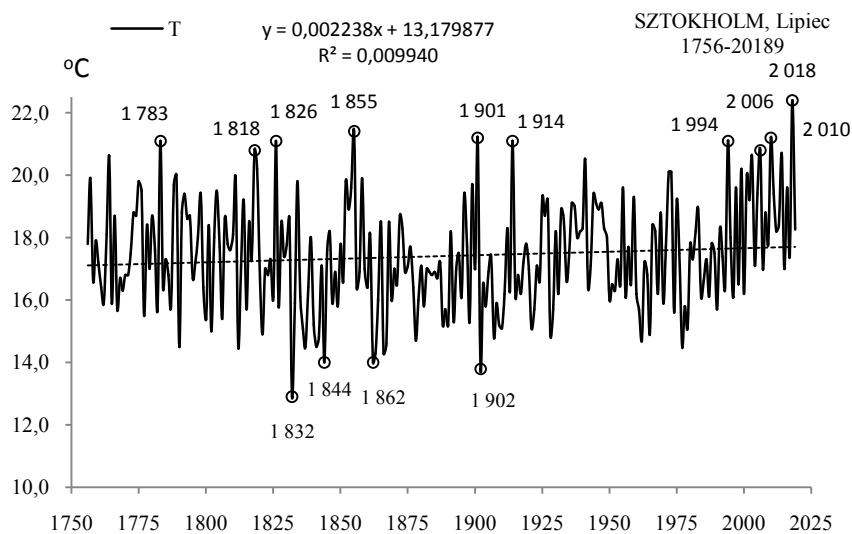


**Rys. 6a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w czerwcu w latach 1756-2018  
**Fig. 6a.** Changes of air temperature in Stockholm in June in the 1756-2018 years



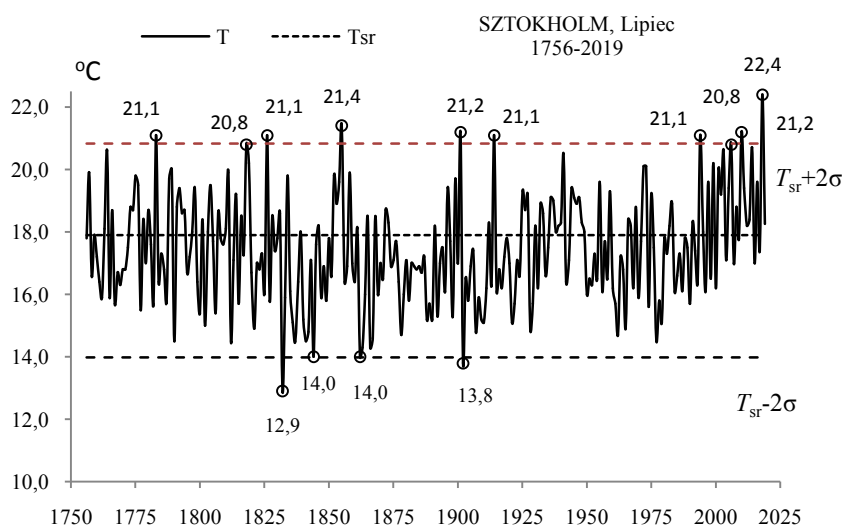
**Rys. 6b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w czerwcu w latach 1756-2018  
**Fig. 6b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in June in the 1756-2018 years

## LIPIEC (VII)



Rys. 7a. Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lipcu w latach 1756-2018

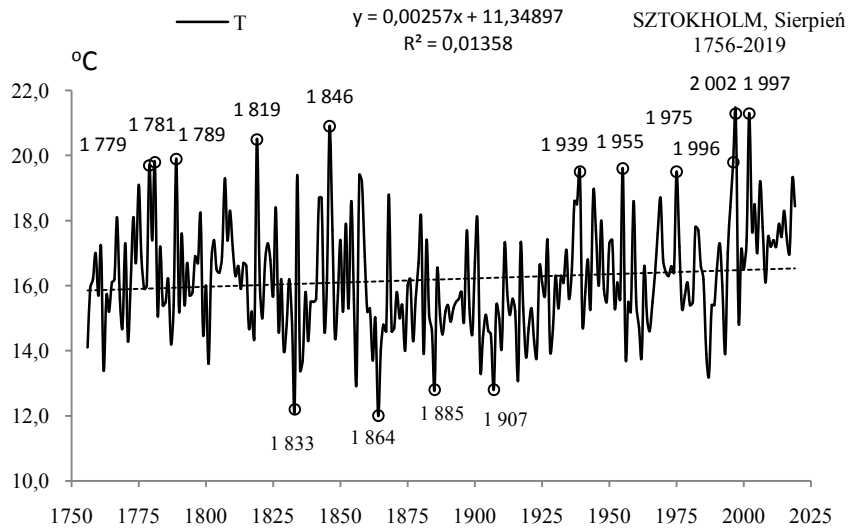
Fig. 7a. Changes of air temperature in Stockholm in July in the 1756-2018 years



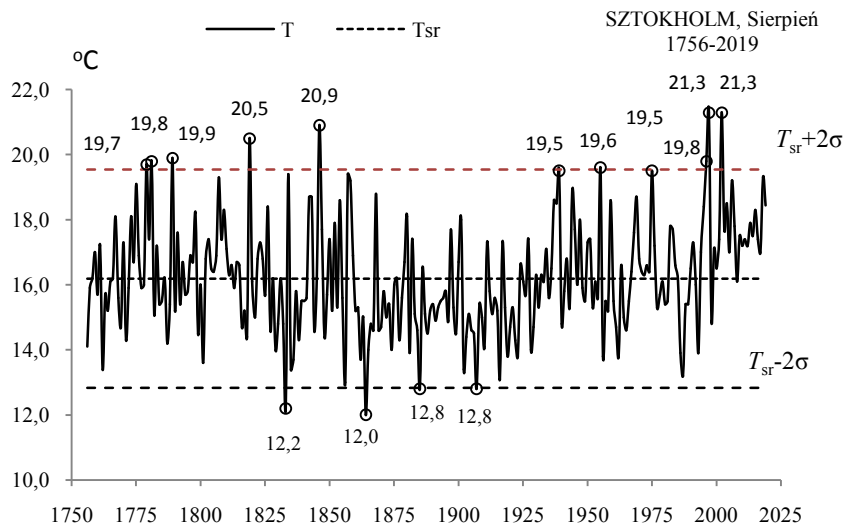
Rys. 7b. Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w lipcu w latach 1756-2018

Fig. 7b. Extreme values of average air temperature in Stockholm in July in the 1756-2018 years

## SIERPIEŃ (VIII)



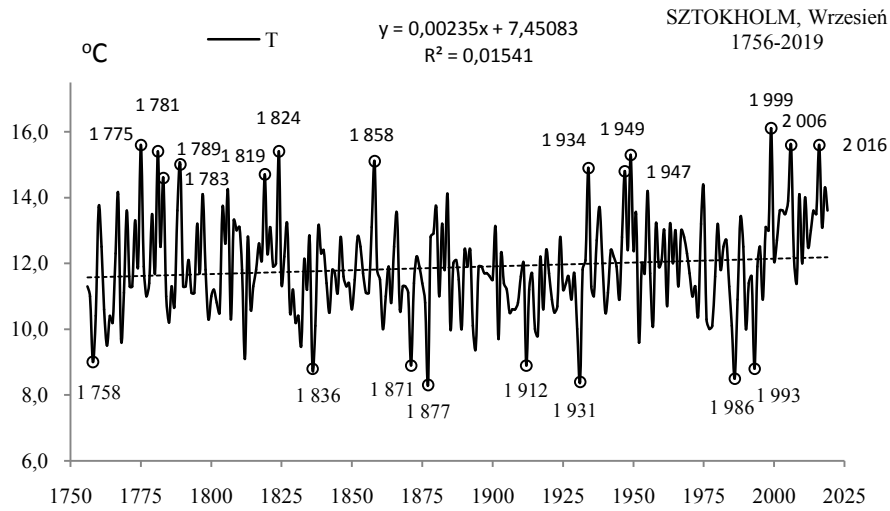
**Rys. 8a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w sierpniu w latach 1756-2018  
**Fig. 8a.** Changes of air temperature in Stockholm in August in the 1756-2018 years



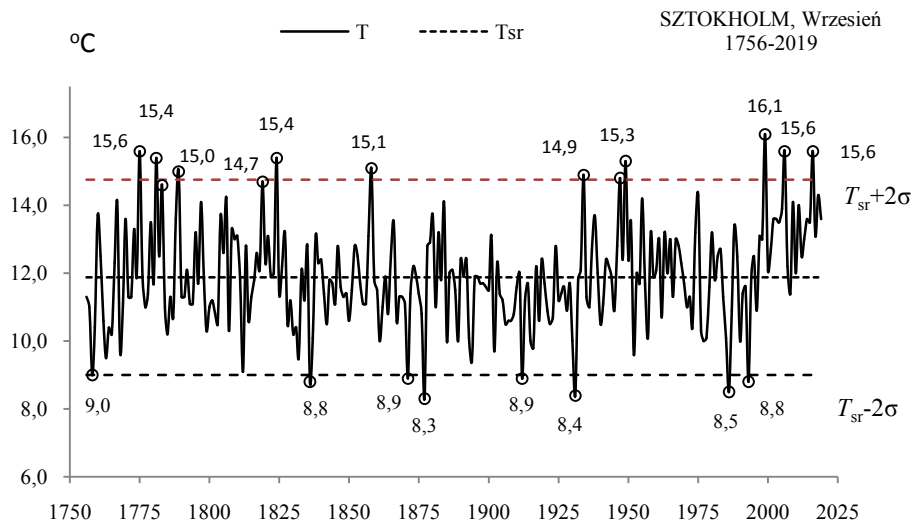
**Rys. 8b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w sierpniu w latach 1756-2018  
**Fig. 8b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in August in the 1756-2018 years



## WRZESIEŃ (IX)

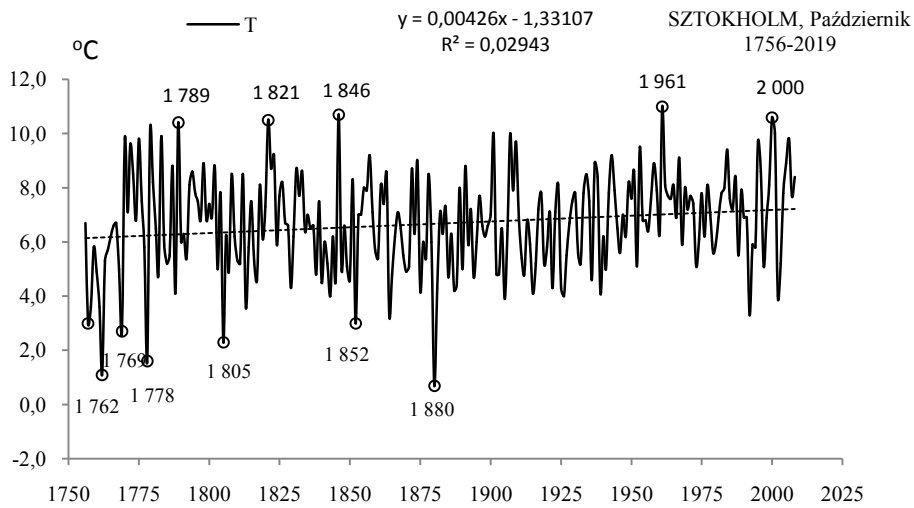


**Rys. 9a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie we wrześniu w latach 1756-2018  
**Fig. 9a.** Changes of air temperature in Stockholm in September in the 1756-2018 years

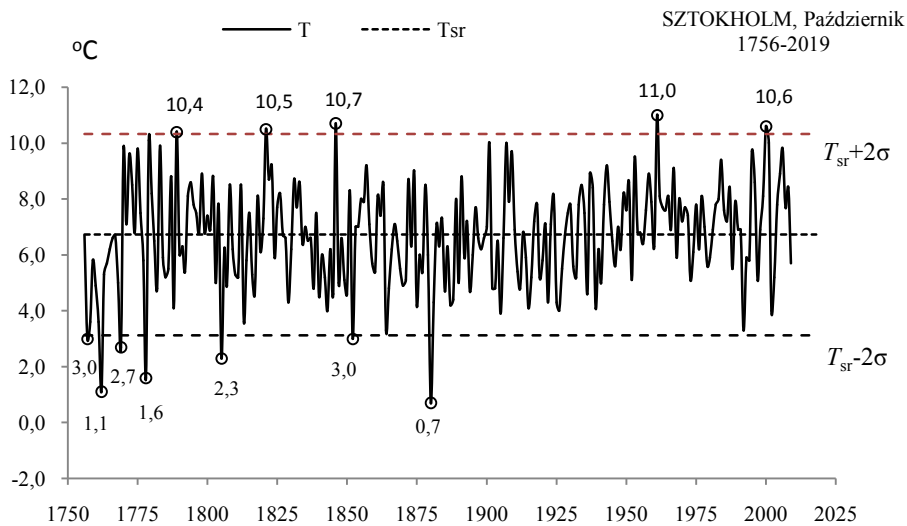


**Rys. 9b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie we wrześniu w latach 1756-2018  
**Fig. 9b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in September in the 1756-2018 years

## PAŹDZIERNIK (X)

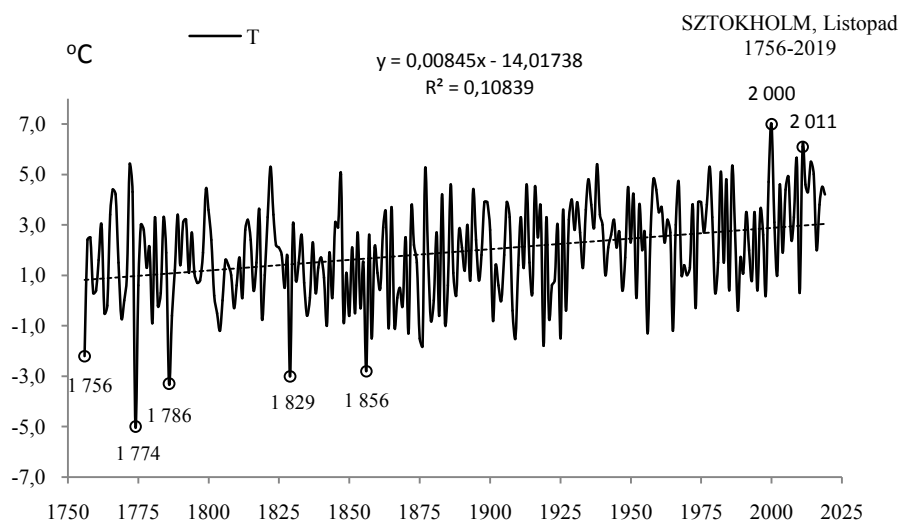


**Rys. 10a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w październiku w latach 1756-2018  
**Fig. 10a.** Changes of air temperature in Stockholm in October in the 1756-2018 years

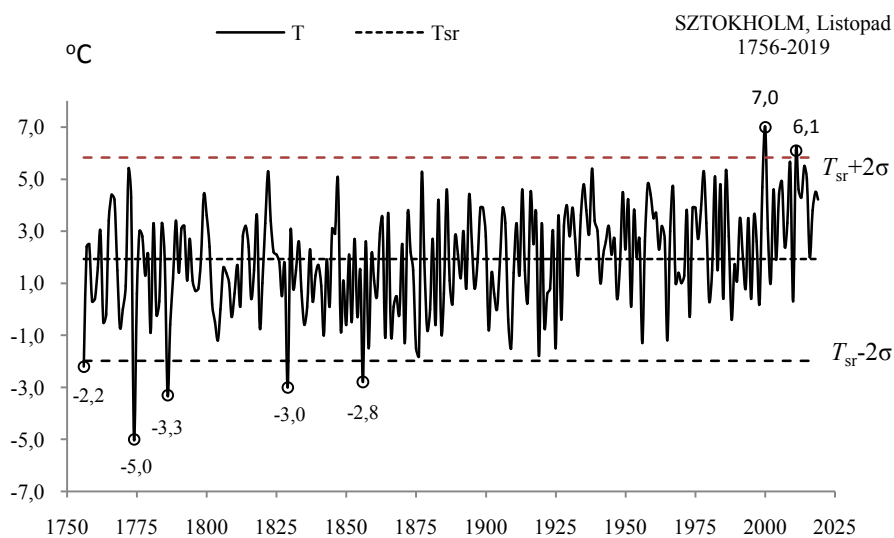


**Rys. 10b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w październiku w latach 1756-2018  
**Fig. 10b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in October in the 1756-2018 years

## LISTOPAD (XI)

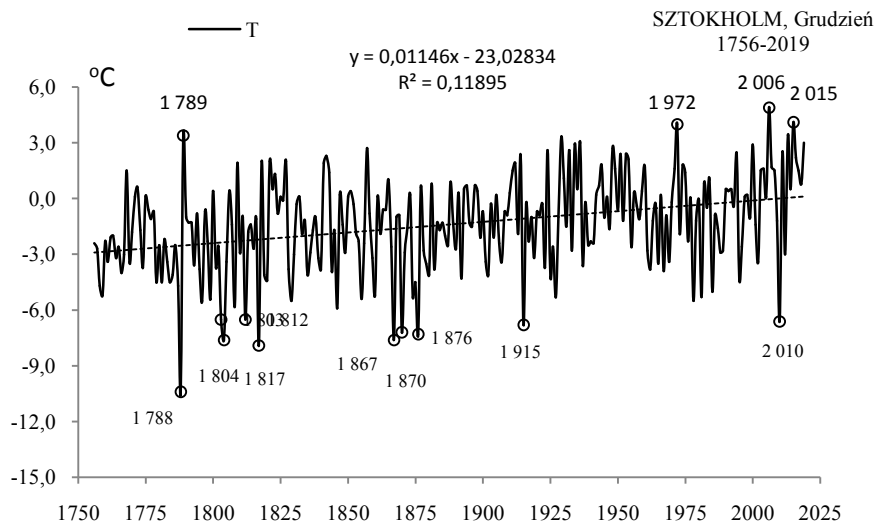


**Rys. 11a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w listopadzie w latach 1756-2018  
**Fig. 11a.** Changes of air temperature in Stockholm in November in the 1756-2018 years

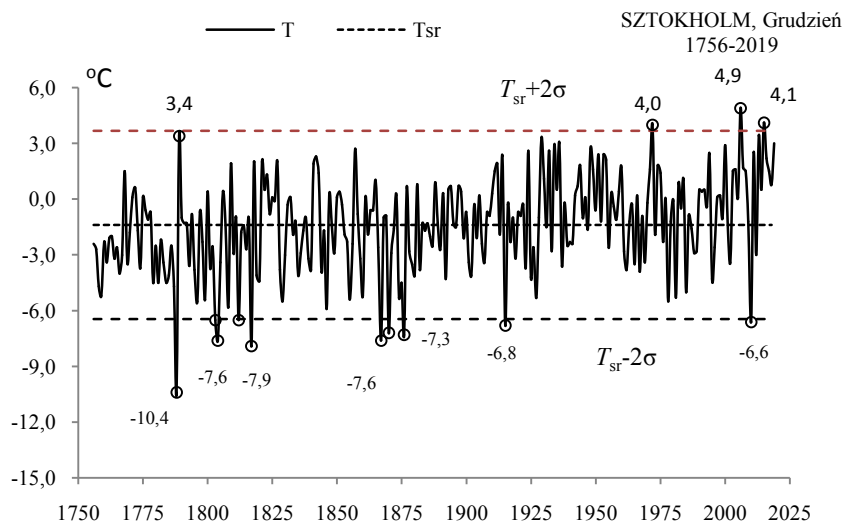


**Rys. 11b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w listopadzie w latach 1756-2018  
**Fig. 11b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in November in the 1756-2018 years

## GRUDZIEŃ (XII)

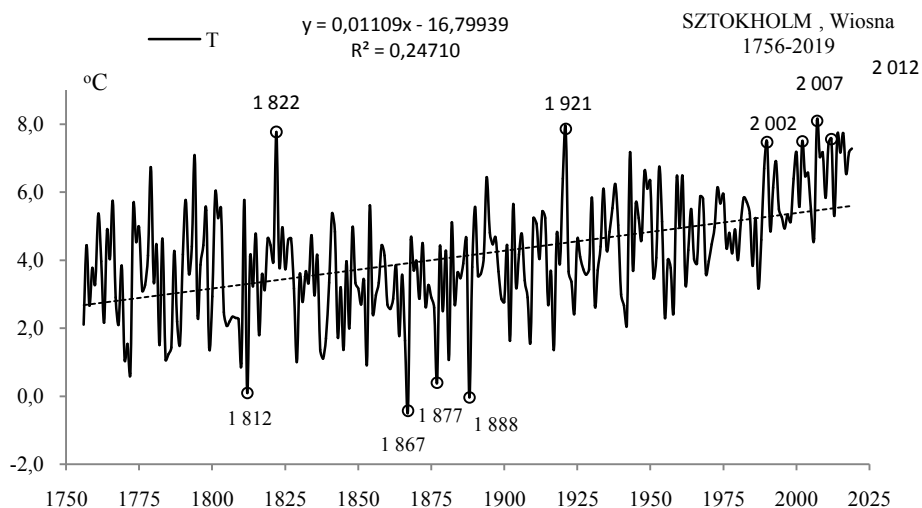


**Rys. 12a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w grudniu w latach 1756-2018  
**Fig. 12a.** Changes of air temperature in Stockholm in December in the 1756-2018 years

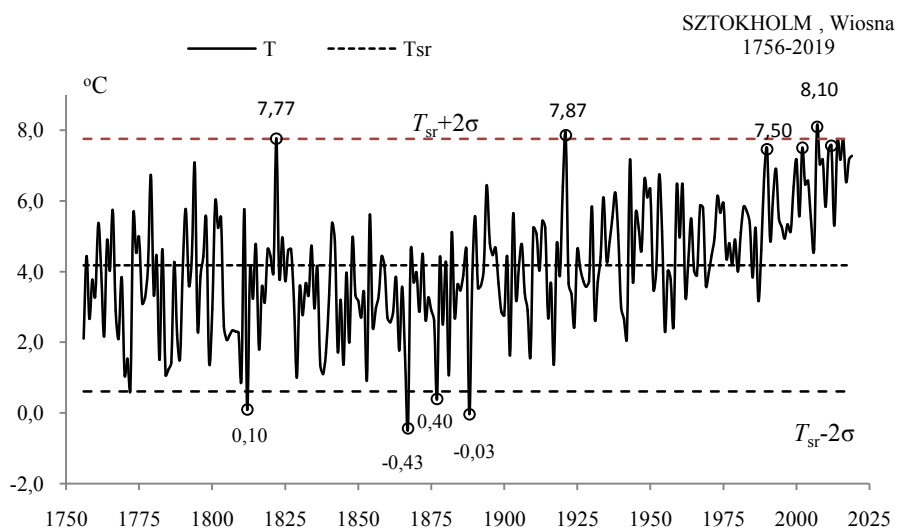


**Rys.12b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w grudniu w latach 1756-2018  
**Fig. 12b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in December in the 1756-2018 years.

### WIOSNA (III-V)

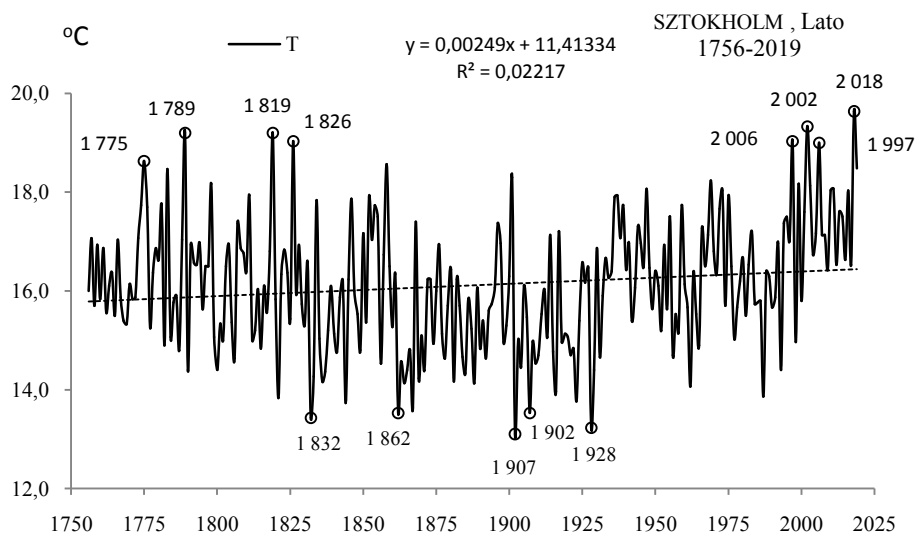


**Rys. 13a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1756-2018  
**Fig. 13a.** Changes of air temperature in Stockholm in spring in the 1756-2018 years

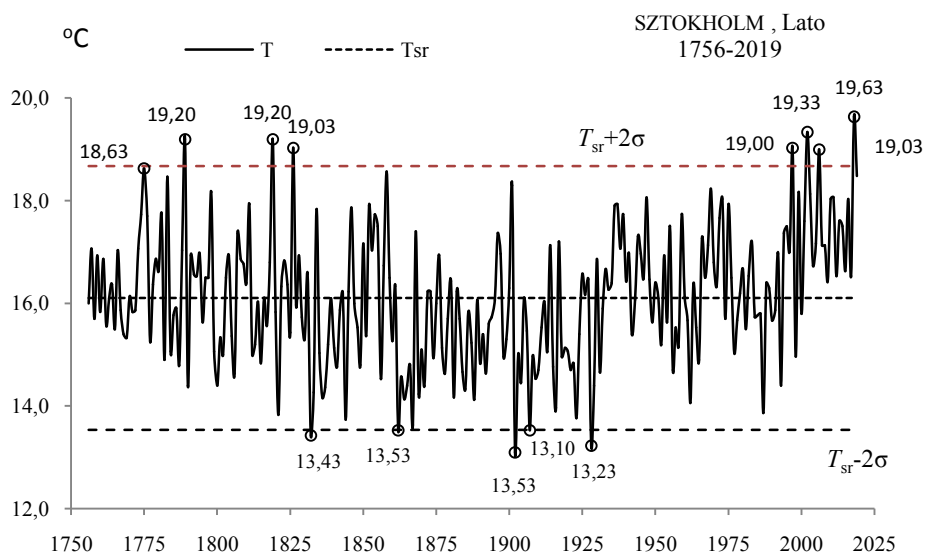


**Rys. 13b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1756-2018  
**Fig. 13b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Spring in the 1756-2018 years.

## LATO (VI-VIII)

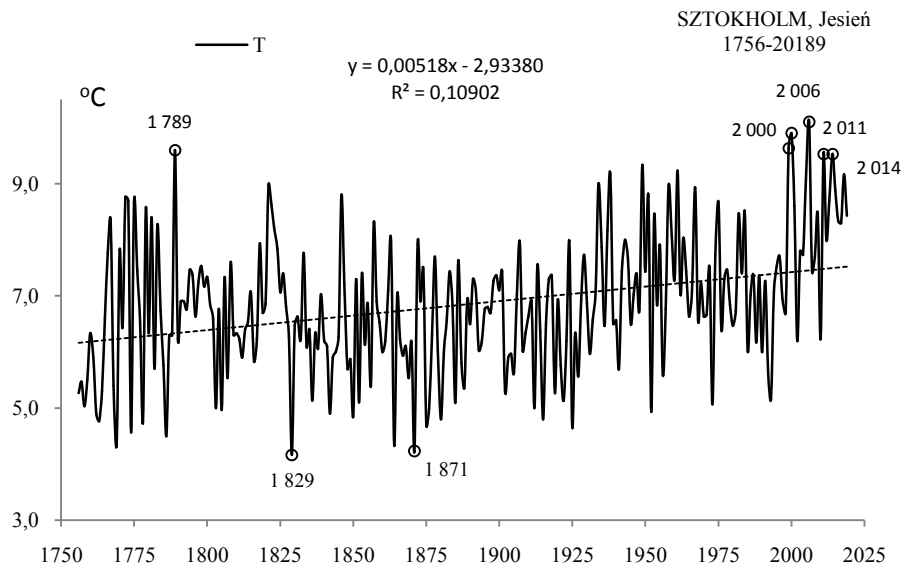


**Rys. 14a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1756-2018  
**Fig. 14a.** Changes of air temperature in Stockholm in summer in the 1756-2018 years

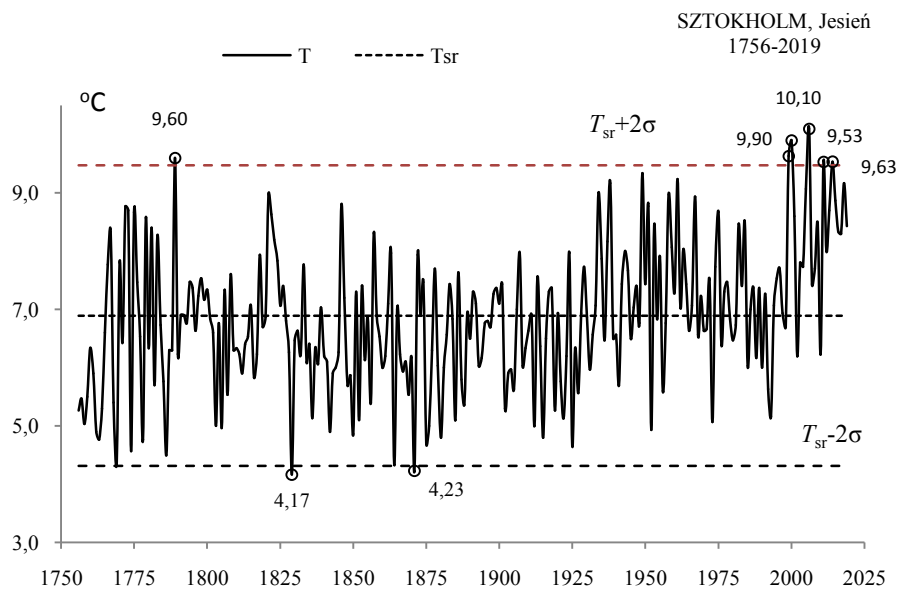


**Rys. 14b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1756-2018  
**Fig. 14b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Summer in the 1756-2018 years.

## JESIEŃ (IX-XI)

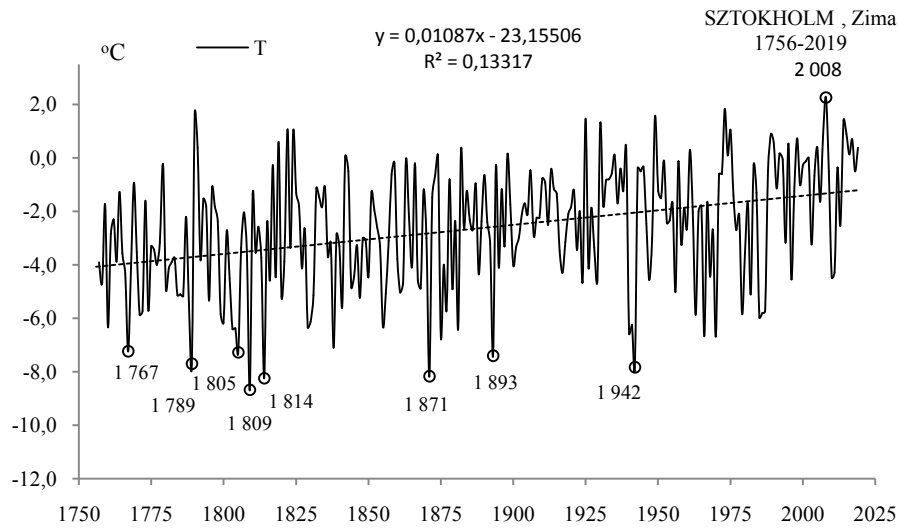


**Rys. 15a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 1756-2018  
**Fig. 15a.** Changes of air temperature in Stockholm in Autumn in the 1756-2018 years

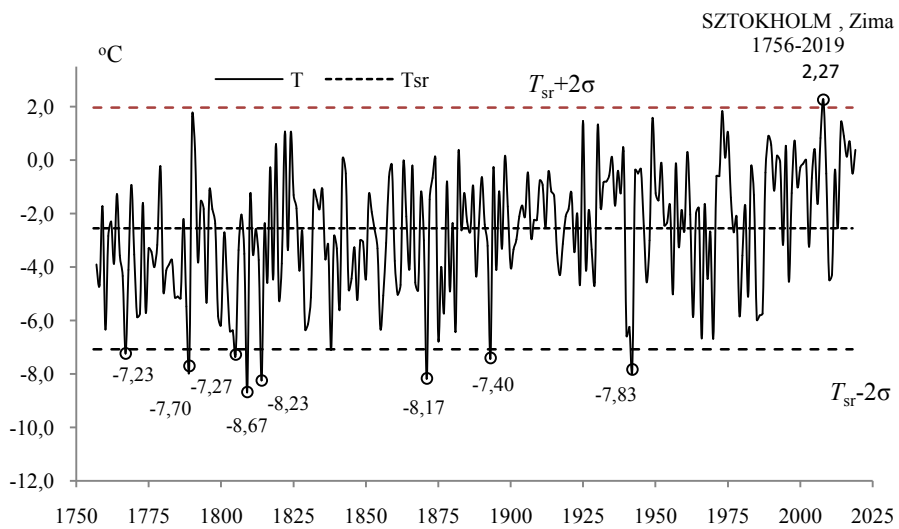


**Rys. 15b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 1756-2018  
**Fig. 15b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Autumn in the 1756-2018 years.

## ZIMA (XII-II)



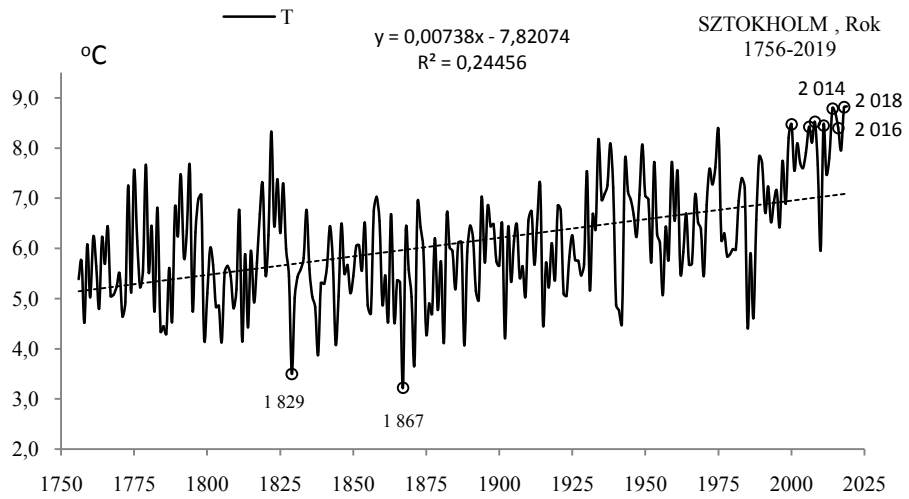
**Rys. 16a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 1756-2018  
**Fig. 16a.** Changes of air temperature in Stockholm in Winter in the 1756-2018 years



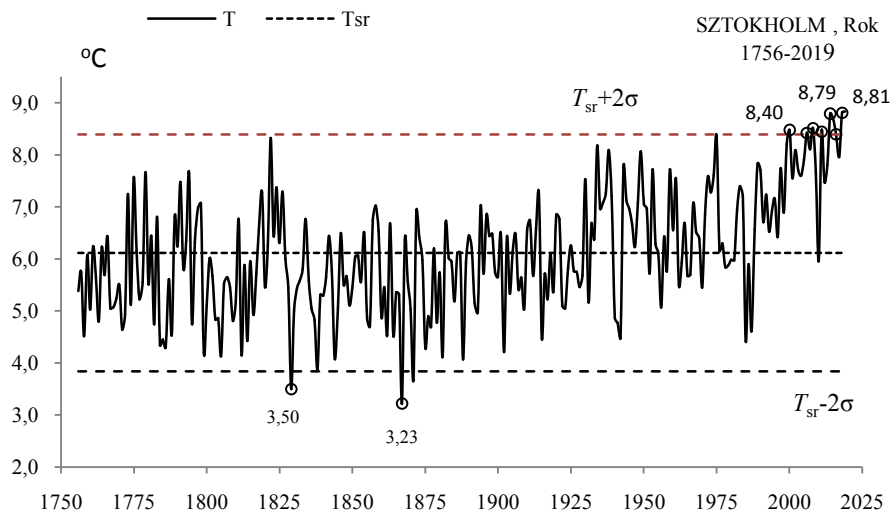
**Rys. 16b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 1756-2018  
**Fig. 16b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Winter in the 1756-2018 years.



### ROK (I-XII)



**Rys. 17a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1756-2019  
**Fig. 17a.** Changes of air temperature in Stockholm in year in the 1756-2019 years



**Rys. 17b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1756-2019  
**Fig. 17b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in year in the 1756-2018 years.

## 9.2. Anomalie temperatury powietrza w Sztokholmie – rekonstrukcje w latach 1500-1767 i prognozy w 2020-2500

Rekonstrukcje i prognozy temperatury powietrza w Sztokholmie wykonano z zastosowaniem metody sinusoid regresji

$$y = a_0 + b \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta} t + c \right) \quad (2)$$

Okresy  $\Theta$  i parametry  $a_0$ ,  $b$ ,  $c$  sinusoidy regresji (cyklu) wyznaczona tak, by suma kwadratów odchyłań  $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$  punktów empirycznych  $(t_i, y_i)$  od jej założonego wykresu była minimalna (w przedziale  $2.1 \leq \Theta \leq 250$  lat z odstępem  $\Theta$  co 0,1 roku):

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 - \text{Min} \quad (3)$$

Rekonstrukcje i prognozy wykonano według interferencji  $k$  najistotniejszych statystycznie („najsilniejszych”) cykli

$$f(t) = a_0 + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j \right) \quad (4)$$

bez składnika liniowego ( $at=0$ ):

**Tabela 3.** Średnie arytmetyczne ( $T_{sr}$ ) i odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) temperatury powietrza w Sztokholmie w latach 1500-2500

**Table 3.** Arithmetic means ( $T_{sr}$ ) and standard deviations ( $\sigma$ ) of the air temperature in Stockholm in years 1500-2500

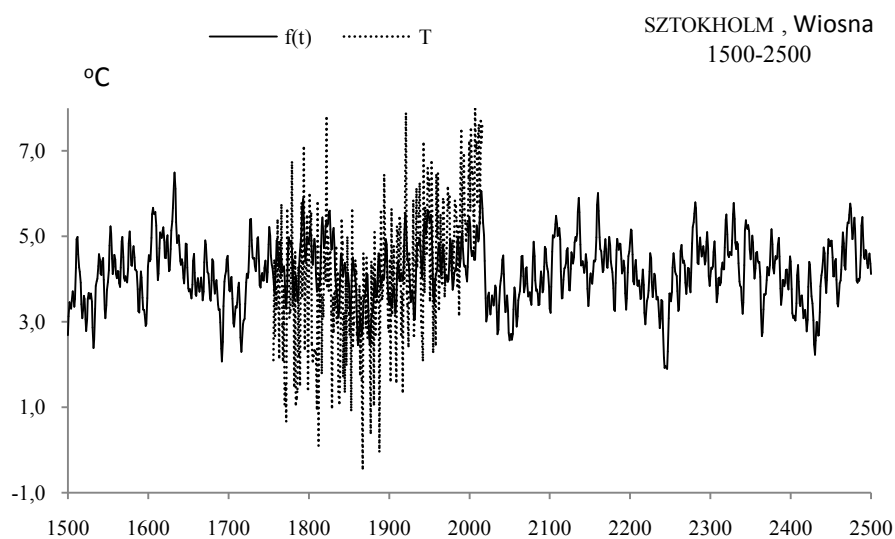
	$T_{sr}$ °C	$\sigma$	$T_{sr} - 2\sigma$	$T_{sr} + 2\sigma$
III-V	4,172	0,726580	2,718367	5,624686
VI-VIII	16,073	0,701950	14,669466	17,477266
IX-XI	6,874	0,546056	5,7817602	7,9659841
XII-II	-2,543	1,133232	-4,8089751	-0,2760399
I-XII	6,158	0,525365	5,106777	7,208238

## WIOSNA (III-V)

**Tabela 4.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1756-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

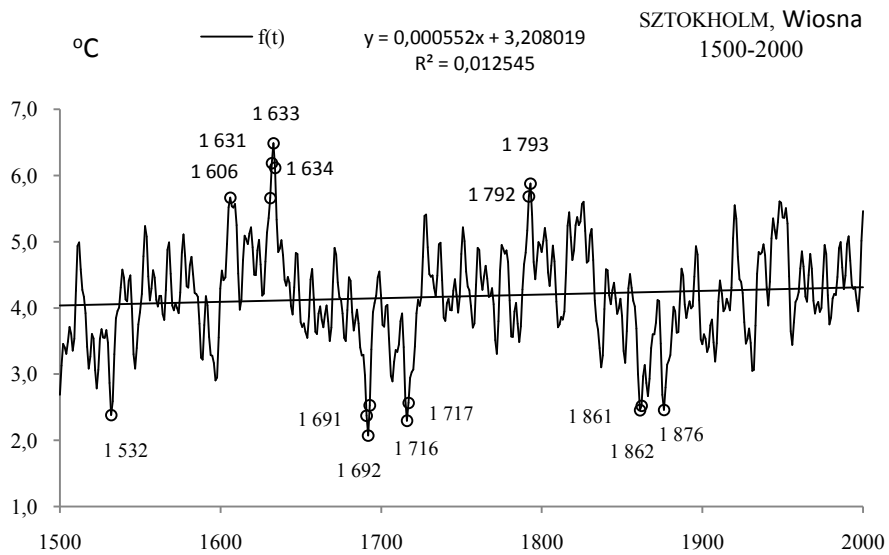
**Table 4.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Stockholm in spring in years 1756-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,7	0,280635	-1,667674	2,852	0,117	1,819
8,0	0,320130	1,445780	2,836	0,138	2,574
13,2	0,382638	-2,604629	2,800	0,178	4,304
15,8	0,210364	-1,419754	2,862	0,101	1,351
24,0	0,334705	1,806563	2,817	0,160	3,481
31,0	0,356500	2,456303	2,832	0,143	2,764
54,5	0,194570	2,902660	2,840	0,133	2,384
65,1	0,198215	2,197610	2,830	0,146	2,859
92,1	0,272008	2,834634	2,749	0,222	6,833
176,9	0,533905	0,768680	2,773	0,202	5,631

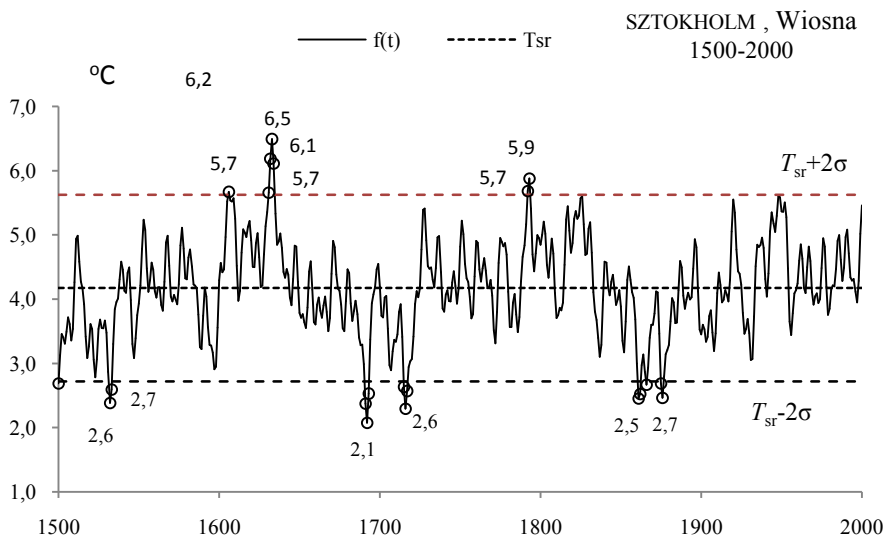


**Rys. 18** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1756-2019).

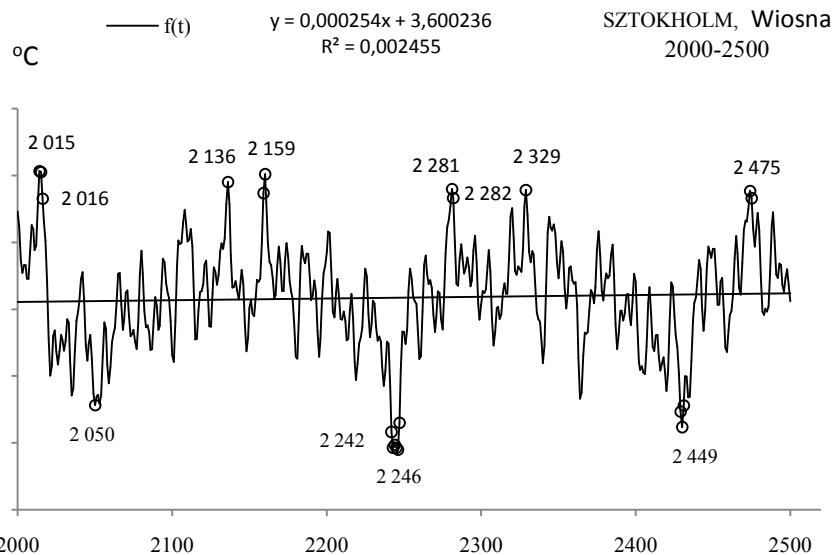
**Fig.18.** Air temperature changes in Stockholm in spring in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1756-2019)



**Rys 19a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 19a.** Changes of air temperature in Stockholm in spring in the 1500-2000 years

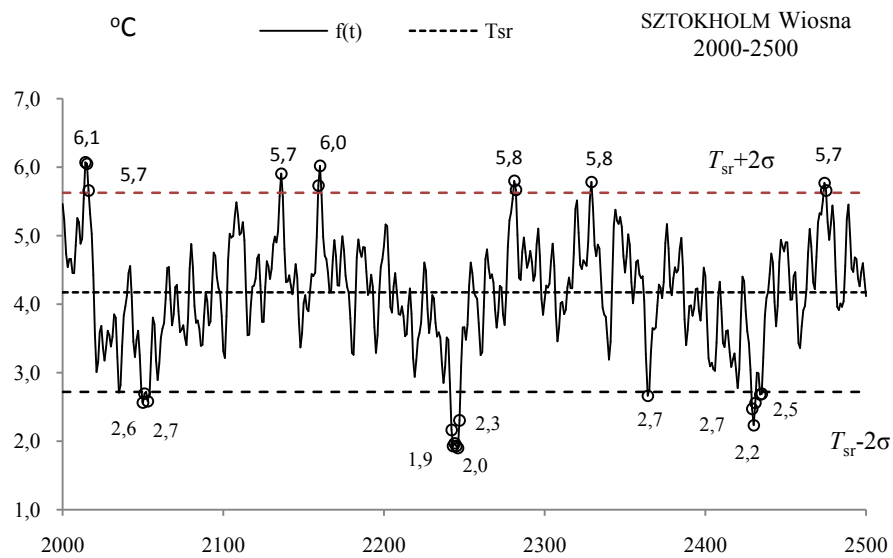


**Rys. 19b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 1500-2000  
**Fig. 19b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Spring in the 1500-2000 years.



**Rys. 20a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 2000-2500

**Fig. 20a.** Changes of air temperature in Stockholm in spring in the 2000-2500 years



**Rys. 20b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie wiosną w latach 2000-2500

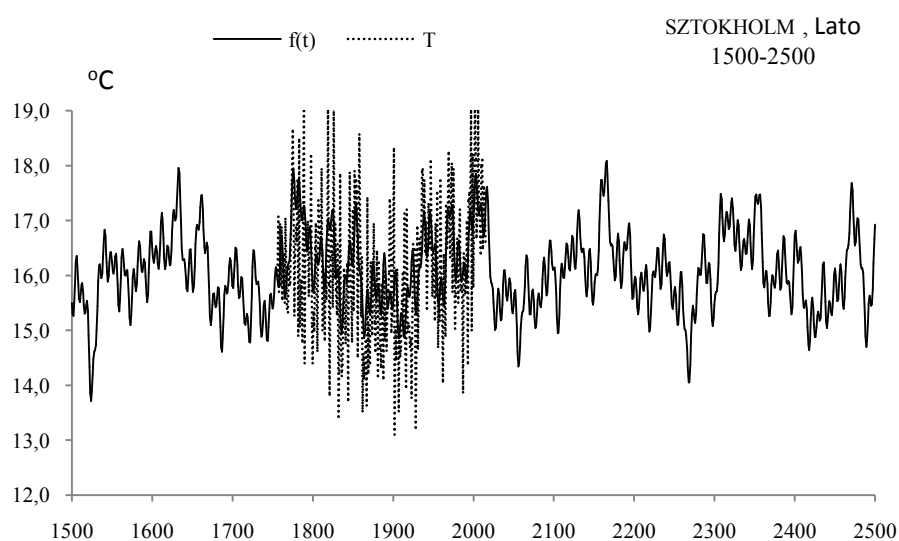
**Fig. 20b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Spring in the 2000-2500 years.

## LATO (VI-VIII)

**Tabela 5.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1756-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{\text{obl}}$  – test Fishera-Snedecora

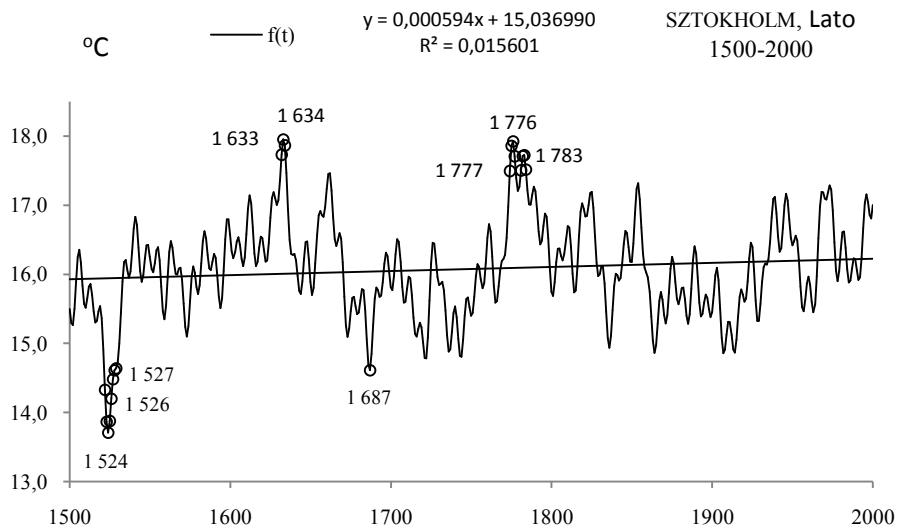
**Table 5.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Stockholm in summer in years 1756-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{\text{obl}}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{\text{obl}}$
7,1	0,320654	1,161619	1,565	0,221	6,783
11,6	0,188528	2,166070	1,598	0,170	3,917
16,1	0,241069	-0,397380	1,59	0,184	4,601
24,1	0,297404	2,959360	1,581	0,198	5,379
31,1	0,308624	-1,626185	1,571	0,213	6,253
38,5	0,322623	0,279516	1,53	0,265	9,958
57,4	0,219253	2,047154	1,582	0,196	5,292
76,2	0,274604	-0,947516	1,569	0,216	6,429
111,0	0,141432	1,463434	1,614	0,138	2,570
178,9	0,589536	1,107057	1,47	0,327	15,752



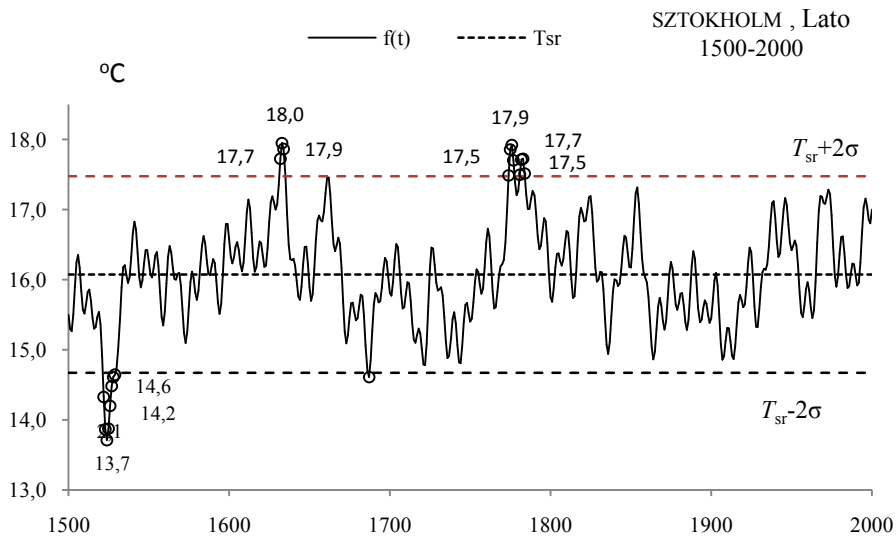
**Rys. 21.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1756-2019).

**Fig. 21.** Air temperature changes in Stockholm in summer in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1756-2019)



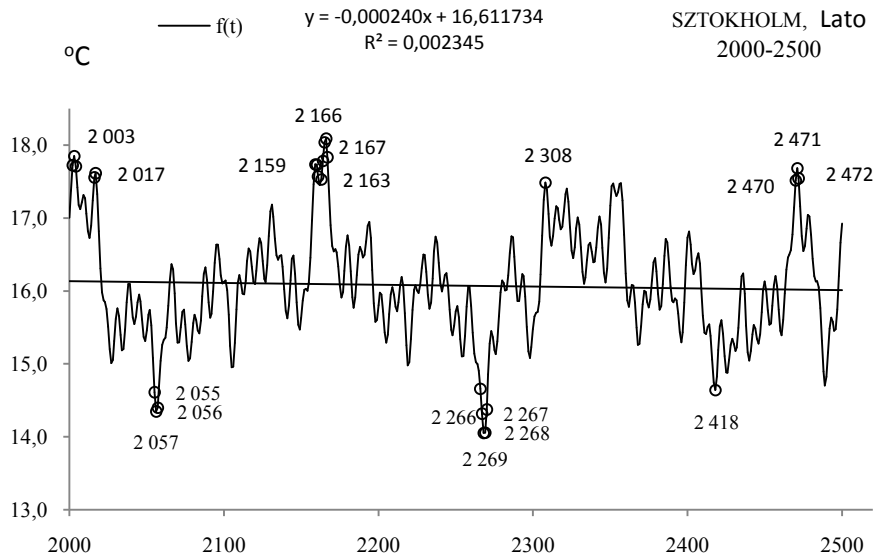
**Rys. 22a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1500-2000

**Fig. 22a.** Changes of air temperature in Stockholm in summer in the 1500-2000 years

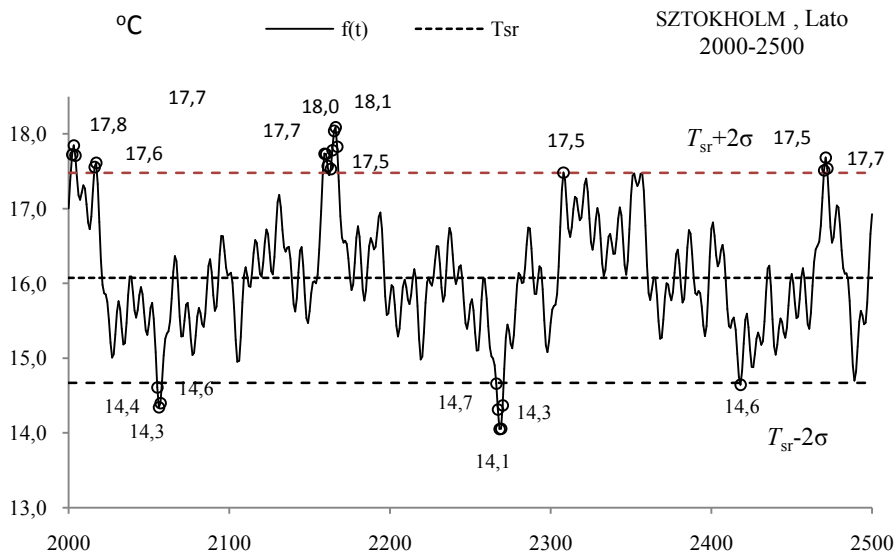


**Rys. 22b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 1500-2000

**Fig. 22b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Summer in the 1500-2000 years.



**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Stockholm in summer in the 2000-2500 years



**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w lecie w latach 2000-2500  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Summer in the 2000-2500 years.

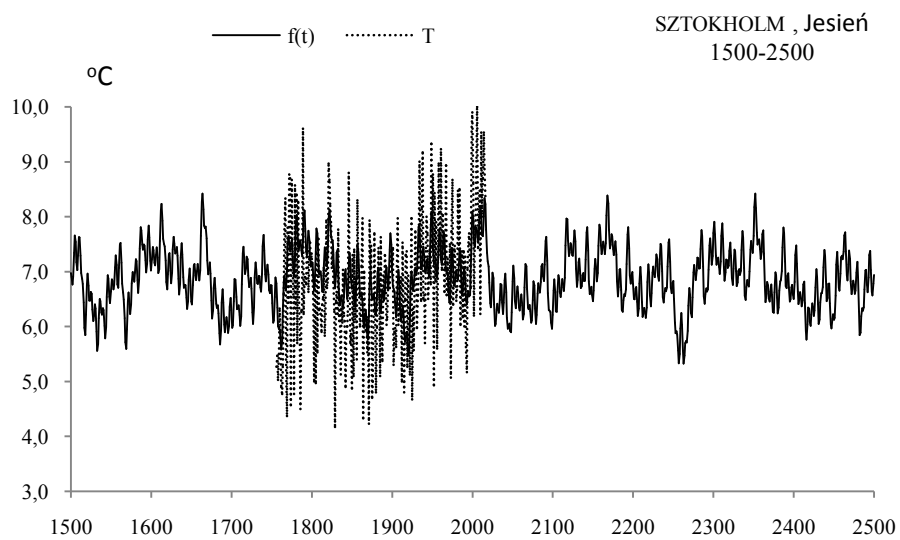


## JESIEŃ (IX-XI)

**Tabela 6.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 1756-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$ - współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

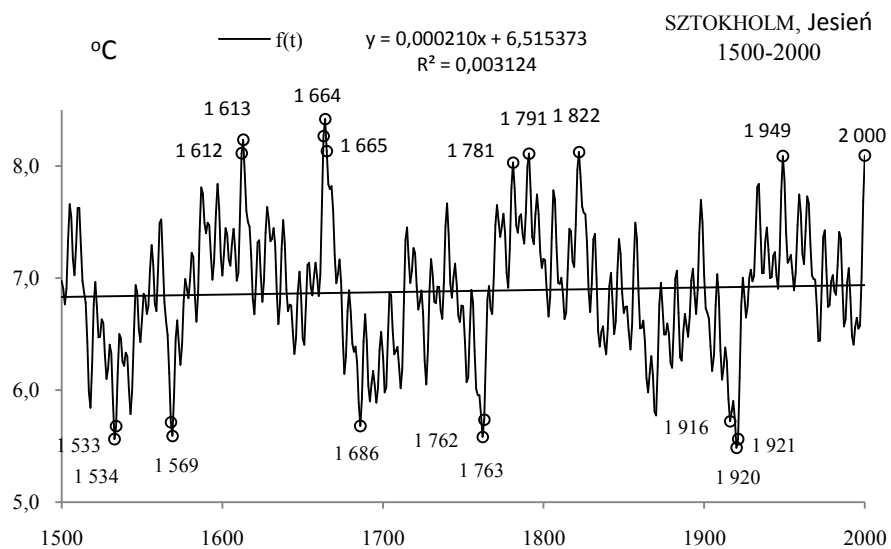
**Table 6.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Stockholm in autumn n years 1756-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,1	0,266456	0,670680	1,394	0,157	3,326
8,4	0,228528	1,000768	1,403	0,135	2,458
12,9	0,201980	0,858350	1,406	0,127	2,171
17,6	0,176404	-2,518006	1,406	0,127	2,171
26,6	0,218411	-2,017800	1,392	0,161	3,520
38,2	0,271497	-2,424814	1,357	0,225	7,016
56,6	0,293000	-1,378280	1,36	0,220	6,709
71,5	0,202236	0,332302	1,381	0,184	4,600
101,0	0,075082	2,065881	1,407	0,124	2,076
178,9	0,40603559	1,248701	1,345	0,243	8,256

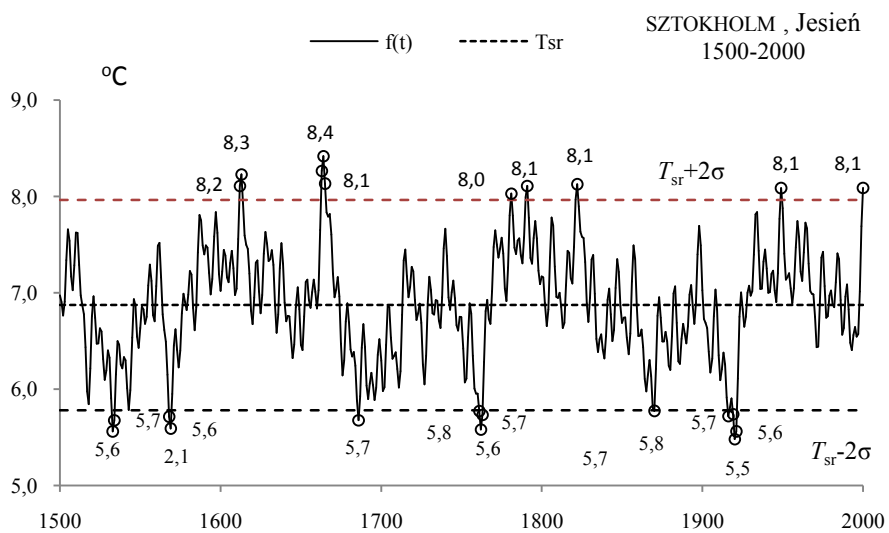


**Rys. 22.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1756-2019).

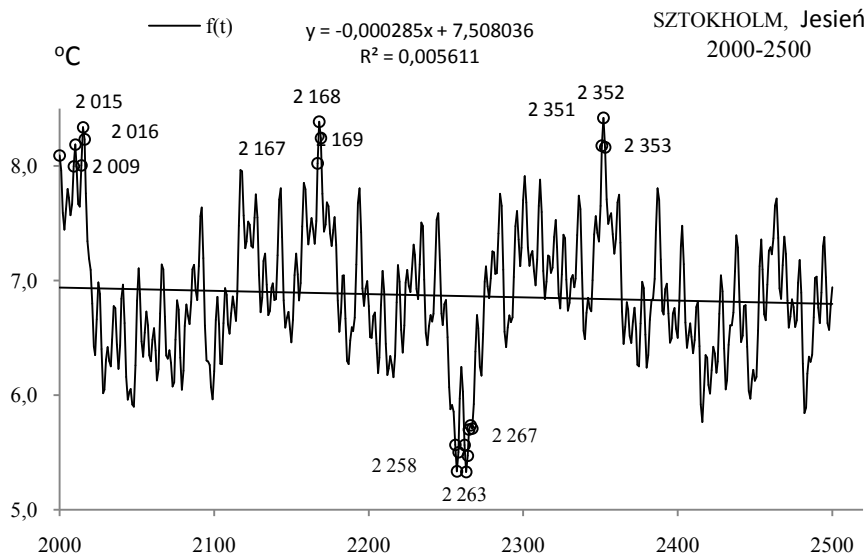
**Fig. 22.** Air temperature changes in Stockholm in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1756-2019)



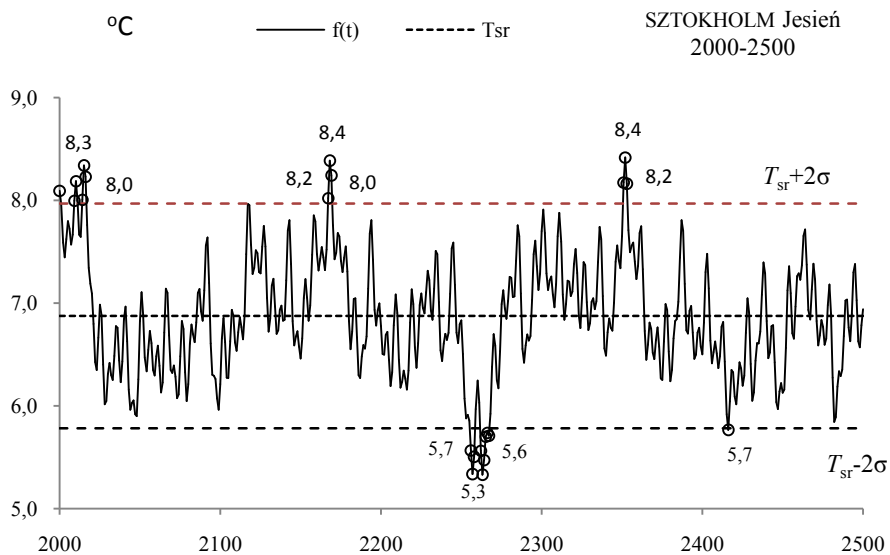
**Rys. 23a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 23a.** Changes of air temperature in Stockholm in Autumn in the 1500-2000 years



**Rys. 23b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 1500-2000  
**Fig. 23b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Autumn in the 1500-2000 years.



**Rys.24a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 24a.** Changes of air temperature in Stockholm in Autumn in the 2000-2500 years

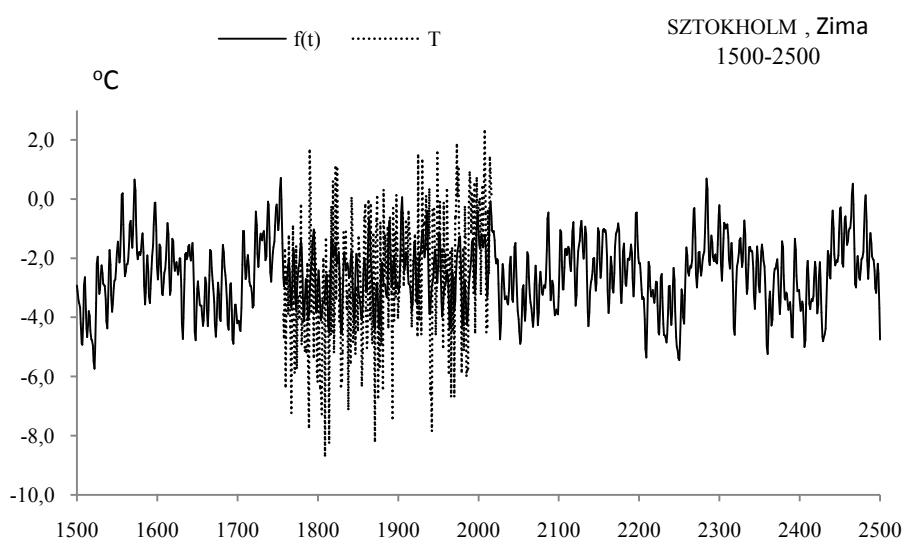


**Rys. 24b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie jesienią w latach 2000-2500  
**Fig. 24b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Autumn in the 2000-2500 years.

## ZIMA (XII-II)

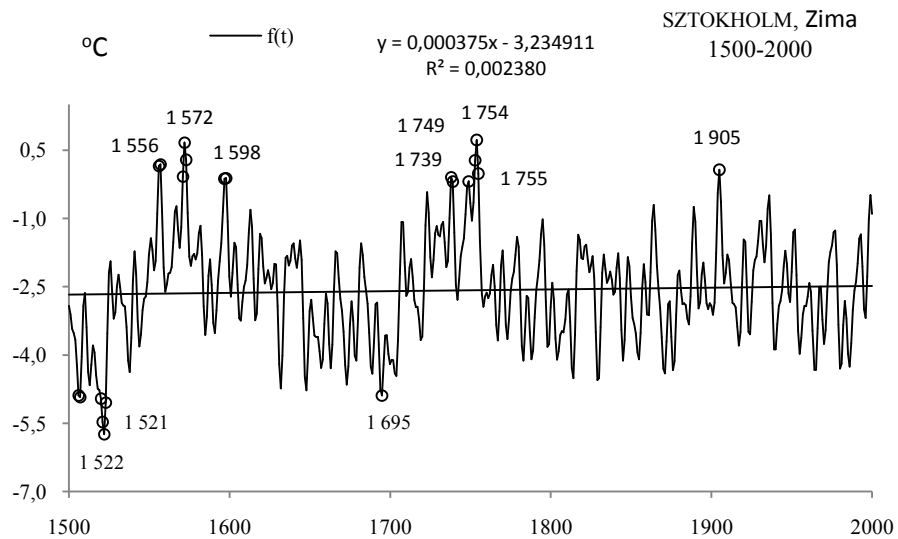
**Tabela 7** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 1756-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora  
**Table 7.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Stockholm in winter in years 1756-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
5,2	0,522470	-0,475030	4,978	0,163	3,602
7,9	0,704347	1,061997	4,868	0,219	6,666
14,0	0,558351	0,825689	4,942	0,183	4,590
22,2	0,634907	1,981640	4,915	0,197	5,340
36,8	0,328815	-2,090374	5,037	0,123	2,014
55,0	0,171832	-1,527998	5,067	0,096	1,220
65,4	0,172013	-2,816229	5,069	0,094	1,168
90,5	0,472727	0,167411	4,93	0,190	4,922
144,2	0,52462277	1,551966	5,024	0,133	2,360
178,9	0,510187	2,235808	5,102	0,048	0,306

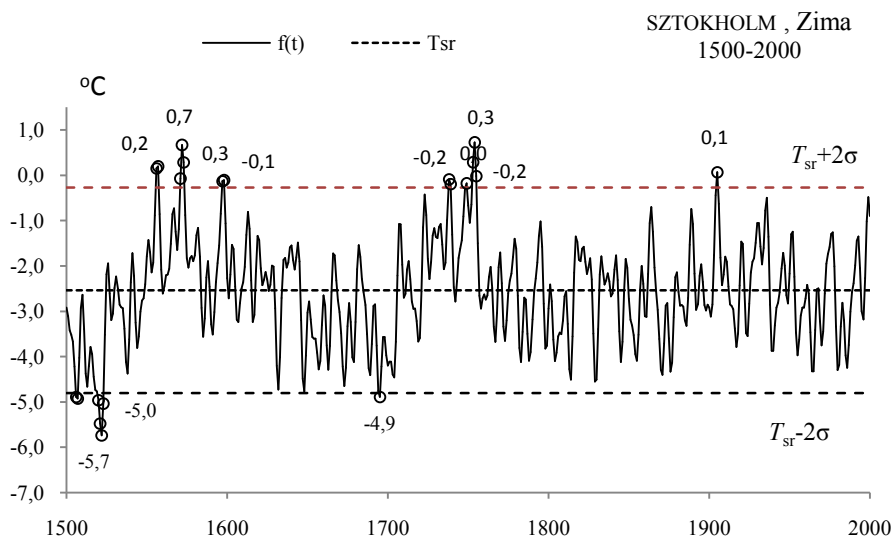


**Rys. 25.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w jesieni w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1756-2019).

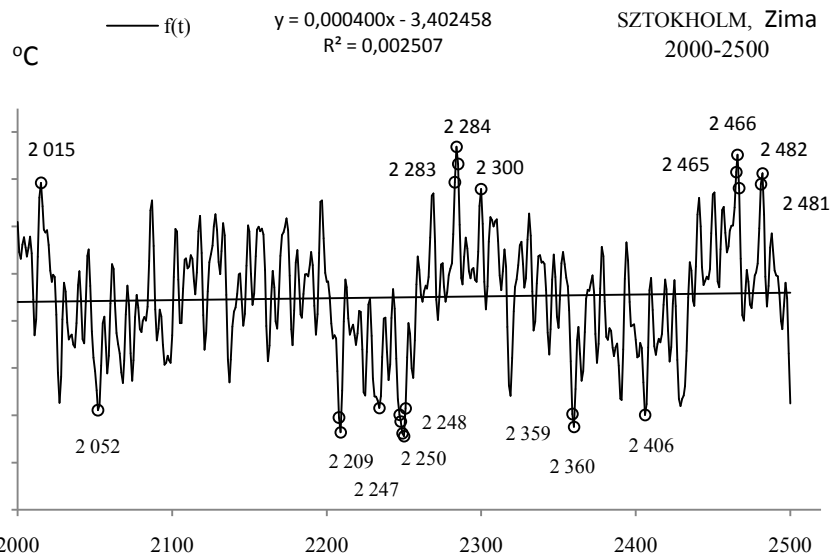
**Fig. 25.** Air temperature changes in Stockholm in Autumn in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1756-2019)



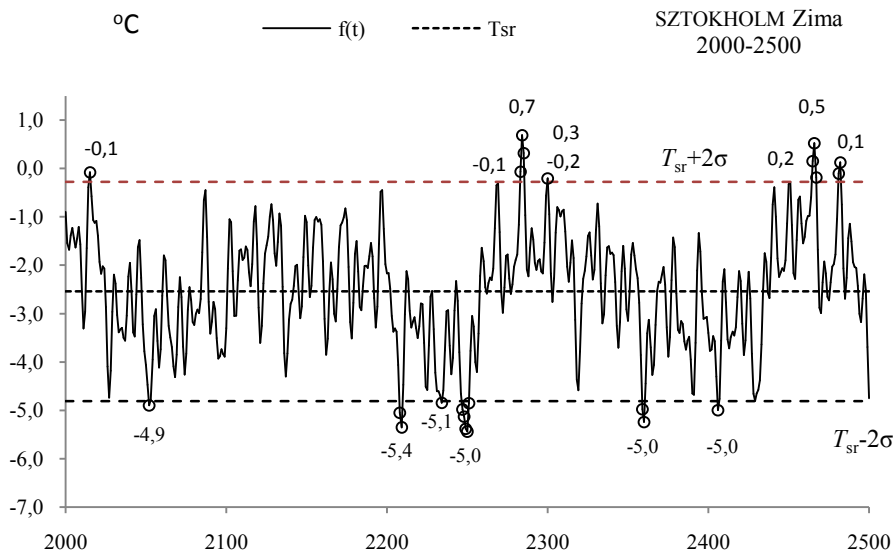
**Rys. 26a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 26a.** Changes of air temperature in Stockholm in Winter in the 1500-2000 years



**Rys. 26b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 1500-2000  
**Fig. 26b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Winter in the 1500-2000 years.



**Rys. 27a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 27a.** Changes of air temperature in Stockholm in Winter in the 2000-2500 years



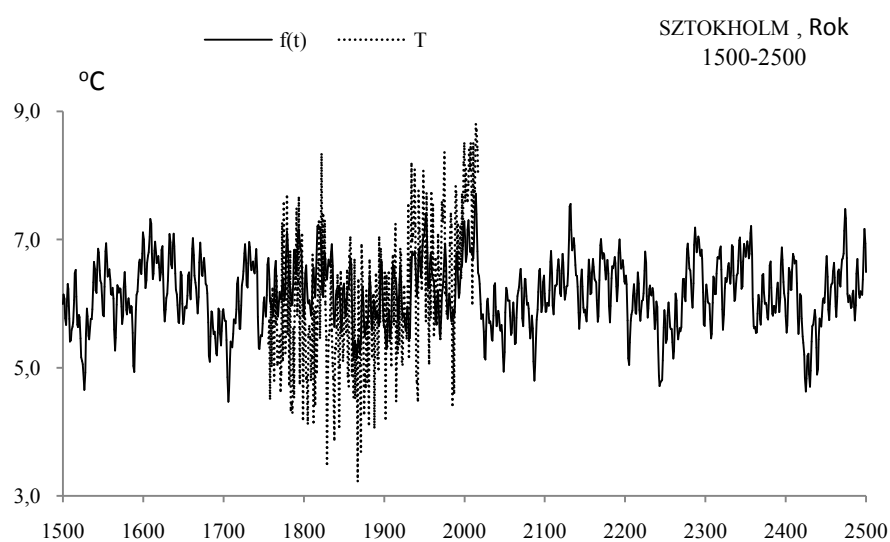
**Rys. 27b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w zimie w latach 2000-2500  
**Fig. 27b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in Winter in the 2000-2500 years.

## ROK (I-XII)

**Tabela 8.** Okresy  $\Theta$ , amplitudy  $b$  i fazy  $c$  cykli temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1756-2019,  $\varepsilon^2$  – wariancja resztkowa,  $R$  – współczynnik korelacji wielokrotnej,  $F_{obl}$  – test Fishera-Snedecora

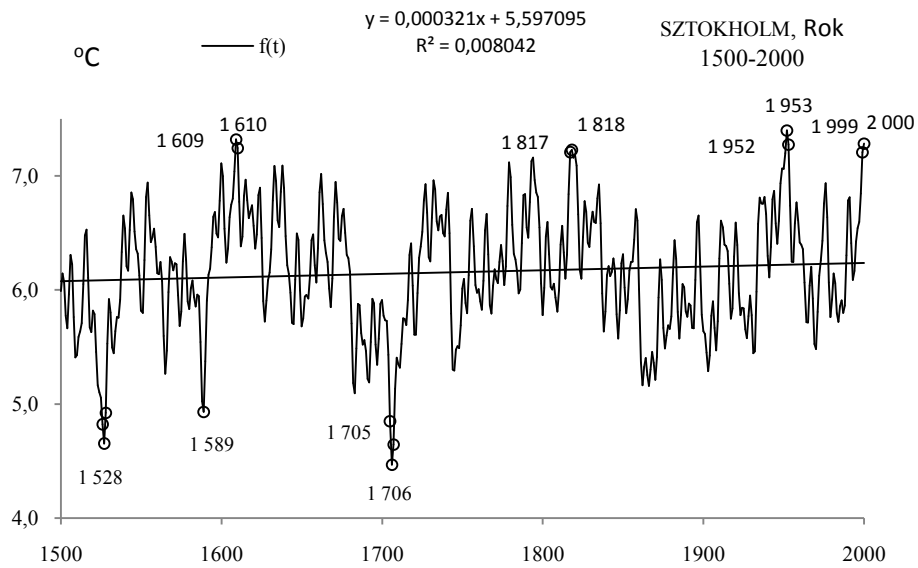
**Table 8.** Periods  $\Theta$ , amplitudes  $b$  and phases  $c$  of air temperature in Stockholm in year  $i$  in years 1756-2019, ( $\varepsilon^2$  – rest variance,  $R$  – multiple correlation coefficient,  $F_{obl}$  – F-test)

$\Theta$	$b$	$c$	$\varepsilon^2$	$R$	$F_{obl}$
4,7	0,216262	-1,604648	1,273	0,130	2,269
7,8	0,265788	0,329543	1,264	0,154	3,225
13,1	0,235643	2,682085	1,262	0,159	3,440
19,9	0,231738	-0,079668	1,269	0,141	2,692
31,0	0,235974	2,837774	1,274	0,127	2,164
45,4	0,103880	0,911450	1,283	0,096	1,223
56,2	0,271151	-2,861376	1,248	0,190	4,959
66,8	0,152310	1,280125	1,256	0,173	4,087
93,1	0,160294	-2,393994	1,24	0,206	5,843

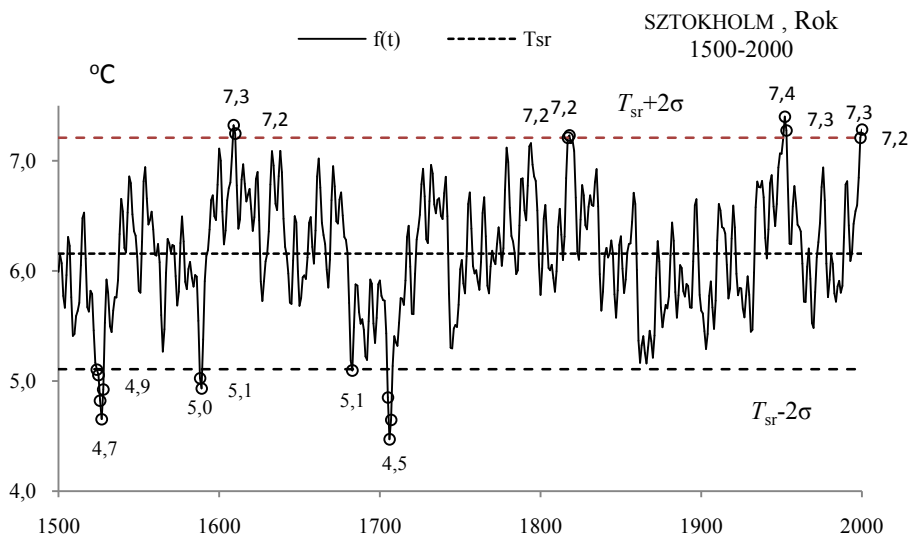


**Rys. 28.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1500-2500,  $f(t)$  – wartości obliczone (z prognozą na lata 2020-2500);  $T$  – wartości zmierzone (1756-2019).

**Fig. 28.** Air temperature changes in Stockholm in year in the years 1500-2500.  $f(t)$  – calculated values (with a forecast for the years 2020-2500);  $T$  – values measured (1756-2019)

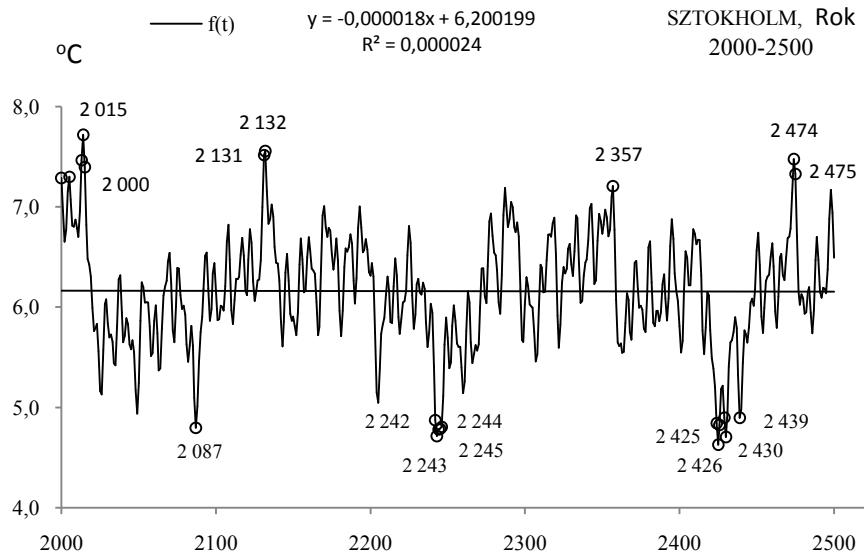


**Rys. 29a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 29a.** Changes of air temperature in Stockholm in year in the 1500-2000 years

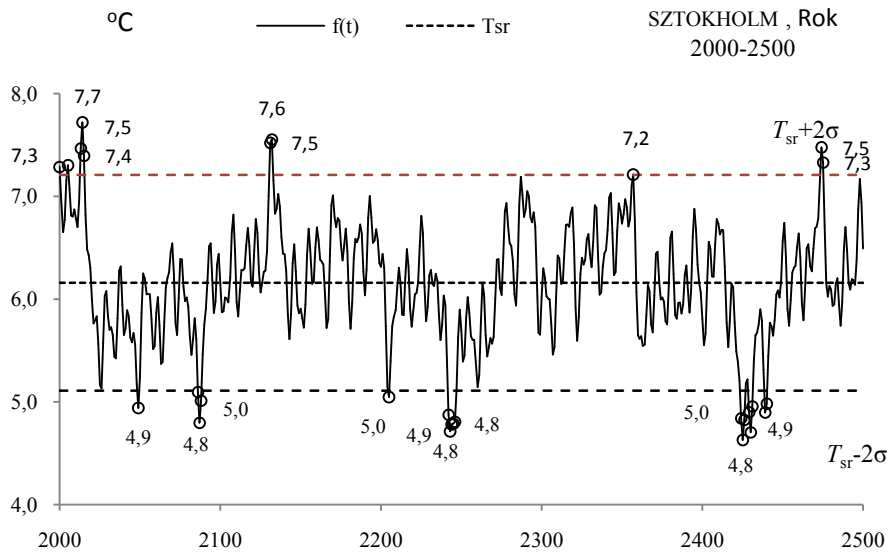


**Rys. 29b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 1500-2000  
**Fig. 29b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in year in the 1500-2000 years.





**Rys. 30a.** Zmiany temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 30a.** Changes of air temperature in Stockholm in year in the 2000-2500 years



**Rys. 30b.** Ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w Sztokholmie w roku w latach 2000-2500  
**Fig. 30b.** Extreme values of average air temperature in Stockholm in year in the 2000-2500 years.

## X. ZAKOŃCZENIE

*Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce* t. XLII. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w tysiącleciu 1500-2500* dotyczy ekstremów wiekowych temperatury powietrza w 30 miastach Europy w okresach obserwacji oraz w 4 miastach (Warszawa, Paryż, Genewa, Sztokholm) w latach 1500-2500 (wartości rekonstruowanych i prognozowanych).

W rozdziale II. *Zmiany klimatu Ziemi od -500 000 bp do 100 000 ad* przedstawiono ważniejsze wyniki dotychczasowych badań wahań promieniowania słonecznego na równoleżniku  $65^{\circ}$  N (od -500 tys. lat) spowodowane zmianami eliptycznej orbity Ziemi. W obliczeniach sum promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^{\circ}$  N posłużono się teorią M. Milankoviča (1930). W obliczeniach sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień (III-IX) przyjęto zakres zmian i długości cykli:

- 100 000 lat – mimośrodowi orbity Ziemi w przedziale  $0 \leq e \leq 0,066$  (wydłużając cykl 92 000 lat M. Milankoviča 1930),
- 40 000 lat – nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki  $21^{\circ}58' \leq \varepsilon \leq 24^{\circ}36'$
- 21 000 lat – długości ekliptycznej perihelium względem punktu równonocy wiosennej ( $\Omega$ ).

Okresy zbliżone, tj. 23 000, 42 000 i 100 000 lat, wykryto w zmianach izotopu tlenu  $^{18}\text{O}$  zawartego w węglanach wapnia osadów głębokomorskich (Hays i in. 1976).

Omówiono ochłodzenia i ocieplenia według zawartości izotopu tlenu ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$ ) w rdzeniu lodowym z wyspy Devon (Arktyka Kanadyjska).

Ostatnie głębokie minimum ( $t_{\min} = -22000$  lat temu) sum promieniowania słonecznego (w miesiącach marzec-wrzesień) spowodowało ostatnie zlodowacenie Ziemi. Natomiast ostatnie lokalne „rozległe” maksimum sum promieniowania słonecznego w okresie marzec-wrzesień określa holocenijskie ocieplenie klimatu, ponieważ przypada na datę -11 000 lat BP. Na ogół zmiany i zawartości izotopu tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  w rdzeniu lodowym (wyspa Devon) i promieniowania słonecznego na równoleżniku  $\varphi = 65^{\circ}$  N są synchroniczne, głównie w przedziale czasu t od -120 000 BP.

Ponadto scharakteryzowano ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w holocenie według zawartości substancji organicznych (%) w osadach Jez. Wikaryjskiego oraz substancji, organicznych (%), węglanów wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) i tlenków żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) zdeponowanych w Jez. Gościąż. Holocenijskie ochłodzenia i ocieplenia klimatu w Polsce są znane przede wszystkim na podstawie badań substancji organicznych, zdeponowanych w osadach Jez. Gościąż (Boryczka, Wicik, 1994). W laminowanych osadach Jez. Gościąż (w pobliżu Płocka) można było określić czas kalendarzowy (zliczając roczne przyrosty rdzenia osadów).

W widmie substancji organicznych zdeponowanych w Jez. Gościąż w ciągu ostatnich 12542 lat (wyznaczonym z odstępem czasu  $\Delta\Theta = 10$  lat) jest obecnych 10 istotnych okresów na poziomie 0,01.

W rozdz. III. *Zakres zmian temperatury powietrza w Europie ( $t_{\text{sr.}} - 2\sigma$ ,  $t_{\text{sr.}} + 2\sigma$ ) w ostatnich stuleciach i latach 1900-2018* omówiono metody badań anomalii temperatury powietrza w Europie, Rozkłady prawdopodobieństwa (histogram, dystrybuanta) oraz profile równoleżnikowe i południkowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018. Za wyjątkowe pod względem termicznym uznano te miesiące, pory roku, lata, w których średnia temperatura ( $T$ ) różni się od średniej wieloletniej ( $T_{\text{sr.}}$ ) co najmniej o 2 odchylenia standardowe ( $\sigma$ ).

Przedstawiono średnie wartości temperatury powietrza, ( $T_{\text{sr.}}$ ), odchylenia standardowe ( $\sigma$ ) oraz progi dolny  $T_{\text{sr.}} - 2\sigma$  i górny  $T_{\text{sr.}} + 2\sigma$  w 30 miastach w Europie w ostatnich stuleciach XVI-XXI i w latach 1990-2018.

Anomalie temperatury powietrza w Europie określono wyodrębniając 5 stref ograniczonych równoleżnikami, w których kolejność miast przyjęto z zachodu (*W*) na wschód (*E*):

1. Strefa I ( $\varphi > 60^\circ \text{N}$ ) – Akureyri (1882-018), Trondheim (1761-2018)
2. Strefa II ( $55^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ \text{N}$ ) – Oslo (1816-2018), Sztokholm (1756-2018), Tallinn (1779-2018), Kopenhaga (1768-2018), Moskwa (1779-2018)
3. Strefa III ( $50^\circ \leq \varphi \leq 55^\circ \text{N}$ ) – Londyn (1660-2018), Greenwich (1763-2018), Berlin (1769-2018), Warszawa (1779-2018), Praga (1771-2018), Wilno (1778-2018), Wrocław (1792-2018), Kraków (1827-2018), Kijów (1812-2018)
4. Strefa IV ( $45^\circ \leq \varphi \leq 50^\circ \text{N}$ ) – Paryż (1757-2018), Wiedeń (1761-2018), Innsbruck (1777-2018), Lwów (1882-2018), Bazylea (1755-2018), Zurych (1864-2018), Budapeszt (1780-2018), Genewa (1768-2018), Odessa (1821-2018)
5. Strefa V ( $\varphi \leq 45^\circ \text{N}$ ) – Marsylia (1838-2018), Rzym (1798-2018), Madryt (1880-2018), Tbilisi (1881-2018), Ateny 1858-2018

W rozdziałach IV. *Profile równoleżnikowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018* i V. *Profile południkowe temperatury powietrza na obszarze Europy w latach 1900-2018* pola średniej temperatury powietrza  $T_{sr}$ , odchylenia standardowego  $\sigma$ , progę dolnego  $T_{sr}-2\sigma$  i progę górnego  $T_{sr}+2\sigma$  temperatury powietrza w Europie w miesiącach I, II. ... XII i porach roku (wiosna, lato, jesień, zima) oraz roku w takim samym przedziale czasu – w latach 1900-2018 opisano wielomianami regresji 3- stopnia względem szerokości geograficznej ( $\varphi$ ) – profil równoleżnikowy i długości geograficznej ( $\lambda$ ) – profil południkowy.

W przypadku średniej temperatury powietrza w lecie wielomiany te mają postać

$$T_{sr} = -0,001945 \varphi^3 + 0,311079 \varphi^2 - 16,795510 \varphi + 323,305533 \quad (1)$$

$$T_{sr} = 0,00021 \lambda^3 - 0,00977 \lambda^2 + 0,12860\lambda + 18,06006 \quad (2)$$

oraz współczynniki determinacji :  $R^2 = 0,903545$  ,  $R^2 = 0,23039$ .

W rozdziałach VI *Anomalie temperatury powietrza w Warszawie w tysiącleciu 1500-2500* ( $\varphi=52^\circ 13' \text{N}$ ,  $\lambda=21^\circ 02' \text{E}$ ,  $H=110 \text{ m}$ , 1779-2019) i VII. *Anomalie temperatury powietrza w Paryżu w tysiącleciu 1500-2500* ( $\varphi=48^\circ 58' \text{N}$ ,  $\lambda=2^\circ 27' \text{E}$ ,  $H=65 \text{ m}$ , 1757-2019) określono *ekstrema* temperatury powietrza w miesiącach I, II. ... XII i porach roku (wiosna, lato, jesień, zima) oraz roku: w *Warszawie* – wartości zmierzonych (1779-2019), rekonstruowanych (1500-1778) i prognozowanych (2020-2500). w *Paryżu* – wartości zmierzonych (1757-2019), rekonstruowanych (1500-1757) i prognozowanych (1758-2500). Na rysunkach przedstawiono ekstremalne wartości średniej temperatury powietrza w tych miastach, zaznaczając liniami prostymi  $T_{sr}$  i progę dolny  $T_{sr}-2\sigma$  i górną  $T_{sr}+2\sigma$ , minima  $T_{inf}$  i maksima  $T_{sup}$  oraz lata w których wystąpiły. O największych ochłodzeniach i ociepleniach klimatu informują daty ekstremów – minimum  $t_{inf}$ ,  $T_{inf}$  i maksimum  $t_{sup}$ ,  $T_{sup}$ .

W rozdziałach VIII. *Anomalie temperatury powietrza w Genewie w latach 1500-2500* ( $\varphi=46^\circ 15' \text{N}$ ,  $\lambda=6^\circ 08' \text{E}$ ,  $H=416 \text{ m}$ , 1768-2019) i IX. *Anomalie temperatury powietrza w Sztokholmie w latach 1500-2500* ( $\varphi=59^\circ 34' \text{N}$ ,  $\lambda=18^\circ 06' \text{E}$ ,  $H=44 \text{ m}$ , 1756-2019). Rekonstrukcje i prognozy opracowano tylko dla pór roku i roku.

W rozdziale X – w *Zakończeniu* omówiono niektóre wyniki badań, a w XI – *Literatura* zamieszczono ważniejsze pozycje bibliograficzne.

W Załączniku przedstawiono promocję metody sinusoid regresji w Katedrze Inżynierii Leśnej Akademii Rolniczej w Poznaniu.

## XI. LITERATURA

- Alley R.B., 2000, The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quat. Sci. Rev.*, 19, 213-226.
- Bond G., Showers W., Cheseby M., Lotti r., Almasi P., Demenoca L P., Priore P., Cullen H., Hajdas I., Bonani G., 1997 – *A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates*. *Sci.*, 278 (5341), 1257-1266
- Boryczka J., 1984, *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu* [Deterministic and stochastic model of multi-periodic climate changes], Wyd. UW, Warszawa
- Boryczka J., 1993, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 400
- Boryczka J., 1998, *Zmiany klimatu Ziemi*, Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa, ss. 165
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Baranowski D., Kirchenstein M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2003, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XVII. *Mroźne zimy i upalne lata w Polsce* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, ss. 297
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Pietras K., Bijak S., J., Błażek E., Skrzypczuk J., 2005, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XIX. *Cechy termiczne klimatu Europy* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka), Wyd. UW, ss.184.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Grabowska K., Dobrowolska M., Osowiec M., Błażek E., Skrzypczuk J., 2010, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, *Zmiany klimatu Warszawy i innych miast Europy w XVII-XXI wieku*, Wyd. UW, ss. 417.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2010, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Północnej Półkuli Ziemi (na podstawie wahań izotopu tlenu  $\delta^{18}O$  i danych dendrologicznych)*, [W:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXV, s. 88-98.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2010, *Cooling and Warming of Climate of the Earth's Northern Hemisphere (on the basis of fluctuations of the oxygen isotope  $\delta^{18}O$  and dendrological data)*, *Miscellanea Geographica*, vol. 14, s. 47-58.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka, Unton-Pyziółek A., Gieszc P., 2011, *Zmiany klimatu Półkuli Północnej (na podstawie wahań promieniowania słonecznego i izotopu tlenu  $\delta^{18}O$ )*. *Prace i Studia Geogr.*, t. 47, Wyd. WGRS UW, s. 25-32.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification forecasts concerning of periodic changes in the climate of Warsaw in the period*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXVIII pt. *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Warszawie i innych miastach Polski*, Wyd. UW, s.431-451.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012, *Verification of forecasts of periodic changes in the climate of Warsaw in the period 1779-2010*, *Miscellanea Geographica*, vol.16, 16-22.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M. Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2012 c, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-2010*, *Prz. Geof.*, 57, 3-4, 343-362
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2013, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1813-2010*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXIX, *Ocena klimatu na potrzeby lotnictwa w Warszawie i innych miastach Polski*, s. 382-402.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2014, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXI-XXXII, *Modele empiryczne przestrzennych i czasowych zmian klimatu Europy z wyodrębnieniem Polski (ważniejsze wyniki badań)*, (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGRS UW, ss. 422.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2015, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII. *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 444.
- Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Weryfikacja prognoz okresowych zmian temperatury powietrza w Europie w XX-XXI wieku*, *Prz. Geof.* LX 2015, 3-4, 133-161.
- Boryczka J. Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2015, *Zależność przebiegu rocznego temperatury powietrza od aktywności Słońca (na przykładzie Warszawy (1951-2010))*, [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIII, *Zmiany wiekowe klimatu Europy z uwzględnieniem prognoz w XXI wieku i ich weryfikacja*, Wyd. WGRS UW, s. 363-375.

- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce* t. XXXVI. *Postęp badań zmian klimatu Ziemi w ostatnim tysiącleciu (XI-XXI)*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 407.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Kossowska-Cezak U., Wawer J., 2017, *The dependency between annual air temperature and solar activity. A case study of Warsaw in 1951-2010.*, *Miscellanea Geographica*, Vol. 21, No 3, pp 132-138, ISSN 2084-61-18, DOI 10 1515, Wyd. WGRS UW .
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce* t. XL. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)*, Wyd. UW, Warszawa, ss. 510..
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2020, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XLI. *Anomalie temperatury powietrza w Europie w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 606
- Boryczka J., 2019, *Zmiany klimatu Ziemi* (wydanie trzecie uaktualnione), Wyd. WGRS UW, Warszawa, ss. 346
- Briffa K., Cook E., 1990, *Methods of response function analysis* [w:] Cook E., Kairiukstis L. (red.) *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*, IIASA, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Douglass A.E , 1941, Age of Forestdale Ruins Excavated in 1939, *Tree-Ring Bulletin* Vol. 8, No. 2 (Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, 1937)
- Douglass A.E , 1944, Tree-Ring Dates from the Forestdale Valley, East-Central Arizona, *Tree-Ring Bulletin* Vol.7, No. 2
- Fritts H.C., 1976, *Tree Rings and Climate*, Academic Press, London.
- Girguś R., Strupczewski W., 1965, *Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI*, (red. A. Rojecki), Wyd. K i Ł Warszawa
- Hays J. D., Imbrie J., Shackleton N. J., 1976, *Variation in the Earth's orbit: Pacemaker of the ice ages*, *Science*, 194, nr 4270.
- Intergovernmental Panel on Climate Change* , IPCC, 1990, *Scientific Assessment of Climate Change – Report of Working Group I*, Cambridge University Press, 365 pp
- IPCC, 1995, *Climate change 1995. The Scientific of Climate Change*, Cambridge University Press, 572 pp
- IPCC, 2001. *Climate change 2001. The Scientific Basis*, Cambridge University Press, 944 pp
- IPCC, 2007, *Climate change 2007. The physical science basis* [w:] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC (2012)
- Miller H. L. (ed.) *Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge
- Johnsen S. J., Dansgaard W., Clausen H. B., Longway C. C., 1970, *Climatic oscillations 1200-2000 A.D.*, *Nature*, nr 227, London
- Jones P. D., Jonsson T., Wheeler D., 1997, *Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland*, *Int. J. Climatol.*, 17, s. 1433-1450
- Klein Tang A. M. G., Wijgard J. B. et al., 2002, *Daily data set of 20th century surface air temperature and precipitation series for European Climate Assessment (ECA)*, *Int. J. Climatology*, 22, 1441-1453
- Kondratiev K.J., Nikolski G. A, 1970, *Solar radiation and solar activity*, *Quart. J. Royal. Meteor. Soc.*, no 96
- Kossowska-Cezak U., 1995, *Lato w Polsce na tle sezonów letnich ostatnich 120 lat*, *Materiały konferencji „Klimat i bioklimat miast”*, Wyd. U. Ł.
- Kossowska-Cezak U., 2005, *Współczesne ocieplenie a codzienne wartości temperatury średniej dobowej w Warszawie* [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki) PTGeof, IMGW, Warszawa
- Kossowska-Cezak, U., Twardosz R., 2013, *Niezwykłe chłodne sezony letnie w Europie Środkowej i Wschodniej (1951-2010)*. *Prz. Geof.*, t. 58, nr 1-2, s. 25-39.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2017, *Anomalie termiczne w Europie (1951-2010)*. IGiGP UJ, Kraków, ss.183.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2019, *Wielkoobszarowe anomalie termiczne w Europie (1951-2018)*. IGiGP UJ, Kraków, ss.80.

- Kożuchowski K., Boryczka J., 1997, Cykliczne wahania i trendy czasowe zmian poziomu morza w Świnoujściu (1811-1990), *Przeł. Geof.* t. 42, z.1
- Lamb H. H., 1974, *Volcanic dust in the atmosphere with a chronology and assessment of meteorological*, *Phil. Transactions Roy. Soc., ser.A*, 226
- Lorenc H., 1994, *Symptomy zmian klimatu w strefach ograniczonych wpływów antropogenicznych*, *Mat. Bad. IMGW, Meteorologia*, 19
- Lorenc H., 2000, *Studia nad 202-letnią (1779-1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji*, *Mat. Bad. IMGW, Meteorologia*, 31
- Manley G., 1974, *Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973*, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, no 100
- Marks L. 2016, *Zmiany klimatu w holocenie*, *Przeł. Geologiczny*, vol. 64, nr 1.
- Marsz AA. (ed.), 1999, *Wpływ stanu termicznego powierzchni oceanu na modyfikacje cyrkulacji atmosferycznej w wymiarze klimatologicznym* [Impact of the thermal condition of the ocean's surface on the modification of atmospheric condition in the climatological dimension], *conference proceedings*, Gdynia 6 May 1999.
- Milankovich, 1930. *Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen*
- Milanković M., 1938, *Matematiczeskaja klimatologija i astronomiceskaja teorija kolebanij klimata*, ONTU, Moskwa
- Miler A. T., 2013, *Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach*. Poznań, ss. 135, <https://www.researchgate.net/.../288835868>
- Miler A. T., Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B., Krysztofiak A., Sobalak M., National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov/cgi-bin/paleo/webmapper.cgi>
- Niedźwiedz T., 1994, *Charakterystyka synoptyczna klimatu* [w:] *Atlas Rzeczypospolitej Polskiej*, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Warszawa
- Paszyński J., Niedźwiedz T., 1991, *Klimat*, [w:] Starkel L. (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN Warszawa.
- Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D. i in., 1999, *Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core*, Antarctica, *Nature* 399, p. 429
- 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*, *Przeł. Geograficzny*, PAN IGPZ, Warszawa, t. 76, z.1.
- Przysiecka K., 2007, *Opracowanie strategii ochrony obszarów mokradłowych na terenie leśnych kompleksów promocyjnych na przykładzie LKP Lasy Rychalskie*, Poznań, ss. 150, <https://docplayer.pl/14657669-Sprawozdanie-koncowe.html>
- Rakipowa L. R., 1960, *O wozdziejstwie solnicznej aktywnosci na obszaru cirkulacji atmosfery*, *Astronom. zbornik*, III i IV
- Reznikov A. P., 1982, *Priedskazanie jestiestwiennych processow obuczajuszcziesja sistiemoj*, Nowosybirsk
- Rogers J. C., 1984, *A comparison of the mean winter pressure distribution in the extremes of the North Atlantic Oscillation and Southern Oscillation* [w:] H. Van Loon (red.), *Studies in Climate*, NCAR Technical Note, February 1984, Boulder, Colorado, s. 208-241
- Rojecki A., 1956, *O najdawniejszych obserwacjach meteorologicznych na ziemiach Polski*, „Przeł. Geofizyczny”, R. I, z. 3-4
- Rojecki A., 1968, *O obserwacjach meteorologicznych w Warszawie w wieku XVII-XIX*, „Przeł. Geofizyczny”, t. XIII, z. 1
- Stopa-Boryczka M. (ed.), 2003, *Studies on the Climate of Warsaw*, Warsaw University, Faculty of Geography and Regional Studies
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Bijak Sz., Cebulski R., Błażek E., Skrzypczuk J., 2007, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XX-XXI, *Cykliczne zmiany klimatu Europy w ostatnim tysiącleciu według danych dendrologicznych*, red. M. Stopa-Boryczka, Wyd. UW, Warszawa, ss. 266.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2009, *Wpływ czynników geograficznych na klimat Europy*, *Prace i Studia Geograficzne*, T. 41, ss. 191-208

- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XXXIV, *Klimat Europy – Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość (w kolejnych 33 tomach Atlasu I, 1974 – XXXIII, 2015)* (red.: K. Błażejczyk, M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. WGSR UW, ss. 462.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2016, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych geograficznych w Polsce*, t. XXXV. *Badania klimatu Europy w różnych skalach przestrzennych (w publikacjach Zakładu Klimatologii UW, 1951-2016)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 415.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2017, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych geograficznych w Polsce*, t. XXXVII. *Postęp badań zmian klimatu Polski i ich znaczenie dla życia i gospodarczej działalności człowieka*, (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 444
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce t. XXXVIII-XXXIX. Postęp badań zmian klimatu Warszawy w ostatnich stuleciach (XVIII-XXI)* (red.: M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 428
- Trepińska J., 1973, *Zmiany w przebiegu temperatury powietrza w Krakowie w XIX i XX wieku*, Przegł. Geofiz., z. 1-2
- Trepińska J., 1988, *Wieloletni przebieg ciśnienia i temperatury powietrza w Krakowie na tle ich zmienności w Europie*, Rozprawy Habilitacyjne UJ, 140, Kraków
- Trepińska J., 2001, *Fluktuacje termiczne w Europie od malej epoki lodowej do końca XX wieku*, Prace i Studia Geograficzne, t. 29, Warszawa, s. 73-77
- Twardosz R., 2009, *Fale niezwyklej upałów w Europie na początku XXI wieku. Extraordinary heat waves in the beginning of the 21 st century in Europe*, Przegł. Geof., r. LIV, z. 3-4, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2013, *Niezwykłe anomalie termiczne w strefie klimatu podbiegunowego obszaru Atlantyczno-Europejskiego*, Problemy Klimatologii Polarnej nr 23, s. 93-105.
- Walanus A. Nalepka D. 2005, *Wiek rzeczywisty granic chronozon wyznaczonych w latach radiowęglowych*. Bot. Guidebooks, 28:313–321.
- Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*, Wyd. Nauk. UAM, ss. 489, Poznań
- Zieliński R., 1972, *Tablice Statystyczne*, PWN, Warszawa, ss. 392
- Zielski A., Krapiec M., 2004, *Dendrochronologia*, , Warszawa.

## ZAŁĄCZNIK

### PROMOCJA METODY SINUSOID REGRESJI W KATEDRZE INŻYNIERII LEŚNEJ AKADEMII ROLNICZEJ IM. AUGUSTA CIESZKOWSKIEGO W POZNANIU


#### 1. Opracowanie strategii ochrony obszarów mokradłowych na terenie leśnych kompleksów promocyjnych na przykładzie LKP Lasy Rychtałskie

INTERNET (wpis *Promocja metody sinusoid regresji J. Boryczki*)


[www.lasy.gov.pl](http://www.lasy.gov.pl) > pro > prace-naukowe > mokradla\_cale PDF

#### KONFERENCJA NAUKOWA

Leśne Kompleksy Promocyjne godzą cele gospodarcze z celami aktywnej ochrony ekosystemów,  
propagując ... **Metoda sinusoid regresji J. Boryczki. Metoda J.**



Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego,  
60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 28,  
Katedra Inżynierii Leśnej, 60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41  
Tel./Fax. 061 848-7366, NIP 777-00-04-960



**SPRAWOZDANIE KOŃCOWE**

Nr zadania: 18  
Tytuł: **OPRACOWANIE STRATEGII OCHRONY  
OBSZARÓW MOKRADŁOWYCH NA TERENIE  
LEŚNYCH KOMPLEKSÓW PROMOCYJNYCH  
NA PRZYKŁADZIE LKP LASY RYCHTAŁSKIE**

Opracowanie wykonane dla  
DYREKCJI GENERALNEJ LASÓW  
PAŃSTWOWYCH  
ul. WAWELSKA 52/54  
00-922 WARSZAWA

Autorzy:  
Prof. dr hab. inż. ANTONI T. MILER – kierownik tematu  
Prof. nadzw. dr hab. inż. BOGUSŁAW KAMIŃSKI  
Dr hab. inż. ANDRZEJ CZERNIAK  
Dr inż. SYLWESTER GRAJEWSKI  
Dr inż. BERNARD OKOŃSKI  
Mgr inż. ANNA KRYSZTOFIAK  
Mgr inż. MAŁGORZATA SOBALAK  
Inż. KAMILA PRZYSIECKA  
MACIEJ KAMIŃSKI

Poznań 2007



## SPIS TREŚCI

	<i>Strona:</i>
1. WSTĘP.....	3
2. LEŚNY KOMPLEKS PROMOCYJNY LASY RYCHTALSKIE.....	5
3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA POWIERZCHNI DOŚWIADCZALNYCH I ZAKRESU BADAŃ.....	21
4. METODY OBLICZANIA TRENDÓW I OKRESOWOŚCI ZMIAN KLIMATYCZNYCH (TEMPERATUR POWIETRZA, OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH).....	23
5. STAN AKTUALNY ORAZ PROGNOZA ZMIAN STOSUNKÓW WODNYCH NA OBSZARACH MOKRADŁOWYCH LEŚNEGO KOMPLEKSU PROMOCYJNEGO LASY RYCHTALSKIE.....	35
6. MODELOWANIE ODPLYWU Z LEŚNEJ ZLEWNI MOKRADŁOWEJ.....	40
7. POTENCJALNA ZDOLNOŚĆ RETENCYJNA OBSZARÓW LEŚNYCH NADLEŚNICTWA DOŚWIADCZALNEGO SIEMIANICE.....	53
8. STANY WÓD GRUNTOWYCH W LATACH HYDROLOGICZNYCH 2003-2006 NA OBSZARZE ZLEWNI DOŚWIADCZALNEJ ROWU G-8 W LEŚNICTWIE MARIANKA W LZD SIEMIANICE.....	72
9. JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH I GRUNTOWYCH.....	79
10. POZIOM METALI CIĘŻKICH W WODACH GRUNTOWYCH ORAZ W GRUNTACH W BEZPOŚREDNIM SĄSIEDZTWIE SZLAKÓW KOMUNIKACYJNYCH.....	95
11. SYTUACJA DROGOWA NA TERENIE LKP LASY RYCHTALSKIE.....	102
12. ZMIANA ODPLYWU WEZBRANOWEGO W MAŁEJ ZLEWNI LEŚNEJ PO ZABUDOWIE CIEKU.....	111
13. DIOKSYNY.....	120
14. PIERWIASTKI ŚLADOWE W GLEBACH OBSZARÓW MOKRADŁOWYCH.....	131
15. PODSUMOWANIE.....	141
16. STRATEGIA OCHRONY OBSZARÓW MOKRADŁOWYCH.....	144
<i>Streszczenie – Summary</i> .....	<i>148</i>

Praca wykonana przez Zespół Pracowników Katedry Inżynierii Leśnej Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu (kierownik tematu prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler):

- *Opracowanie strategii ochrony obszarów mokradłowych na terenie leśnych kompleksów promocyjnych na przykładzie LKP Lasy Rychtalskie*, ss. 150, Poznań 2007
- W rozdziale 4. *Metody obliczania trendów i okresowości zmian klimatycznych (temperatur powietrza, opadów atmosferycznych)* (Str. 31-34, wzory 4.22 -27) omówiono trzy metody statystyczne
- *Metoda szeregu Fouriera*
  - *Rangowa metoda oceny trendu Mann-Kendalla*
  - *Metoda sinusoid regresji J. Boryczki* (str. 31-34)

## Metoda sinusoid regresji J. Boryczki

Metoda J. Boryczki (1984) pozwala na wykrywanie rzeczywistych (optymalnych) okresów. Te optymalne okresy  $T$  zmian sekularnych wyznacza się przez eliminację sinusoid regresji:

$$y = a_o + b \sin \left( \frac{2\pi}{T} t + c \right) \quad (4.22)$$

spośród  $T = 1, 2, \dots, n$ , gdzie  $n$  – liczba pomiarów.

Poszukiwane okresy optymalne  $T_j$  to minima lokalne wariancji resztkowej  $\varepsilon^2$  odpowiadające maksimum współczynnika korelacji wielokrotnej, odpowiadające maksimum

współczynnika korelacji wielokrotnej  $R = \left( 1 - \frac{\varepsilon^2}{s^2} \right)^{\frac{1}{2}}$ , gdzie  $s$  jest odchyleniem standardowym zmiennej  $y$ . Model wykrywania optymalnych okresów jest weryfikowany za pomocą ostrego testu Fishera-Snedecora  $F_{obl} = \frac{n-3}{2} \frac{R^2}{(1-R^2)}$  o 2 i  $n-3$  stopniach swobody (Zieliński, 1972).

Znalezienie ukrytego okresu  $T_j$  – tj optymalnej sinusoidy regresji sprowadza się do wyznaczenia równania płaszczyzny regresji:

$$y = a_0 + \alpha x_1 + \beta x_2 \quad (4.23)$$

względem zmiennych  $x_1 = \sin \left( \frac{2\pi}{T} t \right)$ ,  $x_2 = \cos \left( \frac{2\pi}{T} t \right)$ . Amplituda ( $b$ ) elementu hydroklimatycznego i przesunięcie fazowe ( $c$ ) określone są wzorami:

$$b = (\alpha^2 + \beta^2)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{tg}(c) = \frac{\beta}{\alpha} \quad (4.24)$$

gdzie kąt spełnia warunki  $\alpha = b \cos(c)$ ,  $\beta = b \sin(c)$

Metodą optymalnych okresów można wyznaczyć odcinek sinusoidy regresji o okresie dłuższym niż długość ciągu pomiarowego ( $T > n$ ). Można ją także stosować w przypadku niekompletnych ciągów chronologicznych (braku danych obserwacyjnych w niektórych latach). Metoda ta jednak zakłada liniowość systemu (tylko wtedy można dokonywać stosownej superpozycji, czyli składania), co nie zawsze jest prawdziwe. Znając optymalne okresy  $T_j$  możemy wyznaczyć trend czasowy elementu hydroklimatycznego według równania:

$$y = f(t) = a_o + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{T_j} t + c_j \right) \quad (4.25)$$

minimalizując wariancję resztkową:

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - f(t_i)]^2 \quad (4.26)$$

gdyż okresy  $T_j$  są niewspółmierne.

Przez ekstrapolację funkcji trendu czasowego  $f(t)$  analizowanych zmiennych można dokonać ich rekonstrukcji ( $t < 0$ ), bądź uzyskać prognozę ( $t > 0$ ) z dowolnym wyprzedzeniem czasowym. Jeżeli do funkcji  $y = f(t)$ , aproksymującej okresowe (naturalne) zmiany wynikające z nakładania się rzeczywistych cykli, dodamy składnik liniowy  $\Delta y = a\Delta t$ , to model trendu czasowego  $F(t)$  rozdzielimy na dwa składniki:

$$y = F(t) = a_o + at + \sum_{j=1}^k b_j \sin \left( \frac{2\pi}{T_j} t + c_j \right) \quad (4.27)$$

$a_o + at$  – odpowiada za zmiany antropogeniczne,

$$\sum_{j=1}^k b_j \sin\left(\frac{2\pi}{T_j}t + c_j\right) - \text{odpowiada za zmiany naturalne wynikające z cykli rzeczywistych } T$$

Składnik liniowy o stałej tendencji  $a = \text{constans}$  może wykazywać wpływ sukcesywnie postępujących zmian pochodzenia antropogenicznego. Jeżeli współczynnik regresji  $a > 0$ , to zmiany antropogeniczne mają tendencję wzrostową a gdy zaś  $a < 0$  – tendencję spadkową.

#### Cytowana literatura \*)

- Boryczka J. (1984): *Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu*. Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, nr 234, Warszawa.
- Boryczka J. (1993): *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych.
- Gutry-Korycka M., Boryczka J. (1990): *Długookresowe zmiany elementów bilansu wodnego w Polsce i w zlewisku Bałtyku*. Przegląd Geofizyczny, zeszyt 3-4.
- Kożuchowski K., Żmudzka E. (2001): *Ocieplenie w Polsce. Skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku*. Przegląd Geofizyczny, zeszyt 1-2.
- ...
- Żmudzka E. (1995): *Tendencje i cykle zmian temperatury powietrza w Polsce w latach 1951-1990*. Przegląd Geofizyczny, (rocznik 40) zeszyt 2

\*) Zastosowano metodę „sinusoid regresji” w badaniach cykliczności zmiennych meteorologicznych i w prognozach.

## 2. Monografia prof. dr hab. inż. Antoniego T. Milera

zielski.osdw.pl > ksiazka > Antoni-T-Miler > Kompleksow...

### Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach ...

Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach, **Antoni T. Miler**, 23,1 zł. W **monografii** przedstawiono najważniejsze relacje, po części synergiczne ...

W monografii Prof. dr hab. inż., Antoniego T. Milera:

- Miler A. T., 2013, *Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, ISBN 978-83-7160-696-0. ss. 135

zamieszczono rozdział 4.7. *Metody obliczania trendów i okresowości zmian klimatycznych* (str. 67-76, wzory 58-63) w którym omówiono 4 metody statystyczne, w tym *metodę sinusoid regresji J. Boryczki* (s. 74-76):

- *Metoda szeregu Fouriera*
- *Rangowa metoda oceny trendu Mann-Kendalla*
- *Test Lombarda*
- *Metoda sinusoid regresji J. Boryczki* (s. 74-76)

Metodę sinusoid regresji omówiono t. XL w rozdziale VIII. PROMOCJA METODY SINUSOID REGRESJI J. BORYCZKI W PUBLIKACJACH KATEDRY INŻYNIERII LEŚNEJ AKADEMII ROLNICZEJ W POZNANIU, s. 475-477

- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2018, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, t. XL. *Anomalie klimatu w Europie w ostatnim tysiącleciu (X-XXI)* (red. M. Stopa-Boryczka, J. Boryczka, J. Wawer, W. Żakowski), Wyd. UW, Warszawa, ss. 510