



atlas

WSPÓŁZALEŻNOŚCI
PARAMETRÓW
METEOROLOGICZNYCH
I GEOGRAFICZNYCH
W POLSCE

Tendencje wiekowe klimatu miast w Europie

JERZY BORYCZKA
MARIA STOPA-BORYCZKA
ELŻBIETA BŁAŻEK
JAN SKRZYPCZUK

XI. TENDENCY OF CLIMATE OF CITIES IN EUROPE

atlas

**OF INTERDEPENDENCE
OF METEOROLOGICAL
AND GEOGRAPHICAL
PARAMETERS
IN POLAND**

WARSZAWA 1998

JERZY BORYCZKA
MARIA STOPA-BORYCZKA
ELŻBIETA BŁAŻEK
JAN SKRZYPCZUK

XI. TENDENCJE WIEKOWE KLIMATU MIAST W EUROPIE

atlas

WSPÓŁZALEŻNOŚCI
PARAMETRÓW
METEOROLOGICZNYCH
I GEOGRAFICZNYCH
W POLSCE

WARSZAWA 1998

Pod redakcją naukową
Marii Stopy-Boryczki

Redaktor
Władysław Żakowski

Redaktor techniczny
Joanna Świętochowska

Książka dofinansowana przez Komitet Badań Naukowych

© Copyright by Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego 1998

ISBN 83-235-0016-0

Skład i łamanie
Dariusz Górski

Druk i oprawa: Zakład Graficzny UW, zam. 483/98

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	5
I PROBLEMY BADAŃ WSPÓŁCZESNYCH ZMIAN KLIMATU	7
II ZASTOSOWANE METODY BADAŃ WSPÓŁCZESNYCH WAHAŃ KLIMATU	16
1. Wyznaczanie okresów metoda „sinusoid regresji”	17
2. Modulacja cykli krótkich	19
3. Zastosowania liczb losowych do ocen realności okresów	20
4. Modelowanie naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu ..	22
III WIELOOKRESOWE WAHANIA TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE	28
1. Ogólne cechy pola temperatury powietrza w Europie	28
2. Synchroniczność cykli temperatury powietrza, cyrkulacji atmosferycznej, aktywności Słońca i erupcji wulkanicznych	31
IV OCIEPLENIE KLIMATU MIAST EUROPY W XVII-XX WIEKU I JEGO PRZYCZYNY	153
1. Tendencje wiekowe temperatury powietrza	153
1.1. Charakterystyka najdłuższych ciągów chronologicznych	153
1.2. Trendy liniowe temperatury powietrza	157
V ZAKOŃCZENIE	222
LITERATURA	232
SUMMARY	235
ZAŁĄCZNIKI	240

PRZEDMOWA

Inicjatywa Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego opracowania kolejnego XI tomu „Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce” — z wyodrębnionym tytułem „Tendencje wiekowe klimatu miast w Europie” — zasługuje na uznanie. Zmiany klimatu należą do najważniejszych problemów badawczych integrujących nauki przyrodnicze, ze względu na przyszłość życia na Ziemi.

Koncepcja samego tematu badań wynika z dotychczasowych prac autorów Atlasu. Nowością jest określenie wielowiekowych zmian i tendencji wiekowej temperatury powietrza w Europie. Jest nią też wykazanie synchroniczności wahań temperatury powietrza, cyrkulacji atmosferycznej i aktywności Słońca.

Spis treści opracowania nawiązuje do VII tomu Atlasu, opublikowanego w 1992 r., a dotyczącego wiekowych zmian klimatu Warszawy. Znaczącym postępowaniem w badaniach jest identyfikacja przyczyn naturalnych zmian klimatu przedstawiona w obszernej monografii J. Boryczki (1993) „Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku”.

W XI tomie Atlasu, autorzy znacznie rozszerzyli zakres badań zmian klimatu na podstawie długich ciągów chronologicznych: temperatury powietrza — z 8 miast europejskich (Warszawa, Kraków, Wrocław, Praga, Zurych, Genewa, Poczdam, Anglia środkowa). Autorzy wnioskują o naturalnych przyczynach ocieplenia klimatu w ostatnich dwóch stuleciach. Te coraz cieplejsze zimy w Europie (np. w Warszawie o $1^{\circ}\text{C}/100$ lat, Genewie — o $0,5^{\circ}\text{C}/100$ lat) przypisują oni wzrostowi aktywności Słońca w latach 1779-1993 — o $15,3/100$ lat i spadkowi aktywności wulkanicznej w latach 1680-1980 — rzadszym wybuchom wulkanów i mniejszej emisji pyłów wulkanicznych do atmosfery.

W pracy oszacowano także zmienność temperatury powietrza w ostatnich dwóch stuleciach, wynikającą z czynników antropogenicznych. Antropogeniczny wzrost temperatury powietrza w Warszawie wynosi $0,10-0,15^{\circ}\text{C}/100$ lat. Jest on wynikiem głównie rozbudowy miasta i kształtowania się miejskiej wyspy ciepła (większej akumulacji ciepła przez powierzchnie zabudowane o mniejszym albedo).

W pracy dominują wyniki badań dotyczących cykliczności i tendencji temperatury powietrza, z wyodrębnieniem poszczególnych sezonów, półroczy i roku. Duże znaczenie poznawcze ma wykrycie cykli długich — kilkudziesięcioletnich i wiekowych, a nawet dwuwiekowych, wyznaczonych z dużą dokładnością.

Prezentowany tom zawiera oryginalne wyniki badań dotyczące zmian klimatu. Rezultaty badań cykliczności zmian klimatu i jego tendencji wiekowych mogą być wykorzystane w naukach pokrewnych — w hydrologii, biologii czy też geologii. Mogą one również być wykorzystane w niektórych działach gospodarki np. w rolnictwie. Ważny jest także aspekt dydaktyczny — kształcenie absolwentów w zakresie nauk przyrodniczych i ochrony środowiska.

Duże znaczenie mają prognozy naturalnych wahań klimatu, obserwowanych od wielu tysięcy lat — pod wpływem czynników naturalnych (aktywności Słońca i wulkanów). Wiarygodne wydają się sondaże przyszłości (po rok 2100), otrzymane na podstawie długich ciągów pomiarów, które wskazują na naturalne ochłodzenie klimatu w XXI wieku.

Można sądzić, że naturalne cykle klimatu obserwowane w holocenie (stwierdzone również w XVIII-XX wieku) będą powtarzać się nadal i kształtować klimat Ziemi.

Praca jest udokumentowana głównie tabelami (117) i wykresami (83 rysunków), jak też licznymi wzorami. Rysunki obrazują tendencje wiekowe temperatury powietrza w Europie i widma oscylacji w poszczególnych miesiącach, sezonach, półroczach, roku.

W obszernym komentarzu omówiono zastosowane metody badań i przedstawiono interpretację ważniejszych wyników. Wcześniej w kilkustronicowym „Wprowadzeniu” dokonano oceny stanu badań w zakresie zmian klimatu i ich przyczyn.

Prof. dr Jerzy Kondracki

Warszawa, kwiecień 1998 r.

I. PROBLEMY BADAŃ WSPÓŁCZESNYCH ZMIAN KLIMATU

Modelowanie zmian i wahań klimatu — jego rekonstrukcja, prognoza i przyczyny są jednym z istotniejszych problemów klimatologii — objętym programem Światowej Organizacji Meteorologicznej do roku dwutysięcznego.

Uznanie w Światowym Programie Klimatycznym na lata 1980-2000 prognoz zmian klimatu jako głównego problemu wynika z wielu anomalii klimatycznych, które wystąpiły w różnych strefach kuli ziemskiej. Na przykład trwająca ponad 5 lat (1968-1973) susza w Sahelu, która spowodowała śmierć i głód na całym kontynencie; ochłodzenie, które zniszczyło zbiory kawy w Brazylii w 1975 roku oraz w 1976 roku susza w Europie. Tego rodzaju niepokojące zjawiska (śnieżna i mroźna zima w Europie w 1979 r., susza w USA), serie ciepłych zim w 90-tych latach w Europie oraz katastrofalna powódź w 1997 r. w Polsce zwracają uwagę społeczeństw na klimat i jego zmiany.

W literaturze klimatologicznej podjęto próby wyjaśnienia obserwowanych anomalii klimatu w skali całego globu. Za przyczyny wiekowych ochłódzeń klimatu Ziemi uważa się wybuchy wulkanów — drobny pył wulkaniczny pozostając w stratosferze przez wiele lat zmniejsza stałą słoneczną. Indeks DVI (dust veil index H. Lamba, 1974) jest jedną z głównych zmiennych wyjaśniających wieloletnie zmiany temperatury na powierzchni Ziemi (Budyko, Piwowarowa 1967, Sellers 1969, Budyko 1974, Bagrow 1985, Milers, Gildersleeves 1977).

Za przyczyny wiekowych wahań klimatu Ziemi w ostatnich stuleciach uważa się też zmiany aktywności Słońca. Ochłodzenia klimatu wystąpiły podczas wiekowych minimów plam słonecznych, Maundera (1640-1710) i Daltona (1780-1830). Zauważono, że ruch Słońca wokół masy Układu Słonecznego odbywa się po podobnych orbitach co 179 lat. Podobne minimum aktywności Słońca i ochłodzenie przewidywane są w XXI wieku (Charvatova, Jestlik, 1996). Stwierdzono też, że okresy aktywności Słońca — to składowe harmoniczne tego podstawowego okresu, zbliżone do okresów obiegu planet.

Są też hipotezy wyjaśniające mechanizm wpływu aktywności Słońca na cyrkulację atmosferyczną (Haurwitz 1946, Rakipowa 1978). Istnieje też hi-

poteza tłumacząca wpływ względnego ruchu Słońca wokół środka masy US na plamy słoneczne (Butusow 1972).

Aktualna jest więc koncepcja Boryczki (1993) badania zależności klimatu od aktywności Słońca i erupcji wulkanów na podstawie danych empirycznych temperatury powietrza (głównie z Europy) — wyników pomiarów, sięgających 1659 roku (Środkowa Anglia), aktywności Słońca w latach 1700-1993, erupcji wulkanicznych w latach 1680-1980 oraz cyrkulacji atmosferycznej (1881-1990).

Istotne znaczenie dla poznania przyczyn współczesnych zmian klimatu ma podobieństwo między cyklami (krótkimi, długimi) temperatury i cyklami (krótkimi, długimi) aktywności Słońca i erupcji wulkanów. Okresy temperatury są zbliżone do okresów liczb Wolfa i istnieje zgodność fazowa wahań temperatury, wahań aktywności Słońca i erupcji wulkanów (dust veil index, H. Lamba). Maksima temperatury występują podczas maksimów aktywności Słońca, minima — w czasie minimów plam słonecznych.

Jest to zgodne z wynikami badań zależności stałej słonecznej od liczb Wolfa (Ängström, Kondratiew, Nikolski 1974). W cyklu 11-letnim plam słonecznych stała słoneczna waha się o 2,5%.

Na przykład H.E.Landsberg (1979, 1980) rekonstruował i prognozował klimat, zakładając długookresowość wahań temperatury na podstawie długich okresów aktywności Słońca (minimów Maundera). Natomiast Sazonow i Malkentin (1996) sugerują, że anomalnie ciepłe zimy są wywołane specyficznym układem największych planet (Saturna, Neptuna, Urana, które znajdują się w koniunkcji ze Słońcem i Ziemią) deformujących heliogeosferę własnymi polami grawitacyjnymi. A.P.Reznikov (1982) wykazał zaś analogiczne zmiany okresowe aktywności Słońca, odległości środka masy US od Słońca i wypadkowej siły grawitacji czterech największych planet.

W pracach J. Boryczki (1993) wykazano zależność temperatury od aktywności Słońca i parametrów Układu Słonecznego w różny sposób, poprzez porównanie okresów i zastosowanie analizy regresji wielokrotnej liniowej i nieliniowej. Stwierdzono, że zmienne klimatologiczne ulegają takiej samej okresowości jak aktywność Słońca, parametry Układu Słonecznego i erupcje wulkanów. Ponadto stwierdzono istotną statystycznie zależność korelacyjną (wg testu Fishera-Snedecora) od badanych zmiennych.

Tylko okresowość, zdeterminowana o zgodności fazowej może implikować istotne związki korelacyjne między ciągami czasowymi.

Tendencję zmian klimatu XXI wieku prognozowano, uwzględniając krótkookresowe i długookresowe wahania temperatury w dwóch wariantach — także z uwzględnieniem składnika liniowego w trendzie czasowym. Zmierzone wartości temperatury (T) aproksymowano jako sumę składnika naturalnego (okresowego T'') i antropogenicznego (ΔT): $T = T'' + \Delta T$. Wykazano, że tendencja rosnąca temperatury w dwóch ostatnich stuleciach o $0,6^{\circ}\text{C}/100$ lat jest efektem nałożenia się dwóch długich okresów, około-

kowego i dwuwiekowego. Te dwa najdłuższe okresy temperatury wyjaśniają coraz cieplejsze zimy w Europie, o 0,3-1,0°C/100 lat.

Prognozowano także temperaturę powietrza w przyszłym stuleciu na podstawie zmian parametrów Układu Słonecznego. Ekstrapolowano wartości wielomianów czterech zmiennych astronomicznych (zmiennych okresowych). O poprawności metodologicznej świadczy też zgodność tych prognozowań — naturalnego ochłodzenia klimatu w XXI wieku.

W ostatnich latach pojawiły się też liczne prognozy znacznego wzrostu temperatury na Ziemi, przypisanego rosnącej ilości CO₂ w atmosferze (scenariusze 2×CO₂ — w przyszłym stuleciu). W scenariuszach tych przyjmuje się uproszczenie, które wynika z pominięcia naturalnych wahań klimatu o dużych amplitudach (tych długich okresów). Dlatego też prognozy globalnego ocieplenia klimatu Polski w postaci map izoterm i izohiet opracowane wg scenariusza 2×CO₂ (wg M.Sadowskiego 1994) budzą wątpliwości (np. wzrost temperatury o 5°C, a sum opadów o 100%).

Spór naukowy w literaturze klimatologicznej, czy rytmy są zdeterminowane, czy też są przypadkowe (ostatnio — wg teorii chaosu nieliniowych układów dynamicznych, modulacji — wg analizy falkowej Morleta 1983), trwa ponad pół wieku — od ukazania się publikacji E. Brücknera (1890) o 35-letnim rytmie klimatycznym.

Wbrew teorii chaosu uznano w klimatologii bardzo długie okresy temperatury: 90 000, 42 000, 21 000 lat, zdeterminowane wahaniami stałej słonecznej, wywołanymi zmianami parametrów orbity Ziemi (teoria Milankowicza 1938). Później okresy te potwierdzone zostały na podstawie ciągów czasowych izotopów tlenu (¹⁶O, ¹⁸O), zawartych w osadach morskich i rdzeniach lodowców.

Okresowość ta spowodowała cztery zlodowacenia Ziemi od 1 000 000 lat, a także ochłodzenia i ocieplenia od 130 000 lat (Lockwood 1978). Czy można te długie okresy temperatury ekstrapolować? — tak, bowiem są one zdeterminowane przez okresowe wahania orbity Ziemi.

Podobnie jest w przypadku 17-20-letniego okresu poziomu morza. Okres ten jest zdeterminowany przez 18,6-letni okres precesji luni-solarnej (pływy wód morskich).

Okresy okołowiekowy i dwuwiekowy powtarzają się wielokrotnie w ciągach czasowych dendrometrycznych (danych tysiącletnich) i sedimentologicznych.

Tak więc, uwaga metodologiczna podnoszona w dyskusjach naukowych, że nie można dokonywać ekstrapolacji poza przedział obserwacji w przypadku długich okresów, jest nieuzasadniona. Jest to ocena formalna wg kryteriów statystycznych w oderwaniu od wyników badań w tym zakresie w klimatologii. Świadczą o tym też stwierdzenia, że okresy atmosferyczne mogą przypadkowo „pasować” do okresów astronomicznych, sugerując, że wpływ planet na klimat jest znikomy.

Dotychczasowe metody (analiza harmoniczna, transformata Fouriera, autokorelacyjna) nie dają dobrych wyników w zastosowaniach do badań wielookresowych wahań klimatu. Ich stosowanie ograniczone jest przede wszystkim warunkiem równych odstępów czasu w ciągach liczbowych.

W metodzie Boryczki (1993) „kolejnych sinusoid regresji” obliczane są parametry sinusoid i wariancje resztkowe. Zaproponowano dwa warianty wyboru okresów:

wariant 1 — okresy „optymalne”, to minima lokalne wariancji resztkowych, wariant 2 — okresy „rzeczywiste”, to maksima lokalne amplitudy.

Do walorów metody należy przede wszystkim to, że można ją stosować, gdy odstępy czasu między wyrazami ciągu są nierówne. Są to liczne przypadki ciągów czasowych w klimatologii (braki w obserwacjach). Ponadto można wyznaczyć okresy długie. Część długookresowa widma 0,5-1,0 danych stuletnich odpowiada części krótkookresowej od 0,25 do 0,5 pomiarów dwustuletnich.

Niewątpliwie wariant pierwszy wyboru okresów „optymalnych” — minimów wariancji resztkowej jest najlepszy (w sensie najmniejszych kwadratów).

Opis metody J.Boryczki wyznaczania okresów optymalnych, wg minimów wariancji resztkowej znajduje się w kilku ważnych publikacjach: np. Przegląd Geofizyczny, z.3, 1990, str. 177; Global Change Regional Research Centres, 1990; str. 35-36, European climate reconstructed from documentary data ..., 1992, str. 160, 166; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 1992, str. 77; Przemiany środowiska wodnego ..., 1993, str. 282-283 i innych.

Metoda wyznaczania cykli optymalnych jest również obszernie przedstawiona w książce J. Cyberskiego pt. „Współczesne i prognozowane zmiany bilansu wodnego”, Gdańsk 1995, str. 137-140.

Wariant drugi wyboru okresów „rzeczywistych” jest w zastosowaniach klimatologicznych dobrym przybliżeniem w przedziale widma 0-0,7 N (N — szerokość przedziału aproksymacji). Dla okresów krótszych od połowy przedziału aproksymacji ($0,5N$) praktycznie nie różni się on od wariantu pierwszego (odczyty ekstremów co 0,1 i 1/12 roku są takie same). Dla okresów długich rozbieżność jest rzędu zaokrągłeń do 1 roku a w jednym przypadku, okresu dwuwiekowego — do 5 lat (rys. 1.1).

Na przykład aproksymując 100 i 500 wartości dyskretnej funkcji $y = \sin 2\pi t$ (stabilizowanej w przedziale $0 \leq t \leq 1$ z odstępami 0,01 i 0,002) otrzymuje się (wg najmniejszych kwadratów) maksymalną rozbieżność 8,0% — teoretyczną, gdy okres jest równy przedziałowi aproksymacji (rys. 1.2). Informujemy, że okres „optymalny” ok. dwuwiekowy zależy w dużym stopniu od przedziału aproksymacji. Długość okresu „optymalnego” około dwuwiekowego temperatury powietrza w Warszawie, wyznaczana sukcesywnie na podstawie coraz dłuższych ciągów czasowych, wynosiła w latach: 1779-1979 — 195,2 lat, 1779-1985 — 209 lat, 1779-1990 — 220,8 lat.

O przybliżonym charakterze okresów „rzeczywistych” informują komentarze do wzorów (9), (10) na str. 19-20 w pracy „Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi”, 1993. Tak więc, wszystkie porównania okresów „optymalnych” (w części prac), czy też „rzeczywistych” doprowadziły do takich samych wniosków. Nie wpłynęło to w żadnym stopniu na tezy zawarte w publikacjach (tab. 1.1).

Tab. 1.1 Porównanie okresów (w latach): wypadkowej siły grawitacji planet ΔG (1700-2000), erupcji wulkanicznych I (1680-1980), $I=DVI/\Delta t$, Δt — odstęp czasu między erupcjami), temperatury powietrza w Anglii środkowej T (1659-1973) i liczb Wolfa W (1700-1993)

ΔG	$\lg I$	T	Liczby Wolfa okresy optymalne	Liczby Wolfa okresy rzeczywiste
3,5	3,3	3,1	-	-
5,9	4,0	5,2	5,5	5,5
7,4	8,0	7,8	8,4	8,4
10,0	10,0	8,3	10,0	10,0
11,2	11,2	11,2	11,1	11,1
11,8	11,7	-	12,0	12,0
12,9	12,7	12,5	-	-
13,9	-	-	14,4	14,4
17,6	15,2	15,1	17,0	17,0
19,9	-	17,8	-	-
21,8	21,2	23,6	21,5	21,5
23,2	-	-	-	-
35,6	28,4	35,1	28,9	28,9
45,1	-	-	37,1	37,1
58,2	64,3	58,5	52,7	52,7
91,4	90,5	102,8	100,8	100,9
170,1	221,5	175,9	191,0	192,1

Porównanie ekstrapolowanych wartości trendów czasowych z wynikami pomiarów w konkretnych pojedynczych latach (jak to sugerują niektórzy oponenti), może świadczyć o nierozumieniu zagadnienia aproksymacji. Prognozy tendencji zmian klimatu można będzie sprawdzić jedynie metodami statystycznymi, dysponując małą próbą losową o liczebności co najmniej 30 lat. Nie należy oczekiwać, że minimum wiekowe temperatury — minimum krzywej trendu czasowego (np. paraboli) wystąpi w konkretnym roku.

Głównym celem trzech prac o holocenijskich zmianach klimatu (publikowanych sukcesywnie w ciągu 11 lat, zależnie od pobieranych rdzeni osadów i analiz chemicznych), dotyczących kolejno trzech jezior (Wikaryjskie, Gościąg, Święte), była rekonstrukcja klimatu sprzed 15 000 lat. Daty holocenijskich ochłódzeń i ociepleń klimatu, wyznaczone dla środkowej Europy są

zbliżone do wyznaczonych na podstawie osadów jez. Wisconsin (Ameryka Północna).

Należy podkreślić, że jez. Gościąg objęte jest programem badań „Global Change”. W ramach tego programu wykonano pracę pt. „Holocene Climatic Change in the light of statistical analysis of laminated sediments from Gościąg Lake”, 1989, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Matematyka-Fizyka, z. 57, Geochronometria Nr 5.

Wyniki badań okresowości i prognozowanie tendencji zmian klimatu są uznane w literaturze klimatologicznej. Trendy czasowe i wielomiany zmiennych astronomicznych wyznaczono wg kryterium minimalizującego błąd standardowy. Liczbę uwzględnionych okresów, ich długość oraz liczbę wyrazów w wielomianach zmieniano tak, by błąd standardowy był najmniejszy. Stąd ekstrapolowane wartości cechują się wysokim poziomem wiarygodności.

Wbrew scenariuszom globalnego ocieplenia klimatu ($2 \times \text{CO}_2$) tendencja temperatury w ostatnich latach nie jest rosnąca. Sprawdziły się prognozy tendencji temperatury powietrza w Warszawie na lata 1980-1996 na podstawie danych z lat 1779-1979 — przedstawione w publikacji „Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu ...”, 1993 (str. 199-200, rys. 168)

Prognozowane minimum wiekowe temperatury powietrza na rok 1980 wystąpiło w roku 1980. Średnia roczna temperatura $6,6^\circ\text{C}$ w roku 1980, wg pomiarów na stacji Warszawa-Okęcie, jest najmniejszą wartością w latach 1966-1996. W roku 1991 wystąpiło kolejne prognozowane minimum (wyższe) temperatury, zgodne z wynikami pomiarów w latach 1989-1992 ($9,5$; $9,4$; $8,0$; $8,8^\circ\text{C}$).

Sprawdziły się też prognozowane zimy w Warszawie — na podstawie danych z lat 1779-1990 i Genewie — wg danych z lat 1768-1990, opublikowane w pracy:

Boryczka J., 1996, The tendency of natural changes of Earth's climate and identification of its causes. Proceeding of the International Conference on Climate Dynamics and the Global Perspective, Cracow, October 17-20, 1995, str. 293-299.

Zgodnie z prognozą zim w Warszawie w roku 1990 zakończyła się seria ciepłych zim. Tendencja wiekowych zmian temperatury powietrza w zimach 1779-2100 (Boryczka 1993, rys. 2 na str. 297) jest malejąca od 1991 roku. Ekstrapolowanym wartościom trendu czasowego w latach 1987-1996 odpowiadają chłodniejsze zimy — wg wyników pomiarów na stacji Warszawa-Okęcie. Wartości podkreślone odpowiadają tendencji malejącej na krzywej

Rok	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
$^\circ\text{C}$	-4,2	0,6	2,4	2,1	<u>-2,0</u>	<u>-0,3</u>	<u>0,1</u>	<u>-0,3</u>	<u>-1,3</u>	<u>-1,6</u>

Analogicznie jest w przypadku prognozowanych zim w Genewie lata 1981-1993 (rys. 3 na str. 298).

Dobra jest także zgodność prognozowanych rocznych i miesięcznych sum opadów atmosferycznych w Warszawie na podstawie danych z lat 1813-1980 z wynikami pomiarów (na stacji Warszawa-Okęcie) — przedstawionych w w/w publikacji (1993, str. 219 i w Atlasie, cz.VI pt. „Zmiany wiekowe klimatu Polski”, rys. 273-291. Krzywej zmian rocznych sum opadów atmosferycznych (rys. 219) o tendencji malejącej w latach 1981-1990 odpowiada spadek zmierzonych sum opadów: od 656 mm (w roku 1981) do poniżej 500 mm (456 mm w roku 1990), a następnie ich wzrost (do 652 mm — w roku 1993).

Dobra zgodność prognozowanych wartości temperatury powietrza i opadów atmosferycznych ze zmierzonymi (poza przedziałem aproksymacji, wykazana na podstawie Warszawy), świadczy również o poprawności metodologicznej — ekstrapolacji długich okresów (zdeteminowanych) poza przedział aproksymacji.

W naukach przyrodniczych takich jak agrometeorologia, hydrologia, ekologia i innych, modele tendencji zmian klimatu mają praktyczne zastosowanie (zwłaszcza dotyczące sezonów).

Najlepszym przykładem zastosowania metody Boryczki (1993) „kolejnych sinusoid regresji” do wykrywania okresowości i wyznaczania trendów czasowych jest praca:

Cyberski J., 1995, Współczesne i prognozowane zmiany bilansu wodnego i jego rola w kształtowaniu zasolenia wód Bałtyku, Wyd. UG, Gdańsk, (rozprawa habilitacyjna), str. 137-139, str. 141-149 i inne.

Cytujemy niektóre jej fragmenty:

— „Istotnym walorem metody Boryczki jest możliwość wykonania obliczeń w sytuacji niespełnienia warunku ciągłości danych, co przy analizowanych danych oceanograficznych można uznać za jej największą zaletę” (str. 139).

— „Możliwości jakie dało zastosowanie metody Boryczki w analizie długoletnich zmian zasolenia nie ograniczały się jedynie do ujawniania wykrytych okresów. Rekonstrukcja, którą uzyskuje się na drodze aproksymowania, obejmuje w konsekwencji cały zadany okres wraz z pustymi miejscami. Umożliwia ona uzupełnienie informacji o czasach z brakującymi danymi na dość wysokim poziomie wiarygodności, wynikających z określenia błędu standardowego ...”, (str. 147).

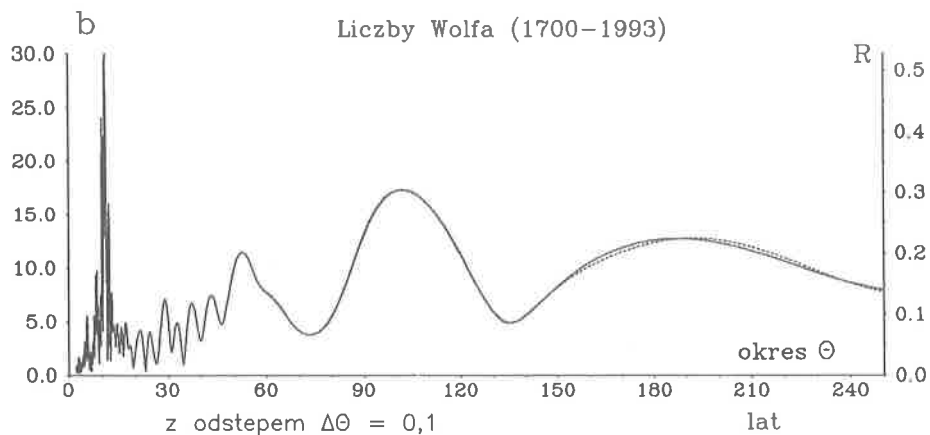
Główny „ładunek” prac wykonanych w Zakładzie Klimatologii Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych Uniwersytetu Warszawskiego tkwi w poznaniu praw klimatologii — wykryciu prawdziwych okresów, amplitud i faz w czasowym przebiegu podstawowych elementów klimatologicznych. Na przykład te pozornie nieregularne wiekowe anomalie klimatu są wynikiem nakładania się krótkich i długich okresów temperatury, opadów, odpływów rzek i cyrkulacji. Wykazano, że analogiczną okresowością cechują się: aktywność Słońca, erupcje wulkaniczne, a także parametry Układu Słonecznego.

Synchroniczność wahań krótkookresowych i długookresowych w/w zmiennych klimatologicznych, geologicznych i astronomicznych implikują tezę, że wiekowe anomalie klimatu są zdeterminowane.

W ostatnich latach pojawiły się w literaturze liczne „katastroficzne” prognozy znacznego wzrostu temperatury powietrza, wynikającego z rosnącej ilości CO₂ w atmosferze (scenariusze 2×CO₂). Okazało się jednak, że to ocieplenie klimatu w ostatnich dwóch stuleciach jest wynikiem — nie tylko zmian antropogenicznych, lecz nałożenia się cykli długich — okołowiekowego i dwuwiekowego temperatury powietrza. Wykazano, że ten wzrost temperatury jest efektem nałożenia się analogicznych długich okresów aktywności Słońca i erupcji wulkanów (dust veil index, H.Lamba). Uzasadnieniem tej tezy są zbliżone wahania długookresowe stałej słonecznej, około 100 i 200 lat oraz jej tendencja rosnąca w latach 1700-1993 (wg badań Ångströma, Kondratiewa i Nikolskiego, 1974) i tendencja malejąca aktywności wulkanicznej.

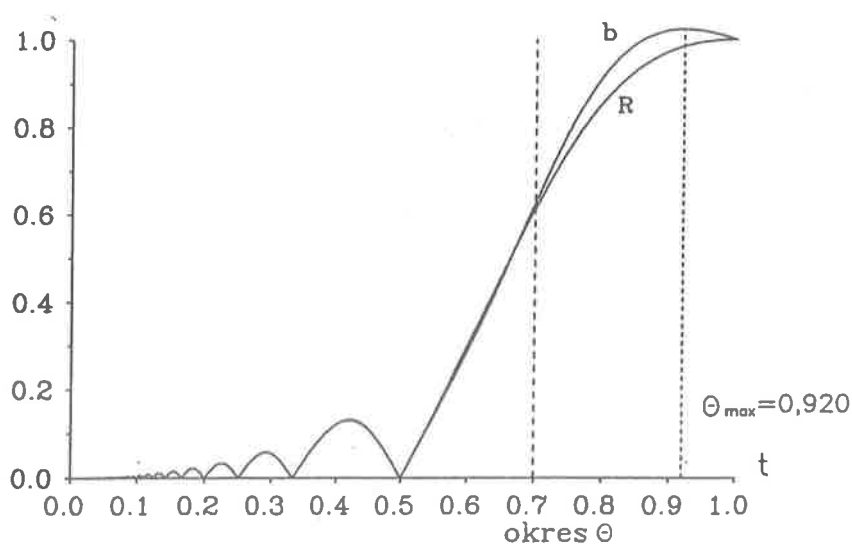
Okresowość zbliżona do wiekowej i dwuwiekowej występuje w ciągach czasowych substancji organicznych zdeponowanych w osadach jeziornych sprzed 10 000 lat. Te długie okresy powtarzają się wielokrotnie. Wykrycie wiekowych okresów substancji organicznych zdeponowanych w osadach jeziornych umożliwiło ustalenie dat ochłodzeń i ociepleń klimatu Europy Środkowej.

Stąd też aktualna jest koncepcja badań wahań klimatu, tendencji oraz ich przyczyn na podstawie danych empirycznych, głównie z Europy.



Rys. 1.1. Metoda „sinusoid regresji”: wariant 1 — okresy to minima wariancji resztkowej (maksima współczynnika korelacji R , linia ciągła), wariant 2 — okresy to maksima amplitudy b (linia przerywana).

Method of „sinusoid regression”; wariant A: periods — minimum of local residual variance (maksima of correlation coefficient R , continuous line); wariant B: periods — maxima of amplitude b (broken line).



Rys. 1.2. Aproksymacja $n = 500$ wartości dyskretnej funkcji $y = \sin 2\pi t$, $0 \leq t \leq 1$, metoda kolejnych sinusoid regresji — z krokiem $\Delta\Theta = 0,002$ (stabilizowanej co $\Delta t = 0,002$, R — współczynnik korelacji wielokrotnej, b — amplituda, boliecznia — podwójna precyzja).

Approximation $n = 500$ discrete values of function $y = \sin 2\pi t$, $0 \leq t \leq 1$, the interval of the period being equal to $\Delta\Theta = 0.002$; R — multiple correlation coefficient, b — amplitude, calculations — double precision)

II. ZASTOSOWANE METODY BADAŃ WSPÓŁCZESNYCH WAHAŃ KLIMATU

Celem XI tomu Atlasu jest wykazanie podobieństwa okresowych wahań temperatury powietrza w Europie — w poszczególnych sezonach, półroczach i roku. Jest nim też wykazanie, że w ostatnich dwóch stuleciach są zbliżone okresowe wahania temperatury powietrza, aktywności Słońca i cyrkulacji atmosferycznej (Boryczka, Stopa-Boryczka i inni, 1997). Istotne są też porównania tendencji temperatury powietrza i aktywności Słońca, świadczące, iż część postępującego globalnego ocieplenia może wynikać ze wzrostu liczby plam słonecznych w XIX-XX wieku.

Cechy termiczne klimatu miast w strefie umiarkowanej określono na podstawie długich ciągów czasowych temperatury powietrza zmierzonej w 8 miejscowościach Europy Środkowej i Zachodniej.

Współrzędne geograficzne (szerokość φ i długość λ), wysokość nad poziomem morza (H) oraz długość serii pomiarów zestawiono w tabeli:

Miejscowość	φ	λ	H	Lata
Warszawa	52,15	20,97	108	1779-1990
Kraków	50,08	19,98	213	1820-1990
Wrocław	51,13	16,98	124	1851-1980
Praga	50,07	14,43	263	1771-1980
Zurych	47,38	8,57	569	1864-1980
Poczdami	52,38	13,07	93	1893-1992
Genewa	46,20	6,15	405	1768-1980
Anglia Środkowa	51,47	-0,32	5	1659-1974
Spitsbergen	78,07	13,63	9	1912-1975
Colombo	6,54	79,83	6	1869-1980

Lokalizację punktów pomiarowych temperatury powietrza w Europie przedstawia mapa (rys. 1.3). Do pewnych porównań cykliczności zmian klimatu wykorzystano także ciągi chronologiczne ze stacji meteorologicznych

znajdujących się w innych strefach geograficznych: Spitsbergen — polarna, Colombo — równikowa.

1. WYZNACZANIE OKRESÓW METODĄ „SINUSOID REGRESJI”

Dotychczasowe metody badań okresowości (analiza harmoniczna, transformata Fouriera, autokorelacyjna) można stosować jedynie wtedy, gdy odstęp czasu między kolejnymi wyrazami ciągu czasowego są równe. Warunku tego nie spełniają najdłuższe serie pomiarów temperatury powietrza i opadów atmosferycznych, zawierające liczne braki (po prostu nie prowadzono pomiarów ciągłych). Niektóre serie danych zostały uzupełnione w „majestacie metod”: różnic, stosunków, itp. — wstawiono fikcyjne wyniki pomiarów na podstawie sąsiednich miejscowości, gdzie były prowadzone obserwacje. Nie można też wykorzystać informacji zawartych np. w nieciągłych seriach pomiarowych prowadzonych na morzu. Niektóre zaś zjawiska, takie jak erupcje wulkanów z natury występują nierównomiernie — w różnych odstępstwach czasu. Ponadto w/w metody ograniczają się do wyznaczania krótkookresowej części widma 0-0,5 N (N — szerokość przedziału aproksymacji — długość serii pomiarowej).

Ograniczeń tych nie ma metoda J.Boryczki „sinusoid regresji”. Można ją stosować, gdy odstęp czasu między wyrazami ciągu czasowego są różne i wyznaczyć okresy o długościach 0-N.

Metoda „sinusoid regresji” polega na aproksymacji ciągu czasowego wyników pomiarów y_1, \dots, y_n (także niekompletnego) wykonanych w dowolnych odstępach czasu t_1, \dots, t_n kolejnymi sinusoidami regresji

$$y = y(t) = a_0 + b \sin \left(\frac{2\pi}{\Theta} t + c \right)$$

gdzie Θ — okres, b — amplituda, c — faza

Parametry a_0, b, c sinusoidy regresji wyznacza się tak, by suma kwadratów odchyleń $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$ punktów empirycznych (t_i, y_i) od jej wykresu była minimalna.

Równanie sinusoidy regresji po przekształceniu $a_1 = b \sin c, a_2 = b \cos c$ przyjmuje postać równania płaszczyzny regresji względem zmiennych trygonometrycznych $x_1 = \sin \omega t, x_2 = \cos \omega t$:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad (2)$$

gdzie $\omega = \frac{2\pi}{\Theta}$ (częstość)

Amplitudę b i fazę c oblicza się z przekształcenia odwrotnego

$$b = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \quad \operatorname{tg} c = \frac{a_2}{a_1}$$

Zmieniając okres sinusoidy Θ z dowolnym krokiem $\Delta\Theta = 1, \Delta\Theta = 0,1$ lub $\Delta\Theta = 1/12 = 0,0833$ roku, otrzymuje się ciągi liczbowe wariacji resztkowej $\varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_{1i} - a_2 x_{2i})^2$, współczynnika korelacji wielokrotnej $R = \sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{s^2}}$, gdzie s^2 — jest wariancją zmiennej y i parametrów sinusoidy Θ, b, c, a_0 .

Zaproponowano dwa warianty wyboru okresów:

Wariant 1. Okresy optymalne — to minima lokalne wariacji resztkowej ε^2 (maksima współczynnika korelacji R).

Wariant 2. Okresy rzeczywiste — maksima lokalne widma oscylacji — ciągu amplitudy b_1, \dots, b_N .

Niewątpliwie wariant 1 wyboru okresów optymalnych jest lepszy (w sensie najmniejszych kwadratów) od wariantu 2 — wyboru okresów tzw. rzeczywistych (przybliżonych).

Okresy rzeczywiste praktycznie nie różnią się od okresów optymalnych w części krótkookresowej widma $0-0,5 N$ (N — szerokość przedziału aproksymacji). Są one dobrym przybliżeniem okresów optymalnych w przedziale widma $0-0,7 N$.

Rozbieżność między okresami rzeczywistymi i optymalnymi wzrasta, gdy $\Theta \rightarrow N$. Różnica między okresami rzeczywistymi i optymalnymi osiąga maksymalną wartość 8,0% dla $\Theta = N$.

Aproksymując np. 500 wartości dyskretnych funkcji $y = \sin 2\pi t$ stabilizowanej w przedziale $0 \leq t \leq 1$ z odstępem $\Delta t = 0,002$ kolejnymi sinusoidami regresji $y = a_0 + b \sin(\frac{2\pi}{\Theta} t + c)$ z krokiem $\Delta\Theta = 0,002$, otrzymuje się maksymalną rozbieżność między okresami rzeczywistymi $\Theta = 0,920$ (maksimum amplitudy) i optymalnym $\Theta = 1$ (minimum wariacji resztkowej, równą 8,0% (rys. 1).

O dobrym przybliżeniu okresów rzeczywistych i optymalnych świadczy np. porównanie widma oscylacji (b) z wykresem współczynnika korelacji (R) w przypadku liczb Wolfa w latach 1700-1993 (rys. 1.1.). Wykresy amplitudy b i współczynnika korelacji R pokrywają się — z wyjątkiem końcowej części widma (najdłuższego okresu).

Weryfikację okresów optymalnych można przeprowadzić na podstawie funkcji trendu czasowego — superpozycji cykli Θ_j :

$$y = A_0 + A_1 z_1 + \dots + A_k z_k \quad (3)$$

gdzie $z_j = b_j \sin(\Theta_j t + c_j)$

minimalizując wariancję resztkową $\epsilon_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(y_i - A_0 - \sum_{j=1}^k A_j z_j \right)^2$

Kolejne zmienne z_j (sinusoidy o okresie Θ_j) można wprowadzić do równania (3) w sposób stosowany w regresji wielokrotnej krokowej. Liczbę uwzględnionych okresów k ustala się tak, by błąd standardowy

$\delta = \sqrt{\frac{n}{n-k-1}} \epsilon_k$ był najmniejszy ($\epsilon_k = \sqrt{\epsilon_k^2}$). Wtedy k okresów wyjaśnia część

wariancji resztkowej s^2 zmiennej y równą $R_k^2 \cdot 100\%$ ($R_k^2 = 1 - \frac{\epsilon_k^2}{s^2}$).

Czy współczynnik korelacji wielokrotnej R_k jest istotny statystycznie rozstrzyga kryterium Fishera-Snedecora o k i $n-k-1$ stopniach swobody:

$$F_{obl.} = \frac{n-k-1}{k} \cdot \frac{R_k^2}{1-R_k^2}$$

Ocena istotności współczynników regresji cząstkowej A_j (współczynników korelacji cząstkowej ρ_j) jest równoważna ocenie istotności amplitud cykli b_j .

W wielookresowych wahaniami klimatu ocena istotności (realności) k cykli wymaga traktowania tzw. współczynników korelacji wielokrotnej R_j (współczynników korelacji między wartościami zmierzonymi y_i i obliczonymi z równań sinusoidy regresji $y(t_i)$), jako współczynników korelacji cząstkowej ρ_j . Na ogół kilka cykli $\Theta_1, \dots, \Theta_k$ wyjaśnia w 70-90% wariancję zmiennej $y(s^2)$.

2. MODULACJA CYKLI KRÓTKICH

Amplitudy niektórych cykli krótkich nie są stałe ($b \neq \text{const.}$) lecz wykazują sinusoidalne wahania o okresach dłuższych — są modulowane. Zbadajmy, czy cykl o częstości ω : $y = a_0 + b \sin(\omega t + c)$ jest modulowany przez cykl o częstości ω' . Równanie modulowanego cyklu zapiszmy w postaci

$$y = a_0 + [b_0 + b' \sin(\omega' t + c')] \sin(\omega t + c)$$

Posługując się wzorami Eulera przekształcamy funkcje trygonometryczne i otrzymujemy

$$y = A_0 + B_0 \sin(\omega t + C_0) + B_1 \sin(\Omega_1 t + C_1) + B_2 \sin(\Omega_2 t + C_2)$$

$$\text{gdzie: } \omega = \frac{2\pi}{\Theta}, \quad \Omega_1 = \omega + \omega', \quad \Omega_2 = \omega - \omega', \quad B_1 = B_2$$

Zagadnienie sprowadza się do wyznaczenia równania hiperpłaszczyzny regresji

$$y = A_0 + A_1 z_1 + A_2 z_2 + A_3 z_3 + A_4 z_4 + A_5 z_5 + A_6 z_6$$

względem zmiennych trygonometrycznych $\sin\omega t$, $\cos\omega t$, $\sin\Omega_1 t$, $\cos\Omega_1 t$, $\sin\Omega_2 t$, $\cos\Omega_2 t$.

Wtedy

$$B_0 = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}, \quad B_1 = \sqrt{A_3^2 + A_4^2}, \quad B_2 = \sqrt{A_5^2 + A_6^2}$$

$$\text{tg } C_0 = \frac{A_2}{A_1}, \quad \text{tg } C_1 = \frac{A_4}{A_3}, \quad \text{tg } C_2 = \frac{A_6}{A_5}$$

Jeżeli zmienność amplitudy modulowanego okresu jest sinusoidalna, to w przybliżeniu stosunek $\frac{B_1}{B_2} = 1$

3. ZASTOSOWANIE LICZB LOSOWYCH DO OCEN REALNOŚCI OKRESÓW

Koncepcja wykorzystania liczb losowych do ocen realności cykli — propagowana w Polsce przez A. Walanusa i R. Soję (1996) jest błędna. Kryteria ocen istotności współczynników korelacji zależą od rodzaju generatora liczb losowych o rozkładzie normalnym. Generatory mają tę własność, że liczby tzw. losowe mają przy $n \rightarrow \infty$ rozkład o średniej $\bar{y} \rightarrow 0$ i odchyleniu standardowym $s \rightarrow 1$.

Należy zauważyć, że klimatologiczne ciągi czasowe cechują się nie jednym, a kilkoma okresami, które nakładając się wywołują zmienność o wariancji s^2 . Jak już stwierdzono wcześniej, współczynnik korelacji między wynikami pomiarów i wartościami teoretycznymi, obliczonymi z równania sinusoidy regresji o okresie Θ_j (współczynnik korelacji wielokrotnej R_j) jest po prostu współczynnikiem korelacji cząstkowej ρ_j . Współczynniki R_1, \dots, R_k , charakteryzujące poszczególne okresy $\Theta_1, \dots, \Theta_k$ mało różnią się od współczynników korelacji cząstkowej ρ_j , wyznaczonych na podstawie równań hiperpłaszczyzny regresji (3).

Według ocen realności na podstawie liczb losowych tylko cykl roczny temperatury jest realny — pozostałe okresy uważa się jako losowe.

Kryterium oceny realności cykli na podstawie liczb losowych o rozkładzie normalnym 0,1; doprowadza do sprzeczności — do paradoksu statystycznego: „superpozycja okresów nierealnych (wg najmniejszych kwadratów) daje trend czasowy realny”.

Na przykład superpozycje cykli nierealnych (wg kryteriów liczb losowych) na Spitsbergenie (1912-1975) i w Colombo (1869-1980) wyjaśniają odpowiednio 86,5% i 84,6% wariancji temperatury powietrza w tych miejscowościach. współczynniki korelacji wielokrotnej (właściwe regresji wielokrotnej) odpowiednio wynoszą $R = 0,927$ i $R = 0,924$. Podobnie „nierealne” okresy opadów atmosferycznych w Colombo (1869-1980) i Nauru (1994-1976) wyjaśniają 65,6% i 67,3% wariancji ($R = 0,814$; $R = 0,816$) — przy minimalnych błędach standardowych.

Jeżeli liczbom losowym y_1, \dots, y_N o rozkładzie normalnym 0,1 przyporządkujemy czas t_1, \dots, t_N , to wtedy zmienna $y(t)$ nie jest losowa. Ciąg czasowy y_1, \dots, y_N cechuje się trendem „czasowym”

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i$$

gdzie $f(t_i)$ — to składnik „deterministyczny”, zależny od generatora liczb losowych, ε_i — składnik losowy.

Ciągi „czasowe” utworzone z liczb losowych o rozkładzie normalnym 0,1 mają przy niezbyt dużych liczebnościach ($N \leq 600$) nawet trend liniowy (rys. 1.4)

$$y = at + b$$

o istotnym współczynniku regresji na poziomie istotności 0,05 (wg np. testu Fishera-Snedecora).

Ponieważ zawsze mamy do czynienia z „okresami” liczb losowych zadanymi przez funkcje generujące liczby losowe o rozkładzie normalnym 0,1; składnik „deterministyczny” $f(t)$, będący superpozycją tych „okresów” jest cechą danego generatora. po prostu składnik $f(t)$ zależy od rodzaju generatora. Są to więc liczby pseudolosowe. Liczby losowe — statystycznie niezależne od generatora, to reszty $\varepsilon_i = y_i - y(t_i)$ o rozkładzie zbliżonym do rozkładu gaussowskiego.

Wykażemy to na przykładzie generatora RANNOR liczb losowych o rozkładzie normalnym (0, 1).

Według definicji generatora RANNOR utworzone ciągi par liczb (a, b) określone wzorami:

$$a = \sin 2\pi x \cdot \sqrt{-\ln Y}, b = \cos 2\pi x \cdot \sqrt{-\ln Y}$$

gdzie x, Y są liczbami wybieranymi z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$ dają ciąg liczb losowych y_1, \dots, y_N o rozkładzie normalnym $0, 1$ ($\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{y} = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} s = 1, s$ — odchylenie standardowe).

Utwórzmy dwa ciągi liczb losowych o liczebnościach $N = 2520$ i $N = 5040$ i przyporządkujemy im czas t_1, \dots, t_N . Ciągi te cechują się okresami o małych wartościach współczynnika korelacji wielokrotnej (wg metody sinusoidy regresji) nie przekraczających $0,07$. Są one nieistotne wg testu Fishera-Snedecora na poziomie istotności $0,05$.

Sytuacja zmienia się, gdy utworzymy ciągi czasowe średnich np. 12 elementowych wartości (przez analogię do średnich rocznych) o liczebnościach $n = 210$ i $n = 420$. Wtedy okresowość staje się istotne statystycznie.

Należy zauważyć, że suma dwu kolejnych par liczb losowych o rozkładzie normalnym $0, 1$ (wg generatora RANNOR) wyraża równanie sinusoidy o okresie $\Theta = 1$, amplitudzie $\sqrt{-2 \ln Y}$ i fazie $\frac{\pi}{4}$:

$$a + b = \sqrt{-2 \ln Y} \sin(2\pi x + \frac{\pi}{4}).$$

Średnie 12 elementowe wartości liczb losowych są punktami sinusoid o tym samym okresie $\Theta = 1$ i różnych amplitudach $\sqrt{-\ln Y}$. Po prostu wybierane są losowo punkty sinusoid — o różnym zagęszczeniu wartości:

$$\Delta x = (2\pi)^{-1} \cos^{-1}(2\pi x + \frac{\pi}{4}) \Delta y.$$

Liczba wybieranych losowo wartości N_i różniących się o Δy_i nie jest rozłożona równomiernie w przedziale $0, 1$ — jest proporcjonalna do Δx_i . Liczba N_i zależy od położenia w przedziale $\langle 0, 1 \rangle$ asymptot, stycznych o nachyleniu $-45^\circ, 0^\circ, 45^\circ$ krzywej odwrotności cosinusoidy. Oto punkty charakterystyczne na osi x (osi czasu t , rys. 1.5):

x_i ; 0,089; 0,125; 0,161; 0,376; 0,589; 0,625; 0,661; 1,000.

Różnice Δx między kolejnymi punktami charakterystycznymi wynoszą: 0,036; 0,036; 0,214; 0,214; 0,036; 0,036; 0,339.

Różnice $\Delta x = 0,036$ powtarza się w przedziale $\langle 0, 1 \rangle$ czterokrotnie. Odpowiada ona przedziałom czasu $\Delta t = 7,6$ lat ($n = 210$) i 15,1 lat ($n = 420$) w ciągach „czasowych” liczb losowych.

Wykryte okresy (metodą sinusoid regresji) w ciągach czasowych liczb losowych (12 elementowych wartości) wynoszą $\Theta = 7,9$ lat ($R = 0,175$) i $\Theta = 15,2$ lat ($R = 0,236$).

Okres 7,9 letni liczb losowych — to odstęp „czasu” ($\Delta x = 0,036$) między stycznymi $x = -\frac{\pi}{4}$ i $x = \frac{\pi}{4}$ do krzywej odwrotności funkcji $\cos(2\pi x + \frac{\pi}{4})$.

Czy ta przypadkowa zbieżność długości okresu liczb losowych 7,9 lat, wynikająca z użytych funkcji generatora RANNOR z najsilniejszym cyklem 7,8 temperatury powietrza w Europie może być dowodem nierealności okresowości temperatury powietrza?

4. MODELOWANIE NATURALNYCH I ANTROPOGENICZNYCH ZMIAN KLIMATU

Istotne znaczenie poznawcze ma wyodrębnienie dwóch składników trendu czasowego klimatu: naturalnego i antropogenicznego.

Ciąg chronologiczny zmierzonych wartości temperatury powietrza T_1, \dots, T_n można traktować jako sumę dwóch składników: naturalnego T' i antropogenicznego ΔT : $T = T' + \Delta T$.

Składnik naturalny T' można oddzielić, gdyż jest on wypadkową nakładających się cykli naturalnych. Składnik naturalny T' jest superpozycją cykli Θ_j obecnych w gęstym widmie oscylacji:

$$T' = a_0 + \sum_{j=1}^k b_j \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j\right)$$

o istotnych statystycznie amplitudach b_1, \dots, b_k .

Jeżeli dwa ciągi chronologiczne: wartości zmierzonych T_1, \dots, T_n i naturalnych T'_1, \dots, T'_n (obliczonych jako superpozycja cykli) aproksymujemy dwoma równaniami prostych regresji

$$T = A_0 + At$$

$$T' = B_0 + Bt$$

to różnica współczynników regresji $a' = A - B$ jest miarą antropogenicznych zmian.

Tendencję antropogenicznych zmian określa bezpośrednio równanie prostej regresji (trend liniowy reszt ε_i , $T_i = T'_i + \varepsilon_i$):

$$T - T' = a_0 + at.$$

Oceny istotności składnika antropogenicznego a dokonano testując współczynnik korelacji r (Pearsona).

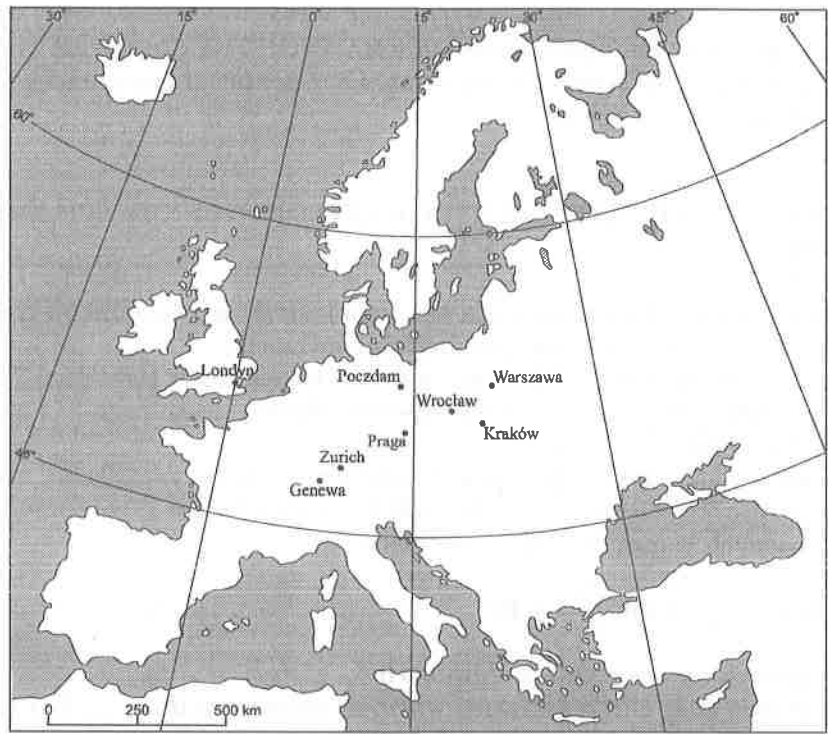
Składnik naturalny i antropogeniczny można oddzielić także wprowadzając do funkcji trendu czasowego składnik liniowy at :

$$T = f(t) = a_0 + at + \sum_{j=1}^k b_j \sin\left(\frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j\right).$$

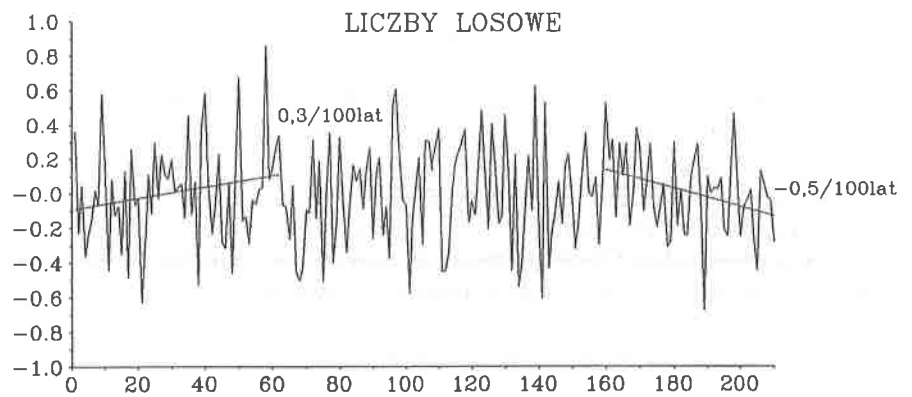
Miarą antropogenicznych zmian jest współczynnik regresji cząstkowej a .

Oceny istotności statystycznej składnika antropogenicznego $\Delta T = at$ można dokonać testem Fishera

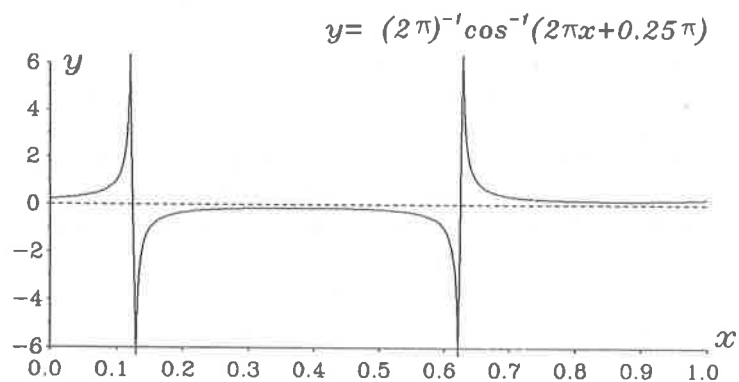
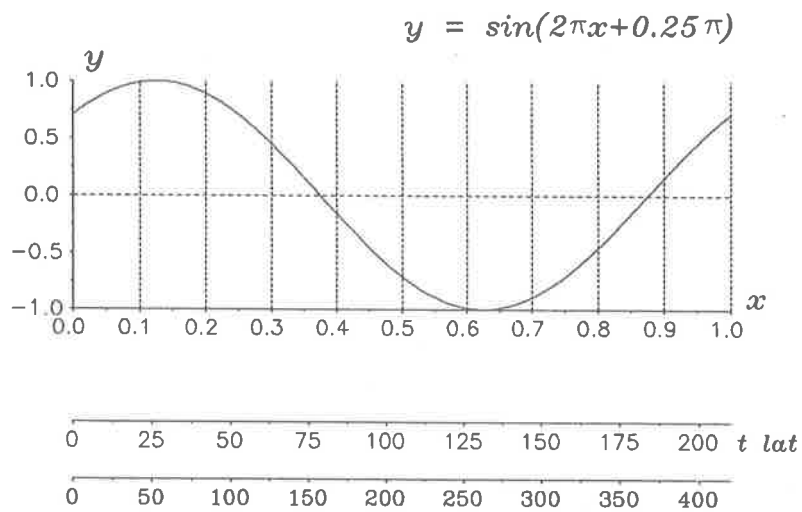
$$F = (n - 2k - 2) \cdot \frac{R_a^2 - R^2}{1 - R_a^2}$$



Rys. 1.3. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Europie.:
Location of meteorological stations in Europe.



Rys. 1.4. Trendy liniowe średnich 12-elementowych wartości liczb losowych (wg generatora liczb losowych o rozkładzie normalnym 0,1). Przykłady tendencji rosnącej 0,3/100 lat i $-0,5/100$ lat.
Linear trends of mean 12-element values of random numbers (according to the random number generator with normal distribution 0.1). Examples of progressive tendency 0.3/100 years and $-0.5/100$ years



Rys. 1.5. Uzasadnienie okresowości liczb losowych. Zależność okresów od funkcji trygonometrycznych generatora RANNOR.
 Justification of periodicity of random numbers. Dependence of periods on trigonometric functions of RANNOR generator

o 1 i $n-2k-2$ stopniach swobody, gdzie R_a jest współczynnikiem korelacji wielokrotnej po wprowadzeniu do trendu czasowego składnika liniowego at .

Trend hipotetyczny $T = f(t)$ zawiera się w przedziale $f(t) \pm 1,96 \cdot \delta_a$ (δ_a — błąd standardowy) z prawdopodobieństwem 95%, gdyż reszty $\varepsilon_i - T_i = f(t_i)$ mają w populacji rozkład normalny o parametrach 0, δ_a .

Wzór $T = f(t)$ można stosować do rekonstrukcji ($t < 0$) i prognozy ($t > n$) zmian klimatu, co wykazano na rys. 1.6.

Należy zauważyć, że równanie prostej regresji

$$T = A_0 + At$$

nie jest miarą zmian antropogenicznych. Współczynnik regresji A jest wypadkową naturalnych cykli temperatury powietrza i tendencji składnika antropogenicznego. Nie trzeba więc tendencję rosnącą temperatury powietrza w ostatnich stuleciach (globalne ocieplenie klimatu) przypisywać tylko czynnikom antropogenicznym.

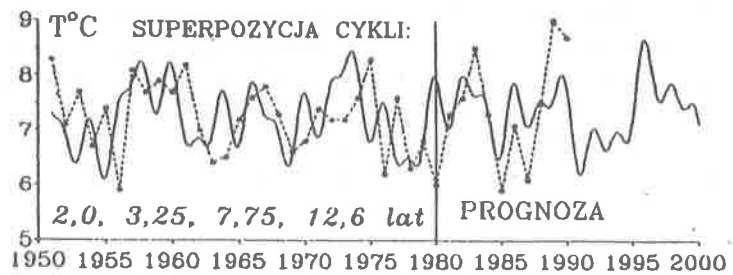
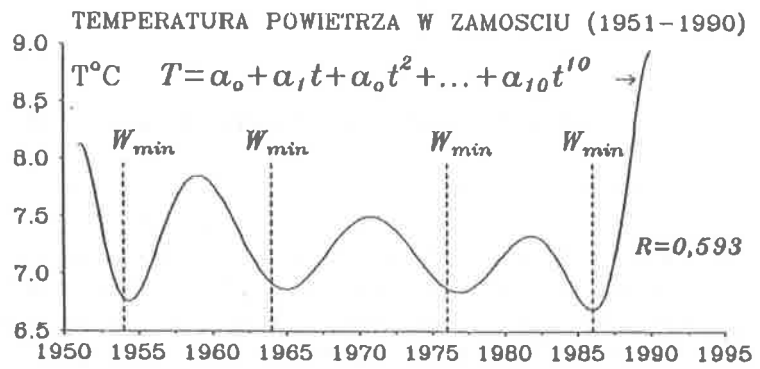
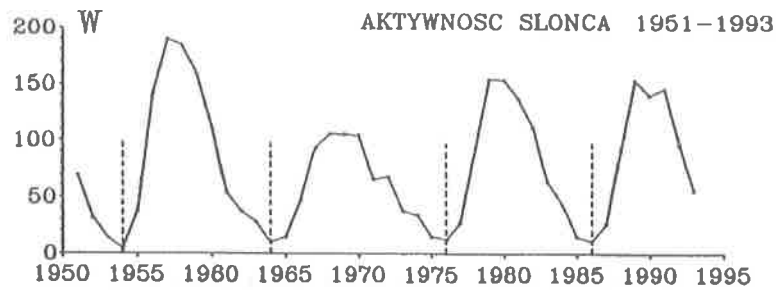
Żeby określić przyczyny naturalnych wahań klimatu, porównano gęste widma oscylacji typów cyrkulacji i temperatury powietrza z widmem oscylacji aktywności Słońca i erupcji wulkanów. Porównano je również w zakresie krótkich, średnich i długich cykli z widmami oscylacji parametrów Układu Słonecznego.

Istotne znaczenie poznawcze ma również porównanie wiekowych tendencji temperatury powietrza i wymienionych czynników naturalnych.

Znaczenie praktyczne mają prognozy naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu Europy. Ekstrapolując trendy czasowe temperatury powietrza, będące wypadkową cykli naturalnych i składnika antropogenicznego, opracowano unikalne (w krajowej i zagranicznej literaturze) prognozy wiekowych zmian klimatu w XXI wieku.

Wnioskowanie dotyczące poszczególnych miesięcy, sezonów, półroczy i roku można wykorzystać w różnych działach gospodarki: np. w rolnictwie, budownictwie itp.

Obliczenia dotyczące gęstych widm oscylacji i tendencji zmian klimatu wykonano z podwójną precyzją na komputerze IBM-3090 w Centrum Informatycznym Uniwersytetu Warszawskiego przez zespół pracowników: mgr Annę Góraj, mgr Teresę Desperat i mgr Grażynę Woźniakowską pod kierunkiem mgr Hanny Ziomaniec. Autorzy składają serdeczne podziękowanie za wprowadzenie nowych elementów w programach komputerowych i staranne wykonanie wszystkich obliczeń.



Rys. 1.6. Synchroniczność zmian: aktywności Słońca i temperatury powietrza w Zamościu w latach 1951-1990. Sprawdzenie prognozy temperatury powietrza w Zamościu na lata 1981-1990 wg ciągu chronologicznego z lat 1951-1980. Synchronicity of changes in the solar activity and air temperature in Zamosc in the years 1951-1990. Testing of air temperature forecast in Zamosc for the years 1981-1990 in the chronological sequence from the years 1951-1980.

III. WIELOOKRESOWE WAHANIA TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE

1. OGÓLNE CECHY POLA TEMPERATURY POWIETRZA W EUROPIE

Zasadnicze cechy pola temperatury powietrza w Europie opisują profile: południkowy — $T(\varphi)$, równoleżnikowy — $T(\lambda)$ i hipsometryczny — $T(H)$, określone wielomianami regresji 4 stopnia względem szerokości geograficznej φ , długości λ i wysokości nad poziomem morza H (rys. 2-5). Profile te charakteryzują obserwowane pole temperatury powietrza w wybranych miesiącach (styczeń, lipiec) i roku. Profil południkowy $T(\varphi)$ wskazuje zmienność temperatury (średnią wzdłuż równoleżników) tj. w kierunku południe — północ. Profil równoleżnikowy $T(\lambda)$ wyraża zmienność temperatury (średnią wzdłuż południków miejscowych) tj. z zachodu na wschód. Natomiast profil hipsometryczny $T(H)$ charakteryzuje zależność temperatury powietrza od wysokości nad poziomem morza.

Spadek temperatury powietrza ze wzrostem szerokości geograficznej w Europie wynosi: styczeń od 20° do -20°C , lipiec od 28° do 12°C , rok od 24°C do -8°C .

Profile równoleżnikowe cechują trzy ekstrema, które najbardziej różnią się w lipcu. Jedno maksimum 17°C występuje na zachód od południka Greenwich ($\lambda = -10^{\circ}$), a znacznie wyższe (21°C) na wschód od Polski ($\lambda = 35^{\circ}$). Minimum zaś lokalne (zbliżone do maksimum) przypada w pobliżu południka $\lambda = 15^{\circ}$. Najwyższe wartości temperatury powietrza obserwuje się: w styczniu w pobliżu południka $\lambda = 10^{\circ}$, a w lipcu $\lambda = 35^{\circ}$. Średnia roczna temperatura powietrza jest najwyższa na południku $\lambda = -10^{\circ}$ a najniższa wzdłuż południka $\lambda = 40^{\circ}$. Wynika to z ocieplającego wpływu Oceanu Atlantyckiego zimą, a ochładzającego latem.

W profilu pionowym $T(H)$ temperatura powietrza w obydwu miesiącach i roku maleje ze wzrostem wysokości bezwzględnej: w styczniu od 4°C na poziomie morza do -12°C na poziomie 3100 m, w lipcu od 19°C ($H = 0$) do -2°C ($H = 3600$ m), w roku odpowiednio od 11°C do -8°C .

Zależności temperatury powietrza od wysokości terenu opisywane wielomianami regresji 4 stopnia są zbliżone do liniowych (ich wykresy mało odbiegają od linii prostych).

Profile rocznej amplitudy temperatury powietrza: południkowy $A(\varphi)$, równoleżnikowy $A(\lambda)$ i hipsometryczny $A(H)$ — wykresy wielomianów regresji 4 stopnia (rys. 5) opisują jej zmienność roczną w Europie.

W profilu południkowym, roczna amplituda temperatury powietrza wzrasta z południa na północ Europy od 7°C ($\varphi = 35^{\circ}$) do 35°C ($\varphi = 68^{\circ}$). Krzywa $A(\varphi)$ cechuje się punktem przegięcia na równoleżniku $\varphi = 52^{\circ}$ (Warszawa), w którym amplituda $A = 17,5^{\circ}\text{C}$. To znaczy, że roczna amplituda temperatury powietrza wzrasta ze wzrostem szerokości geograficznej szybciej na północy Europy niż na południu.

W profilu równoleżnikowym rocznej amplitudy powietrza $A(\lambda)$ zaznacza się jej wzrost dopiero od południka $\lambda = -10^{\circ}$. Zmienia się ona na obszarze Europy od około 10°C ($\lambda = -10^{\circ}$) do 32°C ($\lambda = 48^{\circ}$). Wykres $A(\lambda)$ między południkami $\lambda = -10^{\circ}$, $\lambda = 48^{\circ}$ jest prawie linią prostą. Dla południka $\lambda = 21^{\circ}$ (Warszawa) otrzymuje się roczną amplitudę $A = 22,5^{\circ}\text{C}$.

Do interesujących zaliczyć można profil hipsometryczny rocznej amplitudy temperatury powietrza $A(H)$ w Europie, ze względu na dwa maksimum lokalne i jedno minimum. Maksimum absolutne amplitudy $A(H)$ wynoszące 21°C występuje na wysokości około 500 m n.p.m. Poniżej tego poziomu i powyżej amplitudy roczne temperatury powietrza są mniejsze — na poziomie morza $A = 15^{\circ}\text{C}$. Minimum amplitudy rocznej równe $A = 13^{\circ}\text{C}$ przypada na wysokości 2000 m n.p.m. Po czym roczna amplituda temperatury powietrza wzrasta, osiągając drugie niższe maksimum $A = 16^{\circ}\text{C}$ na poziomie nieco powyżej 3000 m n.p.m. Dla poziomu $H = 108$ m (Warszawa) otrzymuje się wartość amplitudy rocznej $A = 17^{\circ}\text{C}$.

Dynamikę zmian temperatury powietrza w Europie wskazują profile gradientów: południkowych — $\frac{dT}{d\varphi}$, równoleżnikowych — $\frac{dT}{d\lambda}$ i hipsometrycznych — $\frac{dT}{dH}$, obliczonych z profili $T(\varphi)$, $T(\lambda)$, $T(H)$. Profile gradientów: południkowego, równoleżnikowego i hipsometrycznego temperatury powietrza w Europie ilustrują rys. 6-9.

Profil gradientu południkowego $\frac{dT}{d\varphi}$ charakteryzuje zmienność temperatury powietrza w Europie w kierunku południe — północ, wyrażona na $1^{\circ}\varphi$. Najmniejsze spadki temperatury powietrza: styczeń $1,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, lipiec $0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, rok $0,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ występują w pasie nizin mniej więcej między $\varphi = 52^{\circ}$ i $\varphi = 56^{\circ}$. Natomiast największe spadki temperatury ku północy występują zarówno na samej północy Europy: styczeń $-2,6^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, lipiec $-1,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, rok $-1,5^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, jak też na południu: styczeń $-4,0^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, lipiec $-0,6^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, rok $-2,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$. Warszawa znajduje się w pasie tych najmniejszych spadków ($-\frac{dT}{d\varphi}$) wynoszących: $0,8^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ w styczniu, $0,3^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ w lipcu i $0,5^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ w roku.

Gradienty równoleżnikowe $\frac{dT}{d\lambda}$ określają zmienność temperatury powietrza w $^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$. Krzywe równoleżnikowych gradientów temperatury powietrza $\frac{dT}{d\lambda}$ cechują się dwoma ekstremami: minimum występującym w pobliżu południka Greenwich ($\lambda = 0^{\circ}$) i maksimum na wschód od Warszawy ($\lambda = 25^{\circ}$). Ekstrema te mało różnią się od siebie: styczeń — minimum $-0,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, maksimum $-0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, lipiec — minimum $0,0^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, maksimum $0,15^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, rok — minimum $-0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, maksimum $\approx 0^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$. Skrajne wartości gradientów równoleżnikowych na obszarze Europy wynoszą: styczeń od 0,6 do $-0,3^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, lipiec od 0,5 do $-0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, rok od 0,6 do $-0,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$.

Gradienty równoleżnikowe $\frac{dT}{d\lambda}$ zmieniają znak w ciągu roku: w styczniu na krańcach zachodnich Europy, a w lipcu w pobliżu $\lambda = 0^{\circ}$ i $\lambda = 35^{\circ}$.

Dla południka lokalnego, na którym leży Warszawa ($\lambda = 21^{\circ}$) gradient przyjmuje wartości: styczeń — $0,3^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, lipiec $0,1^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, rok $\approx 0^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$.

Najważniejszą cechą profilu gradientu hipsometrycznego temperatury powietrza w Europie są dwa ekstrema. W styczniu: maksimum $0^{\circ}\text{C}/100$ m na wysokości ok. 900 m n.p.m., i minimum $-0,8^{\circ}\text{C}$ na wysokości 2600 m n.p.m. Natomiast w lipcu jest odwrotnie: minimum $-0,8^{\circ}\text{C}/100$ m na wysokości 1200 m n.p.m., a maksimum $-0,5^{\circ}\text{C}/100$ m na poziomie 2800 m n.p.m. Ponadto gradient hipsometryczny $\frac{dT}{dH}$ zmienia znak. W styczniu temperatura powietrza wzrasta ze wzrostem wysokości n.p.m. na wysokościach powyżej 3400 m n.p.m., a w lipcu — poniżej 200 m n.p.m.

Na uwagę zasługuje też profil gradientu hipsometrycznego średniej rocznej temperatury powietrza w Europie. Najpierw tj. do wysokości 600 m n.p.m. spadek temperatury powietrza maleje do $0,3^{\circ}\text{C}/100$ m, a potem szybko wzrasta do $0,7^{\circ}\text{C}/100$ m na wysokości 2500 m n.p.m. Po osiągnięciu ekstremum, spadki temperatury powietrza szybko maleją do $0,3^{\circ}\text{C}/100$ m — na wysokości 3600 m n.p.m.

Na wysokości położenia Warszawy ($H = 108$ m), gradient hipsometryczny wynosi: styczeń $-1,6^{\circ}\text{C}/100$ m, lipiec $0,5^{\circ}\text{C}/100$ m, rok $-0,4^{\circ}\text{C}/100$ m n.p.m.

Profile gradientów rocznej amplitudy temperatury powietrza południkowy — $\frac{dA}{d\varphi}$, równoleżnikowych — $\frac{dA}{d\lambda}$ i hipsometrycznych — $\frac{dA}{dH}$, wyrażone odpowiednio w $^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, $^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$, $^{\circ}\text{C}/100$ m otrzymane na podstawie wielomianów 4 stopnia $A(\varphi)$, $A(\lambda)$, $A(H)$ obrazują wykresy na rys. 9.

Gradient południkowy rocznej amplitudy temperatury powietrza w Europie $\frac{dA}{d\varphi}$ ma minimum $0^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$, na równoleżniku $\varphi = 51,4^{\circ}$, przecinającym obszar Polski. Na północ i południe od tego równoleżnika, gradient południkowy rocznej amplitudy rośnie, osiągając $1,4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ na szerokości geograficznej $\varphi = 36^{\circ}$ i ponad $2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\varphi$ — w szerokościach najwyższych w Europie.

Gradient równoleżnikowy rocznej amplitudy temperatury powietrza w Europie $\frac{dA}{d\lambda}$ ma maksimum $0.4^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$ w pobliżu południka $\lambda = 10^{\circ}$ i minimum (nie wiele różniące się od tego maksimum) $0.3^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$ przy długości geograficznej $\lambda = 34^{\circ}$. Gradient równoleżnikowy $\frac{dA}{d\lambda}$ jest ujemny na zachód od południka $\lambda = 15^{\circ}$, a dodatni na wschód. Gradient zerowy $\frac{dA}{d\lambda} = 0^{\circ}\text{C}/1\lambda$ przypada mniej więcej na południk 15° . W Warszawie równoleżnikowy przyrost rocznej amplitudy temperatury powietrza z zachodu na wschód wynosi: $\frac{dA}{d\lambda} = 0,3^{\circ}\text{C}/1^{\circ}\lambda$.

Gradient hipsometryczny rocznej amplitudy temperatury powietrza w Europie ($\frac{dA}{dH}$) ma dwa ekstrema: minimum ujemne $\frac{dA}{dH} = -0,9^{\circ}\text{C}/100$ m na wysokości 1100 m n.p.m. i maksimum dodatnie $\frac{dA}{dH} = 0,5^{\circ}\text{C}/100$ m na poziomie 2600 m. Gradient hipsometryczny rocznej amplitudy temperatury powietrza $\frac{dA}{dH}$ w Europie zmienia znak na trzech poziomach: $H = 500$ m (z dodatniego na ujemny), $H = 2000$ m (z ujemnego na dodatni) i $H = 3000$ m (ponownie z dodatniego na ujemny). Na wysokości $H = 108$ m (poziom położenia Warszawy), gradient hipsometryczny $\frac{dA}{dH}$ jest dodatni i średnio w granicach Europy wynosi $1,8^{\circ}\text{C}/100$ m.

Modele graficzne (wykresy wielomianów 4-tego stopnia) symulujące zmiany przestrzenne w cyklu rocznym stanowią dobre narzędzie określania zasadniczych cech termicznych klimatu badanych miast Europy środkowej i zachodniej: Warszawa, Kraków, Wrocław, Praga, Poczdam, Zurych, Genewa, Londyn. Miejscowości te mało różnią się szerokością geograficzną (leżą w przedziale $46-53^{\circ}$). Tak więc rozbieżność między amplitudami wyznaczonych cykli nie jest uwarunkowana różnicą szerokości geograficznej. Leżą one między południkami $0-22^{\circ}$ w przedziale wysokości nad poziomem morza $0-600$ m. Przeważają stacje nizinne.

2. SYNCHRONICZNOŚĆ CYKLI TEMPERATURY POWIETRZA, CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ, AKTYWNOŚCI SŁOŃCA I ERUPCJI WULKANICZNYCH

Jak już wspomiano, jednym z głównych problemów klimatologii są cykliczne wahania klimatu i ich przyczyny. Po wykryciu 11 — letniego cyklu aktywności Słońca i przyrostów drzew (grubości pierścieni, sło) starano się wykazać, iż temperatura powietrza ulega także 11 — letniej okresowości.

W badaniach cykliczności temperatury powietrza coraz rzadziej stosowaną jest analiza harmoniczna (szereg Fouriera) ze względu na przypadkową zgodność fikcyjnych okresów $n, \frac{n}{2}, \frac{n}{3}, \dots$ z prawdziwymi, wynikającymi z pomiarów. Jest ona stosowana nadal do opisu rocznych (Ewert, 1984) i dobowych wahań temperatury powietrza.

Wiekowe zmiany temperatury są zwykle określane przez ciągi chronologiczne średnich konsekwentnych 5-, 10-, 25-letnich wartości i zależności liniowe od czasu (Budyko, 1971, Trepieńska, 1973).

Najczęściej ostatnio stosowana jest analiza spektralna — metoda autokorelacji. Według np. Ch. D. Schönwiesse (1983) temperatura powietrza w środkowej Anglii w latach 1659 — 1980 ulega okresowym zmianom — w przybliżeniu 200; 25; 14; 5; 3; 4; 3,1; 2,15 lat. Landsberg (1980) uważa, że tylko cykle 99 lat i 2-letni średniej temperatury powietrza na półkuli północnej są istotne statystycznie — wyjaśniają one znaczną część wariacji temperatury.

Trzeba zauważyć, że metoda autokorelacyjna umożliwia wykrywanie tylko cykli krótszych od $\frac{n}{2}$ lat (n — długość serii pomiarowej). „Uprzywilejowane” statystycznie są cykle najkrótsze, które są wyznaczone na podstawie największej liczby $n-k$ pomiarów (n — długość ciągu chronologicznego, k — okres). Spadek wartości współczynników autokorelacji przy małych częstotliwościach $\frac{2\pi}{k}$ zmian wynika z niedoskonałości samej metody i z braku długich ciągów chronologicznych. Po prostu kolejne współczynniki korelacji między ciągiem pierwotnym (o liczebności n) i ciągami otrzymanymi z translacji czasu o k jednostek są obliczone na podstawie coraz to mniejszej $n-k$ liczby danych.

Analiza oscylacji — wyznaczania widma cykli metodą kolejnych sinusoid regresji są nowym, doskonalszym narzędziem badań cyklicznych zmian klimatu.

Znajomość widma oscylacji cykli optymalnych w sensie metody najmniejszych kwadratów — umożliwia rekonstrukcję i prognozę klimatu (Bryczka, 1984, Boryczka, Stopa-Boryczka, i inni, 1992, Boryczka, Stopa-Boryczka i in., 1997). W pracach tych po raz pierwszy oddzielono składniki naturalnych i antropogenicznych zmian klimatu. Do funkcji trendu czasowego wprowadzono początkowo składnik paraboliczny $\Delta T = a_1 t + a_2 t^2$, a następnie liniowy $\Delta T = at$ — jako miary antropogenicznych zmian. Okazało się, że składnik liniowy trendu czasowego jest lepszą miarą antropogenicznych zmian niż paraboliczny, który może także częściowo aproksymować zmiany naturalne długookresowe o znanych okresach Θ_j .

Jeżeli ciąg chronologiczny zmierzonych wartości temperatury powietrza T_1, \dots, T_n aproksymujemy równaniem prostej regresji $T = A_0 + At$, a ciąg chronologiczny wartości T'_1, \dots, T'_n $\{T' = a_0 + \sum b_j \cos\left(\frac{2\pi}{\Theta_j} t + c_j\right)\}$ — superpozycja cykli naturalnych Θ_j — równaniem prostej regresji $T'' = B_0 + Bt$, to różnica współczynników regresji $a = A - B$ jest dobrą miarą tendencji zmian antropogenicznych.

Cykliczność temperatury powietrza w Europie wyznaczono na podstawie ciągów czasowych średnich, sezonowych, półrocznych i rocznych z różnych przedziałów czasu — od 100 do 300 lat (tab. 1-108, rys. 1.1, 11-70).

Głównymi przyczynami naturalnymi zmian klimatu są aktywności Słońca i erupcje wulkaniczne. Podczas maksimum aktywności Słońca obserwuje się na ogół wyższe temperatury powietrza niż w latach spokojnego Słońca, gdy liczba plam słonecznych jest najmniejsza. Minimum wiekowych zmian temperatury powietrza przypada na najsłabszy 13-letni cykl (1811-1823), a maksimum — w pobliżu maksimum absolutnego plam słonecznych (1957), licząc od roku 1700.

Aktywność Słońca kształtuje klimat Ziemi poprzez cyrkulację atmosferyczną. W cyklu 11-letnim liczb Wolfa zmienia się stała Słoneczna o 2,5% (Kondratiew i Nikolsky, 1987), a więc dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi. Dystrybucję energii cieplnej na Ziemi warunkuje cyrkulacja atmosferyczna i cyrkulacja wód oceanicznych (prądy morskie, El Nino). Wpływ aktywności Słońca na cyrkulację (zmiennność stałej słonecznej i stanu jonosfery — Rakipowa, 1960) determinuje wahania temperatury powietrza.

Na stałą słoneczną duży wpływ mają również erupcje wulkaniczne — emisja ogromnych ilości pyłów do atmosfery. Na przykład po wybuchu wulkanu Katmai (Alaska, 1912 rok) stwierdzona spadek promieniowania bezpośredniego (w skali globalnej) o 10–20%. Drobnny pył wulkaniczny pozostaje w stratosferze przez wiele lat i ogranicza dopływ promieniowania do powierzchni Ziemi — powodując ochładzanie w skali globalnej.

Oddzielenie wpływów aktywności Słońca i aktywności wulkanicznej na klimat Ziemi jest b. trudne. Wynika to ze zbliżonej okresowości tych czynników. Erupcja wulkanów (wskaźnik DVI, dust veil index H. Lamba) ulegają analogicznej cykliczności jak aktywność Słońca:

aktywność Słońca (liczby Wolfa, 1700-1993) — 11,0; 101,3; 192,1 lat
 erupcja wulkanów (DVI, 1680-1980) — 11,4; 90,5; 221,5 lat

Należy zauważyć, że daty wybuchów wulkanów o największych wartościach wskaźnika zapylenia atmosfery DVI pokrywają się z latami spokojnego Słońca — minimami aktywności Słońca: (załącznik 3).

Ciągi czasowe temperatury powietrza w Europie cechują się okresowością około 4-5- letnią:

	zima	wiosna	lato	jesień	rok
Warszawa	3,5	4,0	3,9	4,7	4,7
Praga	3,5	4,4	3,9	4,7	4,7
Genewa	3,8	3,9	3,9	3,7	3,9
Anglia	3,8	3,7	3,1	4,3	5,2

Jest to również okres zmienności opadów atmosferycznych w Polsce (Brazdil i Kożuchowski 1986), odpływów Wisły (Jokieli i Kożuchowski 1989), poziomu Morza Bałtyckiego (Kożuchowski i Boryczka 1997), cyrkulacji na poziomie 500 hPa nad Polską i Bałtykiem (Kożuchowski, Stolarczuk i Wikbik 1994), zlodzenia Bałtyku (Kożuchowski 1994) oraz cyrkulacji atmosferycznej.

rycznej — makrotypów strefowej (W) i południkowej (C), a także cyrkulacji cyklonalnej nad Polską (Boryczka, Stopa-Boryczka i inni, 1997). Przyczyną tego okresu może być siła pływowa na Ziemi, wywołana ruchem planet o bardzo silnym cyklu 4,0 lat (współczynnik korelacji $R = 0,37$). Tezę tę wspiera także cykl 3,0 lat erupcji wulkanicznych na Ziemi (zmiennej $IgDVI$). Natomiast cyklu 4-letniego nie ma w widmie oscylacji aktywności Słońca. Prawdopodobnie podczas maksimów wypadkowej sił pływowych luni-solarno-planetarynych na Ziemi powstają warunki oddziaływań grawitacyjnych zmieniające cyrkulację atmosferyczną i sprzyjające erupcjom wulkanicznym.

W ciągach czasowych temperatury powietrza w Europie dominuje cykl o długości ok. 7-8 lat:

	zima	wiosna	lato	jesień	rok
Warszawa	8,3	7,8	7,1	6,5	7,7
Kraków	8,2	7,9	7,0	5,5	7,8
Wrocław	7,6	7,9	7,7	8,7	7,7
Zurych	7,5	7,8	5,9	6,9	7,7
Praga	7,7	6,9	8,4	7,5	7,8
Genewa	5,8	7,8	7,8	6,8	7,4
Poczdami	7,7	7,8	7,9	6,9	7,7
Anglia	7,7	6,9	8,3	7,3	7,4

Zbliżoną cyklicznością cechuje się cyrkulacja atmosferyczna:

	zima	wiosna	lato	jesień	rok
wschodnia (C_E)	7,4	7,7	7,9	7,7	8,0
zachodnia (C_W)	7,6	9,0	6,0	7,6	9,4
południkowa (C)	7,6	8,9	6,9	6,5	7,8
cyklonalna (C_L)	7,4	5,4	7,9	6,9	8,5
strefowa (C_I)	7,8	8,3	8,9	7,7	8,9

W ciągach czasowych liczb Wolfa w latach 1749-1993 i 1700-1993 występują okresy 8,1 i 8,5 lat o amplitudach 21,2 i 23,5 (2b). Wskaźnik zawartości pyłów wulkanicznych w atmosferze DVI ma okres 7,9 lat. Taki sam okres stwierdza się w zmienności parametrów Układu Słonecznego: przyśpieszenia Słońca — 7,8 lat, sił pływowych na Słońcu — 7,4 lat.

Okresowość 7,8-letnia stwierdzono również w serii pomiarów (od 1720 roku) zlodowaceń Bałtyku (Kožuchowski, 1994). Okresowość 7,7-letnia stwierdzono także w Alpach (Lorenc, 1994) i wcześniej w kilkudziesięciu seriach europejskich (Malcher i Schönwiese, 1987).

Koncepcję wcześniejszą autorów o przyczynowo-skutkowym powiązaniu klimatu Ziemi z ruchem planet i Słońca, aktywnością słoneczną i aktywnością wulkaniczną potwierdzają badacze czescy Charvatova i Strestik (1994). Zaliczają oni 7,8-letni cykl do podstawowej grupy harmonik, cechujących

ruch planet (Jowisz, Saturn, Uran, Neptun), które oddziaływując na Słońce kształtują 11-letni cykl słoneczny.

Interesujące jest porównanie okresowości temperatury powietrza w Europie i aktywności Słońca w paśmie 9,5-12,8 lat:

Liczby Wolfa 1700-1993			Liczby Wolfa 1749-1993		
okres	amplituda	współ czynnik R	okres	amplituda	współ czynnik R
9,5	15,1	0,13	9,5	22,2	0,19
10,0	48,3	0,42	10,0	49,1	0,42
10,5	44,7	0,39			
<u>11,0</u>	<u>60,1</u>	<u>0,53</u>	<u>11,0</u>	<u>57,9</u>	<u>0,50</u>
12,0	32,2	0,28	11,9	31,3	0,27
12,7	15,5	0,14	12,8	12,1	0,10

Wiadomo (Kondratiev, Nikolsky, 1987), że stała słoneczna w znacznym stopniu zależy od aktywności Słońca. Zależność jej od liczb Wolfa wyraża wzór empiryczny

$$s = 1,903 + 0,011W^{0,5} - 0,0006W, \quad [\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}]$$

Stała słoneczna (s) w cyklu 11-letnim zmienia się maksymalnie o 2,5%. Jest największa, gdy $W = 84$.

W ciągu czasowym stałej słonecznej w latach 1700-1993 wyróżnia się pasmo widma 9,6-14,5 lat (minima wariacji resztkowej:

okres	współczynnik R	amplituda $2b$
9,6	0,057	0,0017
10,1	0,209	0,0063
10,5	0,326	0,0098
11,1	0,609	0,0182
11,9	0,186	0,0056
12,7	0,227	0,0064
13,7	0,141	0,0042
14,5	0,170	0,0051

Cykl 11,1-letni stałej słonecznej można wyrazić równaniem sinusoidy

$$s = 1,94357 + 0,009163 \sin\left(\frac{2\pi}{11,1}t - 1,9549\right),$$

przyjmując datę 1699 jako $t = 0$.

Amplituda zmian stałej słonecznej w tym cyklu wynosi średnio $s_{\max} - s_{\min} = 0,0182 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$ i stanowi prawie 1% w odniesieniu do średniej $1,9436 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$. Należy zauważyć, że okres 11,1 lat jest rezultatem uśrednienia pojedynczych rytmów plam słonecznych, od 9 do 14 lat.

Przy obecnej ekscentryczności orbity Ziemi ($\Theta = 0,016751$) wraz ze zmianą odległości Ziemi od Słońca (147 mln km — styczeń, 152 mln km — lipiec) stała słoneczna zmienia się w granicach $\pm 3,3\%$ wartości średniej (od

peryhelium do aphelium). Zakres rocznych wahań stałej słonecznej wynosi $s_{\max} - s_{\min} = 6,6\%$. Dopływ energii słonecznej do Ziemi podczas maksimów plam słonecznych w Zimie (w styczniu) jest o 9,1% większy niż w latach spokojnego Słońca w lecie (lipcu).

Nawet niewielkie zmiany stałej słonecznej mogą oddziaływać na cyrkulację atmosferyczną — dystrybucję ciepła na Ziemi.

Znajomość granic zmian stałej słonecznej w zależności od aktywności Słońca — jej tendencji — może być kluczem do wyjaśnienia globalnych wahań klimatu.

Analogiczna okresowość występuje w seriach pomiarowych temperatury powietrza w Europie. oto okresy o długościach 9,3-14,2 lat i amplitudy wahań (2b w °C):

	zima		wiosna		lato		jesień		rok	
Warszawa	9,7	0,8	9,8	0,4	9,6	0,1	9,1	0,4	9,2	0,3
	10,2	0,7	10,4	0,1	10,5	0,2	<u>10,6</u>	<u>0,4</u>	10,4	0,2
	.	.	<u>11,2</u>	<u>0,7</u>	11,3	0,3	11,4	0,2	11,1	0,3
	11,9	0,5	12,1	0,4	.	.	11,8	0,2	.	.
	<u>12,9</u>	<u>1,0</u>	<u>12,9</u>	<u>0,8</u>	13,3	0,3	13,0	0,3	12,9	0,4
	14,0	0,8	14,2	0,6	14,5	0,3	<u>14,3</u>	<u>0,4</u>	14,0	0,4
Praga	9,4	0,6	9,7	0,5	<u>9,7</u>	<u>0,4</u>	9,7	0,2	9,7	0,2
	<u>10,1</u>	<u>1,0</u>	10,4	0,6	.	.	<u>10,4</u>	<u>0,5</u>	<u>10,3</u>	<u>0,4</u>
	10,9	0,3	11,2	0,6	10,8	0,2	11,1	0,2	11,4	0,2
	.	.	.	.	11,7	0,2	11,9	0,2	.	.
	11,8	0,5	12,1	0,3	12,8	0,4	12,9	0,2	12,9	0,4
	12,9	0,8	13,0	0,6	<u>13,9</u>	<u>0,5</u>	.	.	.	.
	<u>14,2</u>	<u>1,0</u>	<u>14,3</u>	<u>0,7</u>	.	.	14,0	0,3	<u>14,1</u>	<u>0,5</u>
Genewa	9,3	0,4	9,6	0,2	9,6	0,2	9,5	0,3	9,3	0,2
	<u>10,3</u>	<u>0,6</u>	<u>10,3</u>	<u>0,8</u>	<u>10,6</u>	<u>0,4</u>	10,4	0,4	10,3	0,3
	11,0	0,4	11,2	0,4	11,3	0,3	11,2	0,1	11,1	0,2
	<u>11,7</u>	<u>0,6</u>	12,0	0,2	12,0	0,1	12,5	0,1	11,9	0,2
	12,9	0,5	<u>12,9</u>	<u>0,6</u>	12,7	0,3	.	.	12,8	0,3
	.	14,0	0,3	<u>13,8</u>	<u>0,6</u>	14,4	0,1	14,0	0,2	
Środkowa Anglia	9,5	0,3	9,7	0,2	9,4	0,3	9,9	0,3	9,5	0,2
	10,5	0,2	<u>10,5</u>	<u>0,3</u>	10,0	0,3	<u>10,3</u>	<u>0,4</u>	10,4	0,1
	11,1	0,4	11,1	0,2	11,1	0,2	11,2	0,2	11,1	0,2
	<u>11,7</u>	<u>0,6</u>	11,6	0,2	11,6	0,2	12,0	0,2	11,6	0,1
	<u>12,4</u>	<u>0,7</u>	12,4	0,2	<u>12,8</u>	<u>0,4</u>	12,6	0,3	12,5	0,2
	13,2	0,3	13,2	0,4	13,9	0,2	13,8	0,2	14,1	0,2

Na ogół amplitudy zmian temperatury powietrza w cyklu 11-letnim są mniejsze niż w cyklach nieco dłuższych: 12, 13, 14 lat — zbliżonych do okresów obiegu Jowisza (największej planety) 11,86 lat i jego położenia względem Neptuna 12,78 lat i Urana 13,81 lat.

Zakres wahań temperatury powietrza w wyznaczonych cyklach o długościach 9,3-14,2 lat jest największy w zimie: np. w Warszawie w cyklu 12,9 lat wynosi 1°C, w Pradze w cyklu 14,2 lat — 1°C, w Genewie w cyklu 11,7

lat — 0,6°C, w Anglii środkowej w cyklu 12,4 lat — 0,7°C. W lecie wahania temperatury powietrza w okresach należących do pasma widma 9,3-14,2 lat są znacznie mniejsze. Prawdopodobnie wynika to z wahań rocznych stałej słonecznej $\pm 3,3\%$ i jej zmian o 2,5% w cyklu 11-letnim — zależy od dystrybucji ogromnej ilości ciepła dopływającego od strefy okołorównikowej w kierunku biegunów.

Dobrym przykładem wpływu aktywności Słońca na temperaturę powietrza są wyniki jej pomiarów w latach 1951-1990 w Zamościu. Ekstrema krzywej wyrównanej zmian temperatury powietrza w Zamościu odpowiadają ekstremom aktywności Słońca w cyklu 11-letnim: minima — w latach 1954, 1964, 1976, 1986, a maksima — w latach 1957 (maksimum absolutne od 1700 roku), 1968, 1979, 1989. O wpływie aktywności Słońca na temperaturę powietrza świadczą prognozy temperatury na podstawie 30-lecia 1951-1980. Wypadkowa nakładających się cykli temperatury z lat 1951-1980 daje dobrą zgodność z późniejszymi pomiarami w 10-leciu 1981-1990, obejmującym minimum aktywności Słońca (1986) w cyklu 11-letnim (Stopa-Boryczka, Boryczka, 1998).

W kształtowaniu klimatu Ziemi dużą rolę odgrywają około 100-letnie i 200-letnie okresy aktywności Słońca i stałej słonecznej w latach 1700-1993:

aktywność Słońca

$$W = 49,368 + 17,254 \sin\left(\frac{2\pi}{101,6}t - 2,2688\right), \quad R = 0,304$$

$$W = 48,431 + 12,759 \sin\left(\frac{2\pi}{192,1}t - 1,1804\right), \quad R = 0,223$$

stała słoneczna

$$s = 1,9434 + 0,004158 \sin\left(\frac{2\pi}{102,0}t - 2,1359\right), \quad R = 0,277$$

$$s = 1,9435 + 0,002084 \sin\left(\frac{2\pi}{187,8}t - 1,0349\right), \quad R = 0,136$$

Zmiany stałej w cyklu 102-letnim wynoszą $0,0082 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{min}}$, a w cyklu 187,8-letnim — $0,0042 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{min}}$. W odniesieniu do jej wartości średniej w latach 1700-1993 stanowi to 0,4% i 0,2%. Wynikiem nakładania się tych dwóch cykli są zmiany stałej słonecznej rzędu 0,6%, a łącznie z okresem 11-letnim — 1,6% — w odniesieniu do średniej z lata 1700-1993. Długookresowe zmiany stałej słonecznej mają zasadniczy wpływ na tendencję zmian klimatu (akumulacja ciepła przez głębsze warstwy wód oceanicznych i warstwy ziemi).

Znamienne jest, że temperatura powietrza podlega ok. 100-letnim zmianom aktywności Słońca (stałej słonecznej). Długość tego około wiekowego cyklu temperatury, wyznaczonego na podstawie najdłuższych serii pomiarów w poszczególnych sezonach zestawiono poniżej:

	zima		wiosna		lato		jesień		rok	
	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.
Warszawa	113,1	0,7	72,9	0,6	91,2	0,4	66,8	0,4	104,7	0,2
Genewa	93,4	0,4	73,1	0,8	76,6	1,0	74,6	0,6	75,8	0,6
Anglia	99,1	0,6	102,8	0,5	101,9	0,3	104,9	0,7	101,8	0,7

Minima temperatury powietrza w tych cyklach występują w pobliżu daty 1811, minimum stałej słonecznej w cyklu 102-letnim (np. Warszawa, średnia roczna, 1817).

Analogiczna okresowość występuje w ciągach czasowych temperatury powietrza zarówno w wyższych szerokościach geograficznych (Spitsbergen), jak też niższych (Colombo):

Spitsbergen

zima		wiosna		lato		jesień		rok	
okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.
8,7	2,6	8,7	1,6	6,9	0,5	.	.	8,7	1,1
11,1	2,5	.	.	10,1	0,5	10,1	1,5	10,4	1,2
12,3	3,1	12,4	3,1	12,5	0,6	12,3	1,9	12,5	2,0
48,8	5,1	.	.	.	.	.	.	50,7	2,0

Colombo

zima		wiosna		lato		jesień		rok	
okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.
7,2	0,2	7,0	0,2	8,6	0,1	7,6	0,2	7,6	0,1
10,1	0,2	10,1	0,2	10,2	0,2	10,1	0,2	10,1	0,2
11,3	0,2	11,5	0,2	11,6	0,1	11,4	0,1	11,4	0,1
13,1	0,2	14,2	0,2	13,0	0,1	12,9	0,2	12,9	0,1
88,1	0,6	91,5	0,6	74,9	0,5	89,5	0,5	89,5	0,5

Zakres zmian temperatury powietrza w poszczególnych cyklach największy jest na Spitsbergenie, a najmniejszy w Colombo. Ponadto wahania temperatury w/w cykli są większe w zimie niż w lecie — podobnie jak w Europie. W cyklu 11-letnim temperatury na Spitsbergenie w zimie zakres zmian wynosi aż 2,5°C, a w Colombo tylko 0,2°C. W Colombo na podstawie dłuższej serii pomiarów (1889-1980) wyznaczono także cykl ok. 90-letni temperatury powietrza o zakresie wahań 0,6°C.

W Europie istnieje też około dwuwiekowy okres zmian temperatury powietrza. Wyrażają tę zmienność równania sinusoid regresji:

	zima		wiosna		lato		jesien		rok	
	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.	okres	ampl.
Warszawa	218,3	1,8	217,5	1,4	208,2	0,3	.	.	223,9	1,1
Genewa	216,6	1,0	.	.	147,4	0,7	177,5	0,6	166,3	0,7
Anglia	170,2	0,6	175,7	0,5	220,8	0,4	197,9	0,5	175,6	0,4

Prognozowane minimum (2059) stałej słonecznej w cyklu 187,8 lat i prognozowane minimum średniej rocznej temperatury powietrza w Warszawie (2057) w cyklu 223,9 lat przypadają w połowie przyszłego stulecia.

Długość tego ok. dwuwiekowego okresu, zbliżona do szerokości przedziału aproksymacji, bardzo zależy od długości serii pomiarów. Uwzględnienie dodatkowych kilku lat prowadzi do zmiany okresu nawet o kilkanaście lat.

Należy jednak zauważyć, że parametry Układu Słonecznego w szerokich przedziałach aproksymacji (1700-2100) cechują się okresowością zbliżona do 200 lat.

O realności tych najdłuższych cykli klimatycznych, około 100-letnich i 200-letnich świadczą np. ciągi czasowe substancji organicznych deponowanych w osadach jez. Święte w ciągu ostatnich 10 000 lat. W ciągach czasowych substancji organicznych, zachowanych w osadach Jez. Święte okresy 120 i 1900 lat powtarzają się wielokrotnie (Boryczka, Wicik, 1994). Analogicznym problemem w analizie akumulacji osadów jeziornych jest uznanie jako realne okresów 7350 lat i dłuższych na podstawie danych sprzed 10 000 lat.

Wyjaśniając przyczyny okresowych zmian klimatu nie można pominąć roli erupcji wulkanicznych — emisji dużej ilości pyłów do atmosfery. Nie wiadomo dlaczego wskaźnik zawartości pyłów wulkanicznych w atmosferze DVI ulega zbliżonym rytmom jak aktywność Słońca:

4,0 6,8 9,9 11,4 13,3 16,4 92,5 211,4 lat

Nie wiadomo jaki jest udział drobnego pyłu wulkanicznego pozostającego w stratosferze przez wiele lat w kształtowaniu stałej słonecznej.

Tab. 1. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — zima

True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — winter

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,3	0,739	-1,7933	0,110	-2,658
2,6	1,021	-1,3145	<u>0,152</u>	-2,657
2,8	0,767	1,6998	0,114	-2,655
3,1	0,913	2,6058	0,136	-2,656
3,3	0,826	-0,3161	0,123	-2,657
3,5	1,179	0,5595	0,176	-2,658
3,8	0,558	2,1502	0,088	-2,655
4,0	0,518	2,6679	0,077	-2,656
4,2	0,897	-0,5618	0,134	-2,658
4,7	0,867	2,4824	0,130	-2,656
5,2	1,315	0,0427	0,196	-2,660
5,5	0,903	1,0866	0,134	-2,658
5,7	1,081	2,4297	0,161	-2,657
6,4	0,792	2,9743	0,118	-2,657
7,1	0,934	-1,3935	0,139	-2,660
7,4	0,903	-0,6629	0,135	-2,662
7,7	1,512	-0,6870	0,226	-2,664
8,3	1,521	-2,2529	0,227	-2,652
8,7	1,075	-0,4371	<u>0,160</u>	-2,660
9,2	0,807	1,2186	0,120	-2,655
9,7	0,767	2,6665	0,114	-2,653
10,2	0,704	-1,3131	0,105	-2,661
11,9	0,499	-0,2268	0,074	-2,659
12,9	0,997	0,2721	<u>0,149</u>	-2,665
14,0	0,807	1,4774	0,121	-2,658
15,2	1,074	2,2468	<u>0,160</u>	-2,653
18,0	1,048	-3,1255	<u>0,156</u>	-2,650
20,0	0,425	-2,9299	0,063	-2,651
22,7	0,548	-1,9923	0,082	-2,650
27,4	0,298	-0,9546	0,044	-2,661
35,1	0,524	2,3078	0,078	-2,657
38,3	0,502	-1,4073	0,075	-2,660
66,7	0,774	1,5241	0,117	-2,673
113,1	0,712	1,9262	0,102	-2,632
218,3	1,772	3,1273	0,269	-2,653

Tab. 2. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — wiosna
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,555	2,0535	0,135	7,395
2,7	0,344	2,7547	0,083	7,396
2,9	0,379	-1,6790	0,092	7,395
3,1	0,554	1,7961	0,134	7,395
3,4	0,695	-0,8517	0,169	7,395
3,6	0,442	0,1918	0,107	7,395
4,0	0,750	2,9940	0,183	7,396
4,4	0,481	0,6073	0,117	7,396
4,7	0,461	1,6738	0,112	7,396
4,9	0,522	3,0804	0,127	7,396
5,2	0,479	-0,1329	0,116	7,394
5,9	0,522	-3,1290	0,127	7,396
6,2	0,203	0,9900	0,049	7,395
6,5	0,404	-1,8930	0,098	7,395
7,0	0,593	1,6414	0,144	7,394
7,4	0,434	-0,9517	0,105	7,393
7,8	0,814	0,6348	0,198	7,395
8,2	0,333	0,6672	0,081	7,396
8,5	0,349	2,7683	0,085	7,396
9,1	0,322	-1,3478	0,078	7,396
9,8	0,384	-0,0866	0,093	7,393
10,4	0,100	0,3994	0,024	7,395
11,2	0,656	0,3302	0,159	7,397
12,1	0,438	2,0448	0,106	7,397
12,9	0,756	0,9565	0,186	7,390
14,2	0,612	2,0839	0,148	7,398
17,1	0,524	1,1203	0,127	7,391
19,0	0,500	1,5198	0,122	7,393
21,1	0,377	1,8701	0,092	7,395
23,9	0,817	2,8181	0,198	7,400
30,2	0,539	-2,7505	0,131	7,395
38,0	0,326	-0,5439	0,078	7,386
52,6	0,199	2,5797	0,048	7,395
72,9	0,589	2,3462	0,144	7,401
217,5	1,385	3,0144	0,341	7,400

Tab. 3. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — lato
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — summer

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,3	0,367	1,0011	0,126	17,812
2,9	0,316	2,2990	0,108	17,812
3,1	0,386	-1,7788	0,133	17,812
3,4	0,227	-1,7997	0,078	17,812
3,9	0,776	0,1960	0,226	17,811
4,2	0,336	1,7154	0,115	17,812
4,7	0,525	1,9158	0,180	17,812
4,9	0,511	2,8784	0,175	17,812
5,2	0,472	-1,2960	0,162	17,810
5,4	0,471	-0,7415	0,161	17,812
5,8	0,273	-2,6271	0,094	17,813
6,2	0,322	2,5999	0,110	17,812
6,5	0,456	-1,8388	0,156	17,812
6,8	0,142	-1,0092	0,049	17,812
7,1	0,566	-1,3345	0,193	17,810
7,4	0,277	-0,5693	0,095	17,810
7,8	0,435	-0,0506	0,149	17,812
8,7	0,354	-0,1537	0,122	17,811
9,2	0,201	0,1596	0,069	17,812
9,6	0,142	0,6950	0,048	17,812
10,5	0,152	-1,0166	0,052	17,812
11,3	0,290	0,2924	0,100	17,811
13,3	0,259	-0,0193	0,089	17,812
14,5	0,298	0,6062	0,102	17,810
15,9	0,539	1,4587	0,184	17,809
18,5	0,333	-0,8029	0,114	17,809
22,5	0,448	0,3037	0,154	17,805
26,7	0,358	1,1595	0,122	17,814
31,7	0,362	1,7138	0,124	17,817
44,0	0,459	3,0175	0,158	17,818
63,4	0,303	-2,5232	0,105	17,824
91,2	0,442	2,3389	0,147	17,817
208,2	0,300	-2,9375	0,102	17,812

Tab. 4. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — jesień
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	0,361	2,7174	0,120	7,904
2,9	0,409	-2,8291	0,129	7,903
3,2	0,190	2,2178	0,060	7,904
3,4	0,347	-1,0362	0,109	7,904
3,8	0,311	-0,9648	0,098	7,902
4,0	0,137	3,0718	0,044	7,904
4,3	0,378	0,7619	0,119	7,903
4,7	0,663	1,7846	<u>0,209</u>	7,904
5,1	0,383	0,1769	0,121	7,902
5,5	0,723	1,3763	<u>0,228</u>	7,903
5,9	0,208	-2,7274	0,066	7,903
6,2	0,390	-1,3476	0,123	7,904
6,5	0,623	-0,2914	<u>0,197</u>	7,900
6,9	0,400	-1,3934	0,126	7,902
7,2	0,203	0,3548	0,064	7,903
7,5	0,287	0,3714	0,091	7,903
8,0	0,303	-1,4570	0,095	7,903
8,5	0,352	-0,0223	0,112	7,903
9,1	0,433	0,3675	0,137	7,902
9,9	0,337	0,9314	0,106	7,902
10,6	0,353	1,7245	0,111	7,904
11,4	0,183	1,7110	0,058	7,904
11,8	0,179	2,4276	0,057	7,904
13,0	0,283	-0,7819	0,089	7,903
14,3	0,361	1,0421	0,114	7,905
15,6	0,472	2,4368	<u>0,149</u>	7,904
17,6	0,478	-2,0757	<u>0,151</u>	7,903
20,2	0,370	-0,0680	0,117	7,898
22,8	0,335	1,9670	0,105	7,902
26,8	0,223	-2,7423	0,071	7,903
30,7	0,319	2,0655	0,100	7,906
39,2	0,296	1,9387	0,092	7,904
51,1	0,240	1,8385	0,076	7,901
66,8	0,361	2,7844	0,112	7,905
104,4	0,577	-2,9296	<u>0,181</u>	7,904

Tab. 5. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — półrocze chłodne

True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,441	-0,1590	0,102	0,570
2,5	0,420	2,8645	0,098	0,571
3,0	0,406	0,6137	0,095	0,570
3,3	0,396	-1,0033	0,092	0,570
3,6	0,354	0,0534	0,083	0,570
4,0	0,548	-2,9120	0,128	0,570
4,2	0,698	-0,4655	<u>0,163</u>	0,569
4,5	0,522	3,0268	0,122	0,570
4,7	0,542	2,1082	0,126	0,571
5,1	0,849	-0,7683	0,198	0,568
5,5	0,779	1,2973	0,181	0,570
5,7	0,732	2,5186	0,171	0,570
5,9	0,603	2,9817	0,141	0,571
6,1	0,319	-1,3209	0,074	0,570
6,5	0,489	-0,6998	0,114	0,568
6,9	0,201	-0,8201	0,047	0,569
7,1	0,315	-1,5487	0,073	0,569
7,4	0,616	-0,5833	0,144	0,567
7,8	0,896	1,0404	0,209	0,569
8,3	0,787	-2,1212	0,183	0,572
8,7	0,538	-0,3638	0,126	0,568
9,2	0,486	1,0090	0,113	0,571
9,7	0,278	-2,9643	0,065	0,571
10,4	0,534	0,3840	0,125	0,567
11,1	0,439	0,8682	0,102	0,570
12,9	0,666	0,2163	<u>0,156</u>	0,564
14,0	0,555	1,3086	0,130	0,569
15,2	0,620	2,4078	0,144	0,572
17,8	0,553	2,9289	0,129	0,572
19,8	0,293	2,9213	0,068	0,574
22,3	0,302	-3,0921	0,071	0,576
27,2	0,343	-1,6754	0,080	0,567
32,0	0,152	-1,2058	0,035	0,568
39,8	0,281	0,4876	0,066	0,563
69,4	0,706	2,2624	<u>0,164</u>	0,567
109,3	0,441	2,2330	0,102	0,577
237,5	1,634	-2,9741	0,401	0,587

Tab. 6. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,378	2,3588	<u>0,158</u>	14,656
2,8	0,230	-1,5809	0,096	14,655
3,4	0,321	-1,2219	0,134	14,656
3,9	0,393	0,1648	<u>0,164</u>	14,656
4,5	0,173	1,3473	0,072	14,656
4,7	0,475	2,0280	<u>0,198</u>	14,656
4,9	0,378	3,0444	<u>0,157</u>	14,656
5,2	0,318	-1,0034	0,132	14,654
5,7	0,270	-2,8730	0,112	14,656
6,0	0,136	-2,4764	0,057	14,656
6,2	0,187	-3,1216	0,078	14,656
6,5	0,449	-1,5204	<u>0,188</u>	14,655
7,1	0,370	-1,7629	<u>0,154</u>	14,654
7,4	0,270	-1,1659	0,112	14,654
7,8	0,385	0,0528	<u>0,160</u>	14,656
8,1	0,111	0,1829	0,046	14,656
8,7	0,184	-0,2035	0,077	14,655
9,1	0,154	-0,5730	0,064	14,656
9,7	0,253	0,3611	0,106	14,656
10,5	0,154	-1,2317	0,064	14,656
11,3	0,238	0,5173	0,099	14,655
12,0	0,055	0,9304	0,023	14,656
12,7	0,271	-0,1569	0,113	14,654
13,9	0,293	0,4050	0,123	14,654
15,7	0,367	1,6056	<u>0,152</u>	14,656
18,8	0,353	-0,7272	<u>0,147</u>	14,651
20,6	0,204	0,4302	0,086	14,654
23,3	0,486	1,6379	<u>0,203</u>	14,654
27,3	0,344	1,5833	0,143	14,660
35,3	0,085	2,3171	0,036	14,656
43,8	0,271	3,0617	0,114	14,658
59,2	0,264	2,6242	0,108	14,667
95,7	0,258	2,9730	0,105	14,661
206,5	0,608	2,9364	<u>0,251</u>	14,655

Tab. 7. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — rok
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,5	0,330	2,8156	0,122	7,612
2,9	0,276	-3,0086	0,102	7,611
3,4	0,288	-1,2154	0,107	7,612
3,6	0,241	-0,1861	0,089	7,611
4,0	0,324	3,0212	0,120	7,612
4,2	0,301	-0,2774	0,112	7,611
4,5	0,268	2,6997	0,099	7,612
4,7	0,508	2,0731	<u>0,188</u>	7,612
4,9	0,329	-3,0215	0,122	7,612
5,2	0,361	0,1730	0,134	7,611
5,5	0,447	1,2887	<u>0,165</u>	7,611
5,7	0,463	2,7467	<u>0,172</u>	7,612
5,9	0,344	3,0688	0,128	7,612
6,1	0,194	-1,2817	0,072	7,610
6,5	0,431	-1,0919	<u>0,159</u>	7,610
6,9	0,136	-0,8184	0,050	7,611
7,1	0,338	-1,6676	0,125	7,610
7,4	0,426	-0,7614	<u>0,158</u>	7,609
7,7	0,591	-0,6894	<u>0,219</u>	7,609
8,3	0,374	-2,0344	0,138	7,612
8,7	0,359	-0,3234	0,133	7,610
9,2	0,299	0,8309	0,110	7,612
9,9	0,048	-0,6112	0,018	7,612
10,4	0,217	0,1405	0,081	7,610
11,1	0,261	0,4696	0,096	7,612
12,9	0,436	0,3457	<u>0,162</u>	7,608
14,0	0,401	1,1006	<u>0,149</u>	7,611
15,2	0,267	1,9604	0,098	7,613
17,7	0,347	3,0927	0,129	7,612
21,3	0,113	1,4174	0,042	7,612
23,8	0,205	2,6758	0,076	7,613
26,9	0,010	2,8936	0,004	7,612
30,2	0,119	2,7520	0,044	7,612
35,2	0,085	2,8053	0,031	7,612
42,4	0,233	2,2453	0,086	7,612
53,4	0,077	-2,6972	0,028	7,612
69,7	0,305	2,4781	0,113	7,611
104,7	0,214	2,4995	0,079	7,611
223,9	1,114	-3,1178	<u>0,424</u>	7,616

Tab. 8. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	α_0
0,33	0,502	0,6294	0,021	7,620
0,58	0,377	1,9840	0,016	7,620
0,83	0,376	2,8360	0,016	7,620
1,00	22,658	-2,1248	0,961	7,620
1,17	0,380	-0,8343	0,016	7,620
1,33	0,242	-0,6876	0,010	7,620
1,58	0,231	-1,6198	0,010	7,620
1,75	0,258	-2,6797	0,011	7,620
2,00	0,309	-1,3536	0,013	7,620
2,25	0,201	1,0080	0,016	7,620
2,50	0,246	1,6882	0,010	7,620
2,67	0,213	-1,4584	0,009	7,620
2,92	0,270	2,2087	0,011	7,620
3,17	0,319	-2,1520	0,014	7,620
3,41	0,486	-1,3199	0,021	7,620
3,75	0,158	0,6950	0,007	7,620
4,00	0,337	2,1546	0,014	7,620
4,17	0,472	-1,5770	0,020	7,620
4,42	0,247	-0,2769	0,010	7,620
4,75	0,404	2,6168	0,017	7,621
4,92	0,284	2,9806	0,012	7,620
5,17	0,379	-0,9316	0,016	7,620
5,50	0,469	0,6199	0,020	7,619
5,67	0,405	1,4329	0,017	7,619
5,92	0,346	1,9472	0,015	7,620
6,50	0,423	-1,5353	0,018	7,619
6,83	0,081	-2,1932	0,003	7,620
7,08	0,352	-2,1665	0,015	7,620
7,42	0,432	-0,7643	0,018	7,618
7,75	0,652	-0,1705	0,028	7,617
8,33	0,356	-2,0497	0,015	7,621
8,67	0,366	-0,7865	0,016	7,618
9,17	0,335	0,3838	0,014	7,619
9,58	0,080	1,2923	0,003	7,620
9,92	0,055	-0,7770	0,002	7,620
10,42	0,243	0,0255	0,010	7,618
11,08	0,275	0,2199	0,012	7,620
12,08	0,165	1,4165	0,007	7,620
12,92	0,426	0,2660	0,018	7,616
14,00	0,402	0,9755	0,017	7,618
15,17	0,268	1,5930	0,012	7,620
17,67	0,385	2,7372	0,016	7,620
21,17	0,107	1,0873	0,004	7,620
23,67	0,220	2,2711	0,009	7,620
26,75	0,038	1,6387	0,002	7,620
30,00	0,131	2,2658	0,006	7,620
34,68	0,098	2,1182	0,004	7,620
42,33	0,262	2,0751	0,011	7,620
52,75	0,069	2,9925	0,003	7,620
69,50	0,325	2,3353	0,014	7,618
104,83	0,238	2,3735	0,010	7,619
233,92	1,117	3,1224	0,048	7,626

Tab. 9. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Warsaw in the years 1779-1990 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,011	-0,0133	0,004	7,614
0,58	0,055	-2,5402	0,021	7,614
0,75	0,067	0,0530	0,026	7,614
1,17	0,035	1,8763	0,013	7,614
1,33	0,077	1,3829	0,029	7,614
1,58	0,105	0,2286	0,040	7,614
1,75	0,168	-0,9798	0,064	7,613
2,00	0,213	0,0627	0,081	7,613
2,25	0,242	2,3563	0,092	7,614
2,50	0,193	2,8036	0,073	7,614
2,92	0,235	-3,1284	0,090	7,614
3,17	0,281	-1,2005	0,107	7,613
3,42	0,443	-0,5087	0,168	7,613
3,75	0,143	1,6333	0,054	7,613
4,00	0,289	2,9140	0,110	7,614
4,17	0,441	-0,8635	0,167	7,612
4,42	0,233	0,2842	0,089	7,613
4,75	0,384	-3,0979	0,146	7,615
4,91	0,279	-2,6317	0,106	7,614
5,17	0,373	-0,4245	0,141	7,613
5,50	0,450	1,1900	0,171	7,612
5,67	0,396	2,0018	0,150	7,613
5,92	0,318	-2,3366	0,120	7,614
6,42	0,419	-2,5468	0,159	7,613
6,83	0,100	-1,6673	0,038	7,613
7,08	0,354	-1,7116	0,134	7,613
7,42	0,409	-0,3496	0,156	7,612
7,75	0,614	0,2031	0,233	7,612
8,33	0,345	-1,7598	0,131	7,615
8,67	0,339	-0,4532	0,129	7,612
9,17	0,309	0,6644	0,117	7,614
10,42	0,219	0,3320	0,084	7,612
11,17	0,255	0,7917	0,097	7,614
12,08	0,181	1,6706	0,069	7,614
12,83	0,415	0,1701	0,158	7,610
14,00	0,379	1,1934	0,144	7,613
15,17	0,264	1,7759	0,100	7,614
17,67	0,375	2,9537	0,143	7,614
21,25	0,088	1,2434	0,033	7,614
23,67	0,201	2,4402	0,076	7,614
29,75	0,123	2,3373	0,046	7,613
34,67	0,089	2,2886	0,034	7,613
42,17	0,245	2,1270	0,093	7,614
52,33	0,072	-3,0412	0,027	7,614
68,92	0,316	2,3489	0,120	7,612
103,75	0,227	2,4195	0,086	7,612
220,75	1,111	3,1162	0,431	7,618

Tab. 10. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — zima
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,639	-1,1800	0,098	-1,948
2,6	0,787	-0,3438	0,121	-1,946
2,9	0,805	1,8166	0,123	-1,943
3,3	0,898	0,9748	0,137	-1,944
3,5	0,871	-2,7956	0,133	-1,947
3,8	0,878	-1,6182	0,134	-1,946
4,2	0,816	0,6104	0,125	-1,946
4,4	0,705	2,7189	0,108	-1,944
4,6	0,670	-1,3628	0,102	-1,949
4,9	0,617	-1,6229	0,094	-1,948
5,2	1,093	0,7922	<u>0,168</u>	-1,946
5,6	0,980	1,0824	0,150	-1,948
5,8	1,282	0,1525	<u>0,197</u>	-1,952
6,2	0,283	0,6584	-0,043	-1,947
6,5	0,969	0,4541	0,149	-1,950
7,1	0,967	2,4216	0,148	-1,946
7,7	1,757	-0,1891	<u>0,270</u>	-1,956
8,2	1,894	0,9167	<u>0,290</u>	-1,946
8,7	0,723	2,1058	0,110	-1,943
9,2	0,725	2,2680	0,111	-1,943
9,7	0,646	2,4384	0,099	-1,945
10,3	1,167	3,0097	<u>0,179</u>	-1,946
11,2	0,893	-3,0109	0,137	-1,940
12,8	0,937	-2,6071	0,144	-1,947
14,0	0,621	-2,8580	0,096	-1,944
15,6	1,126	-2,4424	<u>0,172</u>	-1,936
17,6	1,039	-0,2082	0,159	-1,958
18,6	1,033	1,9602	0,157	-1,936
22,5	0,526	-2,1882	0,081	-1,938
26,7	0,492	-2,9278	0,075	-1,942
33,8	0,847	-2,4469	0,131	-1,950
57,2	1,204	-2,0810	<u>0,185</u>	-1,963
90,9	0,984	2,9560	0,150	-1,911

Tab. 11. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — wiosna
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — spring

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,5	0,576	1,8139	0,153	8,165
2,9	0,250	-0,4623	0,066	8,162
3,2	0,567	-1,6317	0,150	8,163
3,4	0,508	-2,0726	0,135	8,164
3,7	0,312	-0,0778	0,083	8,162
4,0	0,547	1,6655	0,145	8,163
4,5	0,478	-0,1834	0,127	8,161
4,7	0,193	1,0788	0,051	8,163
5,0	0,280	0,8102	0,074	8,164
5,3	0,521	2,6991	0,139	8,163
5,9	0,634	2,6062	<u>0,169</u>	8,164
6,2	0,337	-1,5967	0,100	8,162
6,5	0,403	-0,7132	0,107	8,162
7,1	0,564	0,9486	0,150	8,162
7,4	0,446	1,1568	0,119	8,162
7,9	0,798	1,9912	<u>0,211</u>	8,167
8,7	0,289	1,3768	0,077	8,164
9,3	0,267	2,1239	0,071	8,165
10,2	0,212	0,7176	0,056	8,162
11,2	0,801	2,3013	<u>0,212</u>	8,171
12,4	0,772	2,9584	<u>0,205</u>	8,167
14,5	0,529	-1,5817	0,140	8,165
16,9	0,483	-0,1899	0,128	8,158
19,8	0,261	0,8503	0,070	8,159
29,9	0,630	0,9692	<u>0,167</u>	8,154
39,2	0,570	2,3239	0,149	8,161
53,5	0,522	2,7848	0,137	8,162
83,4	0,676	2,5756	<u>0,180</u>	8,166

Tab. 12. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — lato
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,322	-1,6288	0,135	17,834
2,6	0,130	0,4908	0,055	17,835
2,9	0,325	-2,3142	0,136	17,834
3,1	0,463	-0,9902	<u>0,194</u>	17,835
3,3	0,150	-2,7442	0,063	17,835
3,5	0,397	-0,2520	<u>0,167</u>	17,835
3,9	0,541	0,9369	<u>0,227</u>	17,834
4,2	0,412	3,1128	<u>0,172</u>	17,835
4,6	0,170	2,1674	0,071	17,836
4,8	0,218	-2,2046	0,091	17,835
5,1	0,585	-2,6271	<u>0,246</u>	17,836
5,5	0,390	-1,4220	0,163	17,834
5,9	0,393	-0,6936	0,164	17,834
6,2	0,331	-0,4652	0,139	17,833
6,5	0,423	-0,0075	<u>0,178</u>	17,833
7,0	0,496	1,4220	<u>0,207</u>	17,835
7,5	0,275	2,9739	0,116	17,835
7,8	0,315	0,6354	0,132	17,835
8,8	0,385	-2,9694	0,161	17,836
9,6	0,227	-0,4582	0,095	17,835
10,5	0,276	2,3647	0,115	17,837
11,4	0,272	3,1365	0,114	17,838
13,4	0,306	-2,5729	0,129	17,838
15,0	0,344	-0,5274	0,144	17,834
17,3	0,300	1,3269	0,125	17,834
20,8	0,388	-0,1792	0,164	17,834
25,2	0,444	1,5286	<u>0,186</u>	17,836
30,6	0,244	2,5328	0,102	17,839
39,2	0,381	2,7297	0,157	17,837
91,8	0,725	-1,0297	<u>0,287</u>	17,795
150,6	0,555	2,4111	<u>0,226</u>	17,825

Tab. 13. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — jesień
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,407	-04844	0,126	8,591
2,6	0,704	3,0548	<u>0,218</u>	8,593
2,9	0,484	-1,8676	0,150	8,591
3,1	0,408	0,0085	0,126	8,593
3,4	0,461	-1,9759	0,142	8,593
3,8	0,212	1,5767	0,065	8,592
4,1	0,318	-0,9420	0,098	8,592
4,3	0,401	0,8411	0,124	8,592
4,7	0,581	1,8321	<u>0,179</u>	8,593
4,9	0,384	2,5324	0,119	8,594
5,1	0,360	1,5294	0,111	8,592
5,5	0,708	-1,6080	<u>0,218</u>	8,590
6,5	0,593	1,3747	<u>0,183</u>	8,591
6,9	0,356	-2,7879	0,110	8,592
7,2	0,262	-3,0790	0,081	8,592
7,5	0,372	1,8321	0,115	8,593
8,0	0,433	-2,2805	0,134	8,593
8,5	0,432	-2,5309	0,134	8,595
9,3	0,373	2,6695	0,115	8,595
10,8	0,434	-0,6727	0,134	8,592
12,0	0,048	1,3702	0,015	8,592
13,0	0,383	2,7712	0,118	8,597
14,2	0,261	2,0768	0,081	8,595
16,3	0,466	-1,4239	0,144	8,594
17,4	0,452	1,8365	0,139	8,594
19,9	0,298	1,8328	0,092	8,591
23,0	0,246	-2,8605	0,076	8,594
27,8	0,321	-2,4589	0,100	8,591
40,3	0,595	-2,4685	<u>0,184</u>	8,596
91,7	0,545	-1,4501	0,163	8,566
174,9	1,085	3,0639	<u>0,345</u>	8,601

Tab. 15. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — warm period

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,4	0,386	-0,0499	<u>0,178</u>	14,909
2,6	0,168	-2,7987	0,078	14,910
2,9	0,295	-2,1044	0,136	14,909
3,2	0,415	-1,7087	<u>0,191</u>	14,910
3,5	0,411	-0,1182	<u>0,190</u>	14,910
4,0	0,314	1,0310	0,145	14,910
4,2	0,233	-2,9804	0,108	14,910
4,8	0,186	-1,9427	0,086	14,910
5,1	0,373	-2,6282	<u>0,172</u>	14,911
5,3	0,284	2,7751	0,131	14,910
5,5	0,287	-1,6127	0,132	14,909
5,7	0,237	-1,0745	0,109	14,909
5,9	0,154	-0,1812	0,071	14,910
6,1	0,177	-1,8637	0,081	14,910
6,5	0,405	0,1544	<u>0,188</u>	14,908
6,8	0,198	0,6636	0,092	14,909
7,1	0,341	1,7121	0,157	14,909
7,5	0,251	2,2663	0,116	14,910
7,9	0,269	1,8942	0,124	14,911
8,3	0,176	2,2764	0,081	14,911
8,9	0,250	-2,2467	0,115	14,911
9,6	0,370	-0,9491	<u>0,170</u>	14,910
10,4	0,277	1,4448	0,128	14,912
11,4	0,335	3,0543	0,155	14,913
12,6	0,212	-1,6765	0,098	14,910
15,1	0,340	0,0557	0,158	14,910
16,9	0,411	-0,1384	<u>0,189</u>	14,906
19,3	0,213	-0,1298	0,098	14,906
25,0	0,269	2,1039	0,124	14,915
30,3	0,329	1,3586	0,151	14,906
39,2	0,333	1,6521	0,151	14,911
79,7	0,478	-2,4907	<u>0,221</u>	14,915
163,1	0,732	2,8071	<u>0,337</u>	14,909

Tab. 16. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — rok
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,270	2,6189	0,104	8,160
2,5	0,337	1,9989	0,130	8,161
2,9	0,291	-2,3050	0,112	8,160
3,2	0,317	-0,6782	0,123	8,159
3,4	0,249	-3,0447	0,096	8,161
3,6	0,317	0,0049	0,122	8,159
4,1	0,254	-0,5105	0,098	8,160
4,5	0,281	0,0590	0,108	8,159
4,7	0,324	1,7650	0,125	8,160
5,3	0,398	2,7433	0,154	8,160
5,5	0,457	-1,4635	<u>0,176</u>	8,159
5,8	0,419	0,2322	0,162	8,158
6,2	0,168	-1,1787	0,065	8,159
6,5	0,478	0,4001	<u>0,185</u>	8,158
7,1	0,365	1,9061	0,141	8,160
7,8	0,633	1,0330	<u>0,245</u>	8,160
8,3	0,568	1,7833	<u>0,218</u>	8,163
8,8	0,247	2,7452	0,095	8,162
9,3	0,371	2,5165	0,143	8,163
9,9	0,169	2,6145	0,065	8,162
10,5	0,312	-2,6788	0,121	8,161
11,3	0,435	2,9956	<u>0,168</u>	8,165
12,5	0,332	3,1051	0,128	8,161
14,3	0,258	-2,4246	0,099	8,162
16,4	0,434	-1,2904	<u>0,168</u>	8,160
21,9	0,146	2,5821	0,056	8,163
26,2	0,294	3,0526	0,113	8,164
31,8	0,259	2,6796	0,099	8,160
40,3	0,303	3,0409	0,116	8,160
54,9	0,402	-2,6806	0,155	8,160
82,9	0,447	-3,1088	<u>0,173</u>	8,160

Tab. 17. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,235	0,9466	0,010	8,159
0,50	0,689	-2,5671	0,030	8,159
0,75	0,236	-2,8913	0,010	8,159
1,00	21,827	-2,1217	0,960	8,159
1,17	0,372	0,3530	0,016	8,159
1,33	0,187	-1,2274	0,008	8,159
1,50	0,184	-1,3859	0,008	8,159
1,75	0,351	2,7816	0,015	8,160
2,25	0,463	0,3588	0,020	8,158
2,67	0,243	2,0851	0,010	8,160
2,91	0,346	2,7506	0,015	8,160
3,17	0,406	-2,9735	0,018	8,160
3,50	0,336	-1,8077	0,015	8,160
3,83	0,232	-0,7058	0,010	8,159
4,00	0,285	0,2862	0,012	8,159
4,17	0,331	0,2190	0,014	8,158
4,50	0,201	-0,4808	0,009	8,158
4,67	0,325	0,3563	0,014	8,158
5,00	0,159	-1,1302	0,007	8,159
5,25	0,390	1,5154	0,017	8,159
5,50	0,445	-2,0004	0,020	8,159
5,75	0,446	-1,1436	0,020	8,158
6,17	0,126	-1,5120	0,006	8,159
6,50	0,512	-0,0446	0,022	8,156
7,08	0,386	1,4165	0,017	8,158
7,75	0,649	0,1550	0,029	8,156
8,25	0,547	1,0684	0,024	8,159
8,75	0,240	2,2697	0,010	8,160
9,33	0,358	2,4807	0,016	8,162
10,50	0,322	-2,8185	0,014	8,161
11,33	0,394	3,0290	0,017	8,164
12,58	0,323	-3,0996	0,014	8,160
14,25	0,260	-2,4499	0,011	8,161
16,50	0,438	-1,3129	0,019	8,159
21,92	0,106	2,5485	0,005	8,161
26,42	0,264	-3,0981	0,012	8,163
32,08	0,243	2,7664	0,010	8,160
40,67	0,299	3,0863	0,013	8,160
55,50	0,405	-2,5938	0,018	8,158
83,83	0,452	-3,0583	0,020	8,159

Tab. 18. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Krakowie w latach 1826-1990 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Cracow in the years 1826-1990 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,004	-0,5628	0,002	8,160
0,58	0,044	0,7371	0,017	8,160
0,75	0,050	-2,1146	0,020	8,160
1,17	0,041	-2,6666	0,016	8,161
1,50	0,071	0,5526	0,028	8,160
1,75	0,224	-1,8238	<u>0,089</u>	8,160
1,92	0,141	-0,7145	<u>0,056</u>	8,160
2,25	0,306	1,7186	<u>0,121</u>	8,161
2,50	0,234	2,2098	<u>0,092</u>	8,161
2,67	0,207	3,0941	<u>0,082</u>	8,161
2,92	0,314	-2,6357	<u>0,125</u>	8,161
3,17	0,354	-2,0743	<u>0,140</u>	8,160
3,42	0,296	-2,1339	<u>0,117</u>	8,161
3,83	0,201	0,0531	<u>0,080</u>	8,160
4,00	0,242	-1,0819	<u>0,096</u>	8,160
4,17	0,305	1,0385	<u>0,121</u>	8,160
4,42	0,195	-2,3265	<u>0,078</u>	8,161
4,67	0,292	1,0762	<u>0,116</u>	8,160
5,00	0,143	-0,5324	<u>0,057</u>	8,160
5,25	0,401	2,1164	<u>0,158</u>	8,160
5,50	0,402	-1,4814	<u>0,166</u>	8,160
5,75	0,399	-0,6036	<u>0,158</u>	8,158
6,17	0,096	-0,9542	0,038	8,160
6,50	0,475	0,4532	<u>0,189</u>	8,159
7,08	0,393	1,8789	<u>0,156</u>	8,160
7,75	0,620	0,5644	<u>0,246</u>	8,158
8,25	0,546	1,4287	<u>0,216</u>	8,162
8,75	0,244	2,5269	<u>0,096</u>	8,162
9,33	0,367	2,7124	<u>0,145</u>	8,164
10,42	0,310	-2,9523	<u>0,123</u>	8,162
11,33	0,397	-3,0880	<u>0,157</u>	8,165
12,50	0,333	-3,1200	<u>0,132</u>	8,161
14,25	0,239	-2,3484	<u>0,095</u>	8,163
16,50	0,433	-1,1364	<u>0,171</u>	8,159
21,83	0,130	2,3475	<u>0,052</u>	8,163
26,17	0,282	3,0030	<u>0,112</u>	8,164
31,75	0,261	2,6335	<u>0,102</u>	8,161
40,25	0,307	3,0060	<u>0,121</u>	8,161
54,83	0,401	-2,6797	<u>0,159</u>	8,160
82,75	0,450	-3,1336	<u>0,179</u>	8,161

Tab. 19. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — zima

True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,881	0,0931	0,150	-0,721
2,6	0,897	-2,7945	0,152	-0,721
2,8	0,517	-0,1074	0,088	-0,721
3,3	1,243	-1,7888	<u>0,210</u>	-0,719
3,6	1,055	-1,3055	0,179	-0,720
3,8	0,657	1,8135	0,111	-0,720
4,2	1,009	0,4634	0,171	-0,719
4,5	0,656	-2,4177	0,111	-0,721
4,7	0,870	-2,8314	0,147	-0,716
4,9	0,819	-1,2553	0,138	-0,722
5,2	1,377	0,0437	<u>0,234</u>	-0,720
5,8	1,250	1,7774	<u>0,210</u>	-0,720
6,7	0,831	1,0248	0,140	-0,724
7,1	0,949	-0,0094	0,160	-0,724
7,6	1,966	0,4152	<u>0,332</u>	-0,719
8,3	1,510	1,5349	<u>0,255</u>	-0,713
9,0	0,501	2,7664	0,085	-0,716
10,1	0,686	-0,8757	0,115	-0,726
12,3	0,964	1,9205	0,163	-0,712
13,6	0,600	0,7326	0,101	-0,726
15,7	0,776	1,4021	0,131	-0,727
18,0	1,197	3,0542	<u>0,202</u>	-0,712
21,9	0,500	-2,6002	0,085	-0,722
25,6	0,615	2,0878	0,104	-0,722
35,2	0,975	-3,1079	0,163	-0,690
80,0	1,431	3,0239	<u>0,227</u>	-0,592

Tab. 20. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — spring

\odot	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,411	1,1518	0,117	8,149
2,6	0,348	0,4309	0,100	8,149
3,2	0,692	-2,5802	<u>0,197</u>	8,150
3,4	0,666	0,1335	<u>0,190</u>	8,149
3,7	0,247	-2,0026	0,070	8,148
4,0	0,445	-2,8462	0,128	8,150
4,4	0,643	2,7082	0,184	8,152
4,7	0,216	-2,9028	0,062	8,150
5,3	0,365	1,0495	0,104	8,148
5,5	0,290	2,2851	0,083	8,151
5,8	0,607	2,4397	0,173	8,150
6,2	0,199	-2,6984	0,057	8,148
6,5	0,423	-2,8711	0,121	8,148
6,9	0,580	2,8302	0,166	8,152
7,9	0,668	2,9198	<u>0,192</u>	8,154
9,8	0,275	2,5944	0,078	8,149
11,1	0,656	-2,8982	<u>0,188</u>	8,154
12,6	0,829	-2,6242	<u>0,239</u>	8,158
14,3	0,748	2,9847	<u>0,214</u>	8,149
17,2	0,398	-2,3831	0,114	8,154
20,3	0,402	3,1409	0,116	8,157
26,1	0,946	-2,2774	<u>0,270</u>	8,145
38,8	0,469	-1,4861	0,132	8,156
54,0	0,105	-2,9672	0,030	8,155

Tab. 21. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — lato
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,224	-0,0587	0,094	17,761
2,8	0,333	-1,6303	0,139	17,761
3,1	0,511	-0,3390	<u>0,213</u>	17,760
3,3	0,451	0,7110	<u>0,188</u>	17,760
3,5	0,394	0,8685	0,164	17,761
3,9	0,324	-2,7127	0,135	17,761
4,2	0,425	3,0336	0,178	17,761
4,8	0,438	-0,5697	0,183	17,761
5,3	0,429	0,0306	0,180	17,758
5,9	0,476	0,8330	<u>0,198</u>	17,762
6,5	0,217	-0,8121	0,090	17,760
7,1	0,394	0,1211	0,165	17,759
7,7	0,565	0,9879	<u>0,236</u>	17,763
8,7	0,371	2,1881	0,154	17,763
9,6	0,226	-2,7690	0,094	17,763
11,0	0,170	1,3180	0,071	17,762
12,1	0,192	1,3819	0,080	17,762
13,6	0,297	2,6695	0,124	17,766
15,6	0,419	-2,0745	0,175	17,766
18,6	0,659	-0,3475	<u>0,274</u>	17,760
22,9	0,436	1,4353	0,183	17,766
29,2	0,338	2,8369	0,141	17,772
43,1	0,594	0,1397	<u>0,248</u>	17,761
58,2	0,590	-0,2694	<u>0,249</u>	17,752

Tab. 22. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — jesień
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	0,614	0,7141	<u>0,206</u>	8,900
2,9	0,356	1,9855	0,120	8,900
3,1	0,582	0,3607	<u>0,196</u>	8,899
3,4	0,597	-0,2646	<u>0,201</u>	8,899
4,0	0,351	3,0186	0,118	8,900
4,3	0,437	0,1517	0,147	8,899
4,7	0,483	-2,1259	0,162	8,899
5,0	0,651	-0,7720	<u>0,218</u>	8,897
5,5	0,592	1,8080	<u>0,198</u>	8,901
5,9	0,134	2,7046	0,045	8,899
6,4	0,606	-0,7767	<u>0,202</u>	8,898
6,9	0,400	1,3864	0,134	8,901
7,5	0,468	-2,5260	0,158	8,901
8,7	0,600	-1,8728	<u>0,201</u>	8,896
9,5	0,324	0,6720	0,109	8,897
10,6	0,413	0,8770	0,139	8,896
12,9	0,319	2,3482	0,107	8,899
14,5	0,062	0,8687	0,021	8,899
16,7	0,454	2,8459	0,152	8,904
19,6	0,383	2,2844	0,128	8,907
23,7	0,249	2,6295	0,084	8,905
30,7	0,594	-2,3558	<u>0,202</u>	8,912
62,4	0,422	-1,4862	0,143	8,905

Tab. 23. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — cold period

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,2	0,543	2,3578	0,148	2,233
2,6	0,648	-2,5671	0,176	2,230
2,8	0,398	0,2659	0,108	2,231
3,2	0,631	-2,2116	0,171	2,232
3,6	0,596	-0,3212	0,162	2,232
3,8	0,457	1,8493	0,124	2,232
4,1	0,504	-1,4882	0,137	2,230
4,4	0,447	-1,3774	0,121	2,232
4,7	0,582	-3,0903	0,158	2,235
5,2	0,836	0,1296	0,228	2,232
5,5	0,689	1,8120	0,187	2,235
5,8	0,874	1,9344	0,237	2,232
6,7	0,556	1,0187	0,151	2,230
7,1	0,452	-0,0367	0,123	2,230
7,7	1,052	1,2433	0,286	2,237
8,4	0,724	1,9389	<u>0,196</u>	2,233
9,4	0,247	-0,2086	0,067	2,230
10,5	0,536	0,8581	0,146	2,227
12,4	0,668	2,2600	0,181	2,238
13,9	0,255	2,0300	0,069	2,232
15,9	0,499	1,9489	0,135	2,230
18,1	0,602	-2,8717	0,164	2,236
21,6	0,299	2,9978	0,082	2,232
26,3	0,386	2,7429	0,105	2,234
35,6	0,533	-2,4271	0,146	2,240
83,1	0,981	-3,0487	0,252	2,227

Tab. 24. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,236	1,9964	0,115	14,815
2,6	0,283	0,5929	0,138	14,816
2,9	0,347	1,6667	0,170	14,816
3,2	0,397	-2,8271	<u>0,194</u>	14,816
3,5	0,394	1,0070	<u>0,192</u>	14,816
3,9	0,129	3,0730	0,063	14,815
4,1	0,300	-0,1684	0,147	14,813
4,5	0,043	-2,5666	0,021	14,815
4,8	0,329	-0,3049	0,161	14,815
5,3	0,449	0,2347	<u>0,220</u>	14,812
5,6	0,208	1,2303	0,101	14,815
6,0	0,223	2,5603	0,109	14,817
6,4	0,191	-1,6877	0,093	14,815
6,8	0,150	0,6714	0,073	14,815
7,2	0,267	0,6103	0,130	14,815
7,8	0,339	1,6098	0,165	14,817
8,7	0,250	2,4088	0,122	14,816
9,6	0,318	2,9691	0,155	14,819
11,5	0,207	-1,3709	0,100	14,816
12,4	0,216	3,1107	0,106	14,818
14,2	0,350	2,8024	0,170	14,815
18,7	0,473	0,2779	<u>0,232</u>	14,815
24,3	0,502	2,8029	<u>0,245</u>	14,823
29,7	0,200	-1,8527	0,097	14,819
41,6	0,426	-0,5911	<u>0,205</u>	14,816
64,2	0,508	-0,9271	<u>0,248</u>	14,816
99,5	0,487	-3,0937	<u>0,237</u>	14,856

Tab. 25. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — rok

True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,480	-0,2971	<u>0,213</u>	8,521
2,9	0,221	1,4233	0,097	8,522
3,2	0,321	-1,8897	0,141	8,521
3,4	0,447	-0,7728	<u>0,198</u>	8,521
3,9	0,181	-0,9951	0,080	8,521
4,1	0,352	-0,1363	0,155	8,520
4,5	0,352	-2,6037	0,156	8,521
4,8	0,424	-0,7292	<u>0,188</u>	8,521
5,4	0,517	1,3686	<u>0,228</u>	8,523
5,8	0,359	2,0381	0,158	8,522
6,7	0,285	0,8642	0,126	8,520
7,2	0,231	1,1786	0,102	8,522
7,7	0,678	1,2074	<u>0,299</u>	8,525
8,4	0,452	2,0334	<u>0,199</u>	8,523
9,0	0,118	-2,9089	0,052	8,522
9,7	0,195	2,7691	0,086	8,523
10,8	0,280	1,9086	0,124	8,522
12,4	0,446	2,5141	<u>0,197</u>	8,526
14,0	0,284	2,2676	0,124	8,521
17,2	0,340	-3,1029	0,150	8,528
20,6	0,180	2,6181	0,079	8,523
25,7	0,324	3,0984	0,143	8,521
38,4	0,409	-1,6875	0,178	8,529

Tab. 26. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,289	0,4600	0,014	8,522
0,67	0,239	1,9478	0,011	8,522
1,00	20,399	-2,1382	0,960	8,522
1,17	0,262	-1,3639	0,012	8,522
1,33	0,196	-0,6958	0,009	8,522
1,58	0,139	1,5142	0,006	8,522
1,75	0,296	-1,6144	0,014	8,522
1,92	0,272	-1,7472	0,013	8,522
2,08	0,306	-0,1745	0,014	8,521
2,33	0,438	-2,1413	0,020	8,522
2,67	0,363	-1,9635	0,017	8,521
2,92	0,207	-0,1657	0,010	8,521
3,17	0,404	2,3550	0,019	8,522
3,50	0,365	-0,5462	0,017	8,522
3,75	0,285	0,2533	0,013	8,521
4,08	0,413	-1,6481	0,019	8,521
4,50	0,272	-3,0913	0,013	8,522
4,75	0,489	-2,1379	0,023	8,524
5,17	0,427	-0,4716	0,020	8,522
5,42	0,462	0,8836	0,022	8,522
5,83	0,342	2,1897	0,016	8,522
6,42	0,251	-1,5102	0,012	8,523
6,67	0,275	0,2070	0,013	8,520
7,08	0,303	-0,5696	0,014	8,520
7,67	0,655	0,6767	0,031	8,522
8,33	0,418	1,2941	0,020	8,522
9,00	0,120	-2,8826	0,006	8,523
10,75	0,259	1,4561	0,012	8,521
12,33	0,410	2,2049	0,019	8,526
14,08	0,271	2,4004	0,013	8,522
17,25	0,352	3,1397	0,016	8,529
20,75	0,140	2,6029	0,006	8,522
25,92	0,320	3,1137	0,015	8,522
38,25	0,429	-1,7637	0,020	8,531
58,08	0,065	-1,2754	0,003	8,523

Tab. 27. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza we Wrocławiu w latach 1852-1980 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Wrocław in the years 1852-1980 — averages of consecutive 12 month periods

\ominus	$2b$	c	R	α_0
0,42	0,019	-1,8236	0,009	8,523
0,67	0,054	3,0977	0,025	8,523
0,83	0,055	-0,7443	0,025	8,523
1,17	0,041	0,0287	0,019	8,523
1,58	0,064	-2,7646	0,029	8,523
1,75	0,165	-0,1541	<u>0,075</u>	8,523
1,92	0,144	-0,3064	<u>0,066</u>	8,523
2,08	0,172	1,2511	<u>0,079</u>	8,523
2,33	0,305	-0,9903	<u>0,140</u>	8,523
2,67	0,268	-0,9494	<u>0,122</u>	8,523
2,92	0,148	0,9666	<u>0,068</u>	8,523
3,17	0,350	-3,0263	<u>0,161</u>	8,524
3,50	0,308	0,2716	<u>0,142</u>	8,523
3,75	0,254	1,1306	<u>0,116</u>	8,523
4,08	0,358	-0,9490	<u>0,164</u>	8,522
4,50	0,251	-2,5125	<u>0,115</u>	8,524
4,75	0,456	-1,5779	<u>0,209</u>	8,524
5,17	0,391	0,0901	<u>0,179</u>	8,523
5,42	0,447	1,4360	<u>0,204</u>	8,524
5,83	0,343	2,6961	<u>0,157</u>	8,523
6,67	0,260	0,7235	<u>0,119</u>	8,522
7,17	0,282	0,7905	<u>0,129</u>	8,523
7,67	0,647	1,0698	<u>0,297</u>	8,525
8,33	0,433	1,6634	<u>0,198</u>	8,524
8,92	0,124	-2,9802	<u>0,057</u>	8,525
9,75	0,195	-3,0470	<u>0,089</u>	8,524
10,33	0,268	2,0036	<u>0,122</u>	8,524
12,33	0,428	2,4132	<u>0,196</u>	8,528
14,00	0,285	2,4067	<u>0,130</u>	8,523
17,17	0,354	-3,1291	<u>0,162</u>	8,531
20,58	0,155	2,5137	<u>0,070</u>	8,524
25,75	0,321	3,1248	<u>0,147</u>	8,523
38,25	0,416	-1,7039	<u>0,189</u>	8,532
54,17	0,052	-2,7498	0,024	8,526

Tab. 28. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — zima
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,679	-0,3671	0,113	0,072
2,6	0,979	-1,4885	<u>0,163</u>	0,070
2,8	0,418	3,1167	0,070	0,072
3,1	0,977	-0,9368	<u>0,163</u>	0,069
3,3	0,797	2,9091	0,133	0,074
3,5	1,211	-1,0829	<u>0,202</u>	0,069
3,8	1,041	1,1765	<u>0,173</u>	0,072
4,2	0,542	-0,1127	0,090	0,072
4,4	0,364	-0,0852	0,061	0,071
4,8	0,772	-0,3196	0,129	0,069
5,1	0,937	0,9708	<u>0,156</u>	0,072
5,5	0,857	-1,2603	0,143	0,072
5,9	0,802	-0,4546	0,134	0,068
6,1	0,392	-0,0945	0,065	0,071
6,6	0,389	-0,9091	0,065	0,070
6,9	0,609	-0,2624	0,102	0,070
7,1	0,620	-1,8140	0,103	0,072
7,4	0,959	-0,3796	<u>0,160</u>	0,069
7,7	1,230	-1,0244	<u>0,204</u>	0,072
8,4	1,191	-1,2650	<u>0,198</u>	0,069
8,9	0,822	1,1772	0,137	0,072
9,4	0,628	-3,1110	0,105	0,075
10,1	0,998	-0,5178	<u>0,166</u>	0,066
10,9	0,305	1,4489	0,051	0,071
11,8	0,453	1,3315	0,076	0,074
12,9	0,833	3,0105	0,139	0,075
14,2	0,996	-1,4491	<u>0,165</u>	0,065
15,5	1,016	-0,1105	<u>0,169</u>	0,060
18,0	1,083	0,1572	<u>0,180</u>	0,061
20,1	0,765	0,6032	0,128	0,062
22,5	0,953	1,1356	<u>0,159</u>	0,061
25,8	0,833	1,5692	0,139	0,067
29,7	0,589	2,3751	0,098	0,071
34,9	0,301	1,7563	0,050	0,072
40,1	0,278	2,5630	0,004	0,071
50,9	0,895	2,1122	<u>0,149</u>	0,065
98,5	0,521	0,0882	0,086	0,065

Tab. 29. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — spring

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,4	0,472	-0,4931	0,130	9,239
2,6	0,604	2,0236	<u>0,166</u>	9,241
2,9	0,275	-0,1527	0,076	9,239
3,1	0,439	-1,2923	0,121	9,238
3,4	0,567	-3,0902	<u>0,156</u>	9,241
3,6	0,477	-0,8157	0,131	9,240
4,1	0,538	-3,0400	<u>0,148</u>	9,240
4,4	0,547	1,8662	<u>0,150</u>	9,241
5,0	0,412	0,0694	0,114	9,240
5,2	0,469	-2,3738	0,129	9,241
5,5	0,198	-0,6230	0,054	9,240
5,7	0,283	0,1539	0,078	9,239
6,0	0,294	-3,0164	0,081	9,240
6,2	0,263	-0,9277	0,072	9,239
6,6	0,498	-2,1257	0,137	9,239
6,9	0,712	-0,3165	<u>0,196</u>	9,237
7,4	0,475	-0,9000	0,130	9,239
7,8	0,481	0,4163	0,132	9,240
8,2	0,346	0,7219	0,095	9,238
8,8	0,237	0,7848	0,065	9,240
9,7	0,521	1,2576	0,143	9,240
10,4	0,560	2,2612	<u>0,153</u>	9,239
11,2	0,567	-2,7538	<u>0,156</u>	9,241
12,1	0,264	-2,4330	0,073	9,241
13,0	0,647	-2,4054	<u>0,178</u>	9,241
14,3	0,710	-0,7795	<u>0,194</u>	9,232
17,1	0,576	-0,6595	<u>0,157</u>	9,238
19,4	0,320	0,2496	0,088	9,239
21,9	0,464	0,5048	0,127	9,234
24,9	0,596	1,5902	<u>0,163</u>	9,238
29,7	0,646	2,0771	<u>0,177</u>	9,239
39,0	0,513	-1,6096	0,140	9,245
45,8	0,488	0,4497	0,133	9,227
76,4	0,521	-1,5119	0,142	9,223
145,7	1,080	0,3160	<u>0,289</u>	9,123

Tab. 30. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — lato
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,232	0,6334	0,078	18,821
2,5	0,198	-1,3990	0,066	18,821
2,9	0,390	-1,8807	0,131	18,822
3,1	0,333	0,7612	0,112	18,821
3,4	0,345	1,8098	0,116	18,822
3,7	0,302	1,1227	0,102	18,822
3,9	0,607	0,3258	<u>0,205</u>	18,821
4,7	0,353	-2,6447	0,119	18,822
4,9	0,353	-1,2882	0,119	18,820
5,4	0,572	2,1550	<u>0,192</u>	18,823
5,9	0,548	-2,8089	<u>0,185</u>	18,824
6,1	0,335	-2,8437	0,113	18,823
6,5	0,416	-2,5425	0,141	18,822
7,1	0,376	-2,0738	0,123	18,822
7,4	0,286	-1,2248	0,096	18,822
7,8	0,437	0,2272	<u>0,148</u>	18,821
8,4	0,447	-1,5986	<u>0,150</u>	18,820
9,2	0,282	0,5349	0,095	18,821
9,7	0,401	2,1691	0,135	18,824
10,8	0,211	2,9092	0,071	18,823
11,7	0,155	-0,9847	0,052	18,811
12,8	0,380	2,1735	0,120	18,822
13,9	0,513	-2,3161	<u>0,178</u>	18,822
15,8	0,325	-1,2688	0,109	18,823
17,8	0,337	0,9334	0,114	18,822
20,4	0,518	2,1796	<u>0,173</u>	18,821
23,7	0,395	-1,7676	0,132	18,818
28,2	0,199	1,1895	0,066	18,819
36,7	0,538	-2,2586	<u>0,184</u>	18,821
49,4	0,174	-0,5179	0,058	18,820
76,9	0,749	-0,7563	<u>0,243</u>	18,788

Tab. 31. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — jesień
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	0,439	1,9168	0,144	9,680
2,9	0,451	-1,5484	<u>0,148</u>	9,679
3,1	0,344	1,1593	0,112	9,680
3,4	0,475	2,9920	<u>0,155</u>	9,680
3,7	0,277	-2,0098	0,091	9,679
4,0	0,208	2,5793	0,068	9,679
4,3	0,358	1,8466	0,117	9,680
4,7	0,645	-2,2452	<u>0,211</u>	9,679
5,0	0,306	-0,8476	0,100	9,679
5,5	0,469	-1,2631	<u>0,154</u>	9,679
6,2	0,237	-2,6698	0,078	9,679
6,5	0,352	-1,6136	0,115	9,680
6,9	0,376	-2,6060	0,124	9,681
7,2	0,237	-0,8794	0,078	9,679
7,5	0,429	0,1493	0,141	9,679
7,9	0,202	2,6193	0,066	9,680
8,4	0,252	-0,9648	0,083	9,679
8,9	0,259	-0,2778	0,084	9,677
9,2	0,185	1,0189	0,061	9,680
9,7	0,234	0,2313	0,077	9,678
10,4	0,535	2,0979	<u>0,175</u>	9,679
11,1	0,195	-1,5778	0,064	9,678
11,9	0,246	-0,1032	0,081	9,677
12,9	0,224	1,2108	0,073	9,678
14,0	0,254	2,6701	0,083	9,680
15,4	0,421	-0,8395	0,138	9,675
17,4	0,311	0,4678	0,102	9,679
21,5	0,409	-0,2876	0,134	9,674
24,9	0,348	1,0851	0,114	9,675
33,6	0,547	2,5741	<u>0,177</u>	9,681
43,7	0,172	-2,3592	0,057	9,679
75,0	0,578	-1,2462	<u>0,181</u>	9,660
150,0	0,158	0,0457	<u>0,374</u>	9,559

Tab. 32. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,416	0,5681	0,110	3,016
2,5	0,407	1,7226	0,108	3,017
3,1	0,395	-0,8226	0,105	3,015
3,4	0,427	2,4872	0,114	3,017
3,6	0,385	-0,6243	0,102	3,016
3,8	0,489	1,3824	0,130	3,016
4,2	0,489	-0,0883	0,130	3,016
4,4	0,399	1,4212	0,106	3,017
4,7	0,477	-2,1182	0,127	3,016
5,1	0,530	1,8881	0,141	3,016
5,5	0,687	-1,0864	0,183	3,016
5,7	0,424	0,1523	0,113	3,015
5,9	0,443	-0,0071	0,118	3,014
6,2	0,239	-1,8592	0,063	3,015
6,6	0,268	-1,0772	0,071	3,015
6,9	0,342	-0,3070	0,091	3,015
7,1	0,268	-1,4920	0,071	3,016
7,4	0,624	-0,1167	0,166	3,014
7,8	0,703	0,6786	0,187	3,017
8,4	0,582	-1,2466	0,154	3,015
8,9	0,395	1,0522	0,105	3,015
9,5	0,341	-2,1730	0,091	3,016
10,3	0,712	1,3233	0,189	3,013
11,1	0,272	2,7515	0,072	3,016
13,0	0,536	-2,9144	0,142	3,016
14,3	0,691	-1,2319	0,184	3,010
15,4	0,680	-0,1925	0,180	3,008
18,0	0,688	0,3256	0,183	3,010
20,0	0,501	0,3860	0,133	3,009
22,4	0,786	0,9590	0,210	3,006
25,7	0,646	1,5472	0,172	3,012
29,4	0,433	2,2941	0,114	3,015
34,8	0,315	2,6586	0,084	3,016
50,6	0,623	1,9281	0,165	3,010
70,8	0,307	2,2801	0,081	3,018
88,3	0,309	-0,8263	0,080	3,009

Tab. 33. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,294	-0,1012	0,114	15,890
2,6	0,245	2,1836	0,095	15,891
2,9	0,330	-1,8355	0,128	15,891
3,1	0,182	-0,2834	0,070	15,890
3,4	0,288	2,6246	0,112	15,891
3,7	0,240	1,4540	0,093	15,891
3,9	0,389	0,2310	<u>0,151</u>	15,890
4,1	0,278	3,0712	0,108	15,891
4,3	0,203	2,8578	0,079	15,891
4,7	0,334	-2,3232	0,129	15,891
4,9	0,216	-1,4141	0,084	15,890
5,3	0,361	-0,2982	0,140	15,889
5,6	0,234	-1,1066	0,090	15,890
5,9	0,269	-3,0667	0,104	15,892
6,1	0,156	-2,5351	0,061	15,891
6,5	0,345	-2,5707	0,134	15,891
7,1	0,251	-2,7418	0,097	15,892
7,4	0,353	-1,2609	0,136	15,891
7,8	0,283	0,2367	0,110	15,891
8,5	0,328	-0,5336	0,127	15,888
9,2	0,240	0,5178	0,093	15,891
9,7	0,460	1,3246	<u>0,178</u>	15,893
10,8	0,312	3,0192	0,121	15,893
11,7	0,255	-0,0148	0,099	15,891
12,7	0,356	2,1287	0,141	15,893
13,9	0,433	-2,6578	<u>0,168</u>	15,891
15,3	0,372	-2,2906	0,145	15,891
17,5	0,295	0,3284	0,114	15,891
20,1	0,321	2,2162	0,124	15,893
24,2	0,248	-0,0712	0,095	15,887
29,1	0,314	1,6572	0,122	15,888
37,3	0,459	-2,3061	<u>0,179</u>	15,895
75,1	0,831	-1,0398	<u>0,311</u>	15,891

Tab. 34. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — rok
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,212	-0,4100	0,083	9,452
2,9	0,299	-1,7524	0,117	9,453
3,1	0,280	-0,6550	0,110	9,452
3,4	0,357	2,3125	0,140	9,454
3,6	0,200	-0,9321	0,078	9,452
4,1	0,291	-2,9456	0,114	9,452
4,4	0,290	1,5855	0,114	9,453
4,7	0,405	-2,2045	<u>0,159</u>	9,453
5,0	0,316	0,0376	0,124	9,452
5,5	0,331	-1,1282	0,130	9,452
5,7	0,258	0,3732	0,101	9,452
6,0	0,162	1,6054	0,063	9,453
6,5	0,361	-2,6313	0,103	9,453
6,9	0,209	-0,3968	0,082	9,452
7,1	0,211	-2,0979	0,082	9,453
7,4	0,417	-0,5135	<u>0,164</u>	9,451
7,8	0,484	0,5504	<u>0,190</u>	9,453
8,4	0,455	-1,2565	<u>0,178</u>	9,452
8,8	0,301	0,5960	0,118	9,453
9,3	0,183	1,7425	0,072	9,453
9,7	0,153	1,2752	0,064	9,453
10,3	0,417	1,3353	<u>0,163</u>	9,451
11,4	0,189	-1,6549	0,074	9,453
12,9	0,403	2,9756	<u>0,158</u>	9,454
14,1	0,518	-1,7205	<u>0,203</u>	9,450
15,5	0,362	-0,5393	0,142	9,448
17,8	0,420	0,3221	<u>0,166</u>	9,451
19,9	0,298	0,3162	0,117	9,450
22,2	0,395	0,7934	<u>0,155</u>	9,447
25,3	0,393	1,3272	<u>0,154</u>	9,448
29,3	0,364	2,0560	0,142	9,451
35,6	0,364	-3,0007	0,144	9,453
50,7	0,315	1,7689	0,124	9,449
80,9	0,419	-0,8446	<u>0,161</u>	9,431
162,1	0,954	0,6517	<u>0,382</u>	9,360

Tab. 35. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	α_0
0,33	0,419	0,6509	0,019	9,448
0,50	0,364	-1,2156	0,017	9,448
0,75	0,201	1,1855	0,009	9,448
1,00	20,744	-2,1238	0,961	9,448
1,33	0,187	-0,9143	0,009	9,448
1,50	0,244	0,5197	0,011	9,448
1,75	0,159	0,5266	0,007	9,448
2,00	0,284	-1,5249	0,013	9,448
2,16	0,406	-2,7946	0,019	9,448
2,42	0,317	0,7829	0,015	9,448
2,58	0,295	-2,3232	0,014	9,449
2,92	0,285	-2,3342	0,013	9,448
3,08	0,461	-2,0815	0,021	9,448
3,25	0,359	-0,1632	0,017	9,447
3,42	0,385	2,6104	0,018	9,449
4,00	0,227	1,7352	0,010	9,449
4,17	0,321	-1,2722	0,015	9,448
4,42	0,271	1,2358	0,012	9,448
4,75	0,408	-1,6465	0,019	9,449
5,08	0,321	0,7650	0,015	9,447
5,42	0,323	2,7392	0,015	9,449
5,67	0,230	-0,7743	0,011	9,449
5,92	0,101	-0,0396	0,005	9,448
6,58	0,287	-2,0159	0,013	9,448
6,83	0,254	-1,6534	0,012	9,448
7,03	0,258	-2,5209	0,012	9,449
7,42	0,460	-0,7559	0,021	9,448
7,75	0,525	-0,4043	0,024	9,448
8,42	0,460	-1,4414	0,021	9,448
8,84	0,267	0,4185	0,012	9,448
9,25	0,139	1,1326	0,006	9,449
9,67	0,123	0,6113	0,006	9,448
10,25	0,211	0,6180	0,018	9,446
11,33	0,215	-2,0996	0,010	9,449
12,92	0,379	2,9718	0,018	9,450
14,17	0,524	-1,6679	0,024	9,446
15,50	0,371	-0,8612	0,017	9,445
17,67	0,426	-0,1078	0,020	9,447
19,83	0,281	0,4731	0,013	9,445
22,17	0,349	0,5453	0,016	9,443
25,33	0,352	1,2103	0,016	9,444
29,42	0,334	2,0353	0,015	9,446
36,00	0,376	-2,8341	0,018	9,449
51,92	0,289	2,1074	0,013	9,447
88,92	0,443	-0,9374	0,020	9,427
156,92	0,944	0,4612	<u>0,044</u>	9,350

Tab. 36. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Pradze w latach 1771-1980 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Prague in the years 1771-1980 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,011	-2,8460	0,004	9,450
0,58	0,044	-0,8885	0,017	9,450
0,75	0,044	1,8785	0,018	9,450
1,25	0,041	-2,3645	0,017	9,450
1,50	0,106	2,4624	<u>0,043</u>	9,450
1,75	0,093	2,2118	0,037	9,450
2,00	0,175	-0,0688	<u>0,070</u>	9,450
2,17	0,272	-1,5018	<u>0,109</u>	9,450
2,42	0,250	1,9992	<u>0,100</u>	9,450
2,58	0,240	-1,7566	<u>0,094</u>	9,450
2,92	0,227	-1,3636	<u>0,091</u>	9,449
3,08	0,385	-1,1612	<u>0,154</u>	9,449
3,25	0,298	0,8000	<u>0,120</u>	9,449
3,42	0,354	-2,8619	<u>0,142</u>	9,450
4,00	0,228	2,4774	<u>0,091</u>	9,450
4,17	0,274	-0,6014	<u>0,110</u>	9,450
4,42	0,270	1,9889	<u>0,108</u>	9,450
4,75	0,373	-1,0651	<u>0,150</u>	9,450
5,08	0,305	1,3844	<u>0,123</u>	9,449
5,42	0,311	-3,0709	<u>0,125</u>	9,451
5,67	0,212	-0,2440	<u>0,085</u>	9,450
5,92	0,091	0,6742	0,037	9,449
6,17	0,073	-2,9754	0,029	9,450
6,50	0,276	-2,5111	<u>0,111</u>	9,450
6,83	0,227	-1,2284	<u>0,091</u>	9,449
7,08	0,239	-2,1830	<u>0,096</u>	9,450
7,42	0,432	-0,3564	<u>0,173</u>	9,449
7,75	0,505	-0,0188	<u>0,203</u>	9,450
8,42	0,443	-1,0906	<u>0,177</u>	9,448
8,83	0,274	0,7969	<u>0,110</u>	9,449
9,25	0,156	1,4788	<u>0,063</u>	9,450
9,75	0,139	1,3577	<u>0,056</u>	9,450
10,25	0,395	0,9517	<u>0,158</u>	9,447
11,25	0,199	-2,2592	<u>0,080</u>	9,450
12,92	0,386	-3,1205	<u>0,155</u>	9,451
14,17	0,507	-1,4575	<u>0,203</u>	9,447
15,50	0,353	-0,6428	<u>0,142</u>	9,446
17,75	0,428	0,2067	<u>0,172</u>	9,448
19,33	0,292	0,6846	<u>0,117</u>	9,447
22,25	0,358	0,8399	<u>0,144</u>	9,445
25,33	0,366	1,3573	<u>0,147</u>	9,446
29,42	0,347	2,1285	<u>0,139</u>	9,448
35,33	0,369	-2,3719	<u>0,150</u>	9,451
51,25	0,301	1,9528	<u>0,121</u>	9,474
80,92	0,429	-0,8752	<u>0,170</u>	9,429
159,92	0,947	0,5742	<u>0,386</u>	9,355

Tab. 37. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — zima
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,497	1,6003	0,103	0,132
2,6	0,881	-2,3087	0,183	0,128
2,9	0,574	1,4179	0,119	0,130
3,1	0,450	-1,9282	0,094	0,130
3,3	0,660	-2,8104	0,138	0,132
3,5	0,673	2,7026	0,140	0,132
3,8	0,929	-2,0355	0,193	0,128
4,2	0,511	0,3240	0,107	0,130
4,9	0,997	-3,0833	<u>0,208</u>	0,132
5,2	0,813	-2,6661	0,170	0,135
5,5	0,933	-1,0923	0,194	0,131
5,8	0,829	-3,0206	0,172	0,130
6,2	0,567	-2,8027	0,119	0,131
7,0	0,772	-2,7064	0,161	0,134
7,6	1,562	-1,7128	<u>0,324</u>	0,136
8,3	0,916	-1,2081	0,191	0,130
9,1	0,816	-0,1238	0,170	0,126
10,1	0,814	0,0936	0,169	0,120
13,1	0,870	-1,6421	0,180	0,124
15,5	0,763	0,0164	0,159	0,114
18,7	1,129	1,9528	<u>0,233</u>	0,124
26,1	0,643	-1,0431	0,133	0,120
64,3	1,572	2,4585	<u>0,313</u>	0,206

Tab. 38. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,472	-2,5633	0,179	8,571
2,6	0,529	-0,2028	<u>0,202</u>	8,570
2,9	0,287	1,5318	0,109	8,571
3,1	0,427	-1,0562	0,163	8,568
3,3	0,439	1,0308	0,167	8,570
3,7	0,655	1,8408	<u>0,250</u>	8,573
4,0	0,295	0,5202	0,112	8,571
4,2	0,399	2,1324	0,152	8,573
4,4	0,496	2,6679	0,190	8,574
4,9	0,258	1,3176	0,098	8,572
5,2	0,124	2,1598	0,047	8,571
5,6	0,220	1,0881	0,084	8,572
6,1	0,315	-2,3781	0,120	8,571
6,7	0,407	-0,6574	0,155	8,568
7,8	0,658	-0,0868	<u>0,252</u>	8,570
9,1	0,283	0,1864	0,108	8,570
10,5	0,564	3,1024	<u>0,215</u>	8,571
13,1	0,731	-0,5974	<u>0,279</u>	8,566
15,9	0,321	0,3567	0,123	8,565
19,5	0,230	-0,3328	0,088	8,570
25,4	0,431	0,3883	0,164	8,560
42,4	0,580	1,2441	<u>0,224</u>	8,582
85,3	0,772	2,4309	<u>0,284</u>	8,607

Tab. 39. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — lato
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,232	1,4753	0,088	17,033
2,4	0,700	-2,4679	<u>0,265</u>	17,033
2,7	0,449	-1,4863	0,171	17,032
3,0	0,551	-1,4702	<u>0,209</u>	17,030
3,4	0,378	2,4633	0,144	17,033
3,9	0,416	-0,1762	0,159	17,032
4,1	0,264	1,2369	0,100	17,032
4,3	0,307	1,3589	0,117	17,033
4,7	0,243	2,1395	0,092	17,034
5,4	0,246	-2,2915	0,094	17,033
5,9	0,742	2,4218	<u>0,282</u>	17,038
6,4	0,422	-1,4184	0,161	17,033
7,7	0,454	-0,8264	0,173	17,033
8,9	0,309	-0,7441	0,118	17,033
9,7	0,190	0,4768	0,072	17,033
10,8	0,461	1,2859	0,176	17,036
12,3	0,329	2,4215	0,125	17,037
13,9	0,368	1,8507	0,139	17,033
19,1	0,380	-1,3650	0,145	17,034
29,4	0,661	-0,2739	<u>0,253</u>	17,031
38,8	0,448	1,1489	0,170	17,033
63,5	0,898	0,2296	<u>0,353</u>	17,022

Tab. 40. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — jesień
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,427	-1,6814	0,154	8,885
2,6	0,573	0,7951	<u>0,206</u>	8,888
2,9	0,587	-1,5659	<u>0,211</u>	8,886
3,1	0,658	1,4403	<u>0,236</u>	8,888
3,4	0,638	-0,7504	<u>0,229</u>	8,885
3,7	0,556	-0,5873	<u>0,200</u>	8,883
3,9	0,336	1,6379	0,120	8,887
4,3	0,380	1,0865	0,137	8,886
4,8	0,254	-1,4572	0,091	8,886
5,2	0,401	-0,2852	0,145	8,883
5,5	0,172	-0,8877	0,062	8,886
5,9	0,167	1,4436	0,060	8,887
6,4	0,371	-0,7313	0,133	8,886
6,9	0,561	0,5717	<u>0,202</u>	8,887
7,5	0,302	1,7697	0,108	8,887
8,6	0,449	0,5051	0,162	8,882
9,5	0,526	1,8329	0,188	8,884
10,6	0,428	1,8039	0,154	8,887
13,8	0,300	-0,0511	0,108	8,880
17,3	0,525	2,6674	0,187	8,895
23,3	0,095	-1,3152	0,034	8,886
33,9	0,814	1,4156	<u>0,289</u>	8,874
102,3	0,586	2,9696	<u>0,201</u>	8,895

Tab. 41. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,311	-2,4836	0,108	2,894
2,7	0,374	1,7199	0,131	2,895
3,0	0,287	1,0275	0,100	2,896
3,2	0,265	-0,3672	0,093	2,894
3,4	0,597	-1,4830	<u>0,208</u>	2,895
3,9	0,409	0,6812	0,143	2,896
4,2	0,461	1,3127	0,161	2,897
4,4	0,495	2,3237	0,173	2,897
5,0	0,292	-2,5001	0,102	2,896
5,2	0,348	-1,9765	0,121	2,896
5,5	0,519	-1,0058	0,181	2,895
6,2	0,428	-1,7173	0,149	2,892
6,7	0,303	-0,0622	0,106	2,892
7,7	0,861	-0,9412	<u>0,300</u>	2,895
8,4	0,444	-0,6235	0,155	2,893
9,3	0,708	0,9892	<u>0,247</u>	2,892
10,5	0,555	2,2255	0,193	2,894
13,3	0,641	-1,2810	<u>0,222</u>	2,886
15,9	0,487	1,0244	0,170	2,888
19,1	0,577	2,7697	<u>0,200</u>	2,895
25,6	0,495	-1,4990	0,173	2,890
35,8	0,253	0,5717	0,090	2,886
67,2	0,927	2,6827	<u>0,305</u>	2,957

Tab. 42. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,546	-2,1560	<u>0,252</u>	14,419
2,6	0,364	0,6808	0,169	14,420
3,0	0,536	-1,2263	<u>0,248</u>	14,417
3,3	0,382	0,4173	0,178	14,419
3,5	0,236	-0,6611	0,110	14,419
3,9	0,204	-0,3476	0,095	14,419
4,1	0,235	0,9799	0,109	14,419
4,3	0,202	0,9506	0,094	14,420
4,6	0,215	0,0858	0,100	14,419
5,0	0,186	0,7137	0,086	14,419
5,3	0,260	2,2102	0,121	14,420
5,9	0,518	2,2379	<u>0,240</u>	14,423
6,4	0,259	-1,7010	0,120	14,420
6,8	0,226	-0,2357	0,105	14,419
7,7	0,352	-1,0702	0,163	14,420
8,3	0,304	-1,6702	0,141	14,419
8,9	0,282	-0,1924	0,131	14,419
9,8	0,250	0,3951	0,117	14,420
10,8	0,210	1,5883	0,097	14,422
11,7	0,230	-0,0098	0,108	14,420
13,3	0,575	0,1367	<u>0,269</u>	14,416
16,2	0,362	-0,0153	0,168	14,417
19,6	0,452	-0,1917	<u>0,211</u>	14,419
24,6	0,370	-0,2560	0,170	14,411
30,3	0,548	0,5547	<u>0,259</u>	14,421
41,6	0,452	1,4746	<u>0,208</u>	14,432
73,8	0,848	1,2359	<u>0,403</u>	14,414

Tab. 43. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — rok
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — year

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,4	0,373	-2,3639	<u>0,218</u>	8,656
2,7	0,170	1,8170	0,100	8,656
3,0	0,208	-0,6604	0,123	8,656
3,2	0,157	-1,3402	0,092	8,656
3,4	0,256	-1,3777	0,151	8,656
3,9	0,272	0,3532	0,161	8,657
4,1	0,232	0,9052	0,136	8,656
4,4	0,296	2,3578	0,175	8,658
4,7	0,181	2,2989	0,107	8,657
5,2	0,088	-1,9350	0,052	8,656
5,5	0,350	-0,8445	<u>0,206</u>	8,656
6,1	0,260	-2,4558	0,153	8,656
6,7	0,229	-0,3563	0,135	8,654
7,7	0,604	-0,9774	<u>0,355</u>	8,657
8,4	0,357	-0,8568	<u>0,210</u>	8,654
9,2	0,417	0,5512	<u>0,246</u>	8,654
10,4	0,283	1,6385	0,167	8,655
13,2	0,464	-0,8538	<u>0,271</u>	8,651
16,1	0,324	0,6599	0,193	8,652
28,1	0,390	-0,0670	<u>0,228</u>	8,654
40,0	0,306	1,1594	0,179	8,660
75,9	0,526	2,2523	<u>0,303</u>	8,696

Tab. 44. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,50	0,990	-1,2385	0,051	8,647
0,67	0,210	-0,9784	0,011	8,647
1,00	18,609	-2,1123	0,962	8,647
1,17	0,398	-0,5891	0,020	8,647
1,42	0,258	-1,0666	0,013	8,647
1,83	0,210	1,0232	0,011	8,648
2,08	0,226	1,1153	0,012	8,647
2,25	0,325	-0,7273	0,017	8,647
2,42	0,382	-2,2320	0,020	8,648
2,58	0,394	-2,7180	0,020	8,648
3,08	0,335	-1,9146	0,017	8,647
3,50	0,195	-2,3982	0,010	8,648
3,83	0,412	-1,4743	0,021	8,647
4,08	0,261	-0,6458	0,013	8,646
4,33	0,201	0,8106	0,010	8,647
4,67	0,234	0,8384	0,012	8,647
4,92	0,174	-2,6918	0,009	8,647
5,17	0,211	-2,6152	0,011	8,648
5,50	0,393	-1,2825	0,020	8,648
6,25	0,273	-2,1720	0,014	8,647
6,67	0,217	-1,1455	0,011	8,646
7,08	0,133	-2,0064	0,007	8,648
7,67	0,615	-1,4872	0,032	8,650
8,33	0,370	-1,5760	0,019	8,648
9,08	0,394	-0,3430	0,020	8,646
10,25	0,232	0,6864	0,012	8,644
11,33	0,248	-1,2964	0,013	8,648
13,17	0,496	-1,1758	0,026	8,644
15,83	0,334	-0,0174	0,017	8,641
27,58	0,405	-0,4421	0,021	8,644
38,92	0,271	0,8814	0,014	8,647
78,50	0,467	2,4056	0,024	8,683

Tab. 45. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Zurychu w latach 1864-1980 — średnie konsekutywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Zurich in the years 1864-1980 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	α_0
0,42	0,039	-1,4489	0,022	8,654
0,67	0,068	0,3234	0,038	8,654
1,17	0,039	1,4584	0,022	8,654
1,50	0,108	-3,0416	<u>0,061</u>	8,654
1,83	0,154	2,7414	<u>0,086</u>	8,654
2,08	0,158	2,5945	<u>0,088</u>	8,655
2,25	0,216	0,6280	<u>0,121</u>	8,654
2,41	0,285	-1,1688	<u>0,159</u>	8,654
2,58	0,319	-1,6771	<u>0,178</u>	8,654
3,08	0,255	-1,0181	<u>0,142</u>	8,653
3,50	0,170	-1,7769	<u>0,095</u>	8,655
3,83	0,337	-0,7672	<u>0,188</u>	8,654
4,08	0,205	0,1756	<u>0,115</u>	8,653
4,42	0,214	2,4242	<u>0,119</u>	8,654
4,67	0,238	1,5364	<u>0,133</u>	8,655
5,17	0,194	-2,2454	<u>0,108</u>	8,655
5,50	0,347	-0,7670	<u>0,194</u>	8,655
6,25	0,239	-1,8193	<u>0,134</u>	8,654
6,67	0,175	-0,6924	<u>0,098</u>	8,653
7,08	0,107	-1,8104	<u>0,060</u>	8,655
7,67	0,575	-1,1216	<u>0,321</u>	8,656
8,33	0,338	-1,2358	<u>0,188</u>	8,653
9,17	0,382	0,3610	<u>0,214</u>	8,652
10,33	0,249	1,3770	<u>0,140</u>	8,652
13,17	0,467	-0,9300	<u>0,259</u>	8,650
16,17	0,335	0,6325	<u>0,188</u>	8,650
27,83	0,392	-0,1918	<u>0,216</u>	8,652
39,42	0,299	1,0911	<u>0,167</u>	8,656
76,17	0,500	2,3048	<u>0,273</u>	8,692

Tab. 46. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — zima
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,352	-2,1322	0,084	1,207
2,6	0,581	-2,4231	0,140	1,207
2,9	0,390	1,8880	0,094	1,208
3,1	0,638	-0,7878	<u>0,154</u>	1,206
3,3	0,466	-2,9595	0,113	1,209
3,5	0,556	-0,0248	0,134	1,207
3,8	0,650	2,4181	<u>0,157</u>	1,208
4,1	0,310	-2,8901	0,075	1,208
4,6	0,388	0,7088	0,094	1,207
4,9	0,545	2,1323	0,131	1,208
5,1	0,495	-2,9864	0,120	1,209
5,5	0,744	2,4028	0,180	1,211
5,8	0,789	-0,2427	0,190	1,205
6,0	0,496	1,0034	0,120	1,207
6,4	0,302	0,4235	0,073	1,208
7,0	0,473	-0,9260	0,114	1,207
7,4	0,643	3,0590	<u>0,155</u>	1,210
7,7	0,636	2,3498	<u>0,154</u>	1,212
8,5	0,676	-2,7437	<u>0,163</u>	1,207
9,3	0,435	-0,9378	0,105	1,206
10,3	0,616	-1,2720	<u>0,149</u>	1,204
11,0	0,368	0,2152	0,089	1,206
11,7	0,585	-0,3841	0,141	1,207
12,9	0,541	1,3276	0,130	1,206
15,6	0,868	-0,6069	0,209	1,198
18,6	0,577	0,6913	0,139	1,201
22,7	0,486	0,1556	0,114	1,201
26,7	0,605	1,2127	<u>0,147</u>	1,206
31,0	0,339	2,1251	0,081	1,212
46,7	0,594	0,2447	0,142	1,189
93,4	0,352	2,3920	0,082	1,210
216,6	1,044	2,7511	0,254	1,213

Tab. 47. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,341	-2,3218	0,114	9,507
2,6	0,598	0,7128	0,201	9,508
2,9	0,284	-0,0944	0,095	9,507
3,1	0,341	-0,6396	0,115	9,506
3,4	0,375	-2,2974	0,126	9,507
3,7	0,331	2,4202	0,111	9,508
3,9	0,477	1,2650	0,160	9,507
4,2	0,287	2,9235	0,096	9,508
4,4	0,355	-2,1704	0,119	9,507
4,7	0,206	0,9175	0,069	9,506
4,9	0,189	-3,0466	0,064	9,507
5,3	0,198	2,2684	0,066	9,507
5,5	0,144	-2,5009	0,048	9,507
5,7	0,227	-2,2624	0,076	9,507
5,9	0,257	0,1534	0,086	9,507
6,2	0,228	2,6306	0,076	9,507
6,6	0,444	1,1481	0,149	9,506
6,9	0,340	2,8519	0,114	9,508
7,4	0,402	2,8593	0,134	9,508
7,8	0,527	-1,8696	0,177	9,508
8,2	0,386	-1,3269	0,129	9,506
9,2	0,207	-2,3750	0,070	9,507
9,6	0,170	-1,0617	0,057	9,507
10,3	0,757	0,4026	0,254	9,504
11,2	0,405	1,8057	0,135	9,508
12,0	0,214	2,5682	0,072	9,508
12,9	0,639	2,5645	0,214	9,512
14,0	0,327	-2,4560	0,113	9,508
15,1	0,126	3,1371	0,042	9,507
16,9	0,628	-2,1460	0,211	9,509
21,2	0,329	-1,3191	0,110	9,507
24,2	0,280	0,0887	0,094	9,505
31,2	0,644	1,7946	0,214	9,515
41,1	0,940	-1,2905	0,314	9,516
73,1	0,786	-1,0671	0,259	9,494
135,4	0,910	0,2812	0,292	9,428

Tab. 48. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — lato
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,360	-1,7464	0,127	18,440
2,4	0,563	-2,3963	0,198	18,441
2,8	0,170	-1,0954	0,060	18,441
3,1	0,307	0,3234	0,108	18,440
3,4	0,225	2,0557	0,080	18,441
3,7	0,269	-2,2696	0,095	18,441
3,9	0,526	1,8677	0,186	18,442
4,1	0,285	-0,9006	0,100	18,440
4,3	0,179	0,1544	0,063	18,440
4,7	0,220	-0,2016	0,078	18,441
4,9	0,295	1,6264	0,104	18,441
5,1	0,264	-3,0673	0,093	18,442
5,4	0,340	-1,6656	0,120	18,441
5,6	0,135	-0,2588	0,048	18,441
5,9	0,448	0,3802	0,158	18,441
6,3	0,124	1,6633	0,043	18,441
6,5	0,246	1,1075	0,087	18,441
6,8	0,058	2,7908	0,020	18,441
7,4	0,412	2,8490	0,146	18,443
7,8	0,413	-1,6652	0,146	18,442
8,4	0,276	1,8745	0,097	18,441
9,2	0,184	-1,8672	0,065	18,441
9,6	0,199	-0,0644	0,070	18,441
10,0	0,199	-2,4955	0,071	18,442
10,6	0,400	-0,4788	0,141	18,441
11,3	0,291	0,7638	0,103	18,441
12,0	0,115	2,6739	0,040	18,442
12,7	0,313	1,1499	0,111	18,442
13,8	0,565	2,5913	0,199	18,445
16,0	0,251	-1,5614	0,088	18,442
18,8	0,191	-2,2505	0,068	18,443
20,9	0,290	-2,2637	0,103	18,443
24,3	0,462	-1,5196	0,163	18,436
30,7	0,452	0,8537	0,160	18,443
40,0	0,729	-1,7750	0,257	18,453
52,9	0,838	-0,4569	0,296	18,441
76,6	1,016	-0,2164	0,355	18,410
147,4	0,711	1,2824	0,246	18,406

Tab. 49. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — jesień
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,364	-2,2656	0,134	9,946
2,6	0,237	1,0108	0,087	9,947
2,9	0,549	-1,9809	0,202	9,947
3,1	0,388	0,9898	0,143	9,947
3,4	0,533	-2,0780	0,196	9,947
3,7	0,470	-0,2915	0,174	9,945
3,9	0,333	2,7930	0,123	9,948
4,2	0,216	0,5253	0,080	9,946
4,7	0,283	0,7103	0,104	9,946
4,9	0,234	2,8325	0,086	9,947
5,1	0,170	-1,7958	0,063	9,946
5,3	0,256	0,4527	0,094	9,947
5,5	0,378	2,4352	0,139	9,948
5,7	0,163	-2,2332	0,060	9,947
6,0	0,290	2,7430	0,107	9,948
6,4	0,258	-1,5889	0,095	9,947
6,8	0,467	-0,9925	0,172	9,947
7,6	0,393	-1,0289	0,145	9,946
7,9	0,174	-0,3131	0,064	9,946
8,2	0,217	0,1188	0,080	9,947
8,6	0,166	-0,0561	0,061	9,946
9,5	0,303	1,3731	0,112	9,946
10,4	0,442	-0,3793	0,163	9,944
11,2	0,108	1,5491	0,040	9,947
12,5	0,142	0,4614	0,059	9,947
14,4	0,104	2,2331	0,038	9,948
17,3	0,346	-0,5880	0,127	9,945
21,2	0,271	-1,3186	0,100	9,947
26,3	0,279	0,9364	0,103	9,946
31,5	0,521	1,3550	0,193	9,952
40,9	0,307	-1,0299	0,112	9,948
74,6	0,614	-0,7294	0,222	9,931
177,5	0,597	1,9362	0,213	9,922

Tab. 50. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1960 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,385	-1,7242	0,143	3,935
2,6	0,236	0,3565	0,088	3,935
2,9	0,234	-1,0466	0,087	3,935
3,1	0,357	-0,2246	0,133	3,934
3,4	0,402	-2,8032	<u>0,150</u>	3,936
3,9	0,405	3,0047	<u>0,151</u>	3,936
4,2	0,306	2,0085	0,114	3,936
4,4	0,320	-2,1706	0,119	3,936
4,7	0,245	1,5480	0,091	3,935
5,0	0,251	2,9626	0,094	3,936
5,5	0,437	2,7042	<u>0,163</u>	3,937
5,8	0,384	0,1671	0,143	3,934
6,1	0,178	-1,7220	0,066	3,935
6,3	0,174	-2,2653	0,065	3,935
6,7	0,297	-2,4527	0,111	3,935
7,0	0,130	-0,9615	0,048	3,935
7,5	0,415	-1,3998	<u>0,154</u>	3,935
7,8	0,400	-2,1214	<u>0,149</u>	3,936
8,4	0,295	2,6954	0,110	3,936
8,8	0,134	-1,3874	0,050	3,935
9,3	0,401	-1,1286	<u>0,149</u>	3,933
9,7	0,252	-2,5136	0,094	3,935
10,3	0,470	-0,5479	<u>0,175</u>	3,932
11,1	0,264	1,2523	0,099	3,934
12,1	0,213	2,4946	0,079	3,937
13,2	0,440	2,8203	<u>0,164</u>	3,935
15,3	0,485	-1,2503	<u>0,180</u>	3,933
17,1	0,226	-1,4287	0,084	3,935
18,1	0,298	-0,3963	0,111	3,932
20,1	0,344	-1,2598	0,128	3,932
22,5	0,386	0,1489	0,144	3,929
26,0	0,458	0,7241	<u>0,171</u>	3,931
30,8	0,325	1,5429	0,120	3,938
41,5	0,423	-1,2080	<u>0,158</u>	3,938
57,0	0,259	-1,8837	0,095	3,943
93,5	0,365	2,4843	0,132	3,939
177,5	0,858	2,5174	<u>0,315</u>	3,926

Tab. 51. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,443	-2,1307	0,188	15,614
2,6	0,273	1,4501	0,116	15,615
2,9	0,199	-2,3437	0,085	15,615
3,1	0,327	-0,1343	0,139	15,614
3,3	0,223	0,5131	0,095	15,614
3,7	0,179	-2,6274	0,076	15,615
3,9	0,392	1,6457	<u>0,167</u>	15,615
4,1	0,169	-1,0327	0,072	15,614
4,4	0,122	-1,9428	0,052	15,615
4,7	0,198	0,3220	0,084	15,614
4,9	0,128	2,2993	0,055	15,615
5,1	0,149	-2,8590	0,064	15,615
5,4	0,160	-1,2913	0,068	15,614
5,6	0,128	0,8438	0,055	15,615
5,9	0,347	0,3361	<u>0,148</u>	15,615
6,5	0,196	0,5318	0,084	15,614
7,0	0,104	-2,5964	0,044	15,615
7,4	0,391	2,8152	<u>0,167</u>	15,616
7,8	0,346	-1,6274	<u>0,148</u>	15,615
8,3	0,242	0,7436	0,103	15,614
9,1	0,134	-1,3367	0,057	15,615
9,6	0,250	-0,2628	0,068	15,614
10,1	0,274	-1,3899	0,107	15,614
10,6	0,199	0,1381	0,117	15,614
11,3	0,096	1,5635	0,085	15,616
12,0	0,423	2,6466	0,041	15,615
12,7	0,387	1,4415	0,181	15,617
13,8	0,141	2,5764	<u>0,165</u>	15,617
15,2	0,159	2,7363	0,068	15,614
17,1	0,161	-2,4034	0,069	15,616
20,7	0,360	-2,6462	<u>0,155</u>	15,618
24,1	0,249	-0,8382	0,105	15,612
31,4	0,565	1,5902	0,240	15,622
40,4	0,787	-1,5948	0,335	15,626
53,3	0,592	-0,4020	0,253	15,614
75,1	1,030	-0,5610	0,432	15,587
140,3	0,759	0,7557	0,317	15,560

Tab. 52. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — rok
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,221	-2,1998	0,113	9,774
2,9	0,173	-1,5349	0,080	9,774
3,1	0,341	-0,1834	0,175	9,774
3,4	0,253	-2,7365	0,130	9,775
3,9	0,310	2,3329	<u>0,159</u>	9,775
4,2	0,140	1,6886	0,072	9,775
4,4	0,219	-2,1047	0,113	9,775
4,7	0,182	1,0035	0,094	9,774
5,1	0,178	-2,3615	0,092	9,774
5,5	0,256	2,5834	0,136	9,775
5,7	0,192	-2,3353	0,099	9,775
6,0	0,237	2,5258	0,122	9,775
6,3	0,084	-2,4218	0,043	9,774
6,7	0,203	-2,7734	0,105	9,774
7,0	0,081	-1,6498	0,042	9,774
7,4	0,363	-3,1258	0,187	9,775
7,8	0,362	-1,8945	0,186	9,775
8,4	0,235	2,4302	0,121	9,775
9,3	0,236	-1,0509	0,121	9,773
10,3	0,348	-0,5355	0,179	9,772
11,2	0,216	1,5796	0,111	9,775
12,0	0,145	2,1780	0,074	9,775
12,9	0,333	1,9913	0,171	9,776
14,0	0,225	-2,9244	0,116	9,775
15,2	0,214	-1,8098	0,110	9,774
17,4	0,181	-1,3702	0,093	9,775
21,7	0,237	-0,8580	0,121	9,772
25,7	0,306	0,4783	<u>0,158</u>	9,770
31,1	0,432	1,4968	0,221	9,779
40,6	0,602	-1,5395	0,309	9,782
75,8	0,592	-0,3831	0,300	9,758
165,3	0,683	1,5904	0,340	9,735

Tab. 53. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — miesięczne wartości

True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,165	2,3854	0,008	9,775
0,60	0,922	-0,8792	<u>0,047</u>	9,775
1,00	0,992	-2,1222	<u>0,968</u>	9,775
1,42	0,182	-0,2293	0,009	9,775
1,67	0,142	-3,0998	0,007	9,775
1,83	0,105	-1,3009	0,005	9,775
2,00	0,138	1,1557	0,007	9,775
2,17	0,294	0,8641	0,012	9,774
2,42	0,321	-1,1244	0,016	9,775
2,67	0,235	-1,6239	0,012	9,775
2,92	0,188	-2,6162	0,010	9,775
3,08	0,350	-2,0764	0,018	9,775
3,25	0,198	0,4951	0,010	9,774
3,42	0,269	-2,8722	0,014	9,775
3,92	0,313	1,7041	0,016	9,775
4,17	0,119	0,0556	0,006	9,775
4,42	0,163	-2,2216	0,008	9,775
4,75	0,200	0,7391	0,010	9,775
4,92	0,157	1,0978	0,008	9,774
5,08	0,196	2,8113	0,010	9,775
5,50	0,251	2,1529	0,013	9,776
5,75	0,208	-1,5165	0,011	9,775
6,00	0,276	1,6866	0,014	9,775
6,25	0,093	2,5641	0,005	9,775
6,67	0,223	2,5158	0,011	9,775
7,00	0,111	-1,5787	0,006	9,775
7,42	0,400	2,9787	0,020	9,776
7,83	0,393	-1,7590	0,020	9,776
8,25	0,204	-0,1060	0,010	9,774
8,42	0,195	2,3304	0,010	9,775
9,25	0,238	-1,7365	0,012	9,775
10,33	0,345	-0,7443	0,018	9,772
11,08	0,215	0,7681	0,011	9,774
11,92	0,160	1,4426	0,008	9,775
12,33	0,321	1,5155	0,016	9,776
14,00	0,211	-3,0652	0,011	9,776
15,25	0,202	-1,3554	0,010	9,774
17,33	0,207	-1,6341	0,010	9,776
21,83	0,231	-0,9372	0,012	9,772
25,67	0,301	0,2822	0,015	9,770
31,00	0,418	1,2938	0,021	9,778
40,50	0,604	-1,6527	0,031	9,784
75,83	0,586	-0,4264	0,030	9,759
166,00	0,666	1,5758	0,033	9,735

Tab. 54. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Genewie w latach 1768-1980 — średnie konsekutywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Geneva in the years 1768-1980 — averanges of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,41	0,019	2,0075	0,009	9,778
0,75	0,039	0,7206	0,020	9,778
1,17	0,031	-0,1689	0,016	9,778
1,50	0,077	-3,1518	0,039	9,778
1,67	0,082	-1,5880	0,041	9,778
2,00	0,093	2,8102	<u>0,047</u>	9,778
2,17	0,163	2,2599	<u>0,083</u>	9,778
2,42	0,231	0,0605	<u>0,118</u>	9,778
2,67	0,162	-0,5874	<u>0,083</u>	9,777
2,92	0,150	-1,7004	<u>0,077</u>	9,778
3,08	0,287	-1,1652	<u>0,146</u>	9,777
3,25	0,164	1,4734	<u>0,084</u>	9,777
3,42	0,239	-2,0591	<u>0,122</u>	9,778
3,92	0,289	2,4609	<u>0,147</u>	9,778
4,17	0,109	0,8459	<u>0,056</u>	9,778
4,42	0,146	-1,6108	<u>0,075</u>	9,778
4,75	0,193	1,4267	<u>0,098</u>	9,778
4,92	0,151	1,7225	<u>0,077</u>	9,777
5,08	0,194	-2,9735	<u>0,099</u>	9,778
5,50	0,254	2,6740	<u>0,129</u>	9,779
5,75	0,186	-1,0184	<u>0,095</u>	9,777
6,00	0,274	2,1888	<u>0,140</u>	9,778
6,25	0,097	2,9139	<u>0,049</u>	9,778
6,67	0,227	2,8974	<u>0,116</u>	9,778
6,92	0,108	-2,5475	<u>0,056</u>	9,778
7,42	0,399	-2,9422	<u>0,203</u>	9,780
7,83	0,375	-1,3962	<u>0,191</u>	9,778
8,42	0,197	2,6477	<u>0,100</u>	9,778
9,25	0,221	-1,4364	<u>0,113</u>	9,777
10,33	0,329	-0,4607	<u>0,168</u>	9,775
11,08	0,221	1,0554	<u>0,113</u>	9,777
11,92	0,173	1,7195	<u>0,088</u>	9,778
12,83	0,328	1,7567	<u>0,168</u>	9,778
14,00	0,207	-2,9072	<u>0,106</u>	9,778
15,25	0,187	-1,6930	<u>0,095</u>	9,777
17,33	0,198	-1,4608	<u>0,101</u>	9,778
21,83	0,218	-0,7919	<u>0,110</u>	9,775
25,75	0,306	0,5108	<u>0,157</u>	9,774
31,00	0,432	1,4118	<u>0,220</u>	9,782
40,50	0,596	-1,5784	<u>0,304</u>	9,787
76,00	0,579	-0,3479	<u>0,291</u>	9,761
166,25	0,677	1,6014	<u>0,336</u>	9,738

Tab. 55. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — zima
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	1,320	1,5154	<u>0,228</u>	0,038
2,5	0,910	1,4949	0,157	0,043
2,8	0,982	0,1065	0,170	0,035
3,1	0,966	1,1046	0,167	0,039
3,3	0,832	2,9805	0,144	0,038
3,7	0,722	-0,2881	0,126	0,038
3,9	0,761	-1,4516	0,131	0,036
4,1	0,879	-0,3148	0,152	0,036
4,3	0,627	1,4920	0,108	0,038
4,5	1,205	0,0598	0,208	0,038
5,3	0,729	1,1781	0,126	0,042
5,7	1,987	2,3257	<u>0,344</u>	0,052
6,5	1,113	2,3175	0,192	0,041
7,0	0,776	-2,2191	0,135	0,042
7,7	2,289	-2,0345	<u>0,398</u>	0,027
9,2	0,424	-2,5544	0,074	0,037
11,0	0,923	2,6471	0,160	0,038
12,9	1,112	-0,8762	0,190	0,018
14,5	1,173	-2,8705	0,205	0,039
18,8	1,196	0,0099	0,208	0,015
38,2	0,767	-2,1047	0,135	0,045
74,7	1,106	-0,2188	0,188	-0,046

Tab. 56. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 w Genewie w latach 1768-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,631	-1,3614	0,206	8,281
2,7	0,439	-0,5069	0,144	8,282
2,9	0,251	1,1545	0,082	8,282
3,3	0,577	0,1609	0,189	8,282
3,6	0,624	-2,4245	0,204	8,282
4,0	0,495	0,8483	0,162	8,284
4,3	0,333	-1,1848	0,109	8,283
4,6	0,603	1,3358	0,197	8,285
5,2	0,322	-1,1528	0,105	8,282
5,8	0,539	-2,3802	0,176	8,283
6,9	0,610	3,0204	0,200	8,288
7,8	0,932	-1,5290	<u>0,303</u>	8,274
8,7	0,534	0,4147	0,175	8,276
9,7	0,331	0,7156	0,109	8,279
11,0	0,577	2,1641	0,188	8,282
13,9	0,896	1,7284	<u>0,293</u>	8,277
19,2	0,463	2,0295	0,150	8,280
25,4	0,490	1,7776	0,158	8,289
33,6	0,762	0,1367	<u>0,251</u>	8,283
62,4	0,563	-2,4829	0,183	8,313

Tab. 57. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — lato
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,498	1,8390	0,186	17,269
2,6	0,355	1,9195	0,132	17,269
2,8	0,332	-0,8034	0,125	17,267
3,2	0,590	2,4729	<u>0,221</u>	17,269
3,6	0,428	2,4074	0,160	17,272
3,9	0,401	1,5882	0,150	17,270
4,2	0,622	-2,9831	<u>0,233</u>	17,271
4,5	0,168	2,7813	0,063	17,269
4,8	0,665	-2,2852	<u>0,250</u>	17,267
5,1	0,390	-1,1694	0,146	17,267
5,4	0,516	-0,1969	0,194	17,265
5,9	0,508	1,3675	0,189	17,272
6,5	0,469	2,2503	0,175	17,270
7,2	0,348	-1,3494	0,130	17,266
7,9	0,584	-1,0109	<u>0,218</u>	17,262
8,8	0,320	0,1414	0,120	17,266
9,8	0,234	0,8617	0,088	17,268
11,8	0,450	2,6893	0,168	17,274
15,4	0,268	-1,6212	0,100	17,270
19,8	0,616	1,8362	<u>0,231</u>	17,269
27,6	0,503	-2,9373	0,186	17,286
59,3	0,839	2,8656	<u>0,295</u>	17,334

Tab. 58. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — jesień
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	0,766	1,8162	<u>0,261</u>	8,849
2,9	0,357	-1,3176	0,122	8,849
3,1	0,570	-2,4302	0,195	8,848
3,4	0,482	1,8026	0,164	8,849
3,6	0,548	-2,9130	0,187	8,851
4,0	0,444	-0,1729	0,152	8,849
4,3	0,307	-1,5963	0,105	8,849
4,9	0,633	0,0757	<u>0,218</u>	8,846
5,4	0,556	-1,1940	0,190	8,847
5,9	0,407	0,7063	0,140	8,850
6,4	0,580	2,5721	0,198	8,855
6,9	0,602	1,8029	0,205	8,850
7,6	0,476	2,3898	0,163	8,849
8,9	0,334	-2,8189	0,114	8,851
10,2	0,464	-0,9102	0,164	8,843
13,1	0,119	-2,2247	0,041	8,850
18,7	0,580	2,0769	0,196	8,850
26,6	0,450	-1,3114	0,152	8,836
63,0	0,614	1,8529	0,206	8,912

Tab. 59. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,559	1,8282	0,162	2,758
2,6	0,716	-1,1368	0,208	2,758
2,8	0,692	0,2188	0,201	2,756
3,1	0,568	1,3724	0,165	2,759
3,6	0,394	-2,6200	0,115	2,759
3,9	0,430	-1,6725	0,125	2,757
4,1	0,365	-0,1187	0,106	2,757
4,6	0,525	1,2307	0,153	2,760
5,0	0,330	0,7056	0,096	2,759
5,3	0,431	1,7582	0,125	2,761
5,7	1,150	2,2499	<u>0,335</u>	2,766
6,5	0,689	2,0706	0,200	2,759
7,0	0,390	-2,5428	0,114	2,760
7,7	1,353	-2,1270	<u>0,394</u>	2,752
9,1	0,299	-3,0790	0,088	2,758
11,0	0,727	2,3299	<u>0,212</u>	2,758
12,9	0,617	-1,0304	0,178	2,747
14,8	0,644	-2,1766	0,190	2,756
20,1	0,735	1,7469	<u>0,213</u>	2,764
27,3	0,140	-1,1006	0,040	2,753
36,1	0,353	-2,5887	0,106	2,761
70,1	0,527	-0,4844	0,150	2,715

Tab. 60. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,343	1,9067	0,150	14,465
2,4	0,409	-0,5874	0,181	14,464
2,6	0,489	1,9491	<u>0,214</u>	14,465
3,3	0,392	0,1405	0,172	14,465
3,6	0,431	2,9359	0,188	14,467
3,8	0,246	-1,4720	0,107	14,465
4,2	0,498	-2,9637	<u>0,218</u>	14,467
4,8	0,494	-2,1832	<u>0,217</u>	14,464
5,4	0,457	0,0378	0,201	14,462
5,9	0,370	0,8304	0,162	14,467
6,4	0,312	1,4746	0,137	14,466
7,1	0,405	-1,9781	0,177	14,464
7,9	0,388	-0,8394	0,169	14,460
9,2	0,267	-3,0295	0,118	14,466
11,3	0,353	2,6392	0,154	14,469
14,6	0,507	3,0182	<u>0,223</u>	14,470
19,0	0,570	1,7228	<u>0,248</u>	14,459
26,2	0,419	2,3688	0,179	14,476
33,8	0,266	-2,6753	0,118	14,464
62,0	0,827	3,0870	<u>0,341</u>	14,540

Tab. 61. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — rok
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — year

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,3	0,367	1,8348	0,172	8,610
2,5	0,362	0,8686	0,170	8,611
2,7	0,141	-0,7289	0,067	8,609
3,1	0,161	2,2220	0,076	8,610
3,4	0,388	0,9744	0,183	8,609
3,6	0,480	-2,7860	<u>0,226</u>	8,611
4,0	0,212	0,0596	0,100	8,610
4,6	0,370	1,5735	0,174	8,612
4,8	0,354	-2,0588	0,167	8,608
5,2	0,103	-0,5858	0,048	8,610
5,6	0,566	1,4788	<u>0,266</u>	8,614
6,0	0,205	1,2180	0,097	8,610
6,5	0,443	2,2405	0,207	8,611
7,0	0,421	-2,7781	0,199	8,612
7,7	0,895	-2,1584	<u>0,421</u>	8,606
9,2	0,247	-2,7942	0,117	8,610
11,2	0,484	2,7455	<u>0,229</u>	8,612
14,3	0,492	2,7539	<u>0,232</u>	8,611
20,0	0,551	2,1452	<u>0,259</u>	8,612
26,5	0,134	2,7262	0,062	8,614
35,2	0,287	-2,5766	0,139	8,609
57,8	0,400	-2,9914	0,188	8,628

Tab. 62. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,268	0,6927	0,014	8,605
0,75	0,267	3,0277	0,013	8,605
1,00	1,031	-2,1340	<u>0,960</u>	8,605
1,17	0,522	-1,8056	0,026	8,604
1,42	0,330	-0,3178	0,017	8,604
1,75	0,362	-1,7697	0,018	8,605
2,25	0,550	-1,0095	0,028	8,604
2,58	0,336	-1,3654	0,017	8,604
2,83	0,255	1,3263	0,013	8,604
3,17	0,405	-2,2621	0,020	8,606
3,41	0,243	0,4090	0,012	8,604
3,58	0,338	2,2618	0,017	8,605
3,92	0,224	-1,2988	0,011	8,604
4,08	0,308	-0,1740	0,016	8,603
4,50	0,357	-0,1749	0,018	8,604
4,83	0,418	-2,2029	0,021	8,605
5,17	0,155	-0,9089	0,008	8,605
5,58	0,526	0,9125	0,026	8,606
6,42	0,429	1,2749	0,022	8,605
7,00	0,356	-2,9308	0,018	8,608
7,75	0,879	-2,0561	0,044	8,603
9,25	0,260	-2,6425	0,013	8,605
11,25	0,477	2,7346	0,024	8,607
14,58	0,530	-3,0096	0,027	8,606
20,00	0,531	1,9966	0,027	8,605
26,67	0,148	2,9989	0,007	8,608
36,25	0,324	-2,3161	0,017	8,604
59,08	0,410	-2,8295	0,021	8,624

Tab. 63. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T) w Poczdamie w latach 1893-1992 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature (T) in Potsdam in the years 1893-1992 — averanges of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,021	0,6733	0,010	8,605
0,67	0,054	2,8360	0,025	8,605
0,83	0,030	0,8010	0,014	8,605
1,17	0,040	-0,1552	0,018	8,605
1,42	0,075	2,4092	0,034	8,605
1,75	0,220	-0,2184	<u>0,101</u>	8,604
1,92	0,208	-1,4976	<u>0,095</u>	8,604
2,25	0,323	0,2005	<u>0,148</u>	8,605
2,67	0,251	-2,8166	<u>0,115</u>	8,605
2,83	0,219	2,5881	<u>0,100</u>	8,605
3,17	0,312	-1,5376	<u>0,143</u>	8,606
3,33	0,202	-0,5472	<u>0,092</u>	8,604
3,58	0,302	2,9753	<u>0,138</u>	8,606
3,75	0,237	2,6045	<u>0,109</u>	8,606
4,17	0,258	2,0478	<u>0,118</u>	8,606
4,75	0,349	-2,7288	<u>0,160</u>	8,605
5,25	0,098	0,7419	0,045	8,605
5,67	0,550	2,4024	<u>0,252</u>	8,608
6,42	0,484	1,7672	<u>0,221</u>	8,605
7,00	0,382	-2,6209	<u>0,175</u>	8,607
7,75	0,842	-1,6668	<u>0,386</u>	8,600
9,16	0,228	-2,8335	<u>0,105</u>	8,605
11,17	0,468	2,7349	<u>0,214</u>	8,607
14,25	0,514	2,7755	<u>0,236</u>	8,606
19,92	0,540	2,0531	<u>0,247</u>	8,606
26,50	0,133	2,7421	<u>0,060</u>	8,609
36,08	0,289	-2,5762	<u>0,136</u>	8,605
57,75	0,381	-2,9963	<u>0,174</u>	8,624

Tab. 64. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) Poczdamie w latach 1893-1992 — zima
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	1,267	1,5606	<u>0,222</u>	2,709
2,5	0,887	1,5748	0,155	2,713
2,8	0,959	0,1076	0,169	2,706
3,1	1,049	1,1203	0,184	2,710
3,3	0,847	2,9164	0,149	2,709
3,7	0,729	-0,3498	0,129	2,708
3,9	0,676	-1,3282	0,119	2,706
4,1	0,757	-0,2067	0,133	2,706
4,3	0,560	1,2986	0,098	2,709
4,5	1,114	0,0359	0,196	2,709
5,0	0,351	-0,0501	0,062	2,709
5,3	0,675	0,2950	0,118	2,713
5,7	2,023	2,2952	<u>0,356</u>	2,722
6,5	1,123	2,3184	0,197	2,712
7,0	0,716	-2,3987	0,126	2,712
7,7	2,133	-2,0534	<u>0,374</u>	2,699
9,2	0,351	-3,0201	0,062	2,710
11,0	0,968	2,6920	0,170	2,709
12,8	1,185	-1,2206	0,206	2,691
14,7	1,222	-2,3477	<u>0,217</u>	2,705
18,7	1,234	-0,1790	<u>0,218</u>	2,685
26,6	0,040	2,5335	0,007	2,710
38,4	0,976	-2,1157	0,174	2,722
74,6	1,103	-0,2770	0,190	2,628

Tab. 65. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — wiosna

True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,834	-1,5239	<u>0,222</u>	13,490
2,8	0,447	3,0779	0,120	13,493
3,3	0,633	0,2581	0,169	13,491
3,6	0,960	-2,5574	<u>0,256</u>	13,492
3,8	0,562	-1,6799	0,150	13,492
4,0	0,519	0,7411	0,139	13,493
4,3	0,467	-1,2613	0,125	13,491
4,6	0,716	1,4289	0,191	13,494
5,2	0,535	-1,2838	0,143	13,492
5,9	0,602	-0,9446	0,160	13,488
6,9	0,795	2,9071	<u>0,213</u>	13,499
7,8	1,081	-1,3729	<u>0,287</u>	13,481
8,7	0,548	0,4232	0,147	13,485
9,7	0,464	0,9833	0,125	13,487
11,1	0,618	2,6925	0,166	13,492
13,9	1,036	1,7159	<u>0,277</u>	13,485
19,5	0,602	2,0897	0,160	13,488
26,1	0,532	2,1300	0,139	13,505
35,1	1,102	-2,7342	<u>0,302</u>	13,494
71,5	0,663	-1,6526	0,171	13,519

Tab. 66. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — lato
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,599	1,8403	0,174	22,936
2,4	0,411	-0,3127	0,121	22,934
2,6	0,511	2,0791	0,149	22,936
2,8	0,397	-0,7797	0,116	22,934
3,2	0,880	2,5259	<u>0,257</u>	22,936
3,4	0,797	-0,0457	<u>0,233</u>	22,934
3,6	0,687	2,3502	0,200	22,940
3,9	0,607	1,6648	0,177	22,938
4,2	0,798	-3,0040	<u>0,233</u>	22,938
4,5	0,254	2,5727	0,074	22,936
4,8	0,877	-2,2185	<u>0,256</u>	22,933
5,1	0,308	-1,1709	0,100	22,934
5,4	0,655	-0,1492	0,192	22,930
5,9	0,706	1,4709	0,205	22,940
6,5	0,595	2,4058	0,173	22,938
7,2	0,459	-1,7650	0,133	22,932
7,9	0,728	-0,9614	<u>0,212</u>	22,927
9,2	0,380	3,0309	0,111	22,938
10,3	0,323	-2,4011	0,095	22,937
11,7	0,500	-2,1361	0,145	22,940
15,0	0,346	-2,2661	0,101	22,937
19,6	0,858	1,5160	<u>0,251</u>	22,932
27,9	0,836	-2,8140	<u>0,242</u>	22,966
60,7	0,691	2,8598	0,188	22,997

Tab. 67. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — jesień

True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,5	0,763	0,3074	<u>0,224</u>	13,075
2,8	0,464	2,7790	0,136	13,076
3,1	0,658	-2,5057	0,192	13,073
3,3	0,491	-0,0258	0,144	13,074
3,6	0,693	-2,9785	0,202	13,076
4,1	0,374	2,8984	0,109	13,075
4,3	0,554	-1,3958	0,162	13,074
4,9	0,719	0,0540	0,211	13,070
5,4	0,715	-1,1761	0,209	13,071
5,9	0,554	0,4539	0,163	13,075
6,4	0,504	2,6367	0,148	13,080
6,8	0,723	0,7962	<u>0,212</u>	13,072
7,5	0,462	1,9412	0,134	13,073
8,3	0,373	2,5051	0,109	13,074
9,0	0,511	-2,8172	0,150	13,074
10,2	0,664	-1,4664	0,193	13,066
11,6	0,329	-2,4124	0,096	13,076
18,4	0,598	2,3083	0,172	13,075
27,1	0,460	-1,2754	0,134	13,060
102,2	0,862	-2,4066	<u>0,253</u>	13,065

Tab. 68. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,571	1,9483	0,162	6,038
2,6	0,670	-1,0254	0,191	6,037
2,8	0,720	0,2693	0,205	6,035
3,1	0,645	1,2794	0,184	6,038
3,6	0,482	-2,8449	0,137	6,039
3,9	0,323	-1,4164	0,092	6,036
4,1	0,287	0,0727	0,082	6,036
4,6	0,524	1,0679	0,150	6,038
5,0	0,448	0,7106	0,128	6,038
5,3	0,459	1,8836	0,130	6,041
5,7	1,266	2,2703	<u>0,361</u>	6,046
6,5	0,652	2,0552	0,185	6,039
7,0	0,360	-2,7547	0,103	6,039
7,7	1,308	-2,0792	<u>0,372</u>	6,031
9,0	0,358	2,3989	0,102	6,037
9,9	0,326	2,7816	0,093	6,037
11,2	0,696	3,0774	0,200	6,039
12,9	0,704	-1,0163	0,199	6,025
14,9	0,629	-1,8936	0,181	6,033
20,2	0,736	1,8875	0,208	6,045
27,0	0,217	-1,5927	0,063	6,033
37,6	0,545	-2,2676	0,159	6,043
71,5	0,536	-0,5076	0,149	6,000

Tab. 69. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,408	1,8621	0,142	20,069
2,4	0,508	-0,7242	0,179	20,068
2,6	0,603	2,0206	0,210	20,070
2,8	0,273	-2,4278	0,089	20,070
3,2	0,550	2,9978	0,192	20,069
3,6	0,621	2,8421	<u>0,217</u>	20,073
3,8	0,416	-1,5417	0,145	20,070
4,2	0,615	-3,0047	<u>0,215</u>	20,071
4,8	0,692	-2,1179	<u>0,242</u>	20,067
5,4	0,623	-0,0004	<u>0,218</u>	20,064
5,9	0,516	0,9926	0,180	20,072
6,4	0,320	1,5442	0,112	20,070
7,1	0,500	-2,0901	0,174	20,068
7,9	0,542	-0,6417	0,188	20,062
9,2	0,375	-2,9336	0,132	20,070
11,5	0,444	-2,8110	0,155	20,074
14,6	0,664	-3,0972	<u>0,233</u>	20,074
19,2	0,675	1,6366	<u>0,236</u>	20,062
26,7	0,657	2,6560	<u>0,224</u>	20,091
37,3	0,423	-1,8987	0,151	20,064
64,5	0,753	-3,0806	<u>0,249</u>	20,145

Tab. 70. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — rok
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — year

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,3	0,366	2,0280	0,153	13,052
2,5	0,432	0,7841	0,181	13,053
2,7	0,154	-0,7528	0,065	13,051
3,1	0,230	2,2490	0,097	13,051
3,4	0,434	0,7616	0,182	13,050
3,6	0,650	-2,9617	<u>0,273</u>	13,054
3,8	0,264	-1,6620	0,110	13,052
4,0	0,168	-0,1040	0,071	13,051
4,8	0,490	-1,9734	0,206	13,049
5,6	0,590	1,5194	<u>0,247</u>	13,056
6,0	0,273	1,2926	0,115	13,052
6,5	0,425	2,2864	0,177	13,052
7,0	0,475	-3,0199	0,200	13,053
7,7	0,916	-2,1254	<u>0,384</u>	13,047
9,1	0,301	2,8741	0,127	13,052
11,4	0,503	-2,8689	0,212	13,055
14,2	0,571	2,5371	<u>0,240</u>	13,052
19,9	0,632	1,9693	<u>0,265</u>	13,053
26,7	0,274	2,9640	0,114	13,059
37,7	0,457	-2,0048	0,196	13,050
63,3	0,337	-2,5223	0,140	13,073

Tab. 71. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,564	0,4364	0,024	13,047
0,50	1,109	-1,6826	0,048	13,047
0,75	0,356	3,0468	0,015	13,048
1,00	22,412	-2,0820	0,963	13,047
1,17	0,638	-1,7483	0,027	13,047
1,42	0,446	-0,1749	0,019	13,046
1,67	0,415	0,6432	0,018	13,047
1,83	0,419	-0,1931	0,018	13,046
2,00	0,398	-0,9260	0,017	13,047
2,25	0,521	-0,8884	0,022	13,046
2,58	0,352	-1,1193	0,015	13,046
2,83	0,273	1,5110	0,012	13,047
3,08	0,432	0,4522	0,018	13,045
3,25	0,346	-2,8673	0,015	13,048
3,42	0,289	0,1229	0,012	13,046
3,58	0,478	2,0705	0,020	13,048
3,75	0,261	2,4063	0,011	13,049
4,17	0,325	1,5777	0,014	13,047
4,50	0,380	-0,1011	0,016	13,046
4,83	0,540	-2,1559	0,023	13,047
5,58	0,568	0,9377	0,024	13,048
6,42	0,428	1,2671	0,018	13,047
7,00	0,385	3,0824	0,016	13,050
7,75	0,912	-2,0103	0,039	13,045
9,17	0,310	3,0074	0,013	13,048
10,25	0,177	-1,8624	0,008	13,046
11,42	0,521	-2,9704	0,022	13,051
14,50	0,599	3,0851	0,026	13,049
20,00	0,614	1,9154	0,026	13,047
26,33	0,288	3,0586	0,012	13,055
38,08	0,505	-1,9681	0,022	13,047
64,67	0,358	-2,3403	0,015	13,068

Tab. 72. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{max}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature (T_{max}) in Potsdam in the years 1893-1992 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,023	0,9955	0,009	13,046
0,67	0,061	2,4971	0,025	13,046
0,83	0,035	0,8899	0,014	13,046
1,17	0,050	0,0049	0,021	13,046
1,42	0,112	2,4120	0,046	13,046
1,75	0,245	-0,4250	<u>0.101</u>	13,045
2,00	0,266	0,5403	<u>0.110</u>	13,045
2,33	0,338	-0,9382	<u>0.140</u>	13,045
2,67	0,267	-2,9036	<u>0.110</u>	13,046
2,83	0,235	2,7760	<u>0.097</u>	13,046
3,08	0,340	1,5837	<u>0.141</u>	13,045
3,25	0,273	-2,1420	<u>0.113</u>	13,046
3,42	0,204	1,0401	<u>0.084</u>	13,046
3,58	0,429	2,8124	<u>0.177</u>	13,048
3,75	0,280	2,9988	<u>0.116</u>	13,047
4,17	0,298	2,2465	<u>0.123</u>	13,047
4,33	0,457	-1,6118	<u>0.189</u>	13,046
5,67	0,576	2,4372	<u>0.238</u>	13,050
6,42	0,481	1,7661	<u>0.198</u>	13,046
7,00	0,422	-2,8425	<u>0.174</u>	13,047
7,75	0,879	-1,6176	<u>0.363</u>	13,040
9,08	0,298	2,8733	<u>0.123</u>	13,046
10,08	0,149	-2,4710	<u>0.062</u>	13,046
11,33	0,490	-2,9721	<u>0.203</u>	13,050
14,25	0,586	2,7628	<u>0.242</u>	13,047
19,92	0,619	1,9750	<u>0.255</u>	13,047
26,67	0,268	2,9572	<u>0.109</u>	13,054
37,58	0,457	-2,0135	<u>0.193</u>	13,046
63,58	0,316	-2,5033	<u>0.128</u>	13,067

Tab. 73. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — zima

True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	1,422	1,5120	<u>0,231</u>	-2,634
2,5	0,942	1,4017	0,153	-2,630
2,8	0,991	0,1176	0,161	-2,638
3,1	0,949	1,1235	0,154	-2,633
3,3	0,816	3,0104	0,133	-2,634
3,9	0,896	-1,4651	0,146	-2,638
4,1	1,039	-0,3490	<u>0,269</u>	-2,637
4,6	1,291	0,0588	0,210	-2,634
5,3	0,858	1,1492	0,140	-2,630
5,7	2,125	2,3522	<u>0,346</u>	-2,620
6,6	1,158	2,3215	0,188	-2,631
7,0	0,896	-2,0481	0,146	-2,630
7,7	2,495	-2,0255	<u>0,405</u>	-2,646
9,3	0,523	-2,0190	0,086	-2,637
10,0	0,901	2,5850	0,147	-2,634
13,0	1,051	-0,6099	0,170	-2,655
14,4	1,107	3,1078	0,182	-2,632
19,9	1,250	1,4370	0,203	-2,631
38,1	0,667	-2,1764	0,110	-2,626
74,3	1,179	-0,2181	0,189	-2,724

Tab. 74. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 w Genewie w latach 1768-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,534	-1,0120	0,196	3,718
2,7	0,449	-0,5057	0,165	3,719
2,9	0,230	0,6618	0,084	3,720
3,3	0,568	0,1876	0,208	3,720
3,7	0,524	1,1699	0,191	3,722
4,0	0,395	0,8869	0,144	3,722
4,3	0,209	-0,6175	0,076	3,720
4,6	0,494	1,2911	0,181	3,722
5,3	0,238	1,0860	0,087	3,721
5,8	0,546	-2,5952	0,200	3,721
6,6	0,529	1,8392	0,193	3,720
7,8	0,923	-1,6662	<u>0,337</u>	3,712
8,7	0,559	0,1369	0,205	3,713
9,6	0,183	0,4100	0,067	3,718
11,0	0,573	1,8766	0,209	3,720
13,7	0,744	1,2665	<u>0,273</u>	3,712
19,0	0,419	2,0219	0,151	3,718
24,0	0,476	0,9047	0,176	3,713
33,4	0,441	2,7141	0,162	3,721
57,9	0,423	-2,9168	0,156	3,739

Tab. 75. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — lato

True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,259	1,9895	0,139	12,382
2,6	0,180	1,5431	0,096	12,382
3,0	0,336	1,1634	0,180	12,382
3,5	0,158	0,2552	0,085	12,381
3,7	0,077	1,6670	0,041	12,382
3,9	0,197	1,6126	0,105	12,382
4,2	0,400	-2,8511	<u>0,214</u>	12,383
4,5	0,198	-2,8928	0,106	12,382
4,8	0,365	-2,5452	0,196	12,382
5,1	0,429	-1,2161	<u>0,229</u>	12,380
5,4	0,446	-0,0068	<u>0,240</u>	12,378
5,8	0,152	0,1006	0,081	12,382
6,5	0,413	1,7132	<u>0,220</u>	12,381
7,4	0,326	0,9709	0,174	12,380
8,2	0,215	1,7860	0,115	12,381
9,3	0,245	-2,0572	0,132	12,381
11,1	0,407	2,2925	<u>0,218</u>	12,383
13,4	0,181	-1,1388	0,096	12,381
15,9	0,146	0,1474	0,078	12,380
19,9	0,487	2,0870	<u>0,260</u>	12,383
26,9	0,238	2,9276	0,125	12,390
57,6	0,704	2,6729	<u>0,354</u>	12,430

Tab. 76. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — jesień
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	0,709	1,8602	<u>0,263</u>	5,462
2,9	0,371	-1,1167	0,138	5,462
3,2	0,596	0,2689	<u>0,221</u>	5,463
3,4	0,483	2,0339	0,179	5,462
3,6	0,479	-2,7055	0,178	5,463
4,0	0,573	-0,1557	<u>0,214</u>	5,462
4,3	0,152	-2,2886	0,056	5,462
4,5	0,238	-1,7463	0,088	5,462
4,9	0,608	0,0427	<u>0,227</u>	5,460
5,5	0,512	-0,4708	0,190	5,462
5,9	0,303	0,7556	0,113	5,463
6,4	0,646	2,4539	<u>0,247</u>	5,469
6,9	0,500	2,0560	0,185	5,464
7,6	0,496	2,3592	0,184	5,462
8,8	0,303	-2,5280	0,113	5,465
10,5	0,567	0,6396	0,210	5,455
12,3	0,278	-2,8026	0,104	5,463
18,3	0,526	2,1525	0,193	5,462
26,6	0,411	-1,2283	0,150	5,450
59,1	0,614	2,8137	<u>0,214</u>	5,510

Tab. 77. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,577	1,7207	0,161	-0,200
2,6	0,709	-1,1460	0,198	-0,200
2,8	0,666	0,1958	0,186	-0,202
3,2	0,601	-1,0599	0,168	-0,200
3,8	0,557	2,4418	0,156	-0,200
4,1	0,493	-0,2044	0,138	-0,201
4,5	0,521	-0,0505	0,146	-0,200
4,9	0,301	-1,0147	0,084	-0,200
5,3	0,481	1,6161	0,134	-0,196
5,7	1,127	2,2342	<u>0,316</u>	-0,193
6,5	0,738	2,0668	0,205	-0,199
7,0	0,468	-2,2494	0,132	-0,198
7,7	1,453	-2,1601	<u>0,406</u>	-0,206
9,2	0,304	-2,3836	0,086	-0,201
10,9	0,836	1,9145	<u>0,234</u>	-0,202
12,9	0,534	-1,1154	0,148	-0,209
14,8	0,621	-2,2417	0,176	-0,202
20,2	0,742	1,8230	0,206	-0,193
35,4	0,260	-2,7368	0,075	-0,199
70,6	0,597	-0,4145	0,164	-0,250

Tab. 78. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,247	2,1335	0,140	9,670
2,4	0,348	-0,4594	0,200	9,668
2,6	0,373	1,9001	0,211	9,670
2,9	0,286	-0,4432	0,163	9,669
3,1	0,274	3,1088	0,156	9,669
3,3	0,245	0,2545	0,139	9,670
3,6	0,221	-2,9550	0,126	9,670
3,8	0,088	-0,5561	0,050	9,670
4,2	0,324	-2,8803	0,184	9,670
4,8	0,273	-2,4447	0,155	9,669
5,2	0,299	-0,6091	0,170	9,670
5,4	0,325	0,3932	0,185	9,667
6,5	0,318	1,8186	0,179	9,669
7,0	0,342	-2,2923	0,195	9,671
8,5	0,167	-1,6761	0,095	9,668
9,3	0,183	-2,1851	0,104	9,669
10,3	0,285	1,0288	0,163	9,667
14,1	0,339	1,9577	0,184	9,669
19,2	0,543	2,0661	0,306	9,666
24,9	0,289	1,4143	0,164	9,670
33,7	0,203	2,9964	0,116	9,670
60,0	0,707	2,9060	0,376	9,728

Tab. 79. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — rok

True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,410	1,5863	0,202	4,732
2,5	0,303	1,0228	0,149	4,733
2,7	0,116	-0,4266	0,057	4,731
2,9	0,106	0,4707	0,052	4,731
3,2	0,265	0,0456	0,131	4,732
3,4	0,372	1,2104	0,183	4,731
3,6	0,365	-2,3704	0,180	4,731
3,9	0,247	-1,8205	0,121	4,731
4,5	0,335	0,0052	0,165	4,732
4,9	0,234	-0,8447	0,115	4,731
5,2	0,208	-0,1811	0,103	4,731
5,6	0,586	1,4003	<u>0,288</u>	4,735
6,5	0,485	2,1382	<u>0,238</u>	4,732
7,0	0,412	-2,3631	0,204	4,734
7,7	0,881	-2,1699	<u>0,433</u>	4,728
9,3	0,227	-2,0884	0,113	4,731
11,0	0,509	2,1994	<u>0,251</u>	4,732
13,9	0,381	1,6872	0,188	4,729
20,1	0,526	2,2983	<u>0,258</u>	4,735
34,3	0,221	-2,9951	0,111	4,732
56,2	0,334	-3,0410	0,167	4,743

Tab. 80. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,255	2,0597	0,014	4,724
0,50	0,467	0,1242	0,027	4,724
0,67	0,216	1,9379	0,012	4,724
0,83	0,203	0,2824	0,012	4,724
1,00	16,593	-2,2185	0,950	4,724
1,17	0,431	-1,9129	0,025	4,724
1,42	0,207	-0,5527	0,012	4,724
1,75	0,379	-1,5698	0,022	4,724
2,08	0,220	-0,6196	0,013	4,724
2,25	0,606	-1,1637	0,035	4,723
2,58	0,312	-1,6109	0,018	4,723
2,83	0,205	1,2057	0,012	4,723
3,17	0,460	-2,2900	0,026	4,725
3,33	0,282	-1,5284	0,016	4,724
3,67	0,341	-0,8572	0,019	4,724
3,92	0,296	-1,5573	0,017	4,724
4,08	0,357	-0,3982	0,020	4,722
4,50	0,302	-0,2699	0,017	4,723
4,83	0,319	-2,3695	0,018	4,724
5,17	0,270	-0,9748	0,015	4,724
5,67	0,537	1,8790	0,031	4,727
6,50	0,434	1,8082	0,025	4,724
7,00	0,403	-2,4826	0,023	4,728
7,75	0,862	-2,0486	0,049	4,722
9,33	0,284	-2,0348	0,016	4,723
11,08	0,481	2,2728	0,028	4,724
13,08	0,377	-0,6208	0,021	4,717
14,83	0,420	-2,4637	0,024	4,725
20,42	0,496	2,5090	0,028	4,728
27,33	0,033	-2,5234	0,002	4,725
36,42	0,261	-2,2812	0,015	4,723
59,33	0,352	-2,5961	0,021	4,736

Tab. 81. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza (T_{min}) w Poczdamie w latach 1893-1992 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature (T_{min}) in Potsdam in the years 1893-1992 — averanges of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,027	0,2926	0,013	4,728
0,67	0,051	3,1380	0,024	4,728
0,83	0,026	0,7400	0,012	4,728
1,17	0,032	-0,4060	0,015	4,728
1,33	0,058	1,8835	0,028	4,728
1,75	0,211	-0,0132	<u>0,101</u>	4,727
1,92	0,186	-1,4727	<u>0,089</u>	4,727
2,08	0,149	0,8686	<u>0,072</u>	4,727
2,25	0,362	0,0675	<u>0,174</u>	4,728
2,67	0,243	-2,5118	<u>0,116</u>	4,728
2,83	0,189	2,4930	<u>0,090</u>	4,728
3,17	0,348	-1,5456	<u>0,167</u>	4,728
3,33	0,231	-0,6314	<u>0,110</u>	4,727
3,67	0,251	-0,1034	<u>0,120</u>	4,728
4,08	0,280	0,5097	<u>0,135</u>	4,726
4,58	0,258	1,7486	<u>0,124</u>	4,729
4,83	0,246	-1,9212	<u>0,118</u>	4,728
5,25	0,212	0,7038	<u>0,102</u>	4,728
5,67	0,581	2,3236	<u>0,278</u>	4,731
6,50	0,492	2,2845	<u>0,234</u>	4,727
7,00	0,399	-2,2158	<u>0,192</u>	4,730
7,67	0,827	-2,2347	<u>0,396</u>	4,726
9,25	0,221	-2,1057	<u>0,107</u>	4,727
10,92	0,502	2,0130	<u>0,241</u>	4,726
14,25	0,392	2,7057	<u>0,188</u>	4,728
20,00	0,510	2,1936	<u>0,244</u>	4,730
34,25	0,225	-2,9790	<u>0,110</u>	4,728
56,33	0,319	-3,0113	<u>0,154</u>	4,739

Tab. 82. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — zima

True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,512	1,4880	<u>0,134</u>	3,624
2,8	0,327	-2,2465	0,085	3,623
3,1	0,381	-2,2578	0,099	3,623
3,4	0,369	2,0168	0,097	3,624
3,8	0,476	-1,6776	<u>0,124</u>	3,622
4,0	0,284	-2,8254	0,074	3,624
4,3	0,181	-1,5322	0,047	3,623
4,6	0,344	1,6343	0,090	3,623
4,8	0,367	-2,1554	0,096	3,623
5,0	0,456	-2,9204	<u>0,120</u>	3,623
5,2	0,456	0,0449	<u>0,120</u>	3,622
5,5	0,377	2,8343	0,099	3,623
5,7	0,483	2,7028	<u>0,126</u>	3,623
6,1	0,501	-2,8393	<u>0,131</u>	3,624
6,3	0,378	-1,7487	0,099	3,623
6,8	0,422	0,7654	0,110	3,622
7,0	0,178	1,7274	0,046	3,624
7,4	0,343	-1,1616	0,090	3,622
7,7	0,487	1,8706	<u>0,127</u>	3,624
8,2	0,418	-1,0649	0,109	3,623
8,7	0,303	1,1092	0,079	3,623
9,0	0,272	-0,2016	0,071	3,623
9,5	0,344	-2,7641	0,090	3,623
10,1	0,164	-0,5173	0,043	3,623
10,5	0,159	-0,9349	0,042	3,623
11,1	0,374	2,2084	0,098	3,624
11,7	0,582	-1,8242	<u>0,152</u>	3,622
12,4	0,735	0,0093	<u>0,193</u>	3,619
13,2	0,276	1,4682	0,072	3,624
14,8	0,614	1,4715	<u>0,160</u>	3,621
16,5	0,341	-2,9708	0,089	3,623
17,9	0,427	-1,5881	0,112	3,622
20,5	0,241	-1,3964	0,063	3,623
22,0	0,218	-0,4828	0,057	3,622
23,0	0,378	0,9438	0,099	3,621
26,7	0,273	1,9078	0,071	3,626
35,5	0,270	1,9072	0,070	3,626
43,2	0,342	1,0412	0,089	3,622
52,9	0,320	2,0914	0,083	3,625
67,3	0,420	2,0882	0,109	3,634
99,1	0,611	3,0477	<u>0,158</u>	3,630
170,2	0,599	-1,0139	<u>0,153</u>	3,602

Tab. 83. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — wiosna
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,5	0,200	-2,3525	0,082	8,080
2,8	0,217	-1,4869	0,089	8,080
3,1	0,233	-1,2246	0,096	8,080
3,3	0,231	0,5791	0,095	8,080
3,5	0,257	-3,1122	0,106	8,080
3,7	0,292	-0,6109	<u>0,120</u>	8,080
3,9	0,264	0,5378	0,109	8,080
4,1	0,138	-1,6512	0,057	8,080
4,3	0,224	0,8374	0,092	8,080
4,5	0,144	0,3740	0,059	8,080
4,7	0,160	-1,2306	0,066	8,080
4,9	0,075	1,7188	0,031	8,080
5,2	0,207	0,3592	0,085	8,080
5,4	0,186	-2,8147	0,076	8,081
5,7	0,213	1,5790	0,088	8,080
6,0	0,314	0,1108	<u>0,130</u>	8,080
6,2	0,174	0,4400	0,072	8,080
6,6	0,288	-2,1507	0,118	8,080
6,9	0,305	-1,7020	<u>0,125</u>	8,080
7,1	0,083	-1,0412	0,034	8,080
7,4	0,265	-1,7514	0,109	8,080
7,7	0,256	2,3301	0,105	8,081
8,0	0,224	-2,4132	0,092	8,081
8,4	0,178	1,3082	0,073	8,080
8,9	0,312	-0,6726	<u>0,128</u>	8,080
9,3	0,118	0,7154	0,049	8,080
9,7	0,204	2,1918	0,084	8,081
10,5	0,327	-0,8174	<u>0,134</u>	8,080
11,1	0,161	1,1687	0,066	8,080
11,6	0,157	1,0019	0,064	8,080
12,4	0,161	0,6399	0,066	8,080
13,2	0,389	2,2234	<u>0,159</u>	8,082
14,3	0,290	0,4564	0,119	8,080
15,0	0,267	2,4779	0,110	8,081
17,1	0,343	2,6529	<u>0,141</u>	8,082
18,4	0,236	-0,9810	0,097	8,081
19,9	0,078	-0,2279	0,032	8,080
20,9	0,091	-0,1155	0,038	8,080
23,3	0,634	0,9022	<u>0,260</u>	8,076
26,4	0,338	2,6408	<u>0,139</u>	8,081
30,5	0,185	-2,2307	0,077	8,082
37,3	0,321	-2,5205	<u>0,132</u>	8,086
46,2	0,302	-1,1055	<u>0,123</u>	8,076
57,7	0,297	1,2427	<u>0,122</u>	8,077
73,8	0,382	2,3462	<u>0,154</u>	8,081
102,8	0,548	3,1146	<u>0,224</u>	8,081
175,7	0,464	-2,7612	<u>0,198</u>	8,087

Tab. 84. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — lato
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,373	1,4057	0,167	15,252
2,9	0,078	-1,8225	0,035	15,252
3,1	0,362	-1,2147	0,163	15,251
3,3	0,245	0,0843	0,110	15,251
3,7	0,152	1,3491	0,068	15,252
4,1	0,143	2,6567	0,064	15,252
4,3	0,140	2,1145	0,063	15,252
4,7	0,241	-2,7653	0,108	15,251
4,9	0,164	0,0354	0,074	15,251
5,3	0,184	-1,3380	0,082	15,252
5,8	0,159	-0,9628	0,071	15,252
6,0	0,197	1,6208	0,088	15,252
6,7	0,297	2,1397	0,133	15,252
6,9	0,212	-3,0075	0,095	15,252
7,1	0,186	-2,6650	0,084	15,252
7,4	0,160	-0,9540	0,072	15,251
7,6	0,138	0,8810	0,062	15,251
7,8	0,126	-1,1094	0,057	15,252
8,3	0,289	0,8619	0,130	15,252
8,6	0,139	1,3840	0,062	15,252
8,9	0,225	-2,9889	0,102	15,252
9,4	0,266	1,6369	0,119	15,252
10,0	0,344	2,4479	0,154	15,253
10,5	0,238	3,0454	0,107	15,252
11,1	0,184	2,3343	0,082	15,252
11,6	0,221	2,9471	0,099	15,252
12,1	0,196	-2,4946	0,088	15,251
12,8	0,359	-2,1363	0,161	15,252
13,9	0,231	-0,7249	0,104	15,250
15,4	0,340	-2,4350	0,153	15,253
16,6	0,142	-1,6310	0,064	15,251
17,7	0,141	-1,9272	0,064	15,251
19,1	0,275	-0,6277	0,124	15,249
20,9	0,142	0,3604	0,064	15,251
24,0	0,419	1,5739	0,189	15,250
28,1	0,070	-2,4658	0,032	15,235
32,7	0,339	-0,9210	0,152	15,247
38,7	0,318	-0,3746	0,142	15,251
45,5	0,138	0,2663	0,062	15,252
55,2	0,339	0,5275	0,154	15,248
72,3	0,379	2,2161	0,168	15,254
101,9	0,278	2,4862	0,124	15,250
220,8	0,391	-1,5589	0,171	15,261

Tab. 85. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — jesień

True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — autumn

⊙	2b	c	R	α ₀
2,3	0,147	-0,7305	0,062	9,582
2,5	0,268	2,9458	0,114	9,582
2,7	0,162	-1,1390	0,068	9,583
3,0	0,157	-0,1300	0,066	9,582
3,2	0,298	-2,4273	<u>0,126</u>	9,583
3,4	0,268	3,1369	0,114	9,583
4,0	0,222	-2,7722	0,094	9,583
4,3	0,287	2,4489	<u>0,122</u>	9,582
4,7	0,206	2,6495	0,087	9,583
5,1	0,163	2,2704	0,069	9,583
5,3	0,242	-2,7973	0,103	9,583
5,7	0,321	-2,4698	<u>0,136</u>	9,583
6,2	0,206	-0,3670	0,087	9,582
6,4	0,214	1,8597	0,090	9,582
6,9	0,237	1,4169	0,100	9,583
7,1	0,171	2,3931	0,072	9,583
7,3	0,363	-3,0238	<u>0,154</u>	9,582
7,9	0,238	-0,1447	0,101	9,582
8,1	0,302	-1,7658	<u>0,128</u>	9,582
8,4	0,131	-0,8948	0,055	9,582
8,8	0,219	-0,5561	0,093	9,582
9,3	0,250	0,3559	0,106	9,582
9,6	0,200	-0,0173	0,085	9,582
9,9	0,303	0,6433	<u>0,128</u>	9,583
10,3	0,411	1,4171	<u>0,174</u>	9,583
10,8	0,147	2,0667	0,062	9,582
11,2	0,237	-2,7926	0,100	9,583
12,0	0,186	1,4586	0,079	9,582
12,6	0,257	2,8313	0,117	9,583
13,2	0,059	-2,6119	0,025	9,582
13,8	0,241	-2,3733	0,102	9,582
14,5	0,052	-2,0088	0,022	9,583
15,4	0,330	-1,8709	<u>0,140</u>	9,584
16,6	0,266	-0,3648	0,113	9,582
17,9	0,109	-0,4514	0,046	9,582
18,8	0,046	-0,4989	0,019	9,582
20,2	0,215	-0,5510	0,091	9,580
21,8	0,235	0,1586	0,100	9,580
23,5	0,415	1,2750	<u>0,175</u>	9,580
28,0	0,210	1,9397	0,088	9,582
34,2	0,222	1,4150	0,094	9,581
38,8	0,201	0,2850	0,085	9,582
47,5	0,271	-0,2386	0,114	9,576
58,5	0,446	1,2413	<u>0,188</u>	9,575
75,9	0,546	2,0522	<u>0,230</u>	9,577
104,9	0,685	-3,0794	<u>0,290</u>	9,582
197,9	0,495	-1,5738	<u>0,214</u>	9,569

Tab. 86. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,142	2,4564	0,057	5,261
2,5	0,242	2,9082	0,097	5,261
2,8	0,261	-1,5971	0,105	5,260
3,4	0,254	2,4291	0,102	5,261
3,7	0,236	-1,3996	0,095	5,260
4,0	0,258	-2,8074	0,104	5,261
4,2	0,087	1,8670	0,035	5,261
4,6	0,275	1,7606	0,110	5,261
4,8	0,171	-1,7600	0,069	5,260
5,0	0,334	-2,4083	<u>0,134</u>	5,260
5,2	0,297	0,6232	0,119	5,260
5,7	0,276	2,9953	0,111	5,261
6,1	0,225	-2,8276	0,091	5,261
6,3	0,209	-0,8778	0,084	5,260
6,6	0,095	-0,9582	0,038	5,260
6,8	0,171	0,5343	0,069	5,260
7,0	0,176	1,2839	0,071	5,261
7,4	0,374	-1,3824	0,150	5,260
7,8	0,297	-1,9362	0,119	5,261
8,2	0,270	-0,5796	0,109	5,260
8,6	0,119	0,0551	0,048	5,260
9,0	0,217	0,4333	0,087	5,261
9,4	0,223	2,3348	0,089	5,261
10,0	0,166	0,1381	0,067	5,260
10,2	0,164	1,1068	0,066	5,261
10,6	0,183	-0,0384	0,074	5,260
11,1	0,257	2,0699	0,103	5,261
11,8	0,301	-0,6004	<u>0,121</u>	5,259
12,4	0,375	0,2820	<u>0,151</u>	5,258
13,3	0,219	2,0191	0,088	5,262
14,8	0,444	1,7542	<u>0,178</u>	5,259
16,1	0,068	-3,0521	0,027	5,261
17,9	0,283	-1,2379	0,114	5,259
20,4	0,186	-1,1135	0,074	5,260
22,1	0,249	0,0112	0,100	5,259
23,9	0,422	1,2951	<u>0,170</u>	5,258
27,6	0,187	2,2336	0,075	5,261
34,6	0,252	1,4993	0,101	5,259
43,0	0,211	2,3765	0,084	5,261
49,9	0,247	0,5240	0,100	5,255
64,2	0,248	1,8078	0,099	5,263
74,4	0,271	2,1982	0,107	5,259
101,8	0,655	-3,1341	<u>0,260</u>	5,263
178,2	0,404	-1,7709	<u>0,164</u>	5,246

Tab. 87. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,275	1,5509	<u>0.150</u>	13,010
2,9	0,093	-0,8797	0,051	13,010
3,1	0,278	-1,2342	<u>0.152</u>	13,010
3,3	0,252	0,2698	<u>0.138</u>	13,010
3,8	0,142	1,7667	0,078	13,010
4,0	0,082	2,9475	0,045	13,010
4,3	0,181	1,5382	0,099	13,010
4,7	0,115	-2,5064	0,063	13,010
5,3	0,195	-2,0876	0,106	13,010
5,6	0,103	-2,4994	0,056	13,010
5,8	0,119	-1,2444	0,065	13,010
6,0	0,185	1,2878	0,101	13,010
6,2	0,108	1,4262	0,059	13,010
6,4	0,166	1,7727	0,090	13,010
6,7	0,193	1,8024	0,106	13,010
6,9	0,153	-2,7517	0,084	13,010
7,1	0,144	-2,2306	0,079	13,010
7,5	0,146	-0,7777	0,080	13,010
7,9	0,151	0,5927	0,083	13,010
8,3	0,203	0,7083	0,111	13,010
8,6	0,143	1,3456	0,078	13,010
8,9	0,083	-2,0675	0,048	13,010
9,3	0,150	0,2481	0,082	13,010
9,9	0,231	1,7198	<u>0.126</u>	13,011
10,4	0,179	2,3575	0,098	13,010
11,1	0,151	2,3272	0,082	13,010
11,6	0,196	2,4409	0,107	13,010
12,1	0,107	-2,1972	0,059	13,010
12,6	0,221	2,8326	<u>0.121</u>	13,010
13,4	0,187	-2,2957	0,102	13,011
14,0	0,150	-0,5774	0,082	13,009
15,5	0,311	-2,7549	<u>0.170</u>	13,012
16,5	0,212	-1,0408	0,116	13,010
17,6	0,143	-2,3034	0,078	13,010
19,0	0,191	-0,8816	0,104	13,009
20,8	0,161	0,4759	0,088	13,010
23,5	0,469	1,1453	<u>0.256</u>	13,007
26,5	0,191	3,0267	0,104	13,010
32,1	0,212	-1,1945	0,115	13,008
38,2	0,293	-1,1636	<u>0.159</u>	13,012
45,7	0,142	-0,6585	0,078	13,009
56,3	0,303	0,7654	<u>0.166</u>	13,006
73,3	0,432	2,2672	<u>0.232</u>	13,011
103,4	0,387	2,8584	<u>0.210</u>	13,010
202,1	0,456	-1,9375	<u>0.253</u>	13,018

Tab. 88. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — rok
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — year

Θ	$2b$	c	R	α_0
2,5	0,218	2,9219	0,124	9,135
2,8	0,149	-1,3974	0,085	9,135
3,1	0,208	-1,4064	0,118	9,135
3,4	0,194	2,5567	0,110	9,135
3,7	0,103	-0,9337	0,059	9,135
4,0	0,166	-2,9313	0,094	9,135
4,3	0,076	1,3263	0,043	9,135
4,6	0,159	1,7774	0,090	9,135
5,0	0,138	-2,4725	0,079	9,135
5,2	0,211	0,5872	<u>0,120</u>	9,134
5,4	0,117	-2,5060	0,067	9,135
5,7	0,136	2,7186	0,077	9,135
6,0	0,162	0,6741	0,092	9,134
6,3	0,144	-0,8341	0,082	9,135
6,6	0,117	-0,9797	0,067	9,134
7,0	0,091	1,2171	0,052	9,135
7,4	0,259	-1,4567	<u>0,147</u>	9,134
7,8	0,202	-1,6802	0,114	9,135
8,2	0,206	-0,6846	0,117	9,134
8,6	0,105	0,7682	0,060	9,135
9,0	0,124	0,1275	0,071	9,135
9,5	0,161	0,7636	0,092	9,135
9,9	0,085	0,9196	0,048	9,135
10,4	0,148	3,0750	0,084	9,135
11,1	0,202	2,1667	0,115	9,135
11,6	0,148	-2,0632	0,084	9,134
12,5	0,246	1,3250	0,140	9,134
13,3	0,148	1,6673	0,084	9,136
14,1	0,213	-0,3719	<u>0,121</u>	9,134
15,0	0,317	2,4650	<u>0,180</u>	9,135
16,4	0,115	-1,6581	0,066	9,135
17,8	0,203	-1,6443	0,115	9,134
19,0	0,078	-0,4776	0,044	9,134
20,6	0,146	-0,3660	0,083	9,134
23,6	0,432	1,1188	<u>0,246</u>	9,131
27,1	0,119	2,6481	0,067	9,136
35,0	0,205	1,8514	0,117	9,135
38,6	0,184	-0,8420	0,104	9,135
47,9	0,152	-0,2756	0,086	9,131
58,4	0,222	1,2478	<u>0,126</u>	9,131
73,4	0,349	2,2337	<u>0,195</u>	9,135
102,5	0,509	3,0537	<u>0,287</u>	9,136
175,6	0,397	-2,2131	<u>0,233</u>	9,129

Tab. 89. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — monthly values

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,202	0,5486	0,015	9,134
0,50	0,106	0,1507	0,081	9,134
0,75	0,107	0,6446	0,008	9,134
1,00	12,962	2,2187	<u>0,954</u>	9,134
1,25	0,118	0,6398	0,009	9,134
1,67	0,074	1,7923	0,005	9,134
1,83	0,064	2,2150	0,005	9,134
2,00	0,162	1,4571	0,012	9,134
2,17	0,204	0,7692	0,015	9,134
2,50	0,194	1,5788	0,014	9,134
2,83	0,164	0,2746	0,012	9,134
3,08	0,307	1,9091	0,022	9,134
3,42	0,134	2,7035	0,010	9,134
3,58	0,122	1,8452	0,009	9,134
3,75	0,154	0,2549	0,011	9,134
4,00	0,142	2,6425	0,010	9,134
4,17	0,182	1,0425	0,013	9,134
4,50	0,129	0,2440	0,010	9,134
4,75	0,101	2,8310	0,007	9,134
5,00	0,136	3,0214	0,010	9,134
5,17	0,283	0,9523	0,021	9,134
5,42	0,130	1,7194	0,010	9,134
5,58	0,106	1,3154	0,008	9,134
5,75	0,176	2,2487	0,013	9,134
6,08	0,202	2,8175	0,015	9,135
6,33	0,199	0,7417	0,014	9,134
6,67	0,101	0,2462	0,007	9,134
6,92	0,073	1,6824	0,005	9,134
7,33	0,252	3,0671	0,018	9,134
7,83	0,214	1,3345	0,016	9,135
8,25	0,218	0,4448	0,016	9,134
8,58	0,106	0,1141	0,008	9,134
9,00	0,136	0,1392	0,010	9,134
9,33	0,147	0,7672	0,011	9,134
9,92	0,080	0,4770	0,006	9,134
10,33	0,116	1,9712	0,008	9,134
11,17	0,208	2,5582	0,015	9,134
11,75	0,169	1,8738	0,012	9,134
12,50	0,267	1,0573	0,020	9,133
13,33	0,150	2,7388	0,011	9,135
14,08	0,222	0,6466	0,016	9,134
15,08	0,318	2,5494	0,023	9,135
16,33	0,126	2,0323	0,009	9,135
17,83	0,216	1,7724	0,016	9,134
19,08	0,077	0,7623	0,006	9,134
20,58	0,155	0,6509	0,011	9,134
23,67	0,424	1,0460	0,031	9,130
26,92	0,111	2,6366	0,008	9,136
29,42	0,104	2,6703	0,008	9,135
35,33	0,201	2,1103	0,015	9,135
38,25	0,197	1,2274	0,014	9,136
47,83	0,156	0,4446	0,011	9,131
58,67	0,213	1,1767	0,016	9,130
73,67	0,337	2,2313	0,024	9,134
102,92	0,507	3,0553	<u>0,037</u>	9,135
176,50	0,403	2,2053	0,031	9,128

Tab. 90. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w środkowej Anglii w latach 1659-1973 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in central England in the years 1659-1973 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,017	0,8962	0,004	9,133
0,58	0,013	-0,7799	0,007	9,133
0,75	0,022	0,0384	0,012	9,133
1,08	0,010	-2,5508	0,006	9,133
1,25	0,029	1,6618	0,017	9,133
1,67	0,038	-0,0364	0,022	9,133
1,83	0,041	-2,6566	0,024	9,133
2,00	0,093	-0,1007	<u>0,053</u>	9,133
2,25	0,136	0,1354	<u>0,078</u>	9,133
2,50	0,147	2,7273	<u>0,084</u>	9,134
2,83	0,126	1,2998	<u>0,072</u>	9,134
3,08	0,258	2,8648	<u>0,147</u>	9,134
3,42	0,123	-2,7081	<u>0,070</u>	9,133
3,58	0,105	-1,0129	<u>0,060</u>	9,133
3,83	0,138	-2,4924	<u>0,079</u>	9,133
4,00	0,128	-2,9879	<u>0,073</u>	9,134
4,16	0,155	-0,3193	<u>0,088</u>	9,133
4,50	0,120	0,3854	<u>0,069</u>	9,133
4,75	0,104	-2,8697	<u>0,059</u>	9,134
5,00	0,128	-2,4826	<u>0,073</u>	9,133
5,17	0,268	-0,3948	<u>0,153</u>	9,133
5,42	0,125	-1,2339	<u>0,071</u>	9,133
5,58	0,109	1,9145	<u>0,062</u>	9,133
5,75	0,160	-1,7461	<u>0,092</u>	9,133
6,00	0,191	0,6762	<u>0,109</u>	9,133
6,33	0,189	-0,2413	<u>0,108</u>	9,133
6,67	0,091	0,7349	<u>0,052</u>	9,133
6,83	0,062	2,3101	<u>0,035</u>	9,133
7,00	0,063	1,1332	<u>0,036</u>	9,134
7,33	0,242	-2,6712	<u>0,138</u>	9,133
7,88	0,206	-0,9999	<u>0,117</u>	9,134
8,25	0,207	-0,1045	<u>0,118</u>	9,133
8,58	0,110	0,5215	<u>0,063</u>	9,133
9,00	0,134	0,1714	<u>0,076</u>	9,133
9,33	0,153	1,0798	<u>0,088</u>	9,133
9,92	0,086	0,7931	<u>0,049</u>	9,133
10,33	0,126	2,2331	<u>0,072</u>	9,134
11,17	0,212	2,8243	<u>0,121</u>	9,134
11,75	0,163	-1,6014	<u>0,093</u>	9,133
12,50	0,264	1,3129	<u>0,151</u>	9,133
13,33	0,150	2,8858	<u>0,086</u>	9,134
14,08	0,211	-0,4280	<u>0,120</u>	9,133
15,08	0,313	2,7295	<u>0,179</u>	9,134
16,42	0,124	-1,6580	<u>0,071</u>	9,134
17,83	0,207	-1,5988	<u>0,118</u>	9,134
20,58	0,145	-0,5046	<u>0,082</u>	9,133
23,58	0,427	1,0825	<u>0,244</u>	9,130
27,00	0,110	2,6948	<u>0,063</u>	9,134
35,00	0,200	1,9251	<u>0,114</u>	9,134
38,17	0,192	-0,8108	<u>0,109</u>	9,134
47,67	0,155	-0,3843	<u>0,087</u>	9,130
58,42	0,221	1,2276	<u>0,126</u>	9,130
73,42	0,347	2,2447	<u>0,194</u>	9,135
102,50	0,509	3,0541	<u>0,287</u>	9,134
175,50	0,398	-2,2119	<u>0,235</u>	9,128

Tab. 91. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — zima
True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	1,349	0,2715	0,139	-10,448
2,5	2,141	1,1596	0,221	-10,446
2,9	1,943	-0,2803	0,205	-10,446
3,2	1,384	1,3188	0,144	-10,434
3,5	2,045	1,7260	0,214	-10,445
3,8	2,576	2,0595	<u>0,268</u>	-10,418
4,5	1,450	-2,6067	0,152	-10,445
5,2	1,019	-0,7700	0,106	-10,446
5,9	1,456	-0,4683	0,152	-10,461
6,7	1,520	1,5220	0,158	-10,442
7,4	0,955	-0,3418	0,100	-10,463
8,7	2,584	1,1710	<u>0,270</u>	-10,475
11,1	2,525	2,1531	<u>0,260</u>	-10,385
12,3	3,050	2,7330	0,316	-10,437
16,5	3,557	-3,0104	0,378	-10,425
24,6	4,341	-2,8090	0,448	-10,234
48,8	5,057	-1,8450	0,522	-10,069

Tab. 92. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — wiosna
True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	1,098	-2,0311	0,166	-8,897
2,6	1,748	-0,1430	<u>0,270</u>	-8,906
3,0	0,884	-0,0791	0,135	-8,896
3,3	1,662	-2,7312	0,256	-8,892
3,7	0,997	1,4593	0,153	-8,897
4,0	0,583	-2,8810	0,090	-8,898
4,5	0,388	-1,4358	0,059	-8,896
5,0	1,147	-1,6551	0,176	-8,908
5,9	1,744	-0,4452	<u>0,266</u>	-8,915
6,6	1,514	1,0767	0,232	-8,893
7,5	0,619	0,5148	0,095	-8,906
8,7	1,629	0,9905	0,251	-8,918
12,4	3,065	2,3720	0,466	-8,903
16,8	2,006	-2,6137	0,314	-8,892
24,3	1,959	3,1305	<u>0,293</u>	-8,790

Tab. 93. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — lato
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,308	3,1261	0,153	3,658
2,6	0,216	2,9962	0,109	3,658
2,9	0,325	-0,5886	0,164	3,656
3,2	0,556	1,9411	<u>0,276</u>	3,660
3,5	0,368	2,8185	0,184	3,656
3,8	0,500	2,8875	0,250	3,660
4,4	0,172	0,0150	0,086	3,655
5,2	0,284	-1,2742	0,141	3,657
6,0	0,294	2,0014	0,147	3,660
6,9	0,494	2,9789	0,247	3,659
8,4	0,256	0,6208	0,128	3,653
10,1	0,538	1,6617	0,267	3,652
12,5	0,638	2,8229	<u>0,318</u>	3,656
17,2	0,874	-2,1262	<u>0,445</u>	3,652
27,0	0,726	-1,8614	<u>0,359</u>	3,684
55,6	0,655	-0,3915	<u>0,310</u>	3,653

Tab. 94. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — jesień
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,6	1,253	1,2196	0,231	-3,414
2,8	0,982	-1,9742	0,184	-3,420
3,3	1,121	-1,5350	0,209	-3,414
3,8	1,046	2,1284	0,195	-3,404
4,3	0,784	-0,8842	0,146	-3,422
5,0	0,524	-0,6336	0,097	-3,421
5,8	0,553	0,9461	0,103	-3,411
6,6	0,527	1,7577	0,098	-3,408
7,5	0,281	1,5026	0,052	-3,414
8,5	0,494	1,2644	0,092	-3,417
10,1	1,512	1,6854	<u>0,280</u>	-3,425
12,3	1,884	2,6531	<u>0,354</u>	-3,408
17,2	1,831	-2,3328	<u>0,348</u>	-3,410
25,2	2,350	3,1401	<u>0,432</u>	-3,266

Tab. 95. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,471	-2,5368	0,166	-0,302
3,0	0,613	0,7067	0,218	-0,303
3,3	0,633	-2,4197	0,226	-0,301
3,8	0,496	2,9395	0,176	-0,300
4,0	0,425	-2,2233	0,151	-0,306
4,5	0,175	-1,2752	0,062	-0,303
5,2	0,429	-0,6393	0,152	-0,304
5,8	0,651	-0,0897	0,233	-0,303
6,8	0,840	2,2423	0,296	-0,299
8,6	0,675	0,8125	0,240	-0,313
10,2	0,566	1,4722	0,201	-0,308
12,3	1,202	2,3569	0,422	-0,305
16,7	1,044	-2,6759	0,379	-0,301
24,9	1,056	-2,9275	0,369	-0,243

Tab. 96. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,5	1,278	0,7107	0,173	-9,262
3,0	0,876	0,7975	0,119	-9,259
3,3	1,496	2,9578	0,204	-9,256
3,5	1,043	2,0883	0,142	-9,256
3,8	1,297	1,8184	0,176	-9,246
4,3	0,976	2,8789	0,133	-9,253
5,0	0,996	-1,7771	0,136	-9,258
5,8	1,358	-1,1628	0,184	-9,257
6,7	1,122	1,4184	0,152	-9,259
7,5	0,584	0,5724	0,080	-9,268
8,7	1,662	1,1065	0,227	-9,280
10,6	2,029	1,8044	0,275	-9,250
12,5	2,823	2,5771	0,383	-9,261
16,8	3,103	-2,7839	0,431	-9,237
24,9	3,375	-2,9112	0,452	-9,068
49,0	3,534	-2,0505	0,484	-8,956

Tab. 97. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — rok
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — year

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,529	-2,4570	0,111	-4,782
2,6	0,776	0,6366	0,163	-4,786
3,2	0,758	1,9341	0,160	-4,778
3,8	1,033	2,3870	0,218	-4,773
4,2	0,167	3,0460	0,035	-4,783
4,5	0,276	-2,4702	0,058	-4,783
5,1	0,575	-0,4856	0,122	-4,790
5,9	0,632	0,1104	0,134	-4,786
6,7	0,981	1,8453	0,207	-4,776
7,4	0,466	0,0283	0,098	-4,791
8,7	1,145	1,3614	0,242	-4,794
10,4	1,232	1,8592	<u>0,261</u>	-4,787
12,5	2,009	2,6783	<u>0,423</u>	-4,784
16,7	1,987	-2,6822	<u>0,429</u>	-4,779
24,9	2,250	-2,8755	<u>0,469</u>	-4,658
50,7	1,994	-1,9432	<u>0,428</u>	-4,624

Tab. 98. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — miesięczne wartości
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — monthly values

\ominus	$2b$	c	R	a_0
0,50	4,033	0,6115	0,206	-4,849
0,75	0,533	2,7378	0,027	-4,848
1,00	17,025	-2,4478	0,872	-4,849
1,67	0,509	2,3481	0,026	-4,848
1,92	0,286	-0,6487	0,015	-4,850
2,08	0,321	1,8265	0,016	-4,848
2,42	0,547	-3,0229	0,028	-4,846
2,58	1,093	-1,5962	0,056	-4,853
2,83	0,834	-1,8897	0,043	-4,850
3,33	1,043	-2,5079	0,054	-4,844
3,58	0,726	-2,3857	0,037	-4,850
3,92	0,885	-3,0818	0,045	-4,842
4,42	0,602	-2,3646	0,031	-4,845
5,08	0,923	-1,5840	0,047	-4,853
5,75	1,053	-1,3936	0,054	-4,844
6,58	0,687	0,5850	0,035	-4,851
7,17	0,740	-2,0007	0,038	-4,852
8,50	0,976	0,2136	0,050	-4,869
10,42	0,986	1,5718	0,051	-4,859
12,67	1,887	2,7363	0,096	-4,851
16,92	2,165	-2,6128	0,113	-4,841
25,42	2,280	-2,7022	0,115	-4,723
49,92	2,184	-1,9525	0,112	-4,666

Tab. 99. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza na Spitsbergenie w latach 1912-1975 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature on Spitsbergen in the years 1912-1975 — averages of consecutive 12 month periods

Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,121	1,5540	0,025	-4,798
0,58	0,106	2,6323	0,022	-4,798
0,75	0,069	3,0734	0,014	-4,798
1,08	0,071	2,5535	0,015	-4,798
1,50	0,027	-2,5804	0,056	-4,797
1,67	0,369	-2,4295	<u>0,078</u>	-4,798
2,08	0,397	3,0020	<u>0,083</u>	-4,796
2,33	0,469	-2,6074	<u>0,098</u>	-4,797
2,58	0,656	-0,4453	<u>0,138</u>	-4,801
2,83	0,499	-0,9882	<u>0,104</u>	-4,797
3,00	0,352	1,2761	<u>0,074</u>	-4,798
3,25	0,973	2,8090	<u>0,204</u>	-4,791
3,50	0,620	2,6597	<u>0,103</u>	-4,798
3,83	0,894	2,9540	<u>0,188</u>	-4,789
4,42	0,443	-2,0474	<u>0,093</u>	-4,794
5,08	0,671	-1,0271	<u>0,140</u>	-4,800
5,83	0,867	-0,4085	<u>0,182</u>	-4,803
6,75	0,873	2,0559	<u>0,182</u>	-4,797
8,67	1,063	1,2131	<u>0,224</u>	-4,813
10,50	1,189	1,9126	<u>0,250</u>	-4,798
12,50	1,968	2,7278	<u>0,412</u>	-4,800
16,83	2,085	-2,5885	<u>0,446</u>	-4,783
25,00	2,241	-2,7906	<u>0,463</u>	-4,670
49,75	1,038	-1,9583	<u>0,432</u>	-4,626

Tab. 100. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — zima
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — winter

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,119	1,6333	0,104	26,480
2,8	0,189	1,2077	0,165	26,481
3,2	0,138	-1,7932	0,120	26,479
3,5	0,186	-2,4574	0,164	26,479
3,8	0,142	-0,0008	0,125	26,479
4,0	0,123	-0,3441	0,108	26,480
4,2	0,235	1,6101	<u>0,206</u>	26,481
4,6	0,113	2,7178	0,099	26,480
4,8	0,195	2,9174	0,171	26,480
5,3	0,204	3,0914	0,179	26,480
5,9	0,216	-1,8522	0,189	26,479
6,6	0,227	-2,8740	0,200	26,480
7,2	0,179	-0,6222	0,158	26,478
8,2	0,090	-0,9209	0,078	26,479
9,1	0,159	1,5789	0,139	26,479
10,1	0,190	1,9299	0,166	26,480
11,3	0,167	-2,6702	0,147	26,480
13,1	0,171	-0,7915	0,150	26,477
16,6	0,221	-2,3125	0,196	26,480
20,5	0,290	-1,9750	<u>0,253</u>	26,484
24,7	0,254	-0,3499	<u>0,222</u>	26,471
37,5	0,355	2,6311	<u>0,312</u>	26,481
88,1	0,562	-0,3384	<u>0,472</u>	26,454

Tab. 101. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — wiosna
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — spring

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,155	-2,6041	0,135	27,866
2,6	0,126	-1,1902	0,111	27,866
2,8	0,207	0,9171	0,182	27,867
3,2	0,135	-0,2352	0,119	27,866
3,4	0,140	-2,5266	0,123	27,866
3,6	0,147	-2,8063	0,130	27,866
3,8	0,224	0,2274	0,198	27,865
4,2	0,109	2,0243	0,096	27,867
4,5	0,123	1,6784	0,108	27,867
4,9	0,211	-1,5598	0,185	27,865
5,2	0,253	1,3944	<u>0,221</u>	27,866
5,6	0,188	2,8987	0,166	27,866
6,0	0,060	-0,3729	0,053	27,866
6,5	0,241	2,1085	<u>0,212</u>	27,866
7,0	0,156	2,8858	0,138	27,866
7,6	0,093	-2,4552	0,082	27,866
8,3	0,147	-1,1197	0,129	27,865
9,0	0,139	1,1267	0,122	27,865
10,1	0,245	2,1554	<u>0,215</u>	27,866
11,5	0,185	-2,4418	0,164	27,866
14,2	0,235	2,1046	<u>0,204</u>	27,869
17,1	0,187	-2,0992	0,164	27,868
23,1	0,332	-0,7444	<u>0,288</u>	27,860
35,4	0,301	1,4142	<u>0,268</u>	27,860
91,5	0,598	-0,3870	<u>0,496</u>	27,851

Tab. 102. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — lato
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — summer

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,143	1,3066	0,148	27,408
2,6	0,080	1,6707	0,083	27,408
3,2	0,169	-0,5124	0,176	27,408
3,4	0,148	-1,5135	0,153	27,407
3,7	0,213	1,1086	<u>0,220</u>	27,408
4,0	0,136	1,6760	0,140	27,409
4,3	0,157	-2,8426	0,163	27,408
4,5	0,118	-3,0076	0,123	27,408
5,2	0,137	1,5570	0,142	27,408
5,6	0,132	-3,0306	0,138	27,408
6,6	0,177	-2,4388	0,184	27,407
7,6	0,097	-2,5806	0,101	27,408
8,6	0,115	1,9402	0,119	27,408
10,2	0,155	2,5964	0,160	27,408
11,6	0,114	-2,9651	0,118	27,409
13,0	0,110	-1,6749	0,114	27,407
14,7	0,105	2,6160	0,108	27,410
17,3	0,136	-2,3518	0,140	27,410
23,3	0,378	-0,5699	<u>0,386</u>	27,400
35,9	0,333	2,2128	<u>0,343</u>	27,405
74,9	0,494	-1,2584	<u>0,508</u>	27,392

Tab. 103. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — jesień
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — autumn

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,4	0,100	-2,2842	0,103	26,923
2,7	0,110	0,1852	0,115	26,923
2,9	0,150	-2,6196	0,156	26,924
3,3	0,120	2,1698	0,124	26,924
3,5	0,181	-2,9168	0,189	26,923
4,0	0,161	2,0517	0,167	26,924
4,2	0,084	2,5968	0,087	26,924
4,5	0,137	2,9119	0,143	26,924
4,8	0,119	-1,9959	0,124	26,924
5,1	0,093	-0,8388	0,097	26,923
5,4	0,079	-1,0729	0,082	26,923
5,6	0,081	2,1633	0,084	26,924
6,4	0,107	2,0523	0,110	26,924
7,0	0,137	-2,5373	0,143	26,923
7,6	0,155	-2,4110	0,162	26,924
9,0	0,082	1,8091	0,085	26,923
10,1	0,232	2,1423	<u>0,241</u>	26,923
11,4	0,096	-3,0963	0,100	26,924
12,9	0,163	-1,5703	0,169	26,922
14,4	0,161	2,4959	0,165	26,926
17,0	0,137	-2,3142	0,142	26,925
23,1	0,438	-0,8013	<u>0,448</u>	26,915
36,1	0,267	2,2219	<u>0,276</u>	26,922
89,5	0,496	-0,5221	<u>0,484</u>	26,912

Tab. 104. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — półrocze chłodne
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — cold period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,3	0,057	1,4491	0,057	26,721
2,5	0,046	-0,6079	0,047	26,721
2,8	0,116	1,0112	0,116	26,721
3,1	0,060	1,8953	0,060	26,721
3,4	0,092	-2,7087	0,093	26,721
3,6	0,129	2,4086	0,130	26,721
3,8	0,132	-0,2411	0,133	26,720
4,0	0,098	0,3064	0,098	26,721
4,2	0,168	1,7088	0,169	26,722
4,6	0,131	2,8081	0,131	26,721
4,8	0,167	3,0153	0,168	26,721
5,3	0,205	2,9705	<u>0,207</u>	26,721
5,9	0,155	-1,6880	0,155	26,720
6,6	0,192	-2,8089	0,193	26,721
7,1	0,115	-1,9887	0,116	26,720
7,6	0,100	-2,9188	0,101	26,722
8,2	0,111	-1,2826	0,111	26,720
9,0	0,138	1,0905	0,138	26,720
10,1	0,235	1,8329	<u>0,236</u>	26,721
11,4	0,124	-2,5815	0,125	26,721
13,1	0,176	-0,8863	0,177	26,718
16,5	0,169	-2,6953	0,172	26,722
23,5	0,321	-0,7366	<u>0,316</u>	26,713
36,7	0,297	2,3644	<u>0,298</u>	26,720
90,0	0,571	-0,3798	<u>0,544</u>	26,702

Tab. 105. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — półrocze ciepłe
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — warm period

Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,060	-1,6693	0,067	27,615
2,5	0,057	-2,2204	0,064	27,616
2,8	0,099	0,9558	0,111	27,616
3,2	0,142	-0,3684	0,160	27,615
3,4	0,127	-1,7726	0,142	27,615
3,7	0,137	0,9541	0,153	27,616
3,9	0,140	-2,3566	0,157	27,616
4,2	0,086	2,2364	0,097	27,616
4,5	0,084	2,7046	0,095	27,616
4,8	0,076	-2,8474	0,085	27,616
5,2	0,156	1,2993	0,174	27,615
5,6	0,135	3,0024	0,152	27,616
6,5	0,167	2,3704	0,187	27,616
7,0	0,127	2,7449	0,143	27,616
7,5	0,117	2,9308	0,133	27,616
8,4	0,060	0,3099	0,068	27,615
9,2	0,016	2,3095	0,018	27,616
10,2	0,160	2,6328	0,180	27,616
11,4	0,126	-3,0163	0,142	27,616
12,9	0,120	-1,8236	0,135	27,615
14,6	0,175	2,8983	0,195	27,619
17,2	0,152	-2,1511	0,170	27,618
23,1	0,379	-0,7547	<u>0,419</u>	27,609
35,9	0,308	1,9341	<u>0,346</u>	27,612
82,0	0,472	-0,8503	<u>0,510</u>	27,601

Tab. 106. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — rok
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — year

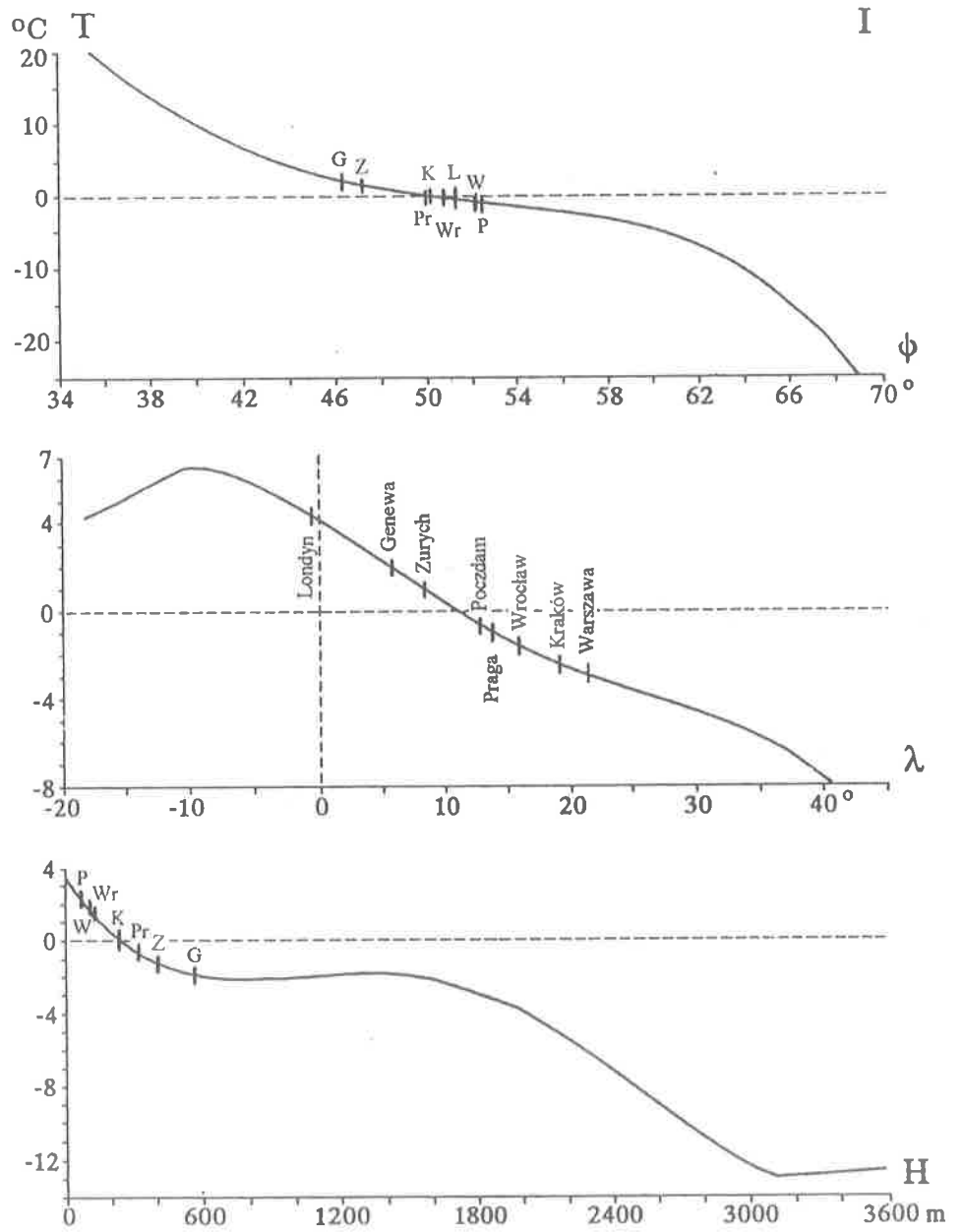
Θ	$2b$	c	R	a_0
2,2	0,023	-0,6304	0,026	27,168
2,4	0,053	3,0442	0,060	27,169
2,9	0,119	3,1338	0,136	27,169
3,5	0,126	-2,6228	0,144	27,168
3,8	0,132	0,5070	0,150	27,168
4,2	0,114	2,2288	0,130	27,169
4,5	0,070	2,4372	0,080	27,169
4,8	0,097	-2,8217	0,111	27,169
5,2	0,145	1,4037	0,164	27,169
5,6	0,124	2,7173	0,141	27,169
6,5	0,158	2,4481	0,179	27,169
7,0	0,102	3,0422	0,117	27,169
7,6	0,101	-2,4972	0,116	27,169
8,3	0,078	-0,5732	0,089	27,168
9,1	0,073	1,7865	0,083	27,168
10,1	0,204	2,1570	0,233	27,169
11,4	0,127	-2,8080	0,146	27,169
13,1	0,147	-0,9045	0,167	27,167
14,1	0,142	1,9030	0,161	27,170
16,8	0,154	-2,2933	0,177	27,169
23,3	0,345	-0,6610	0,387	27,161
36,3	0,299	2,1692	0,340	27,167
86,2	0,518	-0,5731	0,561	27,150

Tab. 107. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — wartości miesięczne
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — monthly values

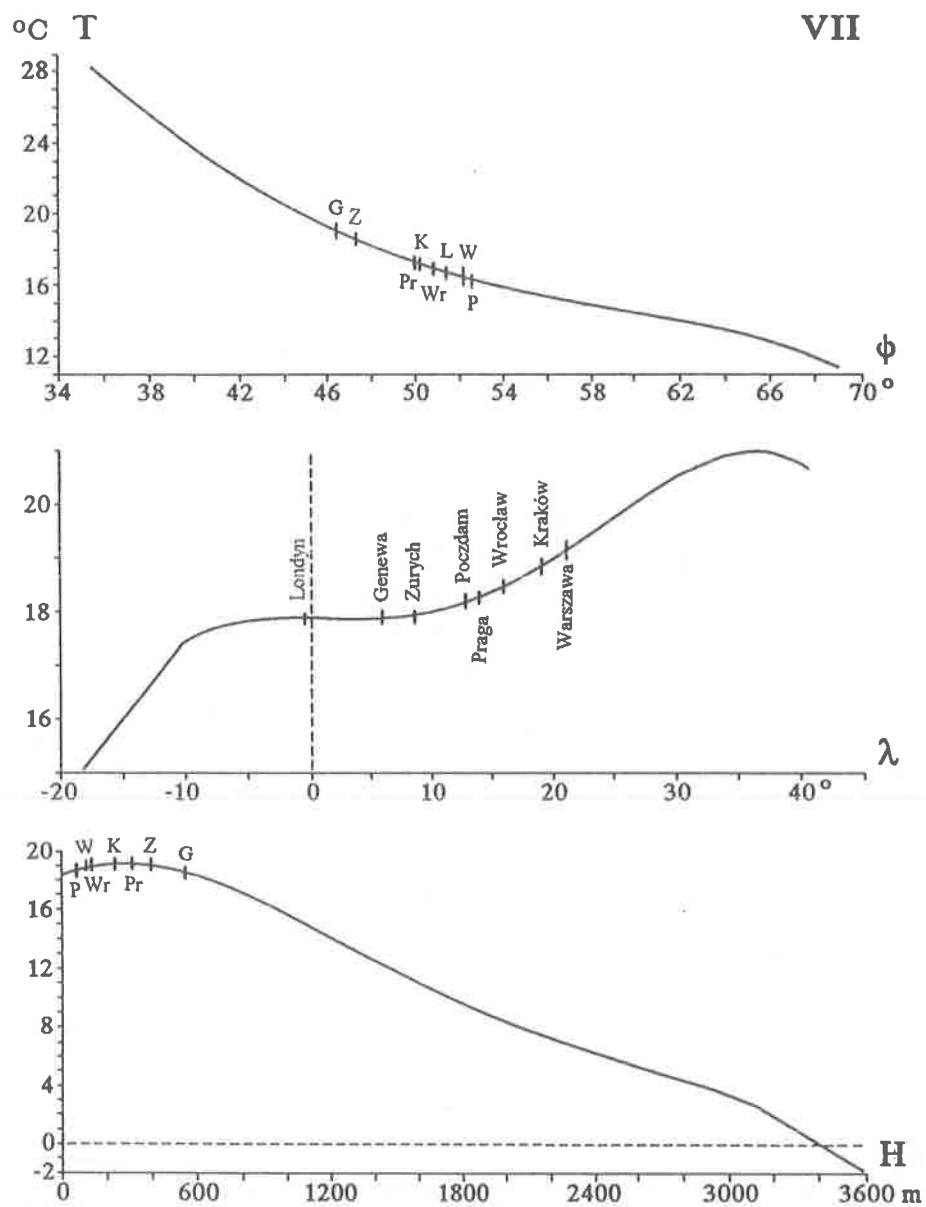
Θ	$2b$	c	R	a_0
0,33	0,024	0,8126	0,117	27,168
0,50	0,655	-2,4957	0,315	27,168
0,75	0,066	-2,0098	0,032	27,168
1,00	0,145	-1,3632	0,699	27,168
1,25	0,069	1,4098	0,033	27,168
1,75	0,085	-1,8830	0,041	27,168
2,00	0,057	-2,5591	0,027	27,168
2,25	0,086	-1,0637	0,041	27,168
2,75	0,098	-1,0043	0,047	27,168
2,91	0,095	3,0026	0,045	27,168
3,08	0,073	1,6266	0,035	27,168
3,25	0,147	0,4414	0,070	27,167
3,50	0,111	2,7646	0,053	27,168
3,67	0,114	-1,7104	0,055	27,168
3,83	0,139	0,7466	0,067	27,167
4,00	0,089	0,3944	0,042	27,168
4,25	0,119	2,3360	0,057	27,168
4,50	0,097	1,7257	0,046	27,168
4,83	0,124	-2,9846	0,060	27,168
5,25	0,148	1,7890	0,071	27,168
5,68	0,119	2,0169	0,057	27,168
6,50	0,168	2,0584	0,080	27,168
7,08	0,102	-2,6582	0,049	27,168
7,58	0,103	-3,1328	0,049	27,168
8,25	0,089	-1,1817	0,043	27,167
9,08	0,071	1,4770	0,034	27,167
10,17	0,196	2,1118	0,094	27,168
11,42	0,121	-2,9340	0,058	27,168
13,08	0,142	-1,2267	0,068	27,167
14,17	0,130	1,8511	0,062	27,169
16,75	0,155	-2,5089	0,075	27,169
23,33	0,345	-0,7956	0,163	27,161
36,50	0,294	2,1583	0,141	27,166
86,58	0,515	-0,5924	0,234	27,151

Tab. 108. Cykle rzeczywiste temperatury powietrza w Colombo w latach 1889-1980 — średnie konsekwtywne 12-miesięczne
 True cycles of air temperature in Colombo in the years 1889-1980 — averages of consecutive 12 month periods

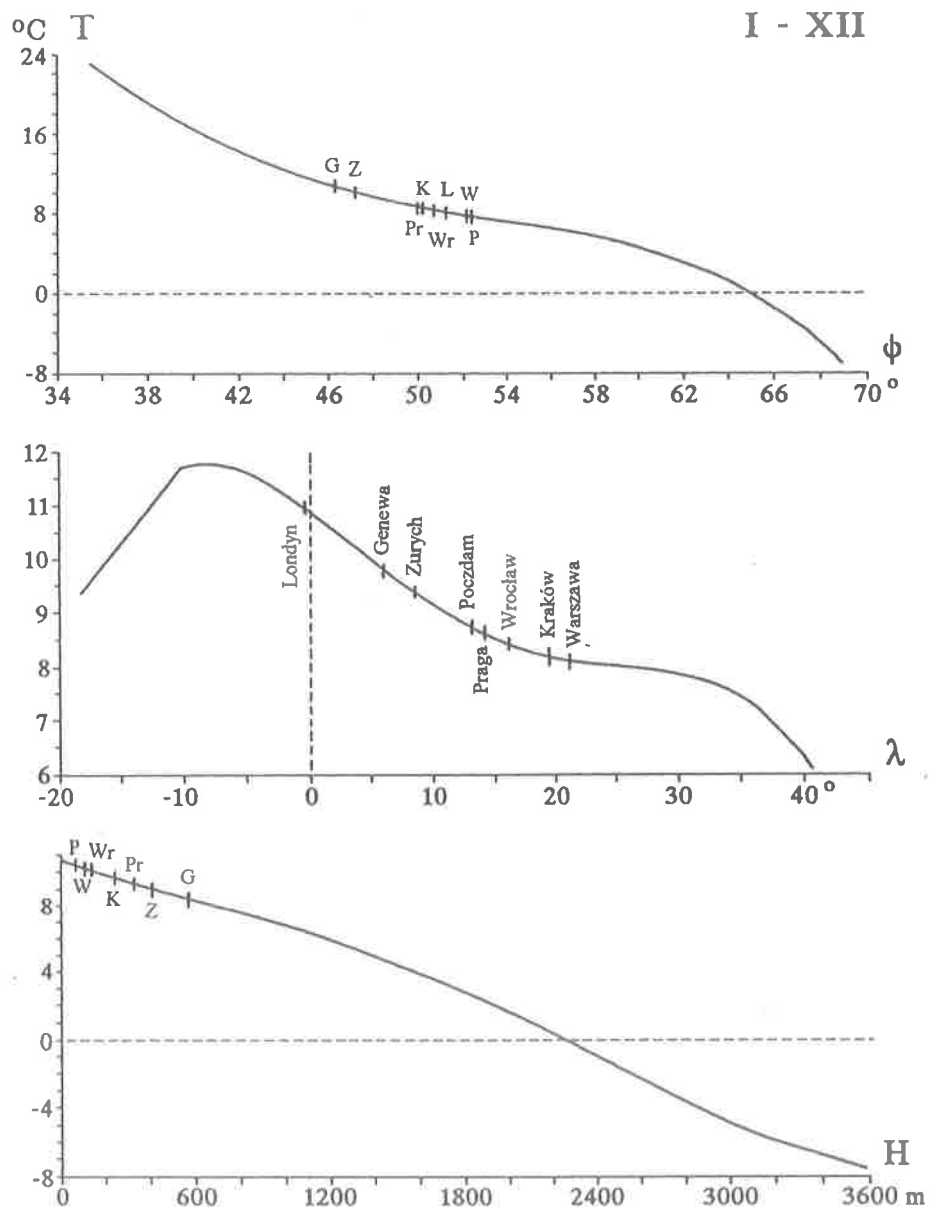
Θ	$2b$	c	R	a_0
0,42	0,005	-1,8820	0,006	27,166
0,67	0,011	1,3731	0,012	27,166
0,92	0,005	1,9128	0,006	27,166
1,25	0,022	-2,3472	0,025	27,166
1,75	0,050	-0,1418	0,057	27,165
2,00	0,037	-0,9447	0,042	27,165
2,25	0,061	0,3360	0,070	27,165
2,42	0,046	-2,8660	0,053	27,166
2,75	0,076	0,1454	0,088	27,165
2,92	0,087	-2,3331	0,100	27,166
3,08	0,064	2,6814	0,073	27,166
3,33	0,129	2,1918	0,148	27,166
3,50	0,093	-2,6466	0,107	27,166
3,67	0,093	-0,9529	0,106	27,166
3,83	0,120	1,5183	0,137	27,166
4,00	0,081	1,0466	0,093	27,166
4,25	0,117	3,0369	<u>0,345</u>	27,166
4,58	0,087	-2,9186	0,100	27,166
4,83	0,123	-2,3576	0,142	27,166
5,25	0,145	2,3856	0,166	27,165
5,58	0,109	2,5586	0,125	27,166
6,50	0,166	2,5443	0,190	27,165
7,00	0,094	3,1239	0,108	27,166
7,58	0,093	-2,7699	0,106	27,166
8,25	0,080	-0,7676	0,092	27,165
9,08	0,074	1,9016	0,085	27,165
10,17	0,190	2,4030	<u>0,218</u>	27,166
11,42	0,113	-2,6641	0,131	27,166
13,00	0,135	-1,1926	0,155	27,165
14,17	0,125	2,0246	0,143	27,167
16,75	0,147	-2,3332	0,170	27,167
23,17	0,355	-0,7475	<u>0,401</u>	27,159
36,17	0,294	2,1544	<u>0,337</u>	27,163
86,42	0,512	-0,5692	<u>0,557</u>	27,150



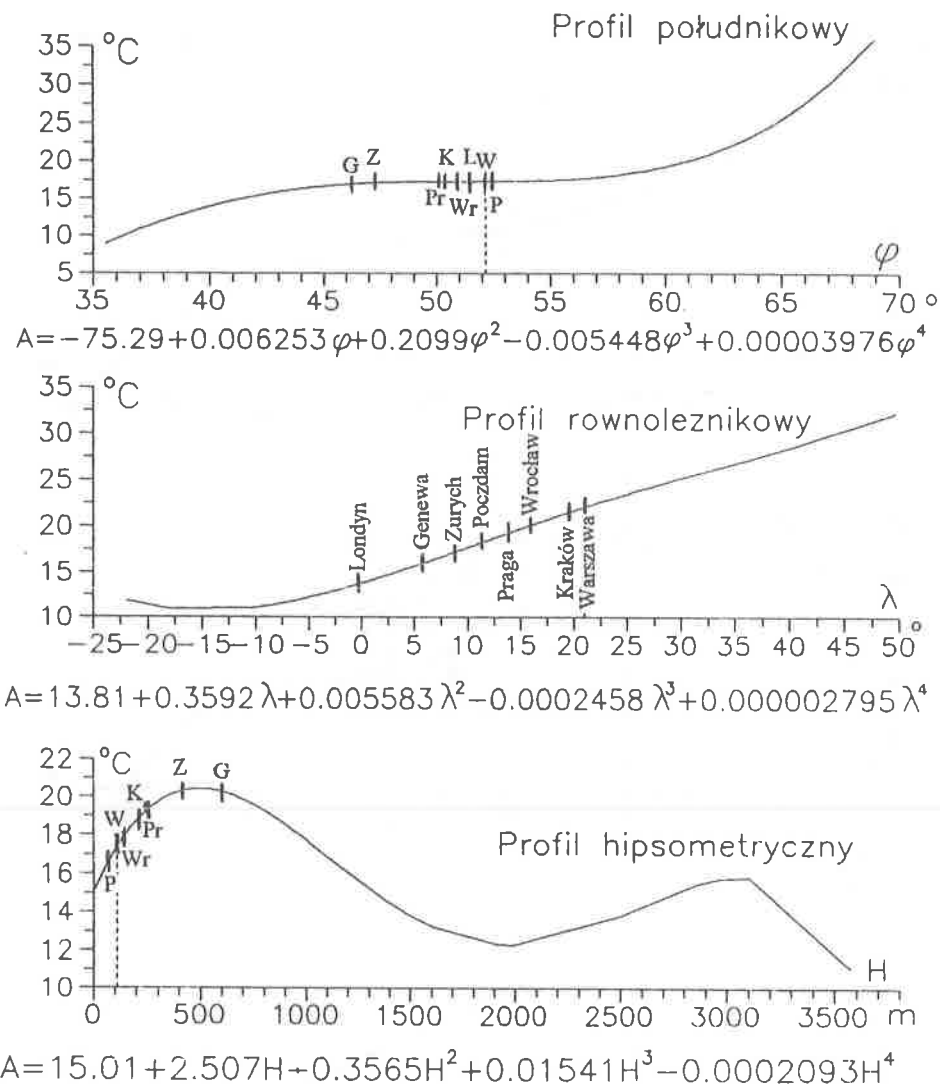
Rys. 2. Profile temperatury powietrza w Europie: południkowy $T(\phi)$, równoleżnikowy $T(\lambda)$, hipsometryczny $T(H)$ — styczeń.
 Profiles of air temperature in Europe: longitudinal $T(\phi)$, latitudinal $T(\lambda)$ and hypsometric $T(H)$ — January.



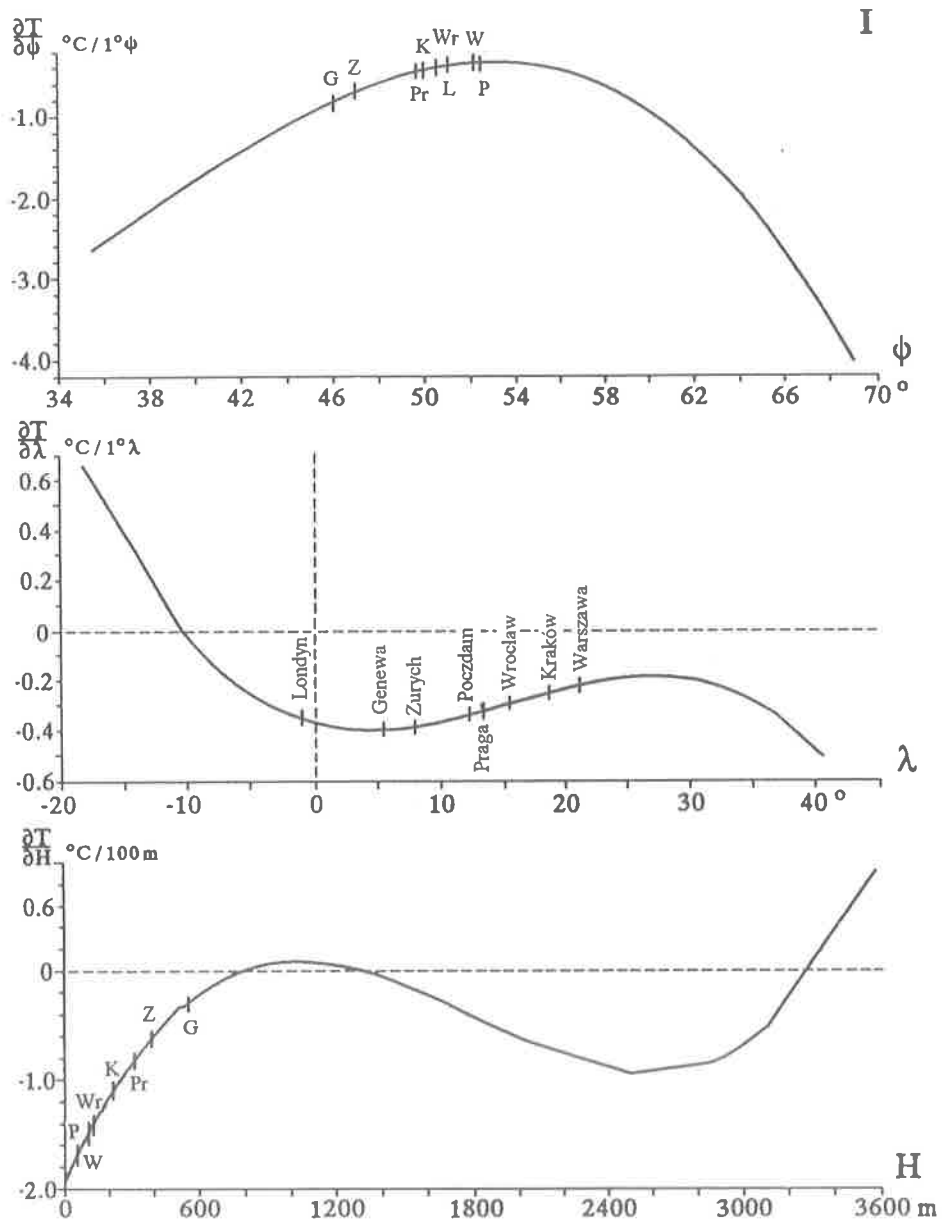
Rys. 3. Profile temperatury powietrza w Europie: południkowy $T(\phi)$, równoleżnikowy $T(\lambda)$, hiposometryczny $T(H)$ — lipiec.
 Profiles of air temperature in Europe: longitudinal $T(\phi)$, latitudinal $T(\lambda)$ and hypsometric $T(H)$ — July.



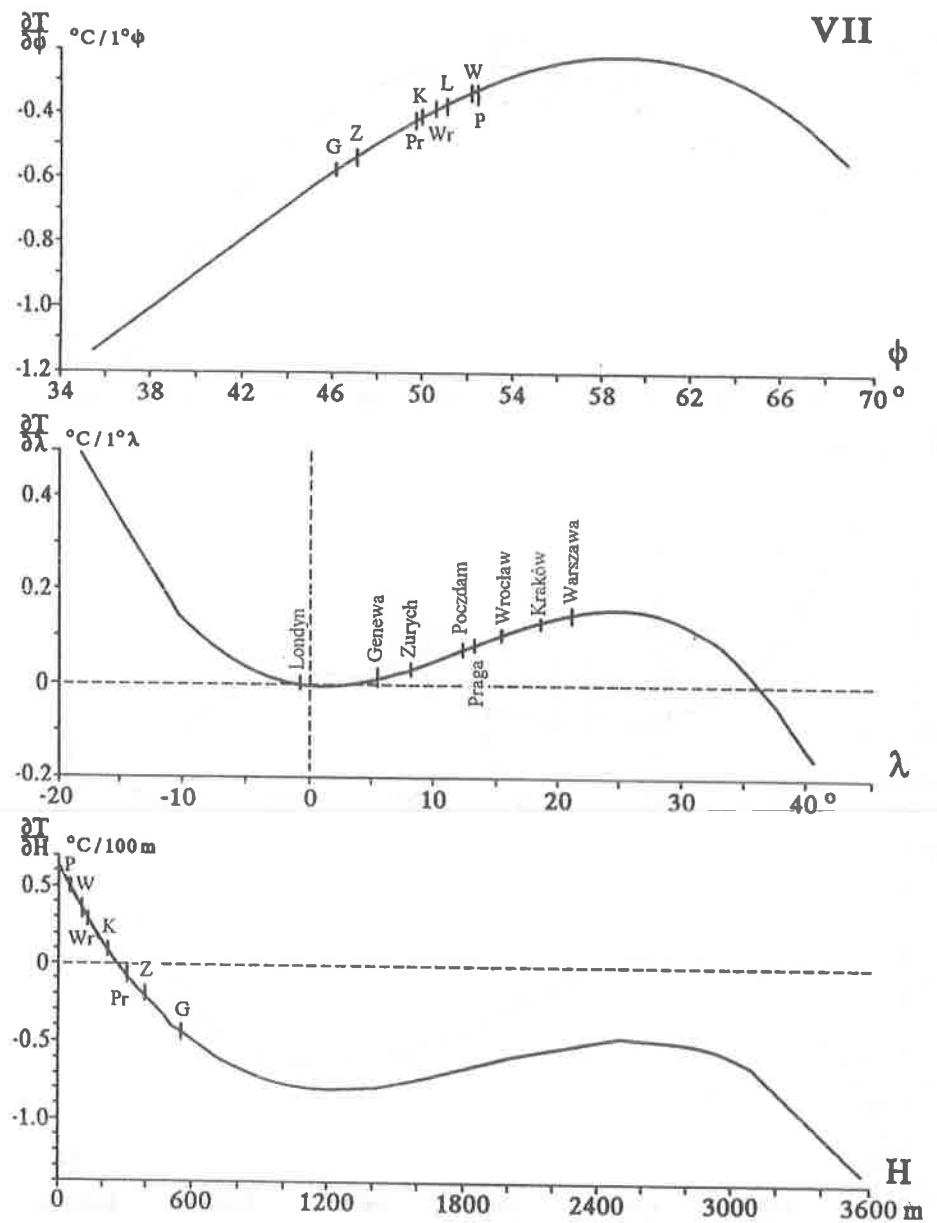
Rys. 4. Profile temperatury powietrza w Europie: południkowy $T(\phi)$, równoleżnikowy $T(\lambda)$, hipsometryczny $T(H)$ — rok.
 Profiles of air temperature in Europe: longitudinal $T(\phi)$, latitudinal $T(\lambda)$ and hypsometric $T(H)$ — year.



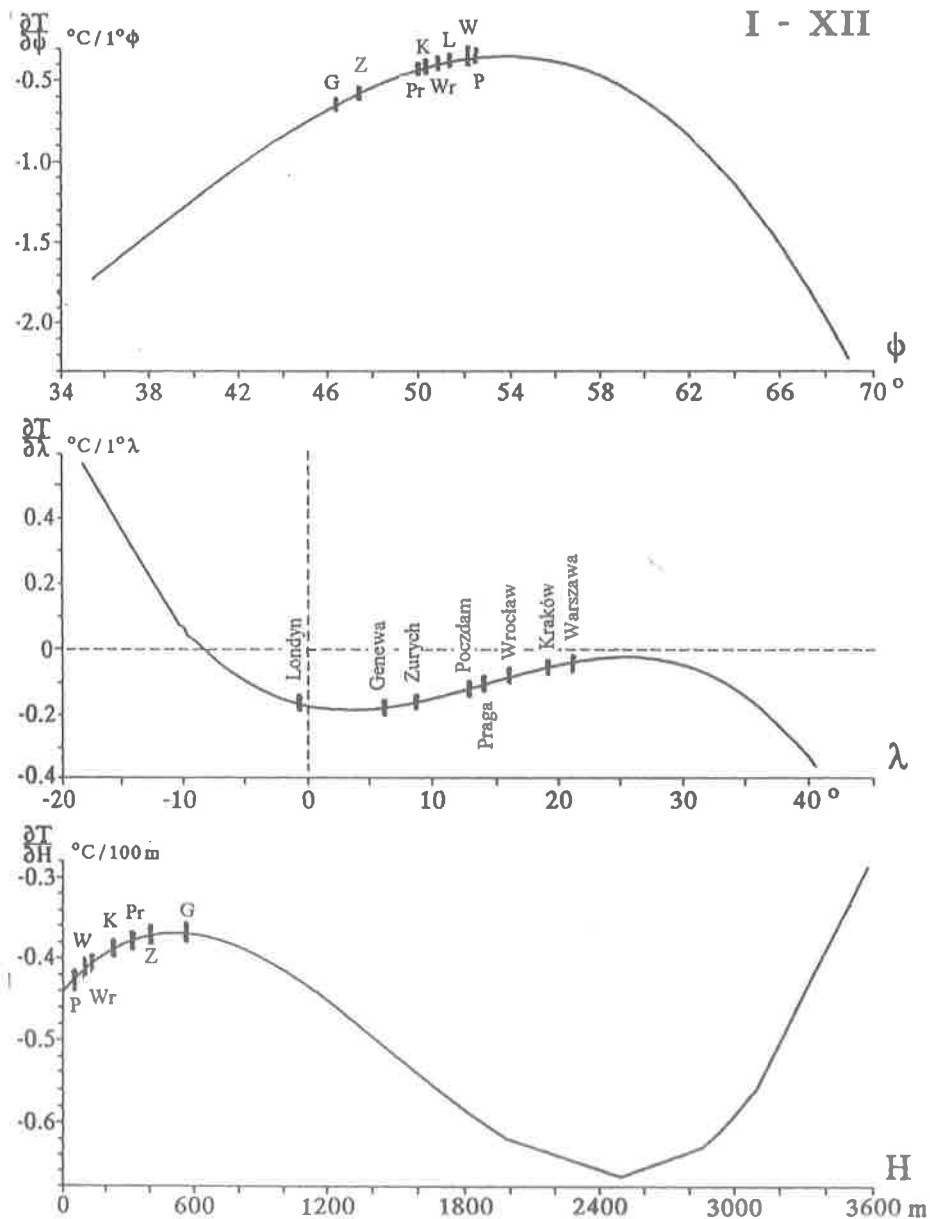
Rys. 5. Profile rocznej amplitudy temperatury powietrza w Europie: południkowy $A(\varphi)$, równoleżnikowy $A(\lambda)$, hipsometryczny $A(H)$.
 Profiles of annual amplitudes of air temperature in Europe: longitudinal $A(\varphi)$, latitudinal $A(\lambda)$ and hypsometric $A(H)$.



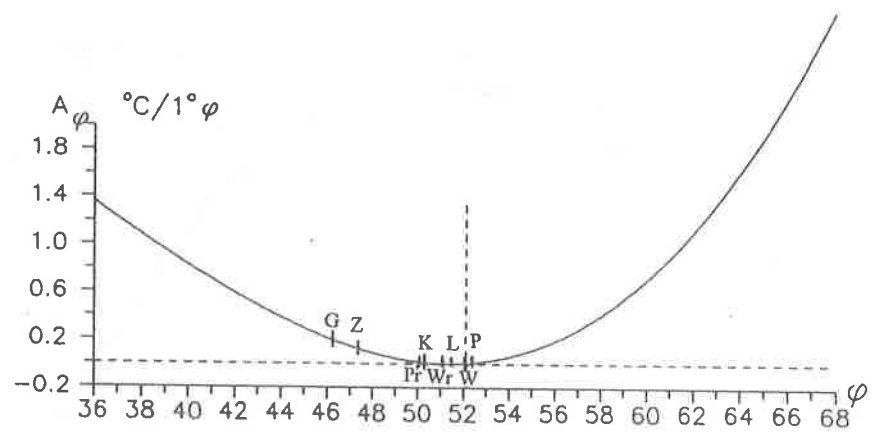
Rys. 6. Profile gradientów temperatury powietrza w Europie: południkowy $\frac{\partial T}{\partial \phi}$, równoleżnikowy $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$, hipsometryczny $\frac{\partial T}{\partial H}$ — styczeń.
 Profiles of gradients of air temperature in Europe: longitudinal $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$, latitudinal $\frac{\partial T}{\partial \phi}$ and hypsometric $\frac{\partial T}{\partial H}$ — January.



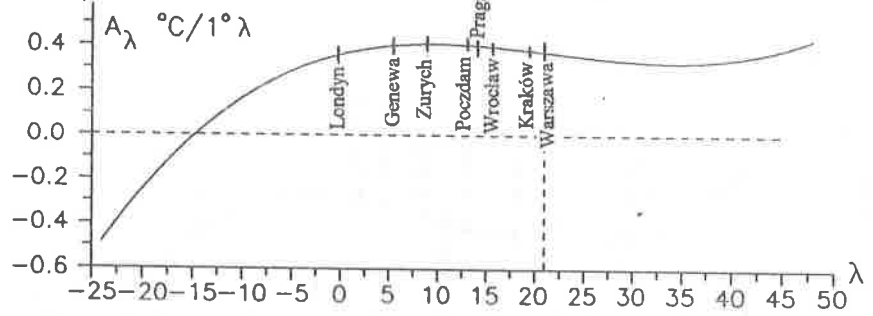
Rys. 7. Profile gradientów temperatury powietrza w Europie: południkowy $\frac{\partial T}{\partial \phi}$, równoleżnikowy $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$, hipsometryczny $\frac{\partial T}{\partial H}$ — lipiec.
 Profiles of gradients of air temperature in Europe: longitudinal $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$, latitudinal $\frac{\partial T}{\partial \phi}$ and hypsometric $\frac{\partial T}{\partial H}$ — July.



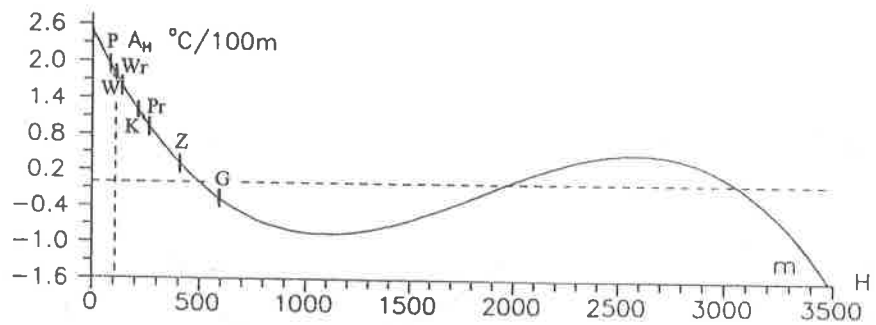
Rys. 8. Profile gradientów temperatury powietrza w Europie: południkowy $\frac{\partial T}{\partial \phi}$, równoleżnikowy $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$, hipsometryczny $\frac{\partial T}{\partial H}$ — rok.
 Profiles of gradients of air temperature in Europe: longitudinal $\frac{\partial T}{\partial \phi}$, latitudinal $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T}{\partial H}$ — year.



$$A_{\varphi} = 0.006253 + 0.4198 \varphi - 0.0163444 \varphi^2 + 0.0001588 \varphi^3$$



$$A_{\lambda} = 0.3592 + 0.011166 \lambda - 0.0007374 \lambda^2 + 0.0000108 \lambda^3$$



$$A_H = 2.507 - 0.713H + 0.0308H^2 - 0.0008372H^3$$

Rys. 9. Profile gradientów rocznej amplitudy temperatury powietrza w Europie: południkowy $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$, równoleżnikowy $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$, hipsometryczny $\frac{\partial A}{\partial H}$.

Profiles of gradients of annual amplitudes of air temperature in Europe: longitudinal $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial A}{\partial H}$.

IV. OCIEPLENIE KLIMATU MIAST EUROPY W XVII-XX WIEKU I JEGO PRZYCZYNY

1. TENDENCJE WIEKOWE TEMPERATURY POWIETRZA

Zmiany wiekowe temperatury powietrza w strefie umiarkowanej określono na podstawie najdłuższych ciągów chronologicznych z 8 miejscowości zlokalizowanych w Europie Środkowej i Zachodniej. Długość serii pomiarowych sięga ponad 300 lat w Anglii Środkowej (1659-1973, 315 lat), ponad 200 lat w Genewie (1768-1980, 213 lat), Warszawie (1779-1990, 212 lat), i Pradze (1771-1980, 210 lat), ponad 100 lat w Krakowie (1826-1990, 165 lat), Wrocławiu (1851-1980, 130 lat), Zurychu (1864-1980, 117 lat) i Poczdamie (1893-1992, 100 lat).

1.1. Charakterystyka najdłuższych ciągów chronologicznych

Dokładniej scharakteryzujemy tylko tę najdłuższą serię pomiarów w Anglii środkowej tzw. „Manley’a” opracowaną przez profesora Uniwersytetu Londyńskiego Gordona Manley’a. Posługując się tak długą i niejednorodną serią pomiarów wskazane jest podanie — za autorem — miejscowości i przedziałów czasu oraz metod na podstawie których powstał ten najdłuższy ciąg chronologiczny. Pierwsza wersja tej serii ukazała się w 1953 roku i zawierała dane z lat 1699-1952. Dwadzieścia lat później została ona wydłużona zarówno o lata wcześniejsze jak też późniejsze do przedziału czasu 1659-1973 r.

Niejednorodność serii polega na złożeniu danych z różnych miejscowości i lat i utworzeniu jednego ciągu pomiarów temperatury powietrza.

Sam G. Manley (1974) uważał, że wczesne lata tej serii tj. sześć dekad do 1720 roku należy traktować bardzo ostrożnie, gdyż są one przybliżone.

Autor uzupełnił niepełne serie innymi, a także danymi z diariuszy opisów stanu pogody. Odmienne też były ekspozycje instrumentów pomiarowych i czułości ówczesnych termometrów. Różne terminy wykonywania

pomiarów przez obserwatorów nie ułatwiały też ujednolicenia danych. Dlatego też obliczone średnie wartości temperatury powietrza z pierwszych 12 lat zaokrąglone są do 1°C, a następne (do 1720 roku) — do 0,5°C.

Podstawą do opracowania tej serii były średnie miesięczne wartości temperatury powietrza z lat 1815-1952, otrzymane na podstawie obserwacji z Obserwatorium Radcliffe'a w Oxford i z Lancashire (skąd wzięto pod uwagę dane z 4-7 stacji, sprowadzone do wspólnego poziomu), Serię z lat 1815-1952 ujednolicono poprzez proste uśrednienie (średnie arytmetyczne) wartości temperatury powietrza z tych dwóch ośrodków [$1/2 \times (\text{Oxford} - \text{Lancashire})$].

Przy opracowaniu swojej serii Manley korzystał z następujących danych:

1815-1973	średnie miesięczne z Oxford (Obserwatorium Radcliffe'a) i Lancashire (z 4-5 stacji w półn-zach. części hrabstwa)
1799-1814	średnie miesięczne z Londynu, Sulford (od 1807 r. Stroud, Derby, South Kyme oraz Lancashire i Edynburga)
1793-1798	dane ze stacji powyższych uzupełnione przez obserwacje z Lyndon
1786-1792	powyższe stacje oprócz Stroud i Derby
1771-1785	te same stacje uzupełnione przez Stroud oraz Greenwich
1764-1770	Edynburg, Greenwich, Exeter i Lancashire — wartości otrzymane z pomiarów, poprawione do średnich z Oxford — Lancashire — nazwanych przez autora „RL”
1754-1763	średnie miesięczne z Londynu, Exeter (od 1775 r) oraz Lancashire poprawione do średnich „RL”
1753	średnie miesięczne z Londynu
1748-1752	Londyn i Plymouth (po zredukowaniu większych błędów dane sprowadzono do średnich „RL”)
1745-1747	powyższe plus Londyn (tylko średnie ekstremalne)
1728-1744	średnie z Londynu, Plymouth i Lyndon (tylko średnie ekstremalne) sprowadzone do serii „RL” i przystosowane do kalendarza Gregoriańskiego
1723-1728	Londyn, Halifax i Plymouth (dane liczbowe częściowo oparte opisami stanów pogody z diariuszy)
1707-1722	Utrecht (dane te poparto zapiskami o stanach pogody, datach rozpoczęcia różnych prac polowych, zjawiskach ekstremalnych itp.)
1699-1706	Upminster i Greenwich (dane z tych stacji zostały porównane między sobą)
1670-1698	z tego okresu zachowało się bardzo niewiele serii pomiarowych, są one na ogół krótkie i często z brakami: do najważniejszych tu wykorzystanych należą serie pomiarowe Downersa (1680-1694) i Conyersa (1673-1680) z Londynu. Zostały one uzupełnione przez nieinstrumentalne obserwacje stanów pogody, głównie z Londynu.

1659-1669 są to wykonane przez Manley'a obliczenia i porównania ich z obserwacjami Hooke'a wykonanymi między kwietniem 1672 a majem 1673. Okres ten częściowo tylko pokrywa się z serią pomiarów z Oxford wykonanych przez J. Locke'a (marzec 1666 — kwiecień 1667), Do obliczenia średnich wartości temperatury powietrza autor wykorzystał też obserwacje nieinstrumentalne z Gadbury, Stockwell o Oxford oraz innych miejscowości (rys. 10)

G. Manley ujedynolicił tę serię poprzez poprawianie poszczególnych krótszych ciągów — do serii Oxford-Lancashire.

Polegało to głównie na porównywaniu danych z poszczególnymi ciągami z ciągiem „RL” i obliczaniu średnich odchyłeń od tej serii (średnia arytmetyczna). Następnie tak obliczoną średnią różnicę dodano do fragmentów serii „RL” z różnych okresów, mających podobne cechy termiczne do badanego ciągu.

Podsumowując należy podkreślić, że seria Manley'a jest niejednorodna. Szczególnie pierwsze jej kilkadziesiąt lat stanowią dane często wprowadzane na podstawie obserwacji nieinstrumentalnych, poparte tylko w części przez pomiary instrumentalne. Mimo to, ciąg chronologiczny Manley'a, jako najdłuższa seria pomiarów temperatury powietrza (od 1659 r.) jest wartościowym materiałem w badaniach długookresowych zmian klimatu (zał. 1).

Ze względu na wykorzystanie w pracy serii opracowanej przez Manley'a — nie pochodzącej z jednej miejscowości — przedstawiono rozmieszczenie punktów pomiarowych na terenie Anglii Środkowej (rys.10).

Pomimo, że wykorzystane były pomiary również z takich miast, jak Plymouth i Exeter w Devonshire, Edynburga w Szkocji i Utrechtu w Holandii, to jednak większość stacji pomiarowych skupionych było w obrębie Anglii Środkowej.

Pod względem warunków naturalnych Wyspy Brytyjskie są integralną częścią obszaru Europy Zachodniej. Leżą one w obszarze szelfu kontynentalnego Europy i stosunkowo niedawno (w plejstocenie) były połączone z kontynentem europejskim.

Interesujący nas region nazwany przez Manley'a Środkową Anglią składa się z kilku jednostek o różnych warunkach fizycznogeograficznych.

Pierwsze instrumentalne pomiary temperatury w Polsce rozpoczęto w Warszawie w grudniu 1654 r. lub na początku 1655 r. w ramach florenetyńskiej sieci meteorologicznej. Przypuszcza się, iż były one wykonywane na terenie klasztoru Ojców Jezuitów lub w pobliżu niego na Starym Mieście (Rojecki, 1968).

Do naszych czasów zachował się tylko fragment tej serii pomiarów, obejmującej zaledwie kilka dni tj. od 10 do 16 maja 1655 r. (odnaleziony na początku lat sześćdziesiątych bieżącego wieku we Florencji).



Rys. 10. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Anglii.
Location of meteorological stations in England.

Następną serią pomiarów temperatury powietrza zawdzięczamy Francuzom. J. E. Guettard (przyrodnik, członek Królewskiej Akademii Nauk w Paryżu) prowadzi obserwacje od 1 lipca 1760 r. do 5 maja 1762 r., a ks. J. Delsuc — od 6 maja 1762 r. do 31 marca 1763 r. (Rojecki, 1968). Pełną serię pomiarów temperatury powietrza opublikował J. E. Guettard w Paryżu w 1768 r.

Wyniki późniejszych pomiarów temperatury powietrza (rozpoczętych prawdopodobnie w 1776 r. — Michalczewski, 1979) zachowały się do naszych czasów od 1 stycznia 1779 r. Zawdzięczamy je ks. Jowinowi Fryderykowi Bończy-Bystrzyckiemu (1737-1821), wychowankowi Akademii Wileńskiej, astronomowi nadwornemu Króla Stanisława Augusta. Prowadził je codziennie od 31 grudnia 1778r przez 21 lat. Pomiary te były początkiem serii systematycznych pomiarów temperatury powietrza w Warszawie — najdłużej w Polsce, trwających z małymi przerwami do chwili obecnej.

Kontynuatorem pomiarów temperatury powietrza w Warszawie (przy ul. Piwnej 47) był Antoni Szeliga-Magier (1762-1837) — profesor Liceum Warszawskiego (Rojecki, 1968). Prowadził on te pomiary z wielkim zaangażowaniem i bezinteresownie przez 26 lat tj. od 1 stycznia 1803 r. do 31 grudnia 1828 r.

Oryginalne zapisy wyników pomiarów prowadzonych przez F. Bystrzyckiego i A. Magierę znajdują się obecnie w archiwum IMGW w Warszawie. Po przerwaniu obserwacji przez A. Magierę, pomiary temperatury powietrza prowadził K. J. Skrodzki, profesor fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

W dniu 20 listopada 1825 r. (jeszcze w okresie, kiedy pomiary wykonywał Magier) rozpoczęto w Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie ciągłe pomiary temperatury powietrza, które prowadzone są do dnia dzisiejszego (w tym samym miejscu). Rozpoczął je Jan Baranowski (i prowadził do 1835 r.), a kontynuował Adam Prażmowski do roku 1850 i Berkiewicz (Parczewski, 1948). Od 1886 r. w Warszawie funkcjonowała druga stacja meteorologiczna przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa (Lipska 1988) — jednoczesnych pomiarów. Obszerną informację o warszawskiej serii pomiarów temperatury powietrza można znaleźć w publikacji K. Kozuchowskiego (1990).

Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1990 (serię homogenizowaną od 1901 roku przez H. Lorenc) zawiera załącznik 2.

1.2 Trendy liniowe temperatury powietrza

Tendencje wiekowe temperatury powietrza — średnie w przedziałach czasu $0 < t < t_n$ — określają współczynniki regresji A trendów liniowych (górne części A rysunków: od 11 do 68):

$$T = A_0 + At \qquad \frac{dT}{dt} = A$$

Obok każdego równania prostej regresji podano wartości współczynnika korelacji r (Pearsona), obliczoną z wzoru:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{s^2}}$$

gdzie: s^2 — wariancja temperatury powietrza,

$$\varepsilon^2 \text{ — wariancja resztkowa; } \varepsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2, \quad \varepsilon_i = T_i - A_0 - At_i$$

Oczywiste jest, że w przypadkach ujemnych współczynników regresji $A < 0$ należy współczynnikom korelacji r przyporządkować znak „minus”.

Weryfikacji współczynników korelacji r dokonano testem Fishera-Snedecora o $n_1 = 1$ i $n_2 = n - 2$ stopniach swobody na poziomie istotności 0,05.

Tendencje wiekowe A temperatury powietrza w: Warszawie (1779-1990), Krakowie (1826-1990), Wrocławiu (1851-1980), Pradze (1771-1980), Zurychu (1864-1980), Genewie (1768-1980), Poczdamie (1893-1992) i Anglii środkowej (1659-1973), wyrażone w °C/100 lat podano w zestawieniu tabelarycznym.

Tendencji wiekowych wyznaczonych na podstawie danych z różnych przedziałów czasu $0 < t \leq t_n$ nie można porównywać. Można jednak ogólnie stwierdzić, że są one dodatnie prawie we wszystkich miejscowościach. Świadczy to o postępującym ociepleniu klimatu Europy (i Polski). Szczególnie zimy są coraz cieplejsze: w Warszawie o 1,03°C/100 lat, Krakowie o 1,38°C/100 lat Wrocławiu o 0,12°C/100 lat, Pradze o 0,25°C/100 C, Zurychu o 0,64°C/100 lat, Genewie o 0,51°C/100 lat, Poczdamie o 0,10°C/100 lat, Anglii środkowej o 0,32°C/100 lat. Inaczej jest w lecie. Tendencja wiekowa temperatury powietrza w porze letniej jest w niektórych miejscowościach dodatnia $A > 0$ a w innych ujemna $A < 0$.

Lata są coraz cieplejsze: w Warszawie o 0,13°C/100 lat, Krakowie o 0,32°C/100 lat, Poczdamie o 0,92°C/100 lat a coraz chłodniejsze — we Wrocławiu o 0,70°C/100 lat, Pradze o 0,25°C/100 lat, Zurychu o 0,90°C/100 lat i Genewie o 0,19°C/100 lat. Średnia tendencja wiekowych zmian temperatury powietrza w lecie jest zerowa ($A \approx 0,01$ — nieistotna statystycznie na poziomie istotności 0,05).

Średnia roczna temperatura powietrza wzrasta: w Warszawie — o 0,66°C/100 lat, Krakowie — o 0,93°C/100 lat, Poczdamie — o 0,66°C/100 lat i Anglii środkowej — o 0,18°C/100 lat. W pozostałych miejscowościach, współczynniki regresji A są bliskie zera i nieistotne statystycznie.

Klimat Warszawy w latach 1779-1990 ocieplał się średnio o 0,66°C/100

lat. Tą tendencję rosnącą temperatury powietrza w Warszawie określa równanie prostej regresji

$$T = 6,915 + 0,006572 t \quad r = 0,57$$

Tendencje wiekowych zmian aktywności Słońca (liczb Wolfa), aktywności wulkanicznej $I = DVI/\Delta t$ (DVI — dust veil index H.Lamba), odstępu czasu między kolejnymi erupcjami Δt i dyspersji masy w Układzie Słonecznym B_z (względem płaszczyzny ekliptyki) w tym samym przedziale czasu (od 1779 r.) opisują równania prostych regresji:

$$W = 24,23 + 0,15296 t \quad r = 0,31$$

$$I = 258,31 - 0,49066 t \quad r = -0,21$$

$$\Delta t = 1,72 + 0,019 t \quad r = 0,22$$

$$B_z = 0,123 - 0,0001105 t \quad r = 0,25$$

Trzeba zauważyć, że w latach 1779-1993 aktywność Słońca wzrastała średnio o 15,3 jednostek liczb Wolfa na 100 lat, a aktywność wulkaniczna — malała średnio o 49 DVI/rok 100 lat. Ponadto odstępy czasu Δt między kolejnymi erupcjami wulkanicznymi wydłużały się.

Wiadomo, że minimum absolutne temperatury powietrza przypada na

Sezony	Pocz- dam	War- szawa	Kraków	Wrocław	Praga	Zurych	Gene- wa	Anglia środ- kowa
I	1,15	1,72	-0,61	0,44	0,84	0,74	0,38	0,38
II	0,50	1,14	-0,07	0,05	0,25	0,29	-0,36	0,27
III	1,01	1,45	0,61	0,50	0,87	0,37	0,35	0,30
IV	0,79	0,85	0,35	-0,01	-0,77	-0,20	0,40	0,22
V	0,43	0,69	0,13	-0,44	-0,57	-0,53	0,66	0,11
VI	0,26	0,07	-0,51	-0,09	-1,00	-0,23	0,63	0,00
VII	0,19	0,34	-0,73	-0,16	-1,08	-0,08	0,64	0,03
VIII	-0,04	0,46	-0,74	-0,40	-0,47	-0,24	1,40	-0,02
IX	0,18	0,43	-0,55	-0,41	-0,11	0,06	1,03	0,12
X	0,58	0,32	-0,72	-0,25	0,70	0,00	1,00	0,24
XI	1,11	1,64	1,44	0,40	0,60	0,32	1,25	0,20
XII	1,36	1,96	1,00	0,26	1,05	0,47	0,62	0,32
XII-II	1,03	1,38	0,12	0,25	0,64	0,51	0,10	0,32
III-V	0,79	0,99	0,37	0,00	-0,15	-0,12	0,50	0,21
VI-VIII	0,13	0,32	-0,70	-0,25	-0,90	-0,19	0,92	0,01
IX-XI	0,66	0,81	0,05	-0,11	0,38	0,14	1,11	0,19
X-III	1,00	1,37	0,29	0,22	0,65	0,37	0,53	0,29
IV-IX	0,31	0,48	-0,37	-0,27	-0,70	-0,20	0,81	0,08
I-XII	0,66	0,93	-0,04	-0,03	0,03	0,08	0,66	0,18
śr. mie- siężne	0,64	0,95	0,00	0,00	0,06	0,09	0,72	0,18
śr. konsu- tywne 12- miesię- czne	0,64	0,93	-0,02	-0,01	0,01	0,09	0,64	0,19

najniższy cykl jedenastoletni aktywności Słońca (1811-1823) i na maksimum aktywności wulkanicznej.

Globalne ocieplenie klimatu w ostatnich stuleciach jest prawdopodobnie wywołane wzrostem aktywności Słońca i spadkiem aktywności wulkanicznej na Ziemi (mniejsza absorpcja promieniowania słonecznego przez pył wulkaniczny, zawarty w atmosferze). Aktywność Słońca zależy od wypadkowej siły grawitacyjnego oddziaływania planet na Słońce. Jej wzrost w latach 1779-1993 o 15,3/100 lat może być spowodowany coraz większą koncentracją masy (planet) w płaszczyźnie ekliptyki (maleje dyspersja masy B_z ujemny współczynnik regresji).

Tendencje wiekowe (rosnące i malejące) temperatury powietrza w tych 8 miejscowościach Europy nie wspierają, a nawet przeczą hipotezie o globalnym ociepleniu klimatu jako efektu cieplarnianego, wynikającego ze wzrostu zawartości gazów szklarniowych w atmosferze (głównie CO_2). Hipotezie tej przeczą: cykl roczny i przestrzenne zróżnicowanie tendencji wiekowych (A) temperatury powietrza w Europie. Na przykład półroczna ciepła (IV-IX) są coraz cieplejsze: w Warszawie — o 0,31°C/100 lat, Krakowie — o 0,48°C/100 lat, Poczdamie — o 0,81°C/100 lat, Anglii Środkowej — o 0,08°C/100 lat (nieistotne statystycznie). Natomiast są one coraz chłodniejsze: we Wrocławiu — o 0,37°C/100 lat, w Pradze — o 0,27°C/100 lat, w Zurychu — o 0,70°C/100 lat, Genewie — o 0,20°C/100 lat.

Podobnie jest w innych szerokościach geograficznych — w strefie polarnej (Spitsbergen, 1912-1985) i okołorównikowej (Colombo, 1869-1980). Tendencje wiekowe temperatury powietrza w tych szerokościach geograficznych zestawiono niżej.

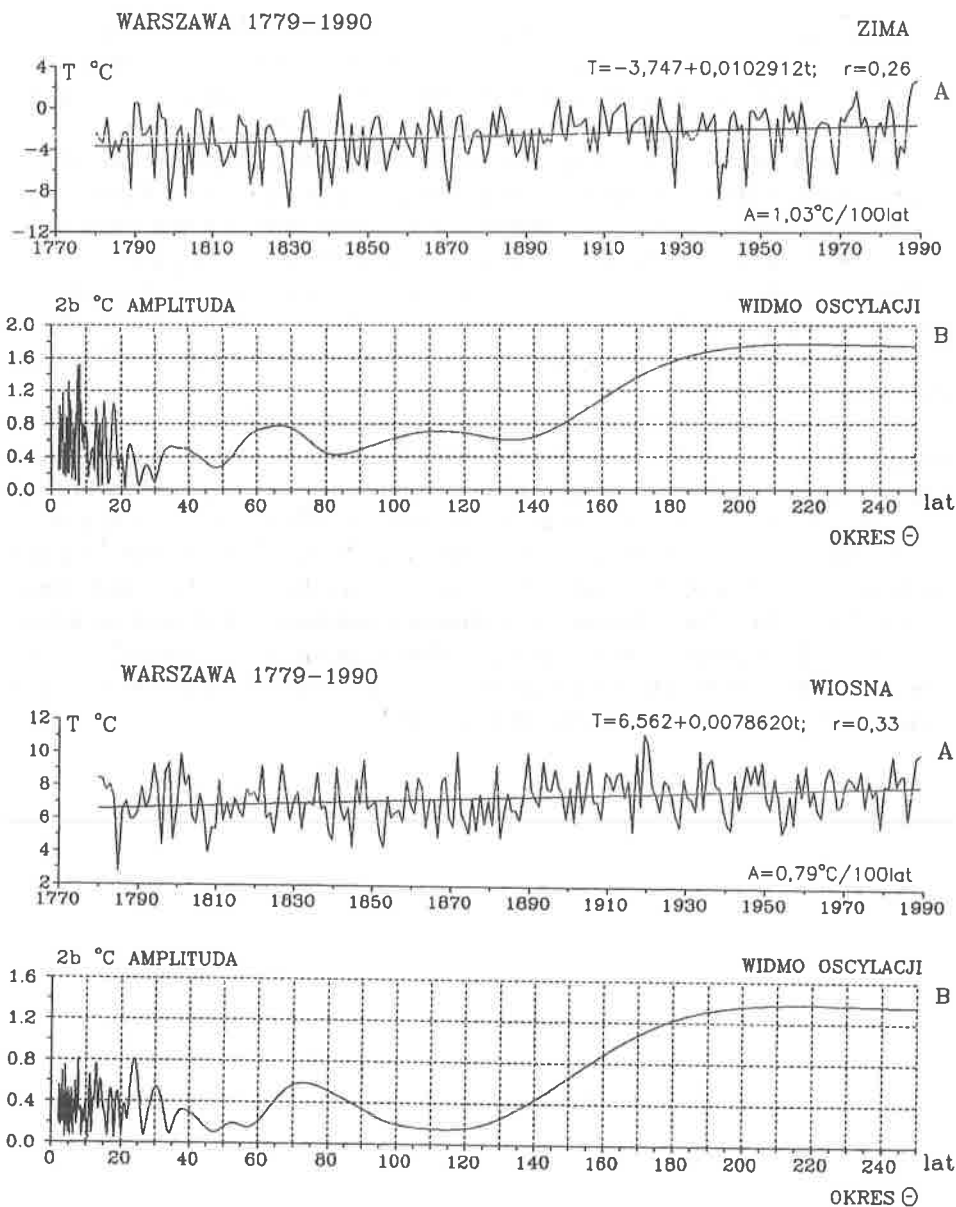
Sezony	Spitsbergen 1920-1985	Colombo 1869-1980
I	2,77	0,02
II	4,26	-0,17
III	5,88	-0,26
IV	4,40	-0,32
V	2,58	-0,17
VI	-1,55	0,29
VII	0,10	0,06
VIII	-0,06	0,17
IX	1,68	0,00
X	1,87	-0,17
XI	3,61	-0,29
XII	0,04	-0,07
XII - II	1,74	-0,10
III - V	3,75	-0,26
VI - VIII	-0,68	0,17
IX - XI	1,96	-0,17
X - III	2,79	-0,18
IV - IX	0,84	0,00
I - XII	1,60	-0,09
sr. miesięczne	2,27	-0,08
sr. konsekwtywne 12 mies.	1,92	-0,10

W strefie równikowej efekt cieplarniany powinien być największy, ze względu na ogromne ilości energii słonecznej, dochodzącej do powierzchni Ziemi. Jednakże w Colombo w latach 1869-1980 obserwuje się na ogół postępujące ochłodzenie zwłaszcza na wiosnę — o $0,26^{\circ}\text{C}/100$ lat i jesienią — o $0,17^{\circ}\text{C}/100$ lat. Średnia roczna temperatura powietrza prawie nie uległa zmianie ($A = -0,09^{\circ}\text{C}/100$ lat). Mimo krótkiej serii pomiarów, na Spitsbergenie (97 lat) także współczynnik regresji A zmienia znak w ciągu roku — od $A = 5,88^{\circ}\text{C}/100$ lat (w marcu) do $A = -1,55^{\circ}\text{C}/100$ lat (w czerwcu).

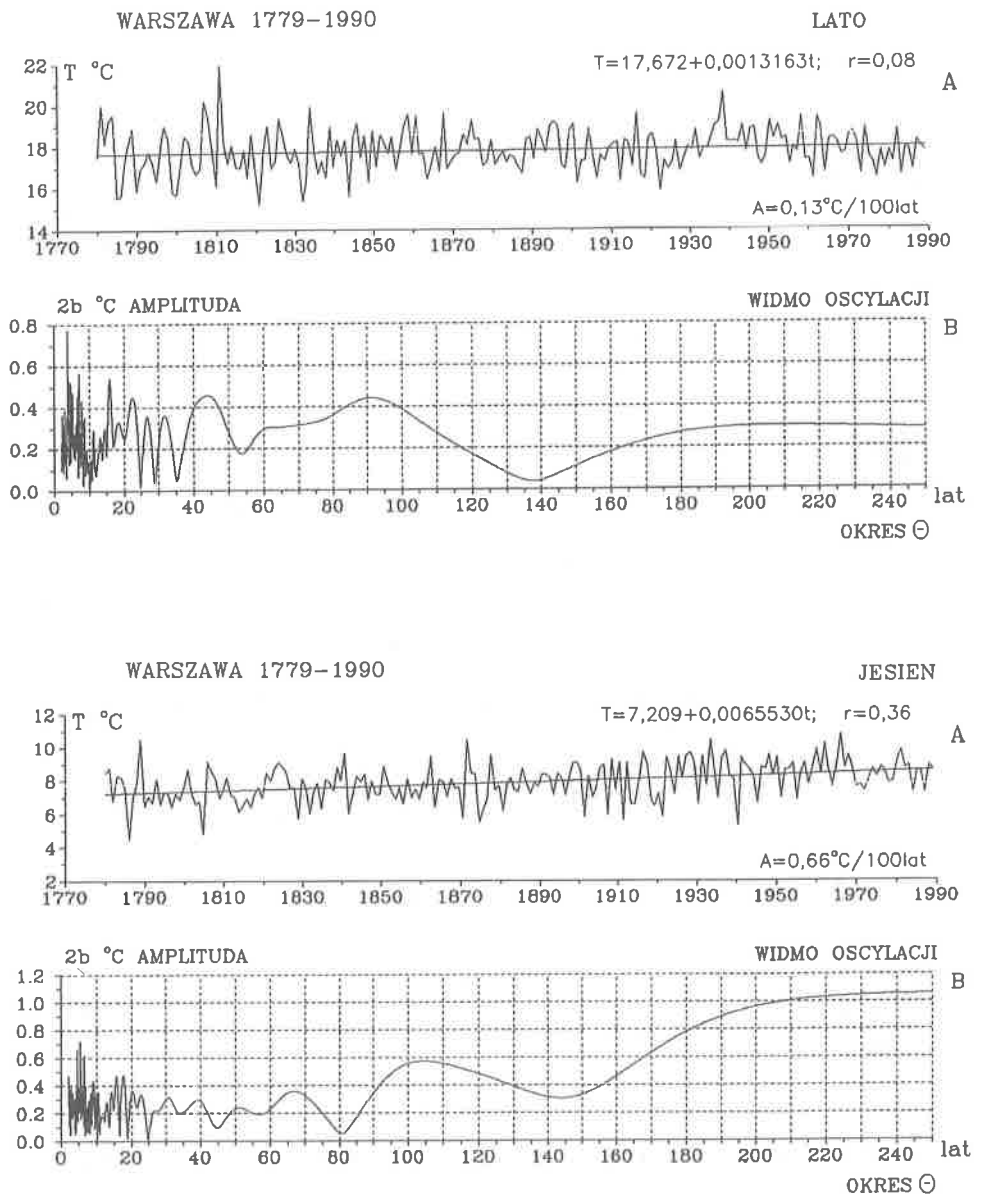
Przekonamy się w następnym rozdziale, że tendencja wiekowa (A) jest przede wszystkim efektem interferencji naturalnych cykli temperatury powietrza w przedziałach obserwacyjnych $0 < t \leq t_n$ — o długościach od kilku do ok. 200 lat.

Dość duże wartości współczynników regresji A w miesiącach zimowych mogą też być uwarunkowane czynnikami lokalnymi — „miejskimi wyspami ciepła”. Mogą wynikać z coraz większej akumulacji ciepła przez zabudowę (tj. powierzchnie sztuczne o znacznie mniejszym albedo, głównie w zimie).

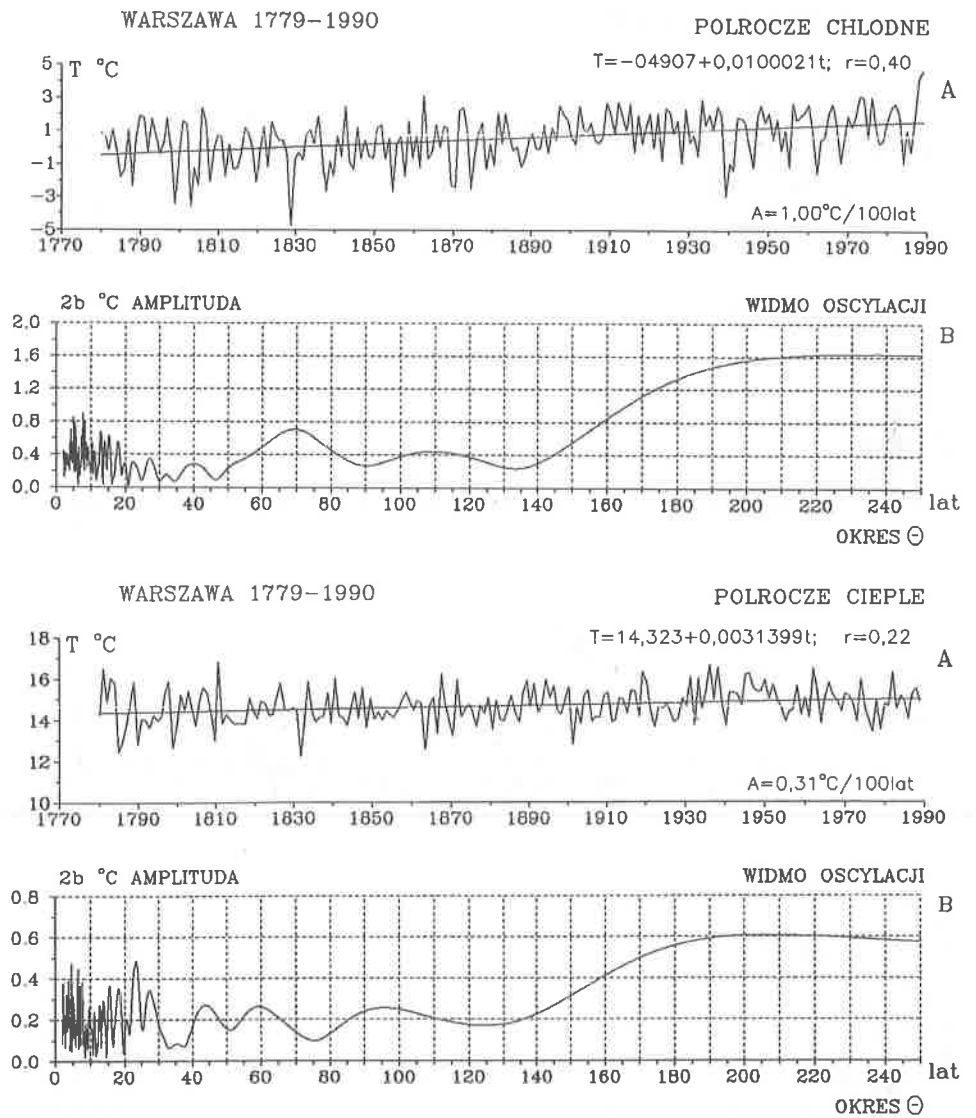
Skądinąd też wiadomo, że naturalne ochłodzenia i ocieplenia klimatu występowały od dawna — od kilkunastu tysięcy lat (w całym holocenie, sprzed 10 tys. lat). Świadczą o tym wahania zawartości substancji organicznych w osadach jeziornych i wahania paleotemperatury — stosunku izotopów tlenu $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$ w szkieletach dawnych organizmów żyjących w morzach i rdzeniach lodowców (Boryczka, Wicik, 1994).



Rys. 11. Temperatura powietrza w Warszawie (1779-1990) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 1,03$; wiosna $A = 0,79^\circ\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Warsaw (1779-1990) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 1,03$; spring $A = 0,79^\circ\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 12. Temperatura powietrza w Warszawie (1779-1990) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 1,03$; wiosna $A = 0,66^{\circ}\text{C}/100\text{ lat}$
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Warsaw (1779-1990) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 1,03$; autumn $A = 0,66^{\circ}\text{C}/100\text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 13. Temperatura powietrza w Warszawie (1779-1990) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

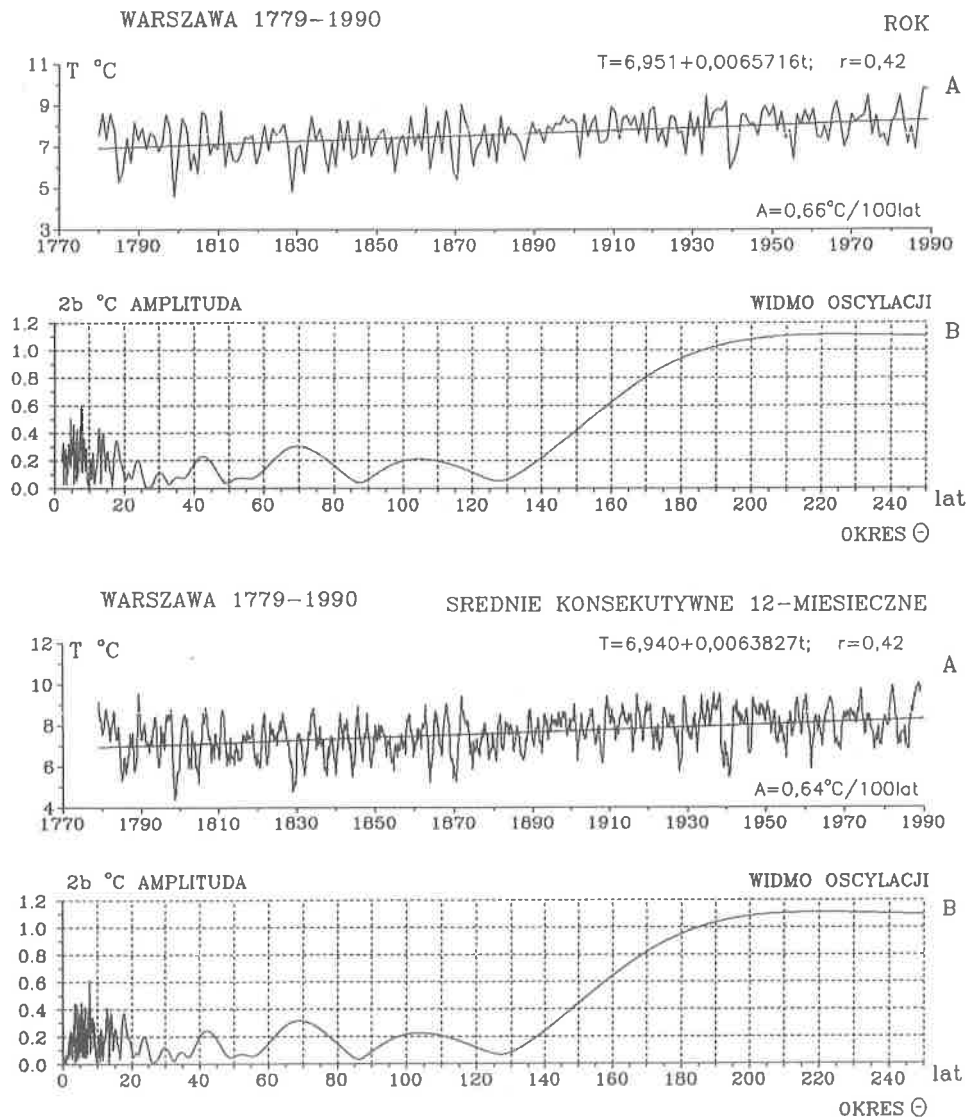
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 1,00$; półrocze ciepłe $A = 0,31^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Warsaw (1779-1990) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 1,00$; warm period $A = 0,31^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 14. Temperatura powietrza w Warszawie (1779-1990) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

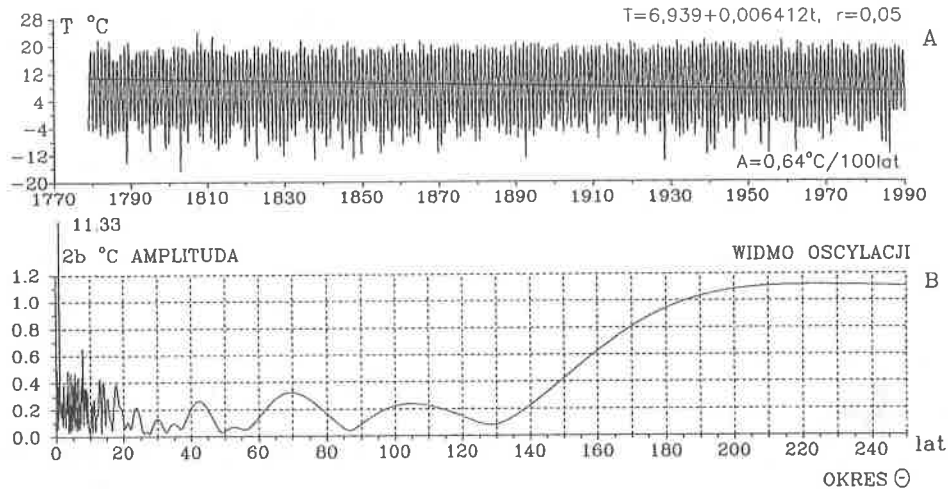
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,66$; konsekwtywne 12-miesięczne $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250 lat, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-250 lat

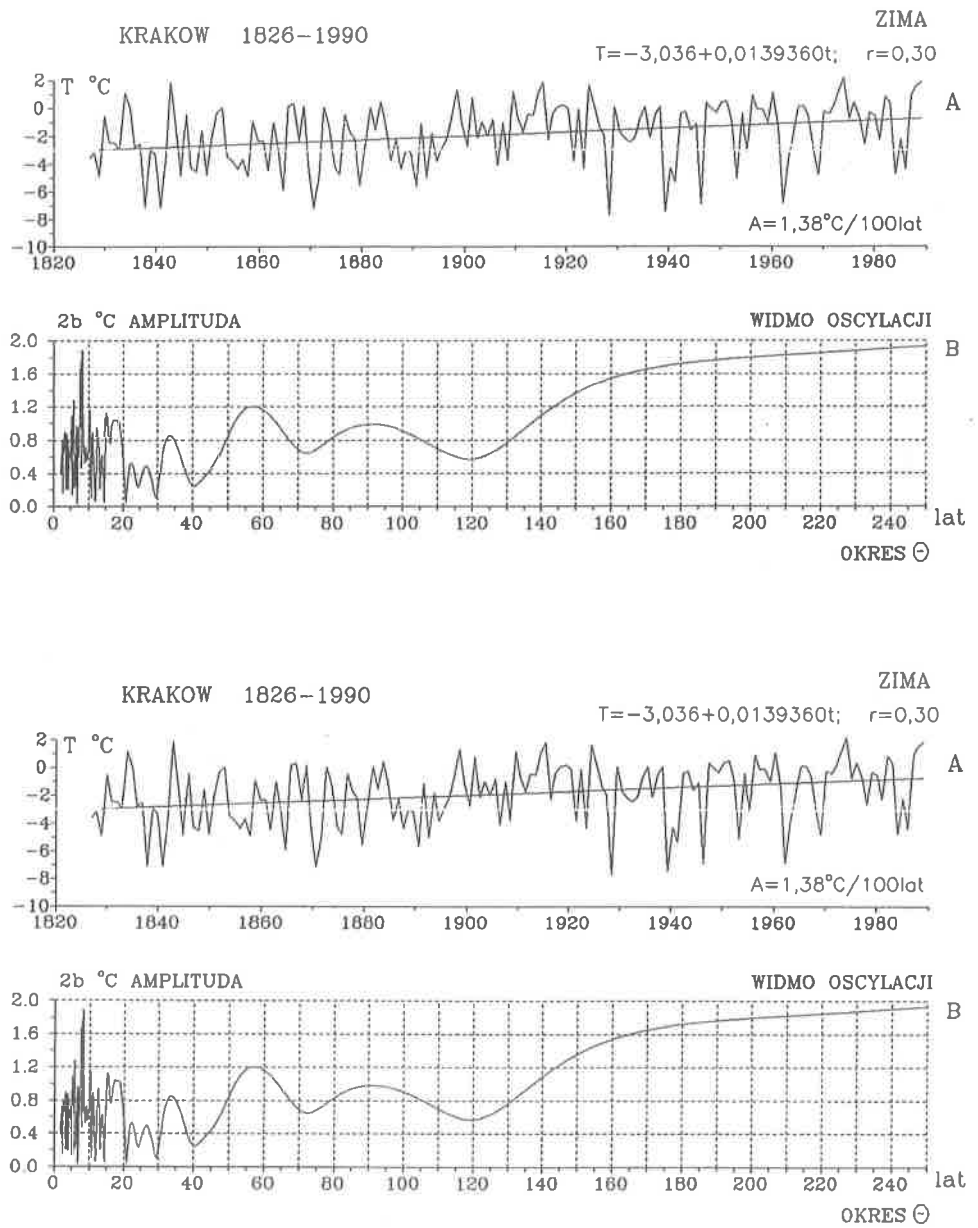
Air temperature in Warsaw (1779-1990) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,66$; consecutive 12 month $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ years

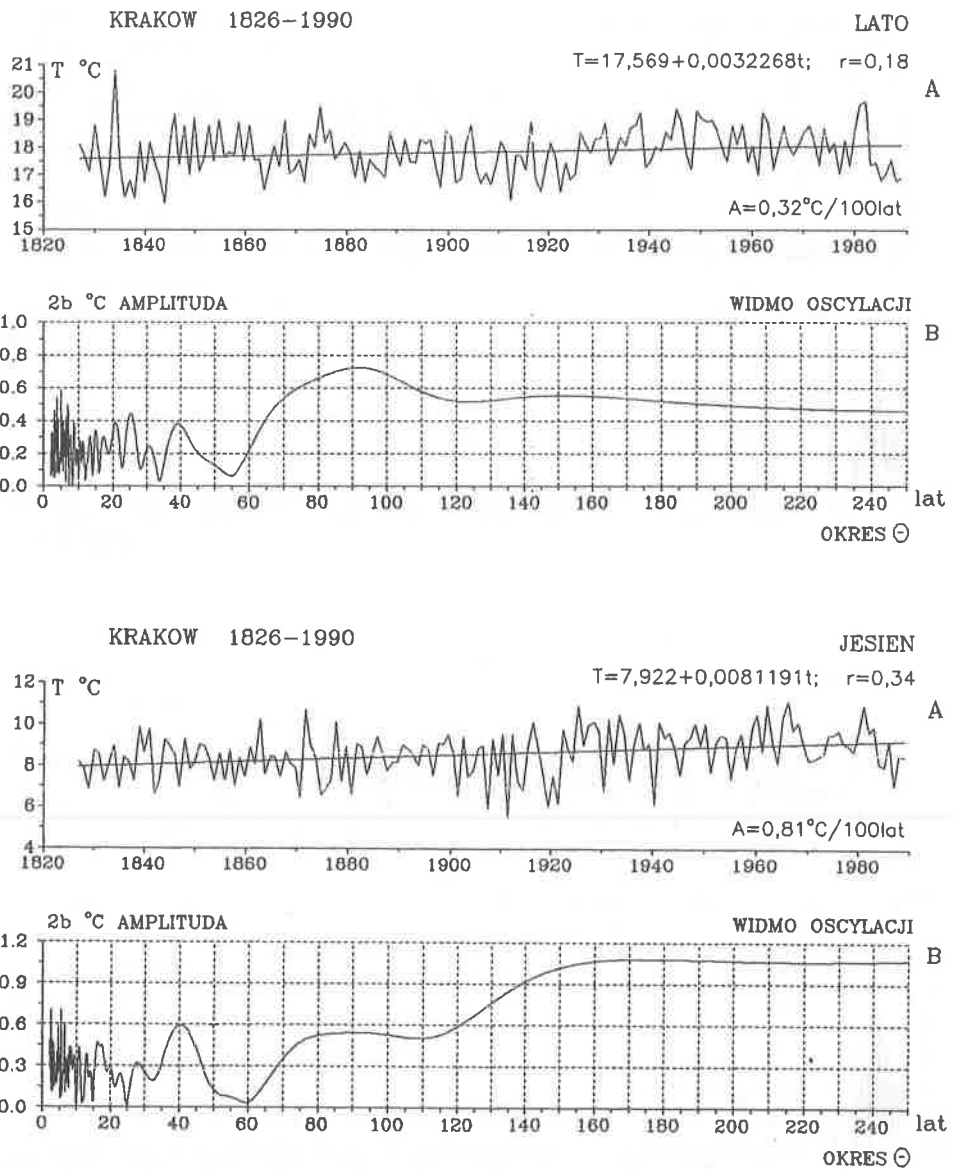
B. Dense spectra of oscillation in the strips: year 2,1-250 years, consecutive 12 month 0,25-250 years



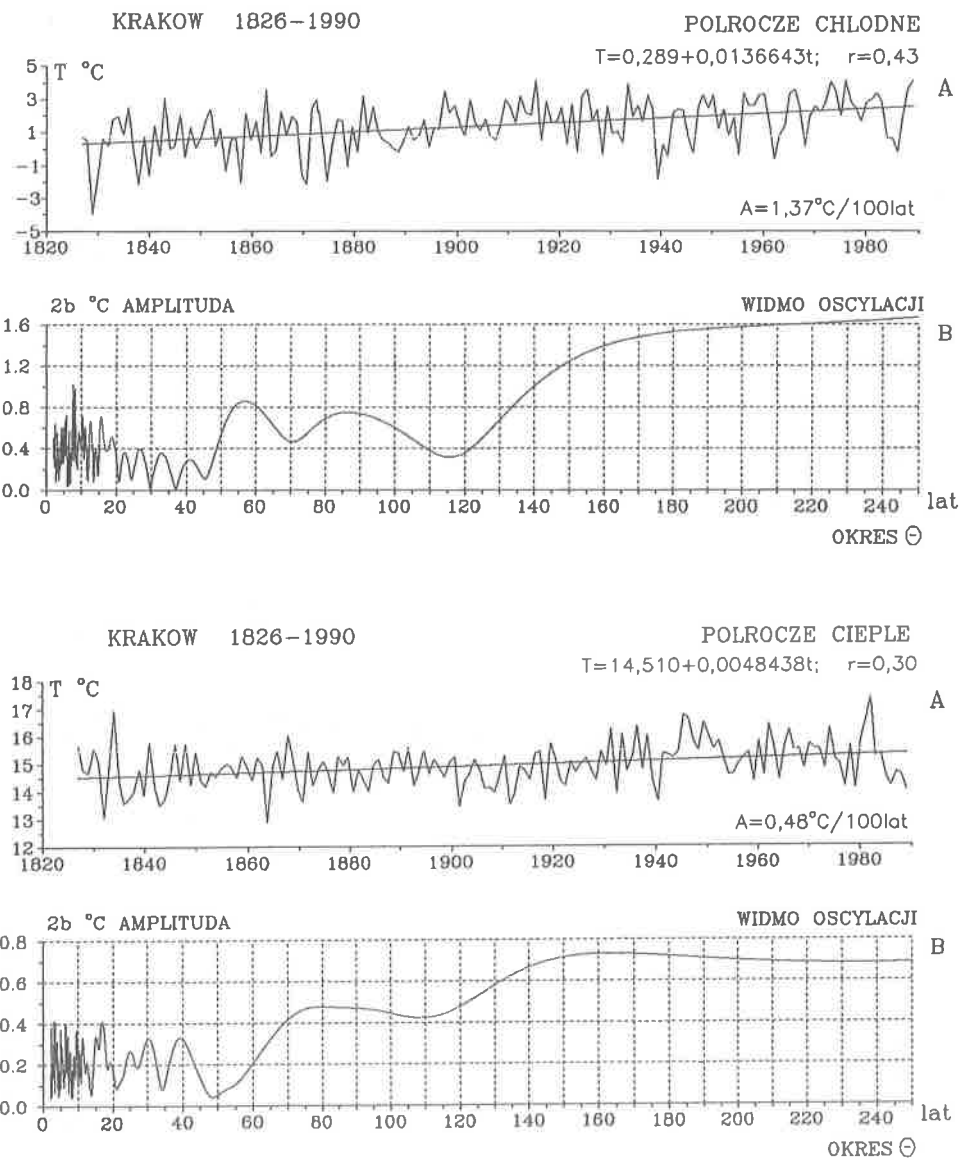
Rys. 15. Temperatura powietrza w Warszawie (1779-1990) — wartości miesięczne
 A. Tendencje wiekowych zmian: wartości miesięczne $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Warsaw (1779-1990) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



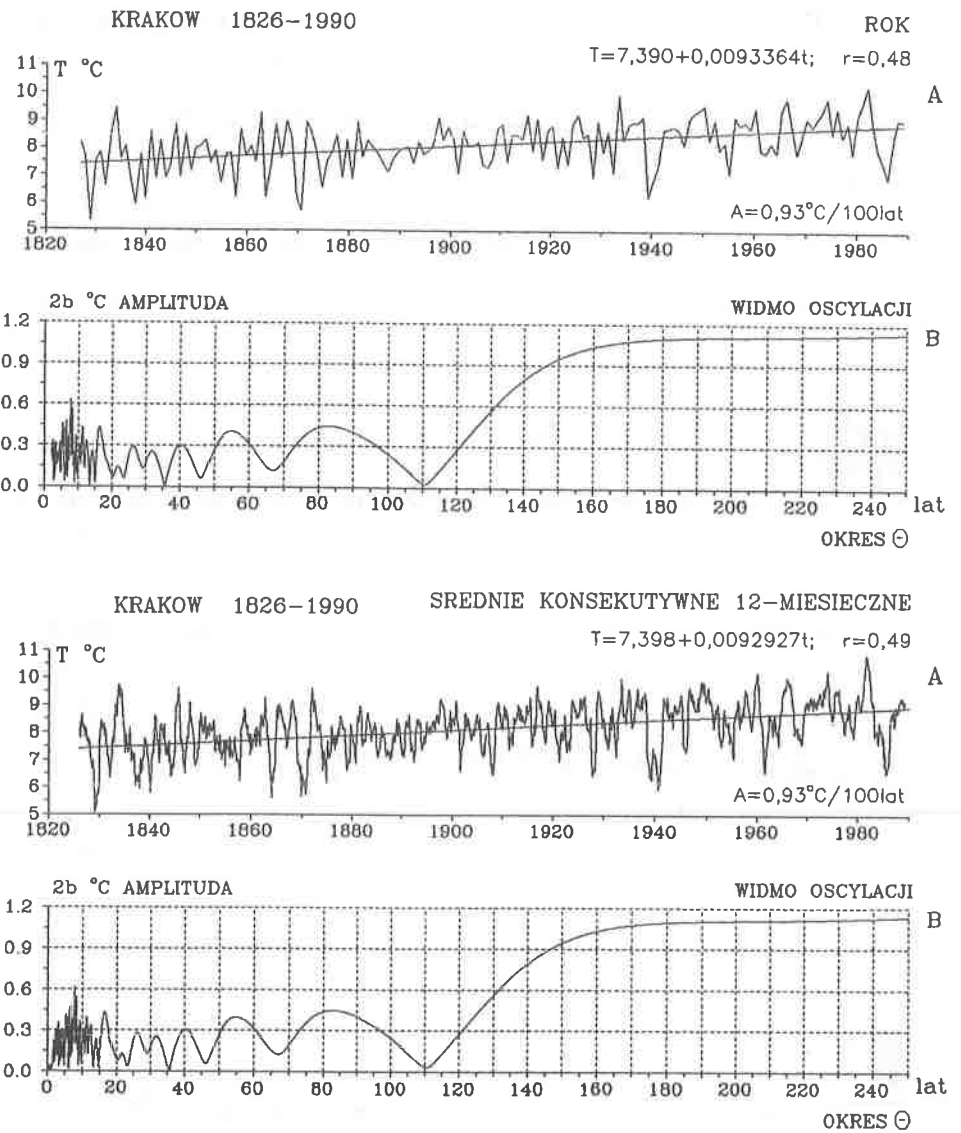
Rys. 16. Temperatura powietrza w Krakowie (1826-1990) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 1,38$; wiosna $A = 0,99^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Cracow (1826-1990) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 1,38$; spring $A = 0,99^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 17. Temperatura powietrza w Krakowie (1826-1990) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,32$; jesień $A = 0,81^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Cracow (1826-1990) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,32$; spring $A = 0,81^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 18. Temperatura powietrza w Krakowie (1826-1990) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe
 A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 1,37$; półrocze ciepłe $A = 0,48^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Cracow (1826-1990) — cold period, warm period
 A. The tendency of secular: cold period $A = 1,37$; warm period $A = 0,48^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 19. Temperatura powietrza w Krakowie (1826-1990) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

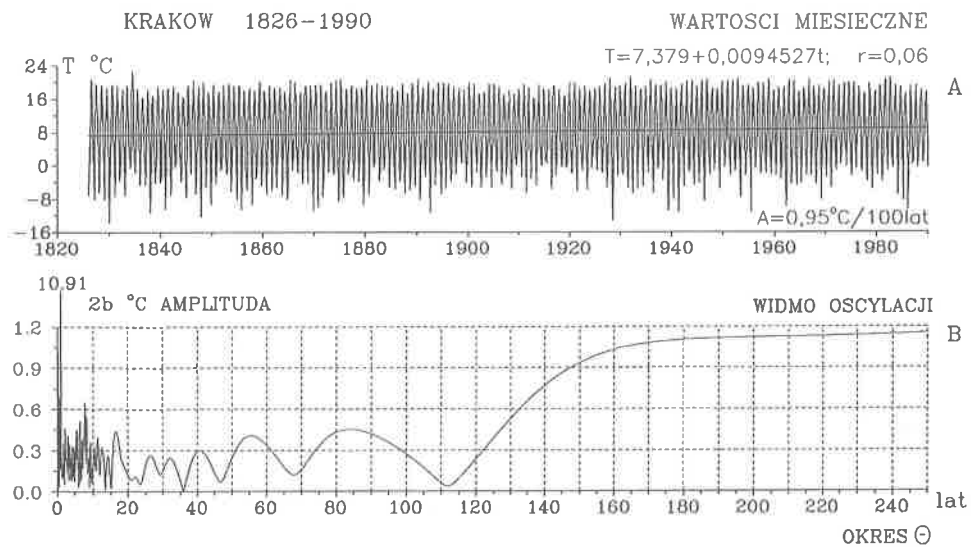
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,93$; konsekwtywne 12-miesięczne $A = 0,93^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250 lat, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-250 lat

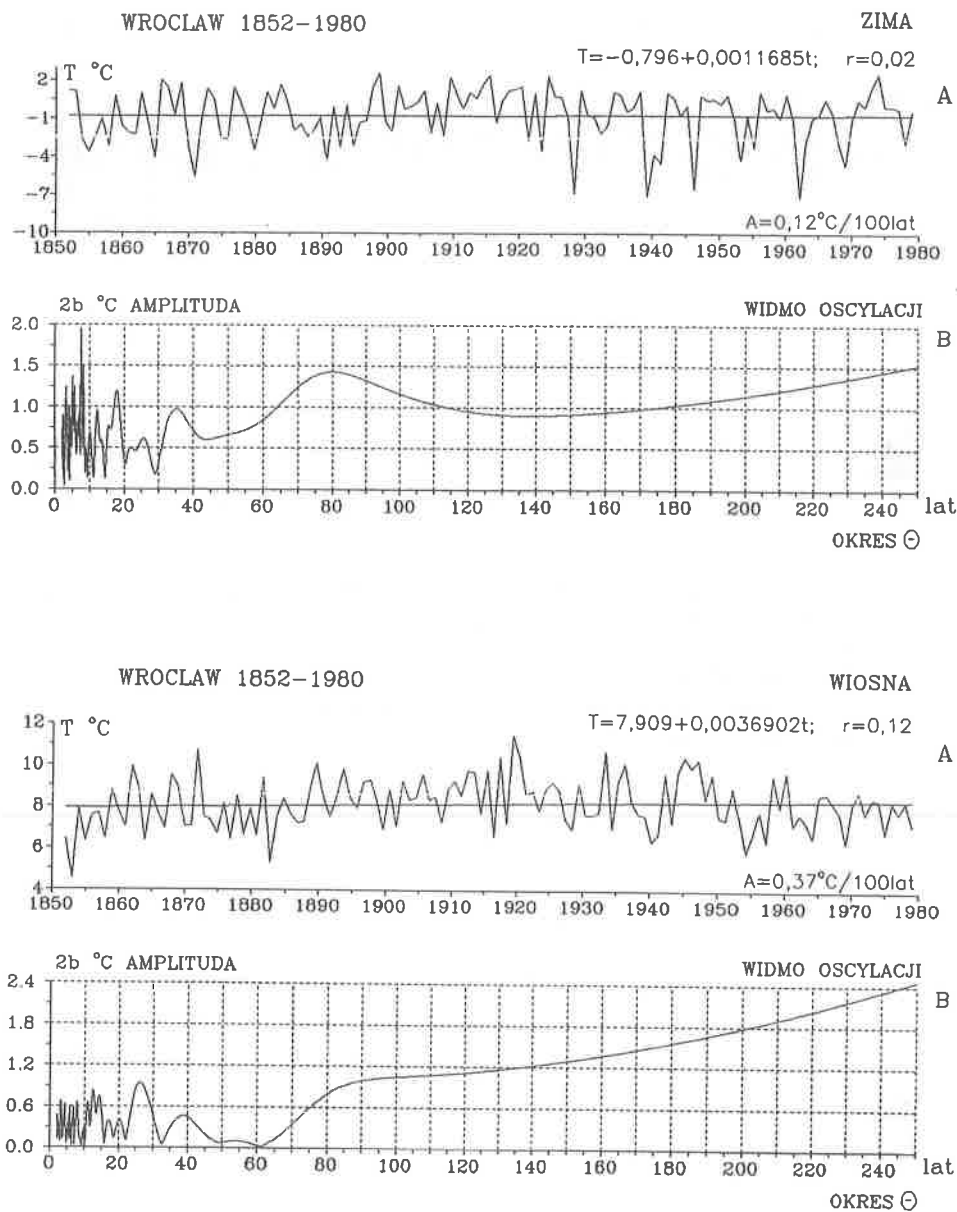
Air temperature in Cracow (1826-1990) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,93$; consecutive 12 month $A = 0,93^{\circ}\text{C}/100$ years

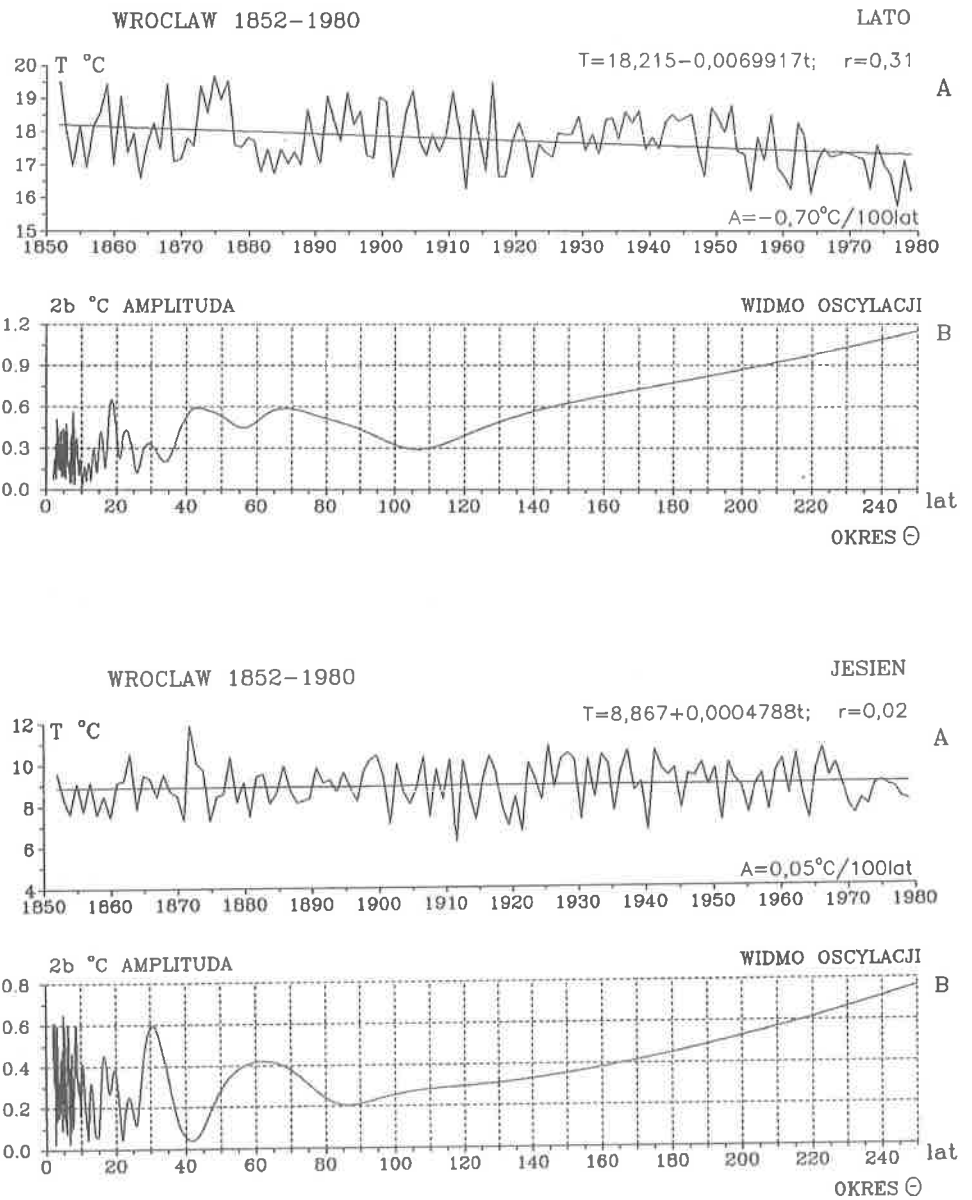
B. Dense spectra of oscillation in the strips: 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



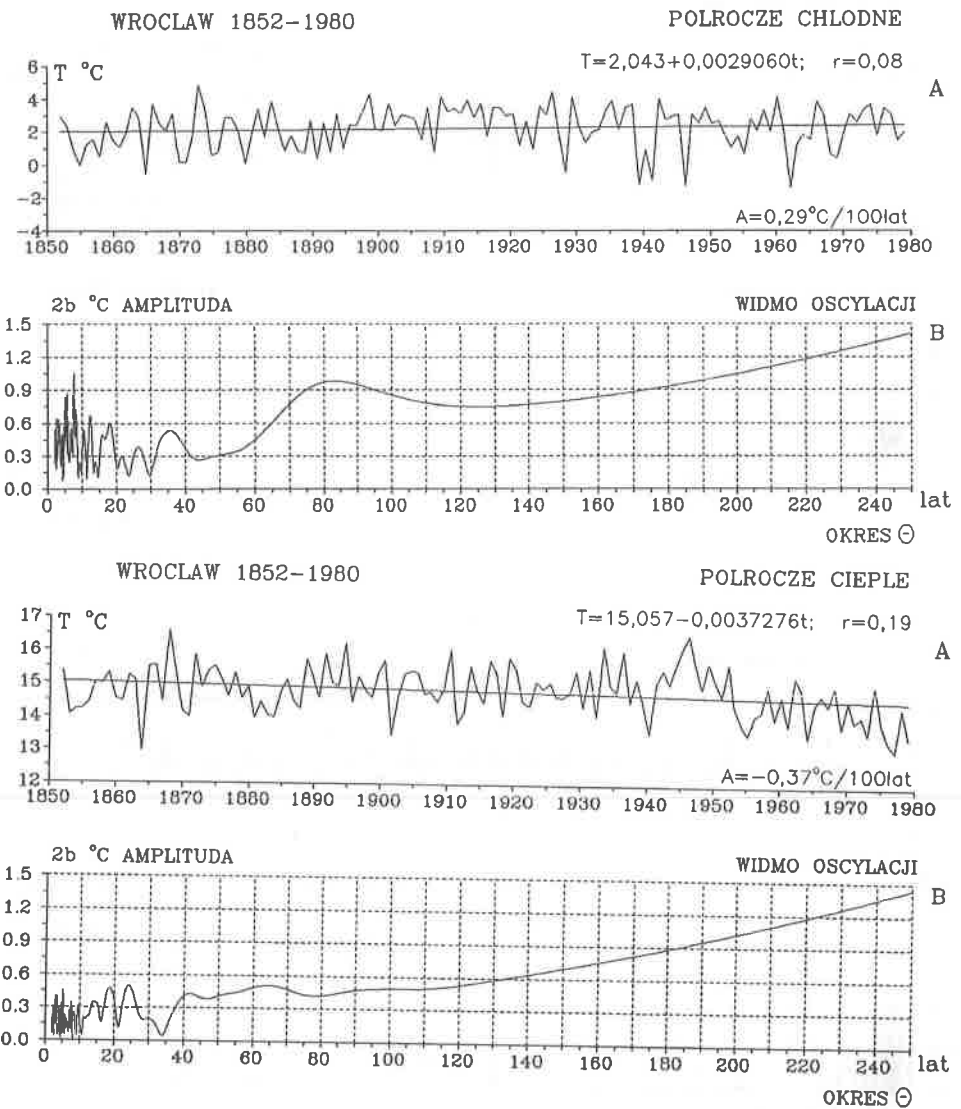
Rys. 20. Temperatura powietrza w Krakowie (1826-1990) — wartości miesięczne
 A. Tendencje wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,95^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 0,25-250 lat
 Air temperature in Cracow (1826-1990) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,95^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 0,25-250 years



Rys. 21. Temperatura powietrza we Wrocławiu (1852-1980) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,12$; wiosna $A = 0,37^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Wrocław (1852-1980) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,12$; spring $A = 0,37^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 22. Temperatura powietrza we Wrocławiu (1852-1980) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = -0,70$; wiosna $A = 0,05^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Wrocław (1852-1980) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = -0,70$; spring $A = 0,05^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 23. Temperatura powietrza we Wrocławiu (1852-1980) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

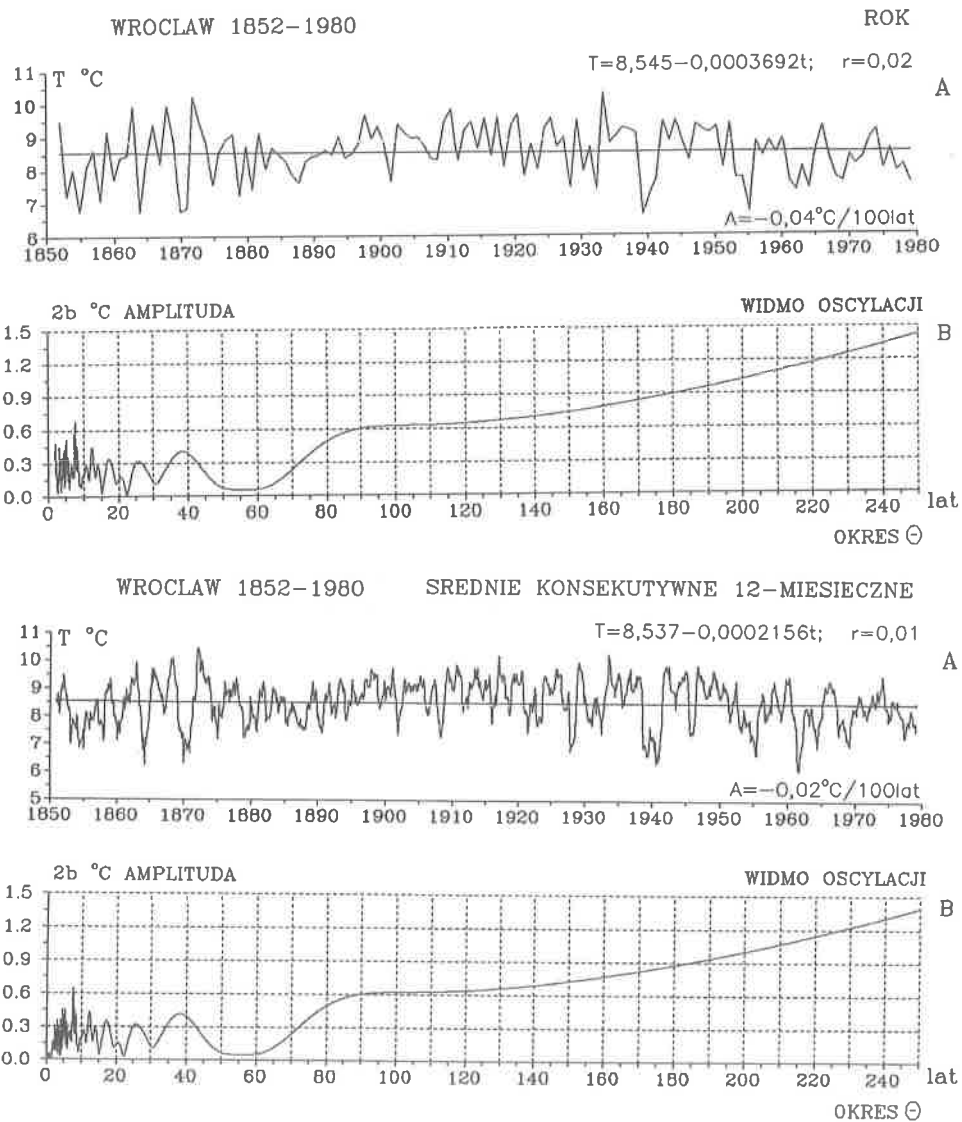
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,29$; półrocze ciepłe $A = -0,37^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Wrocław (1852-1980) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,29$; warm period $A = -0,37^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 24. Temperatura powietrza we Wrocławiu (1852-1980) — rok, konsekwentne 12-miesięczne

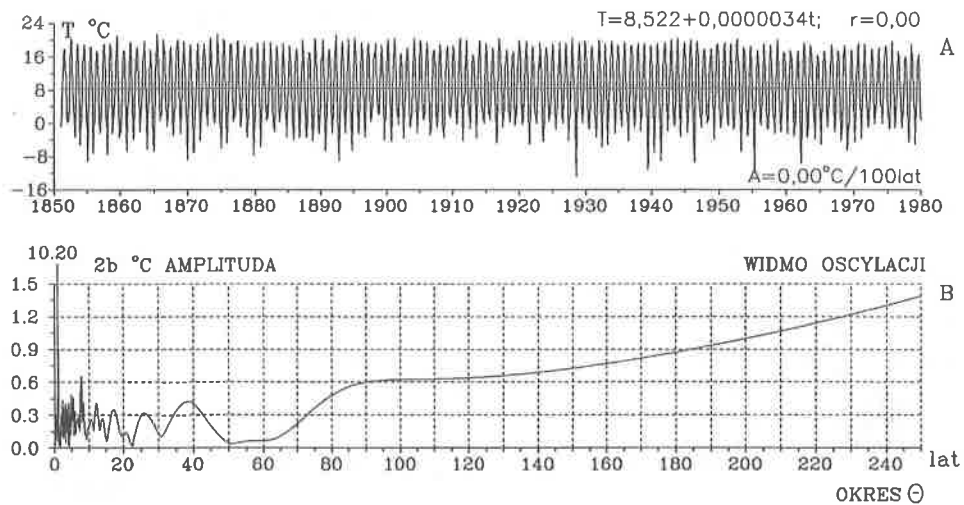
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = -0,04$; konsekwentne 12 miesięcy $A = -0,02^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwentne 12-miesięczne 0,25-250 lat

Air temperature in Wrocław (1852-1980) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = -0,04$; consecutive 12 month $A = -0,02^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



Rys. 25. Temperatura powietrza we Wrocławiu (1852-1980) — wartości miesięczne

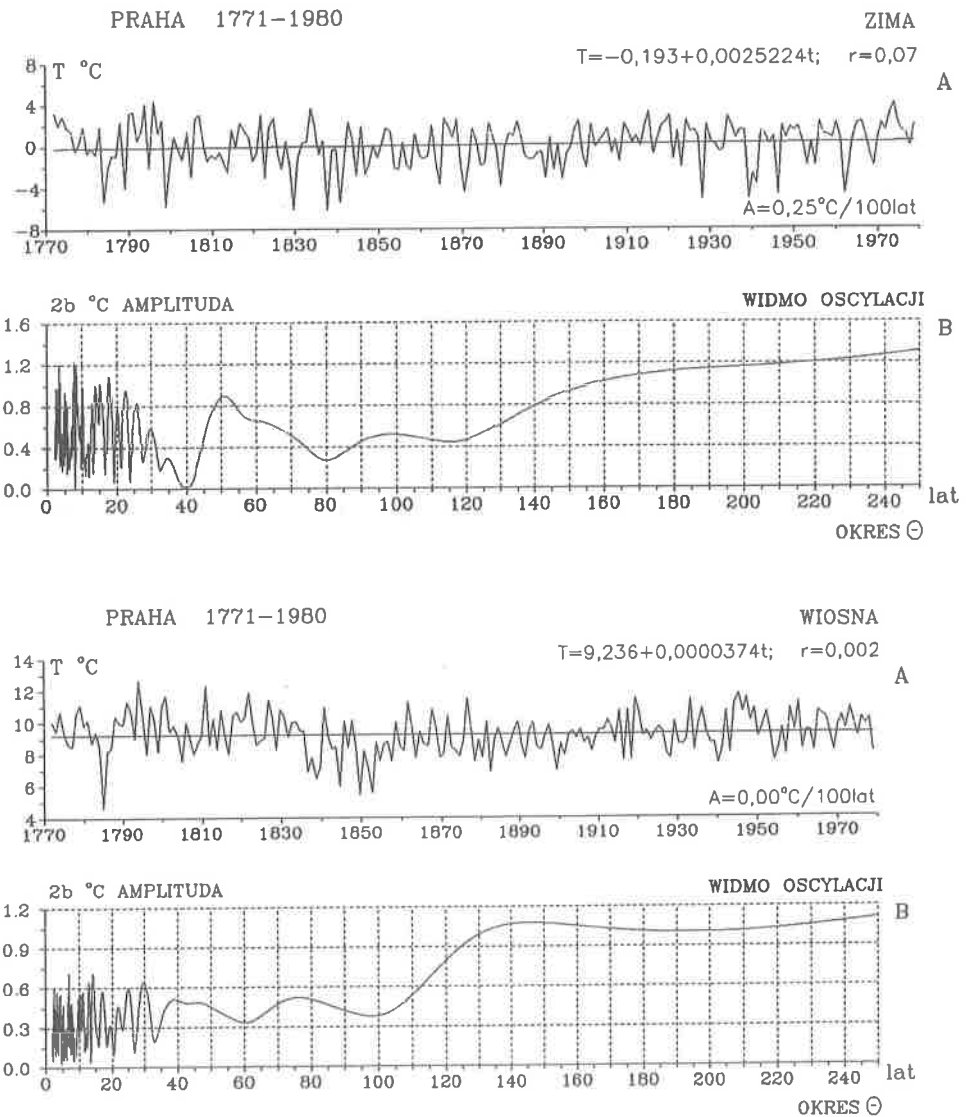
A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,00^\circ\text{C}/100$ lat

B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

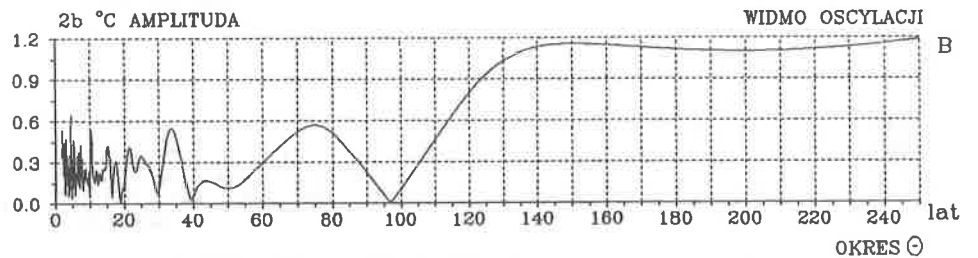
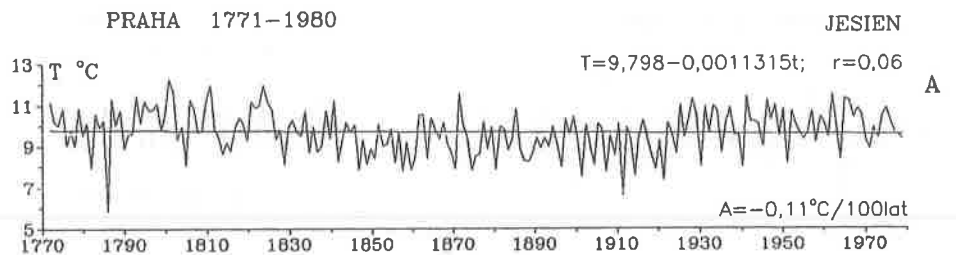
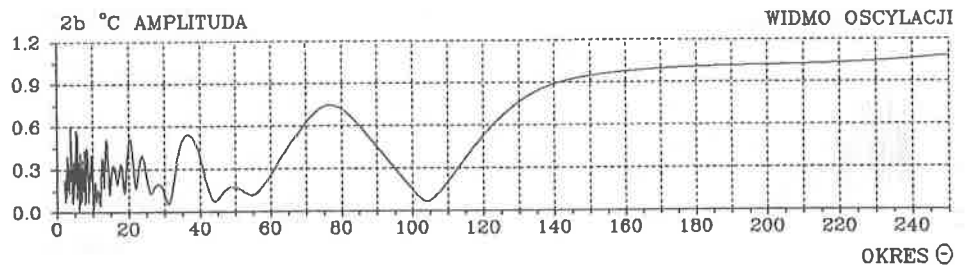
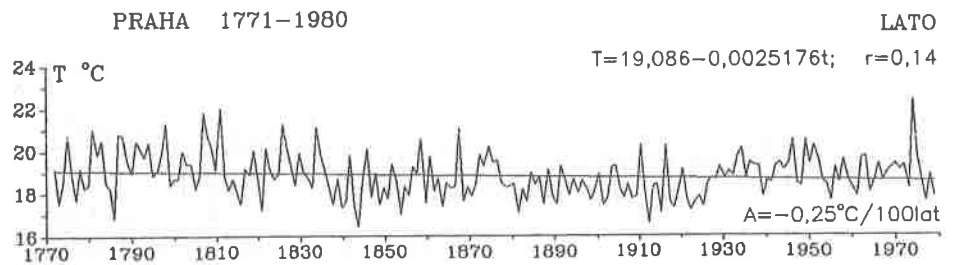
Air temperature in Wrocław (1852-1980) — monthly values

A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,00^\circ\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 26. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,25$; wiosna $A = 0,00^\circ\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Praha (1771-1980) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,25$; spring $A = 0,00^\circ\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 27. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — lato, jesień

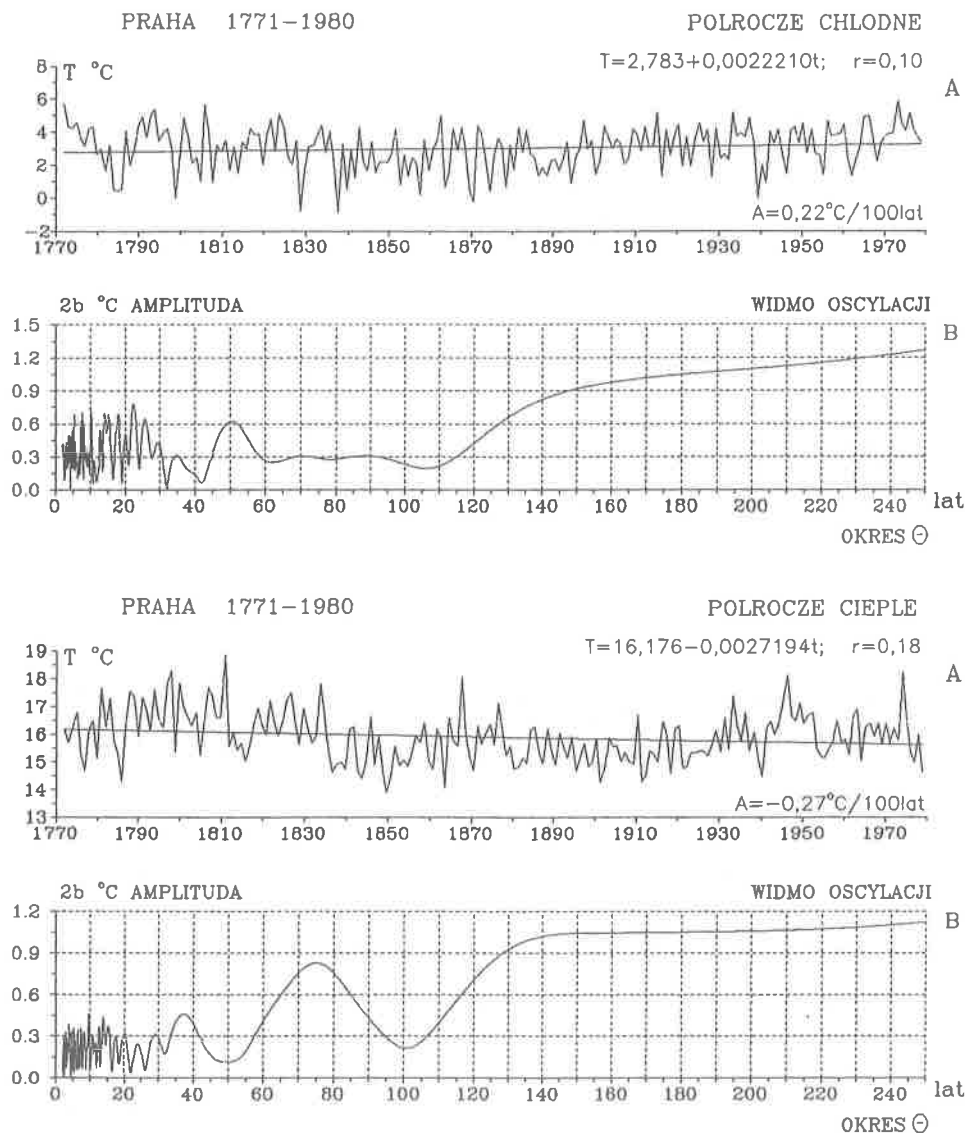
A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = -0,25$; wiosna $A = 0,11^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Praha (1771-1980) — summer, autumn

A. The tendency of secular: summer $A = -0,25$; spring $A = 0,11^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 28. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

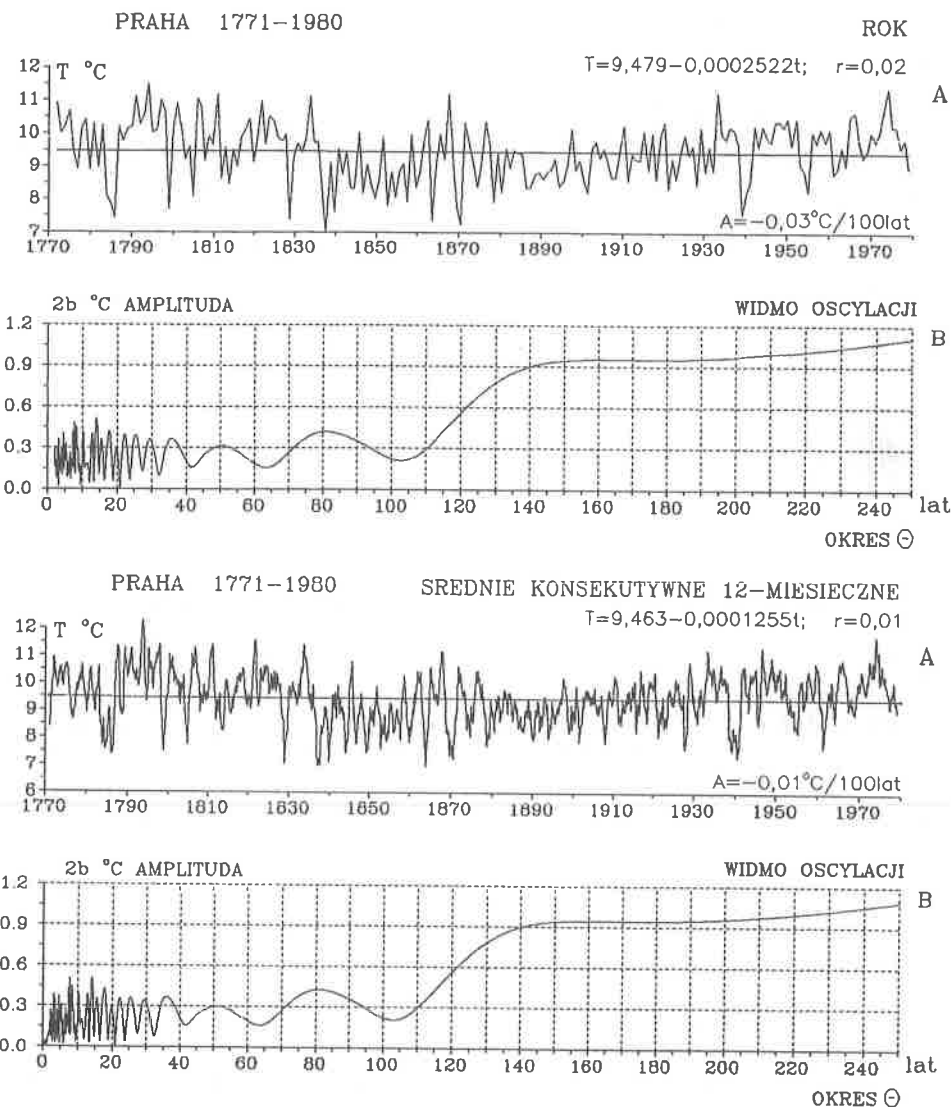
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,22$; półrocze ciepłe $A = -0,27^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Praha (1771-1980) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,22$; warm period $A = -0,27^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 29. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — rok, konsekwentne 12-miesięczne

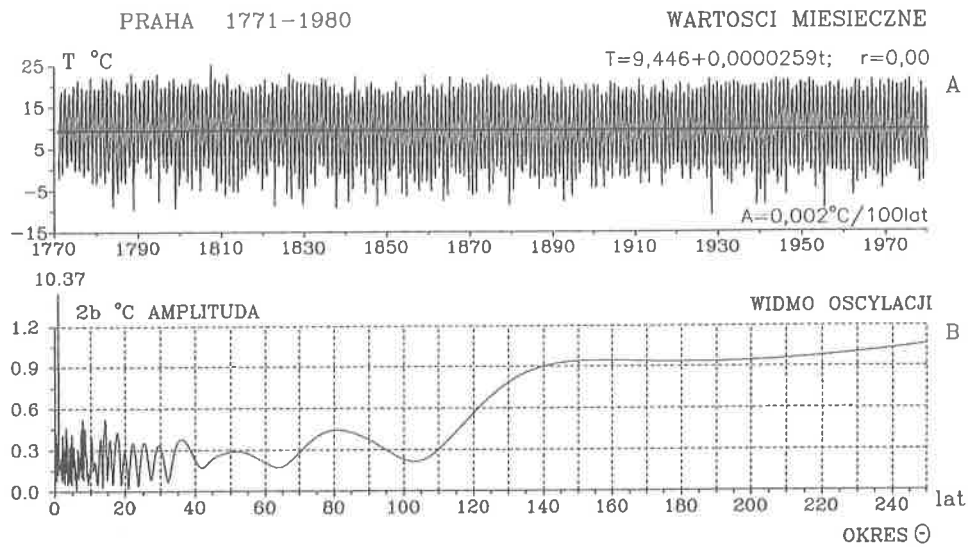
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = -0,03$; konsekwentne 12 miesięcy $A = -0,01^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwentne 12-miesięczne 0,25-250 lat

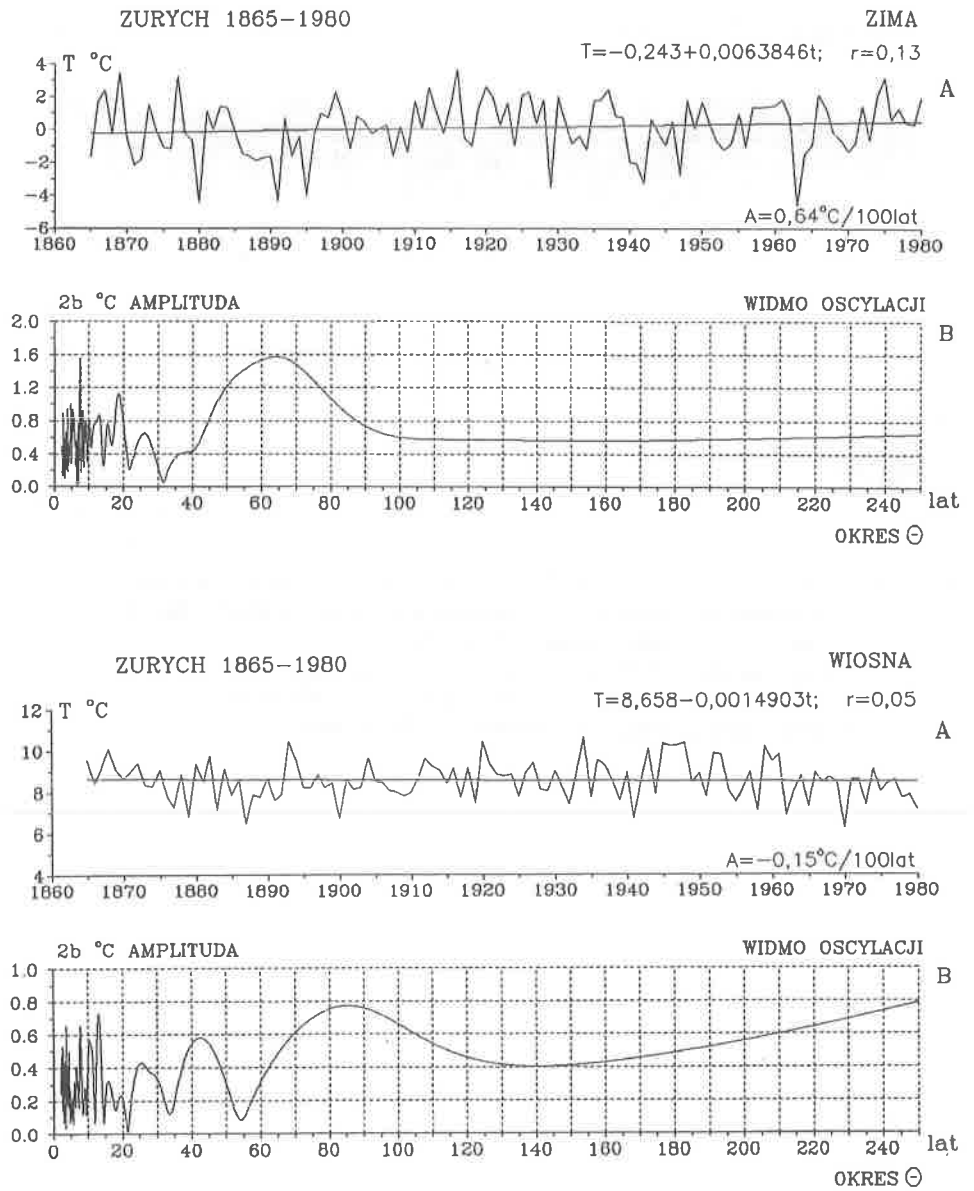
Air temperature in Praha (1771-1980) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = -0,03$; consecutive 12 month $A = -0,01^{\circ}\text{C}/100$ years

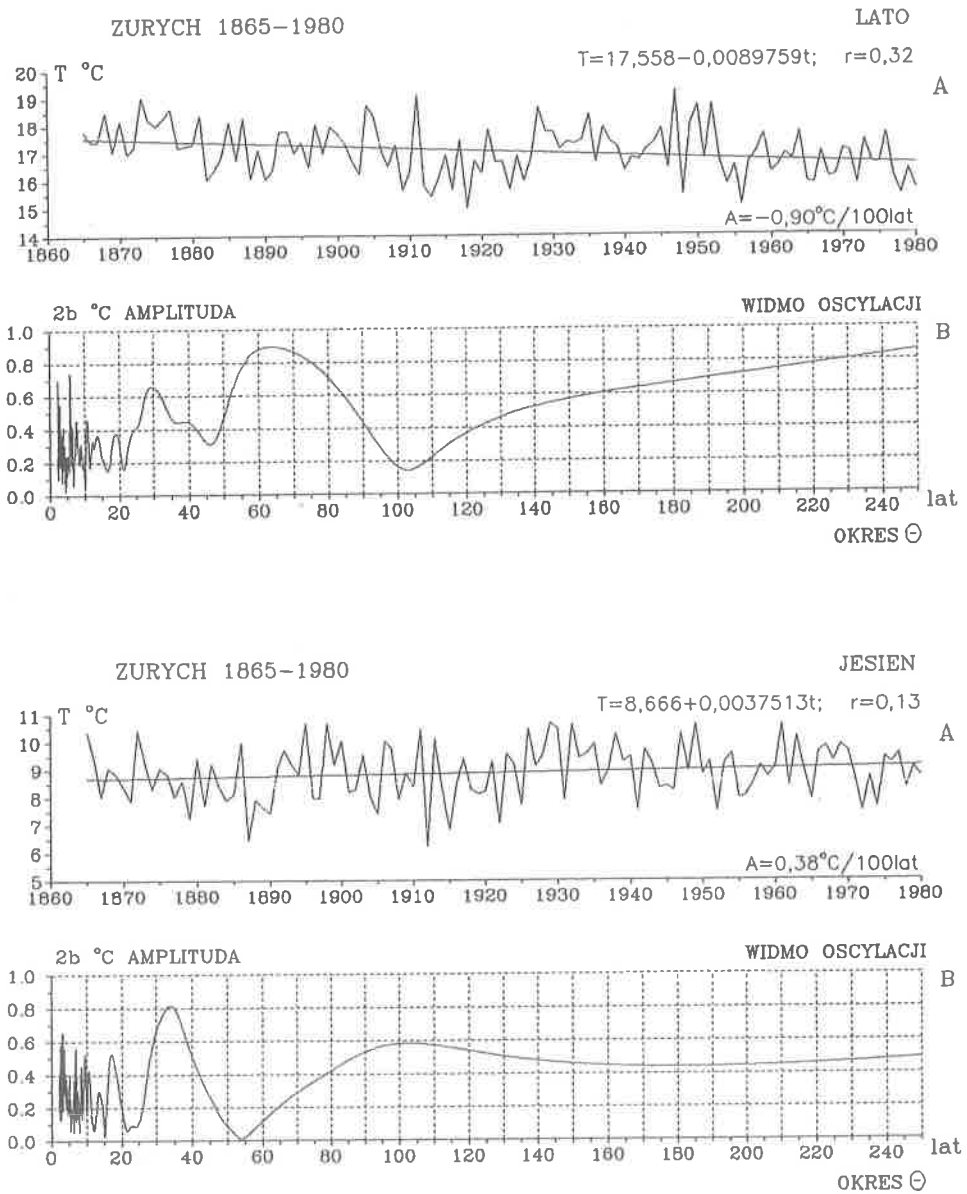
B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



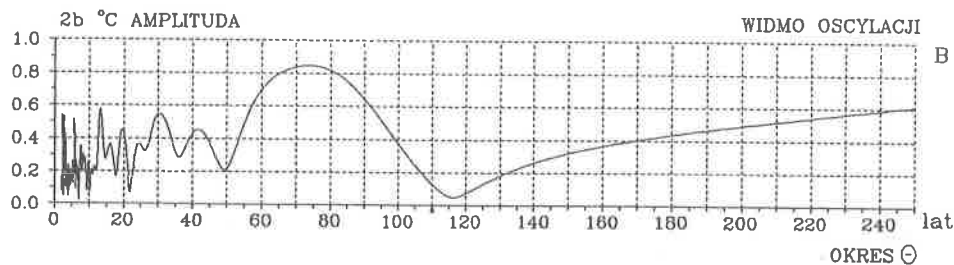
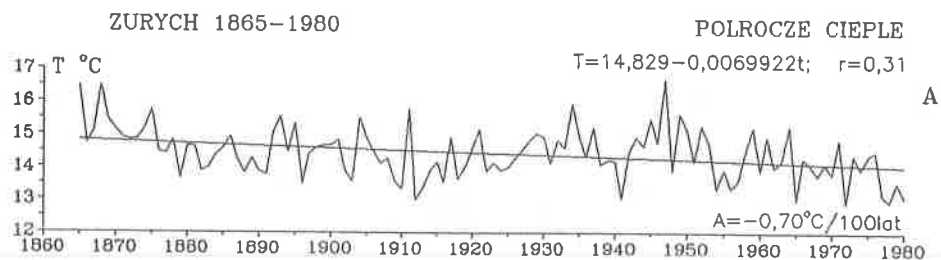
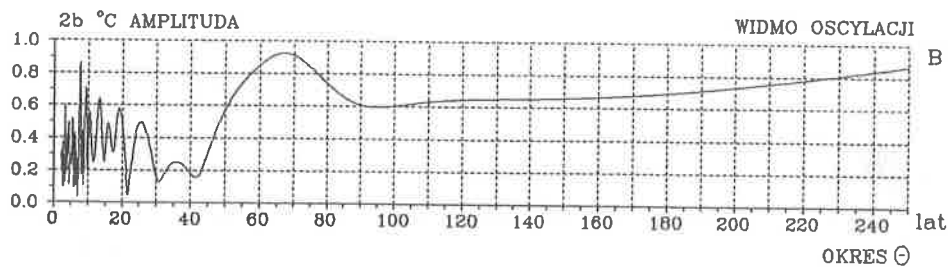
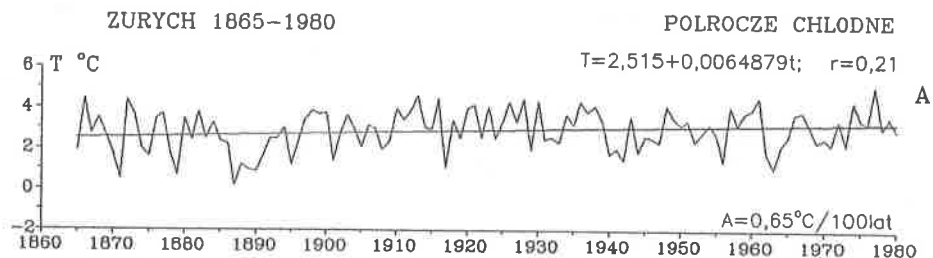
Rys. 30. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,002^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Praha (1771-1980) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,002^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 31. Temperatura powietrza w Zurychu (1864-1980) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,64$; wiosna $A = -0,15^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Zurich (1864-1980) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,64$; spring $A = -0,15^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 32. Temperatura powietrza w Zurychu (1864-1980) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = -0,90$; jesień $A = 0,38^{\circ}\text{C}/100 \text{ lat}$
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Zurich (1864-1980) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = -0,90$; spring $A = 0,38^{\circ}\text{C}/100 \text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 33. Temperatura powietrza w Zurychu (1864-1980) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

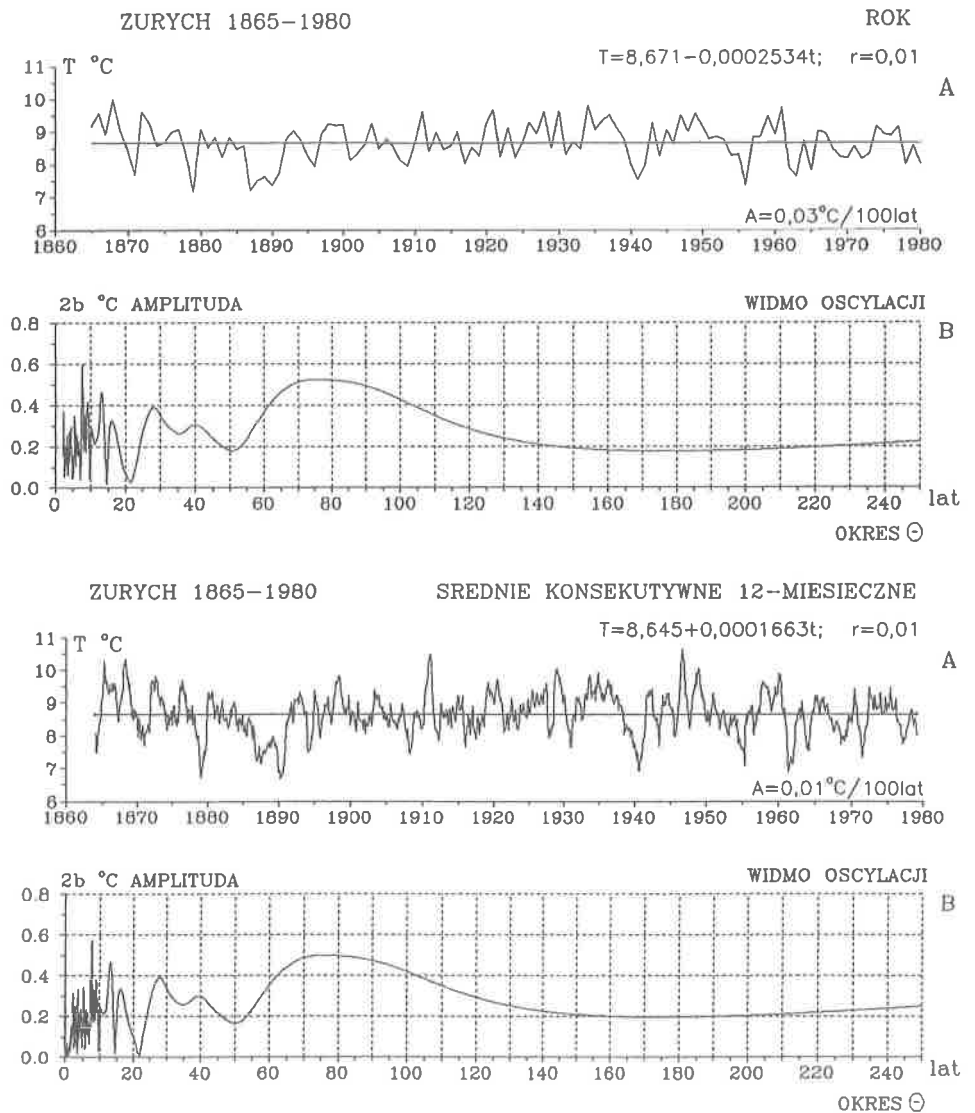
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,65$; półrocze ciepłe $A = -0,70^\circ\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

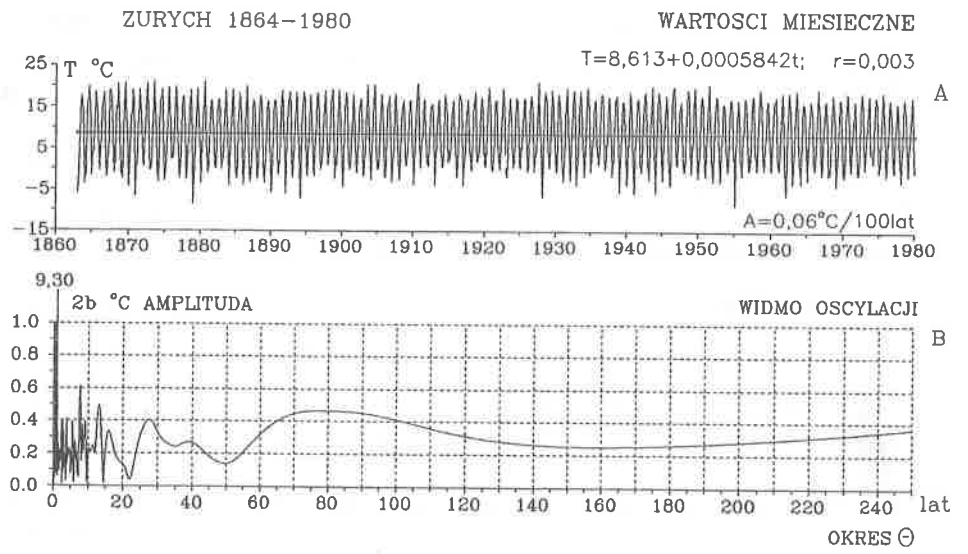
Air temperature in Zurich (1864-1980) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,65$; warm period $A = -0,70^\circ\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 34. Temperatura powietrza w Pradze (1771-1980) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne
 A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,03$; konsekwtywne 12 miesięcy $A = 0,01^\circ\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-250 lat
 Air temperature in Zurych (1864-1980) — year, consecutive 12 month
 A. The tendency of secular: year $A = 0,03$; consecutive 12 month $A = 0,01^\circ\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



Rys. 35. Temperatura powietrza w Zurychu (1864-1980) — wartości miesięczne

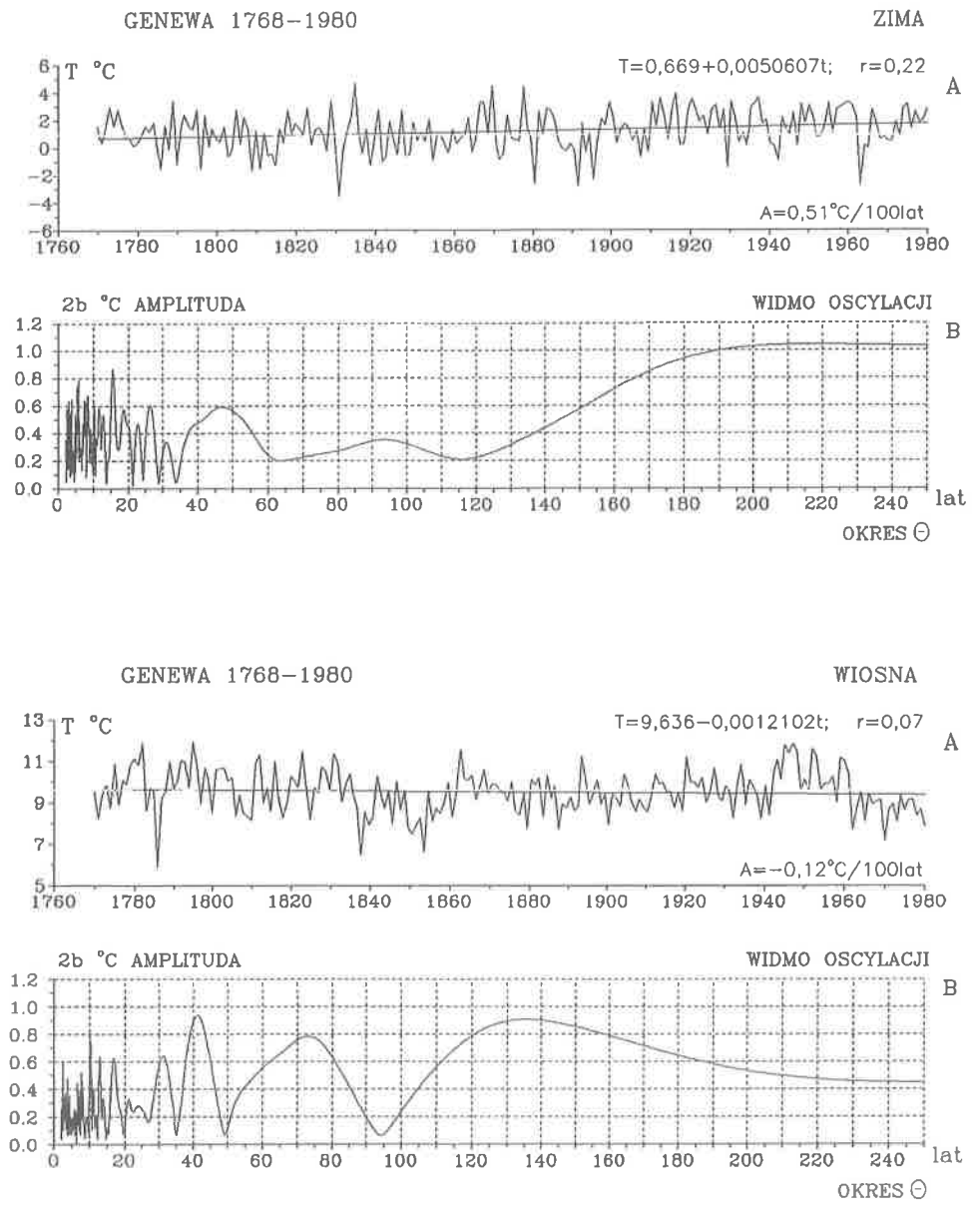
A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,06^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

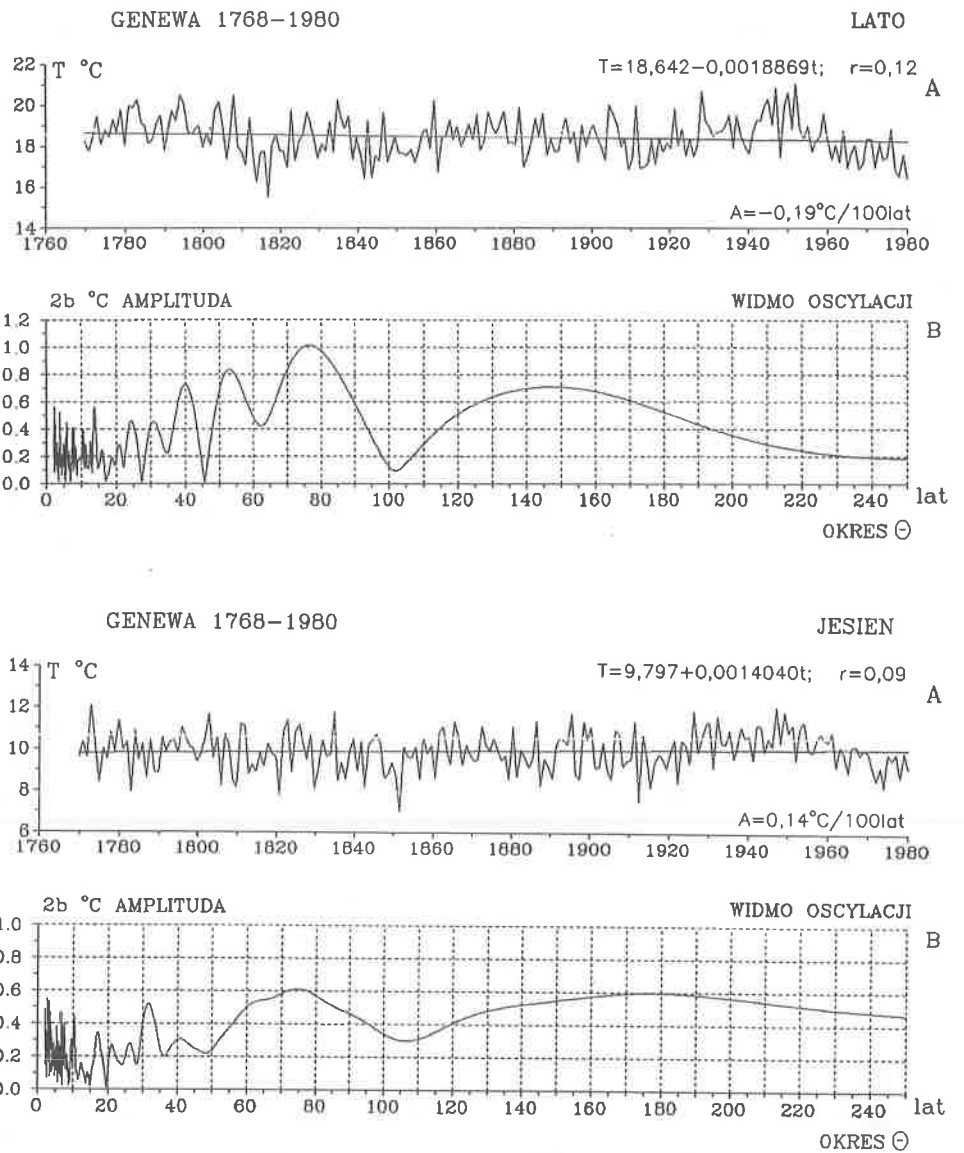
Air temperature in Zurich (1864-1980) — monthly values

A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,06^{\circ}\text{C}/100$ years

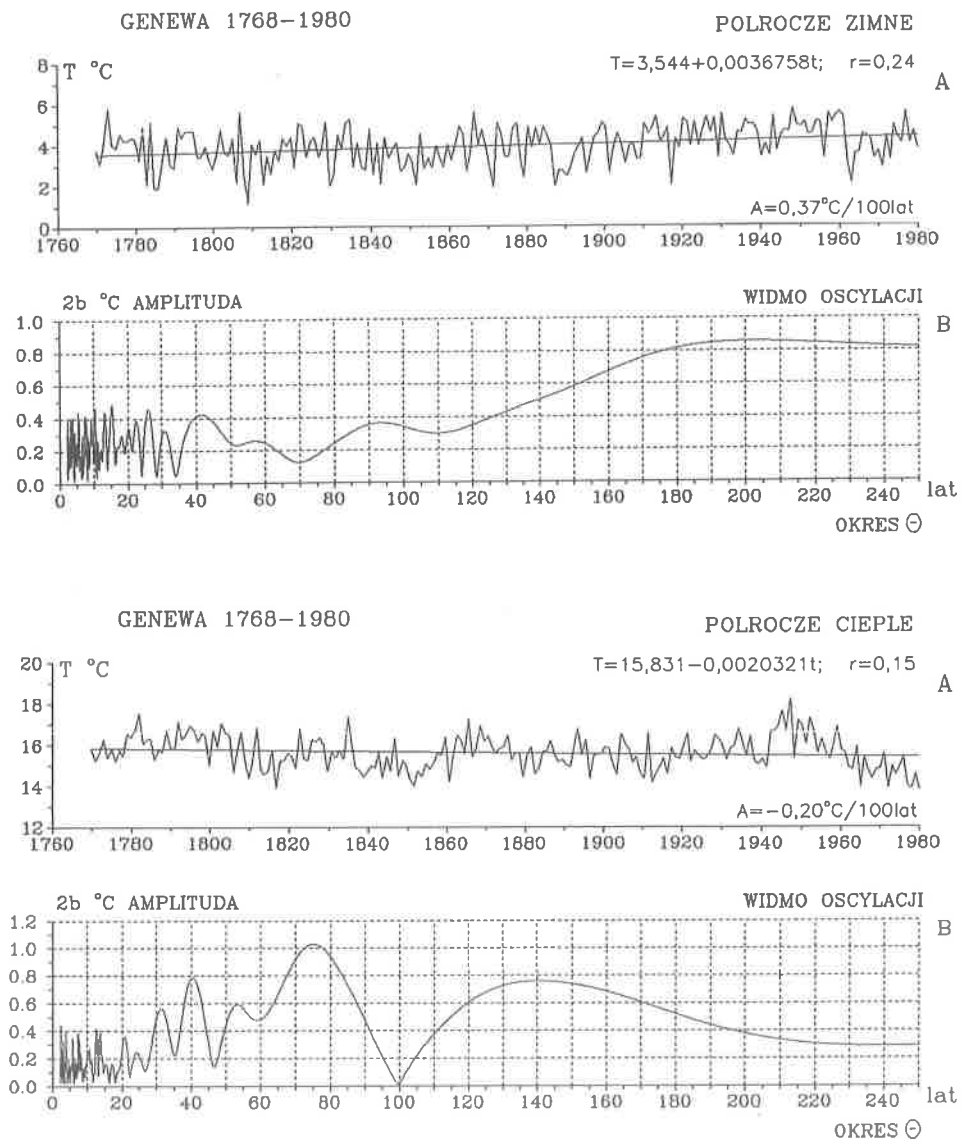
B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 36. Temperatura powietrza w Genewie (1768-1980) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,51$; wiosna $A = -0,12^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Geneva (1768-1980) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,51$; spring $A = -0,12^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 37. Temperatura powietrza w Genewie (1768-1980) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = -0,19$; wiosna $A = 0,14^\circ\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Geneva (1768-1980) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = -0,19$; spring $A = 0,14^\circ\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 38. Temperatura powietrza w Genewie (1768-1980) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

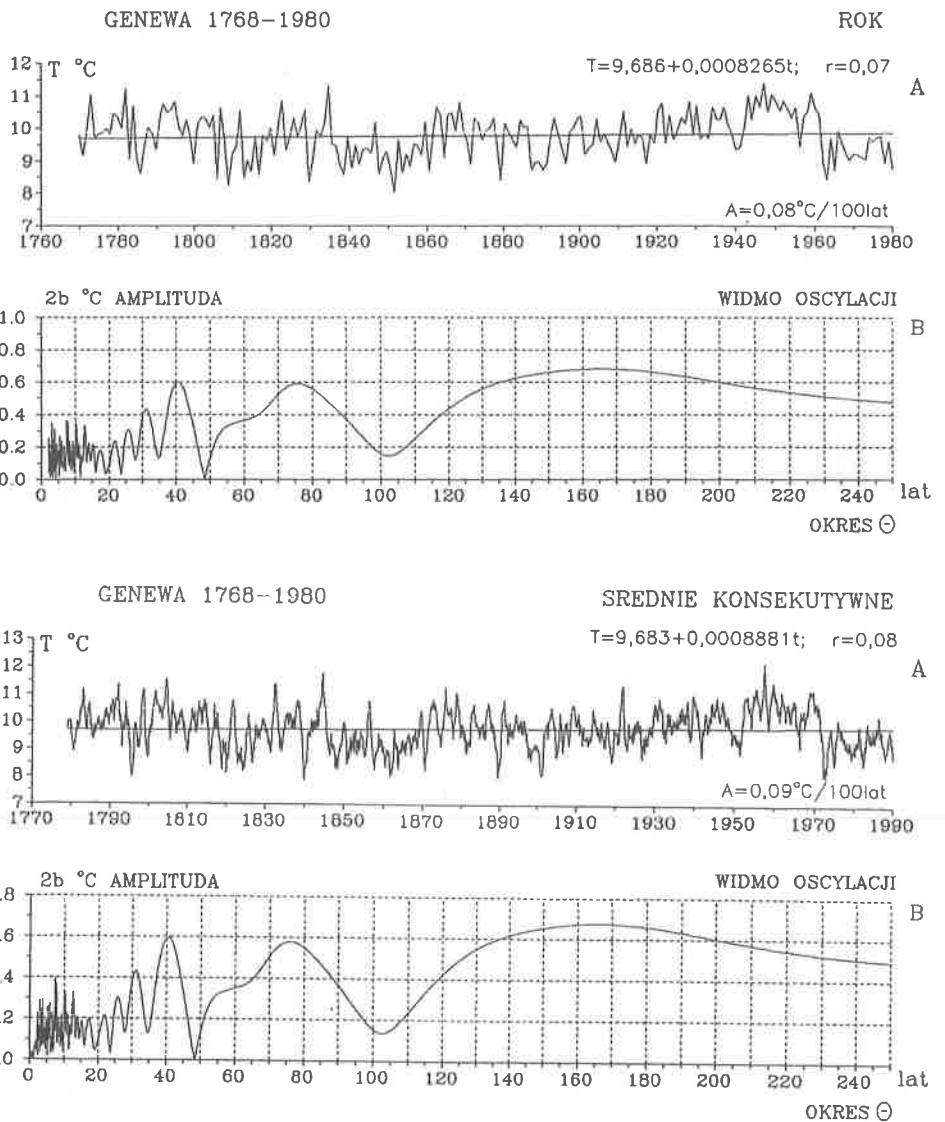
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,37$; półrocze ciepłe $A = -0,20^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Geneva (1768-1980) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,37$; warm period $A = -0,20^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 39. Temperatura powietrza w Genewie (1768-1980) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

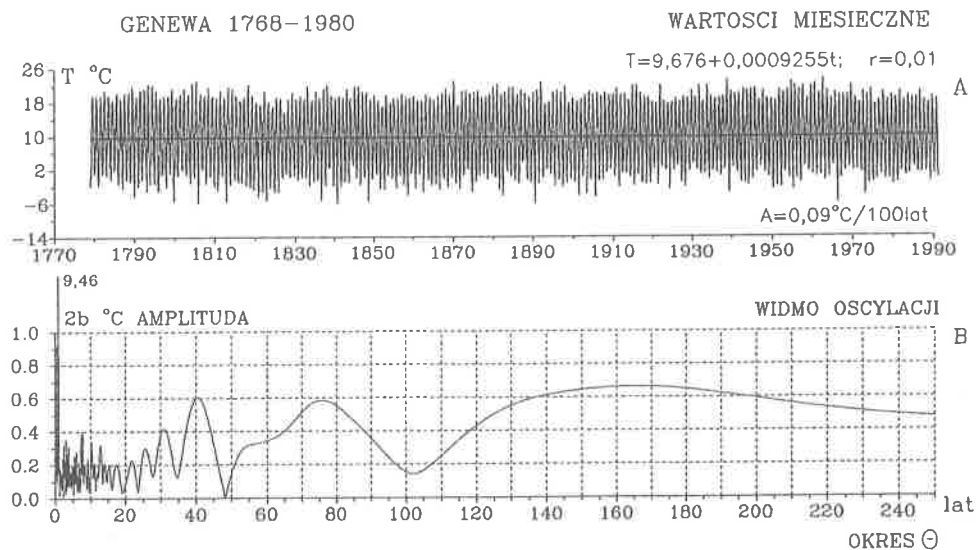
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,08$; konsekwtywne 12 miesięczne $A = 0,09^\circ\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-250 lat

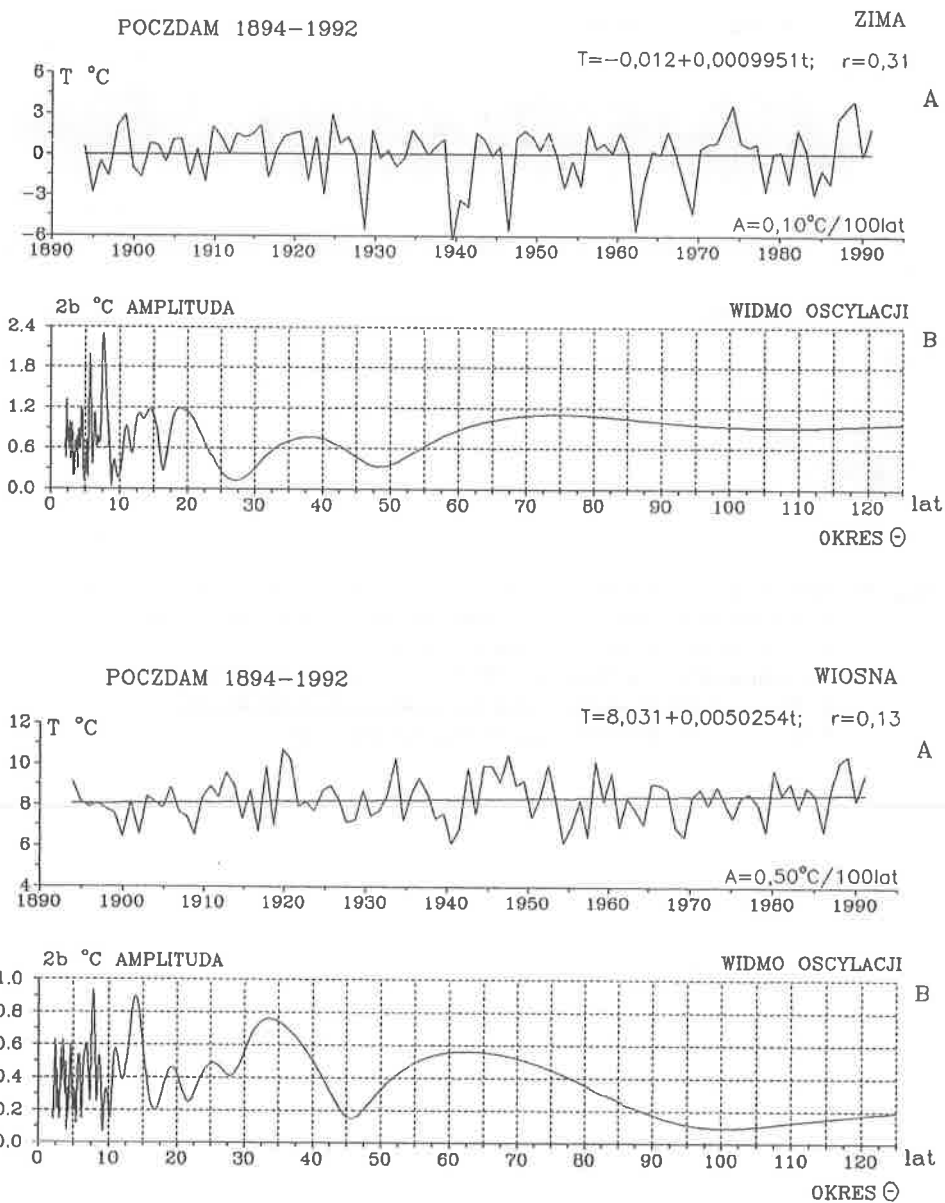
Air temperature in Geneva (1768-1980) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,08$; consecutive 12 month $A = 0,09^\circ\text{C}/100$ years

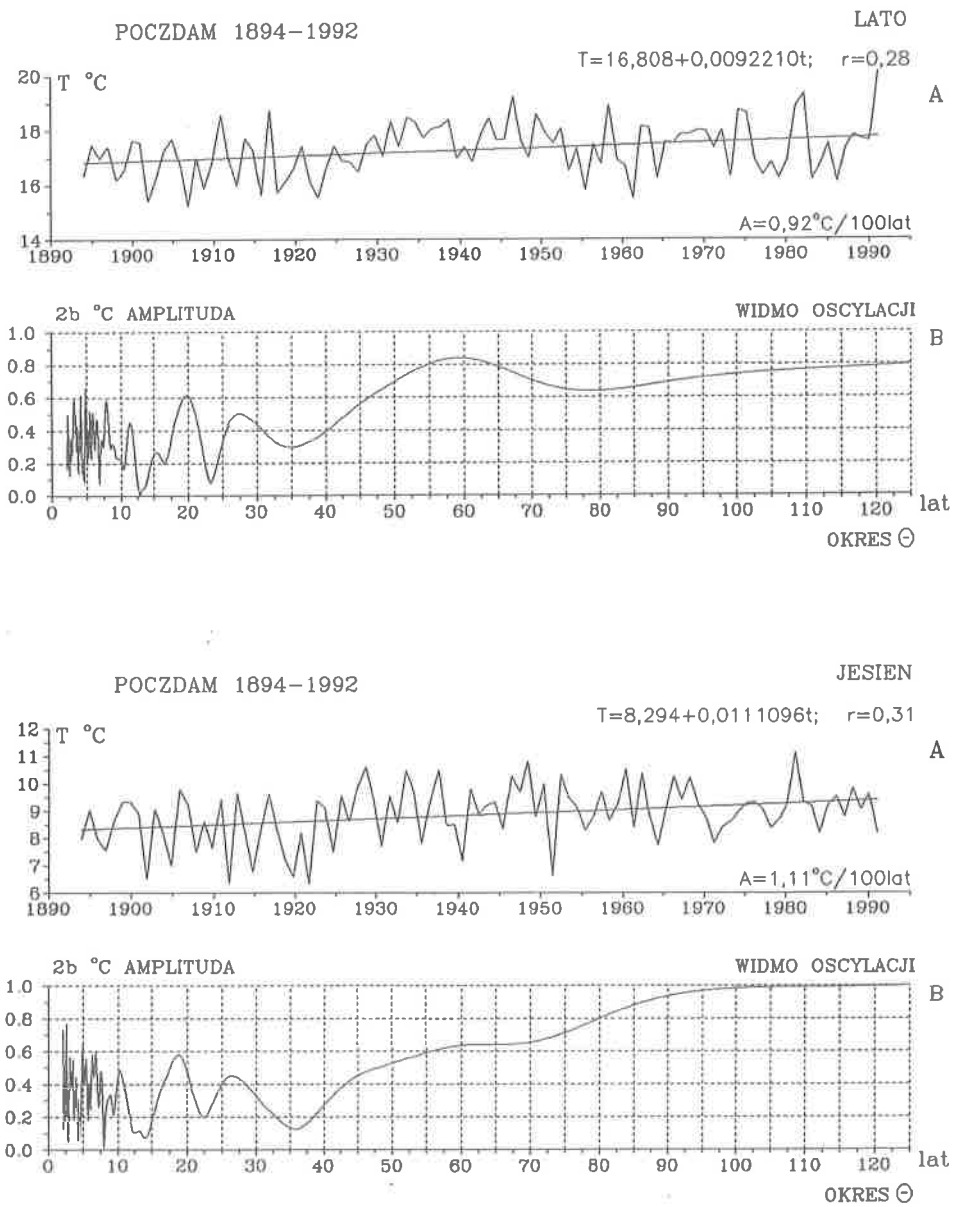
B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



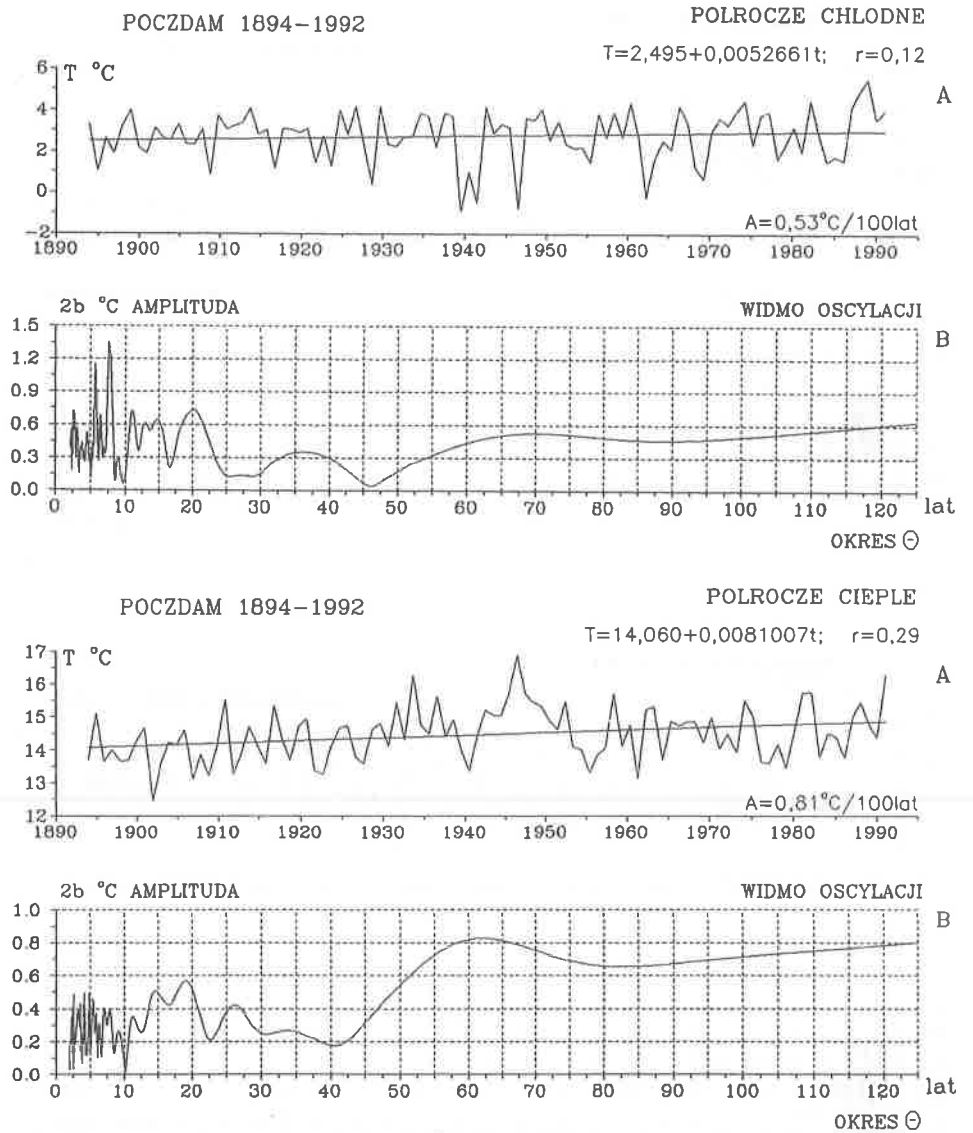
Rys. 40. Temperatura powietrza w Genewie (1768-1980) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,09^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Geneva (1768-1980) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,09^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 41. Temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,10$; wiosna $A = 0,50^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Air temperature in Potsdam (1893-1992) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,10$; spring $A = 0,50^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 42. Temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,92$; wiosna $A = 1,11^{\circ}\text{C}/100\text{ lat}$
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Air temperature in Postdam (1893-1992) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 0,92$; spring $A = 1,11^{\circ}\text{C}/100\text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 43. Temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

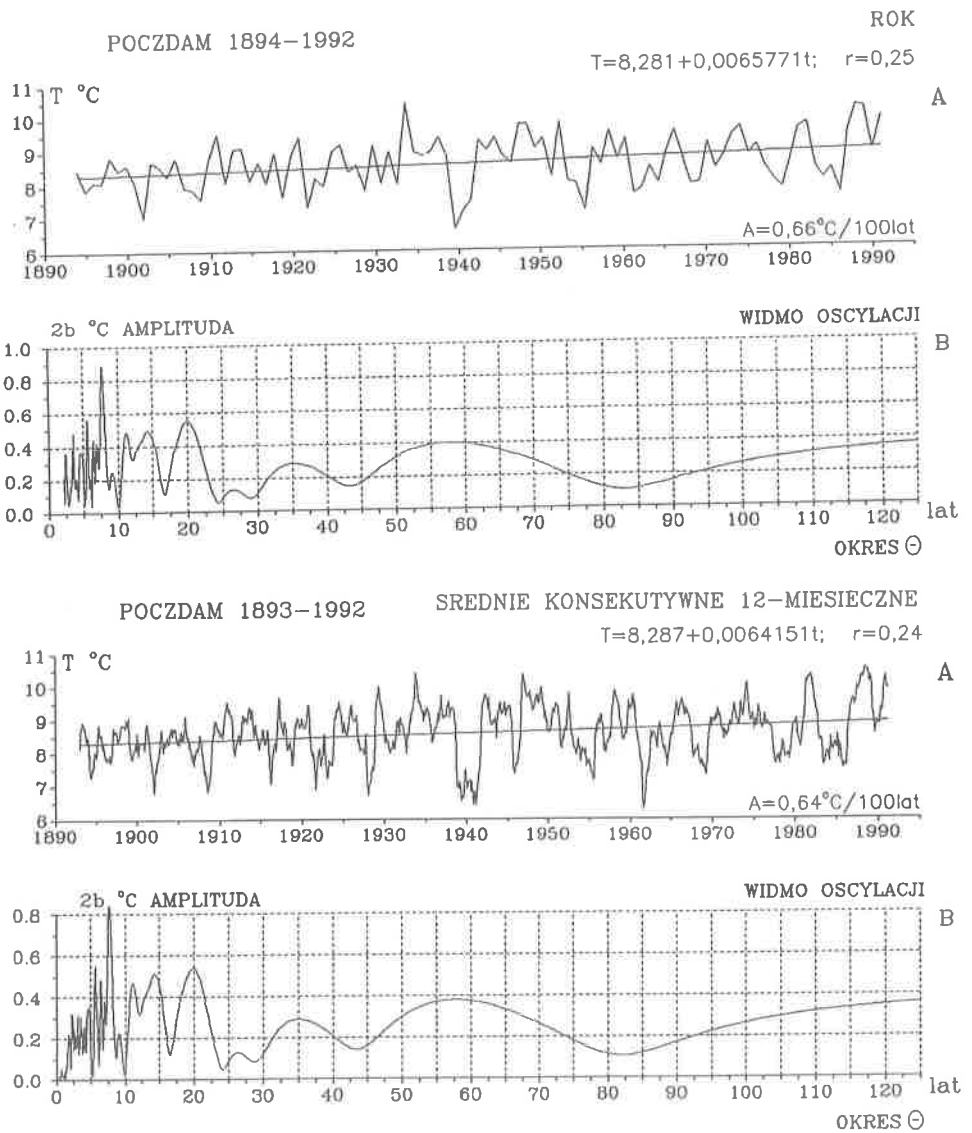
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,53$; półrocze ciepłe $A = 0,81^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

Air temperature in Potsdam (1893-1992) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,53$; warm period $A = 0,81^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 44. Temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

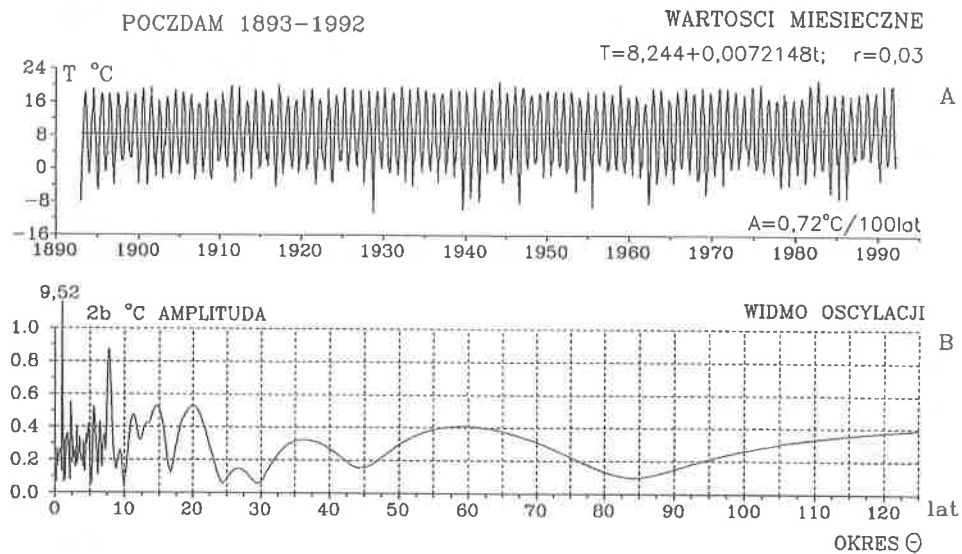
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,66$; konsekwtywne 12 miesięcy $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-125 lat

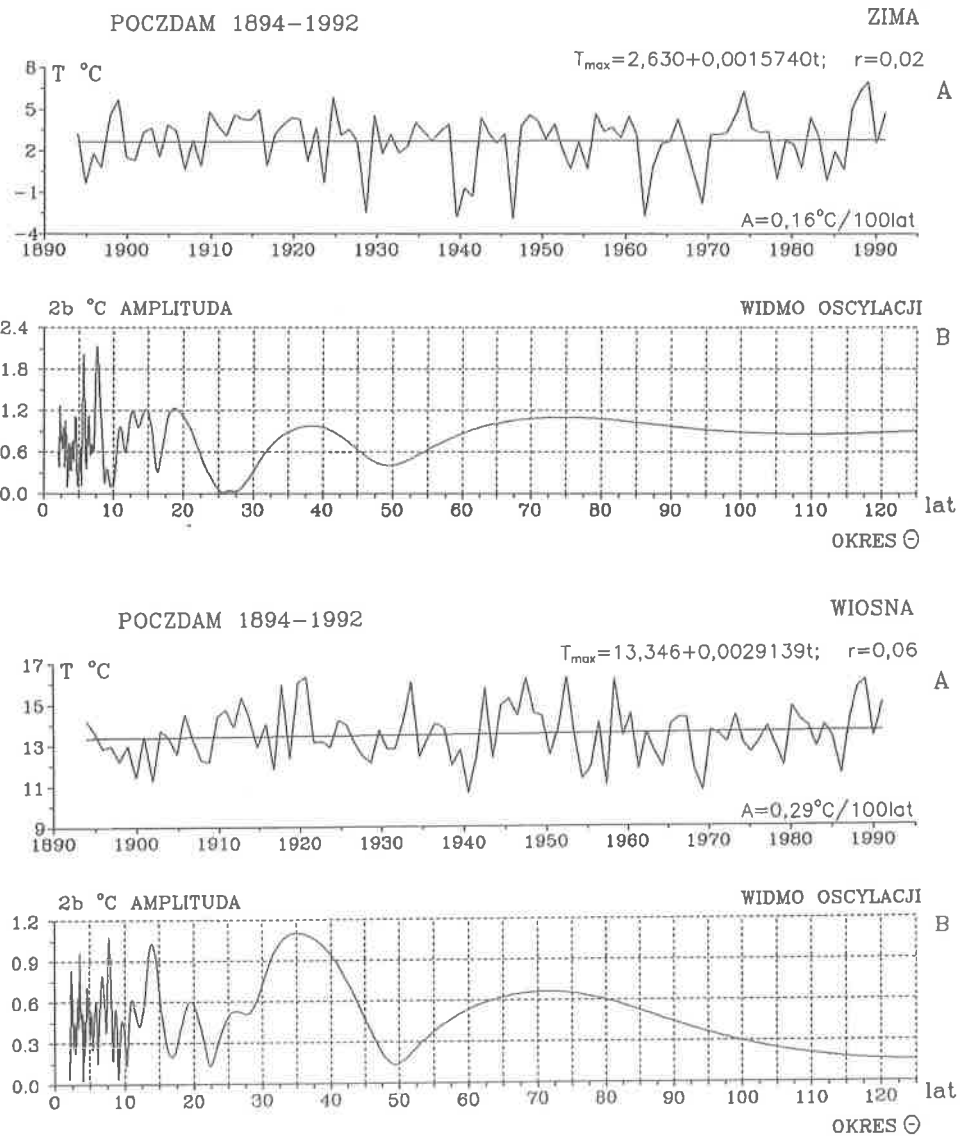
Air temperature in Potsdam (1893-1992) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,66$; consecutive 12 month $A = 0,64^{\circ}\text{C}/100$ years

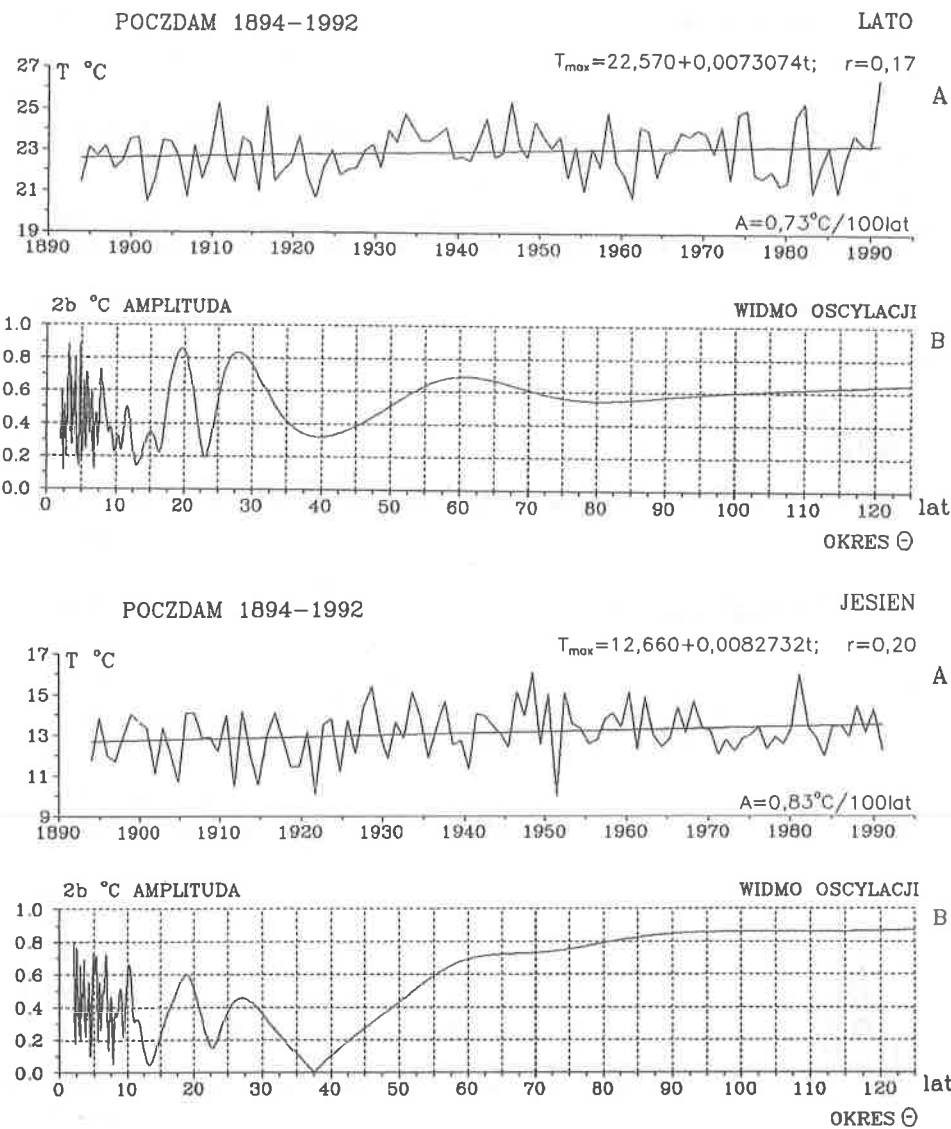
B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-125 years



Rys. 45. Temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,72^{\circ}\text{C}/100 \text{ lat}$
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Air temperature in Potsdam (1893-1992) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,72^{\circ}\text{C}/100 \text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 46. Maksymalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,29$; wiosna $A = 0,73^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Maximum air temperature in Potsdam (1894-1992) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,29$; spring $A = 0,73^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 47. Maksymalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — lato, jesień

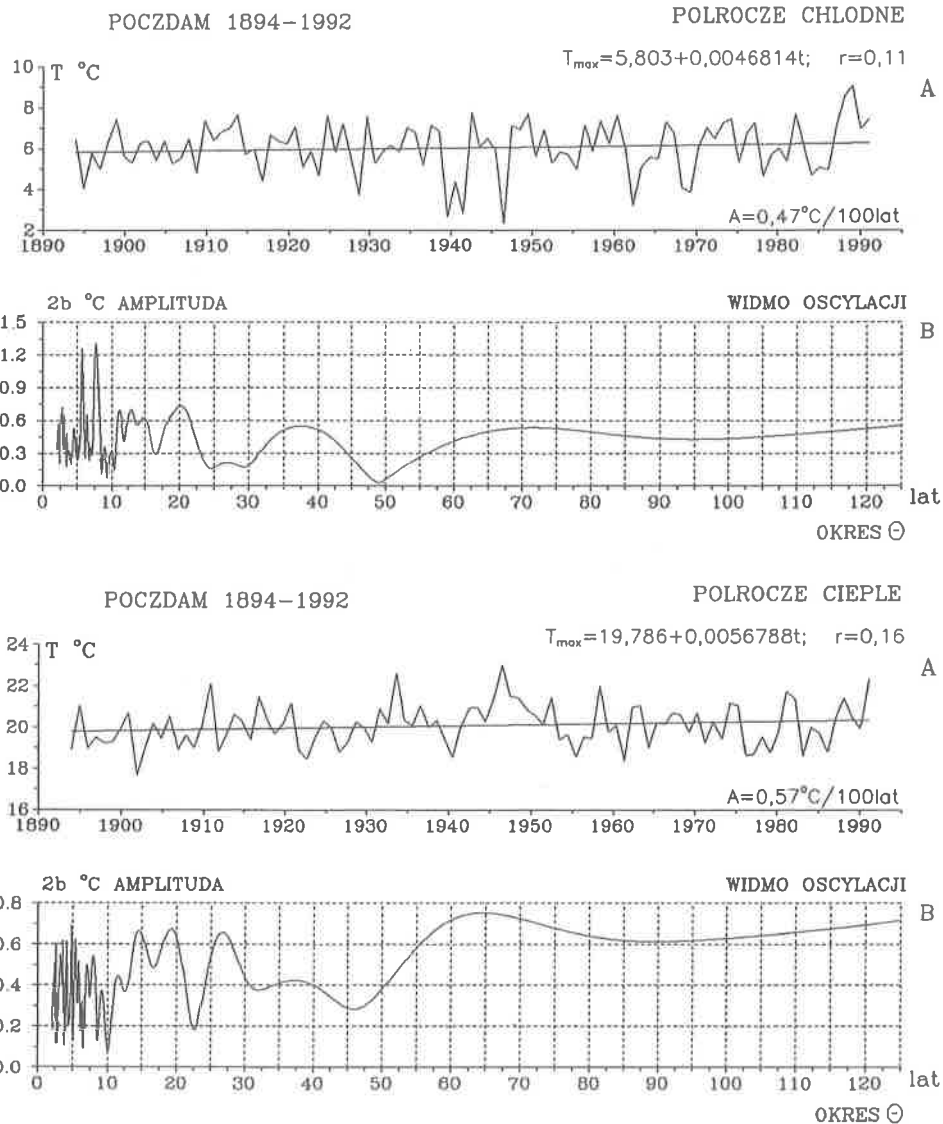
A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,83$; wiosna $A = 0,16^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

Maximum air temperature in Postdam (1894-1992) — summer, autumn

A. The tendency of secular: summer $A = 0,83$; spring $A = 0,16^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 48. Maksymalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

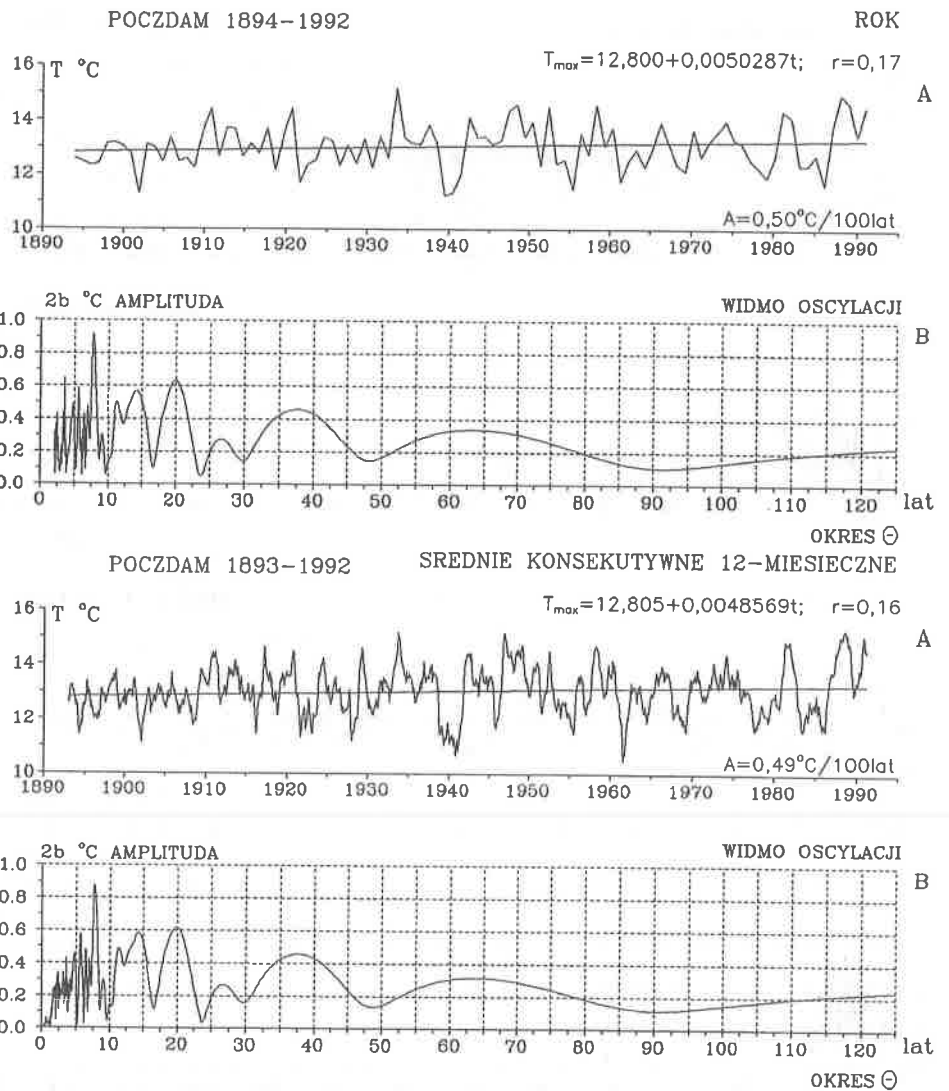
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,47$; półrocze ciepłe $A = 0,57^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

Maximum air temperature in Potsdam (1894-1992) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,47$; warm period $A = 0,57^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 49. Maksymalna temperatura powietrza w Poczdamie (1893-1992) — rok, konsekwentne 12-miesięczne

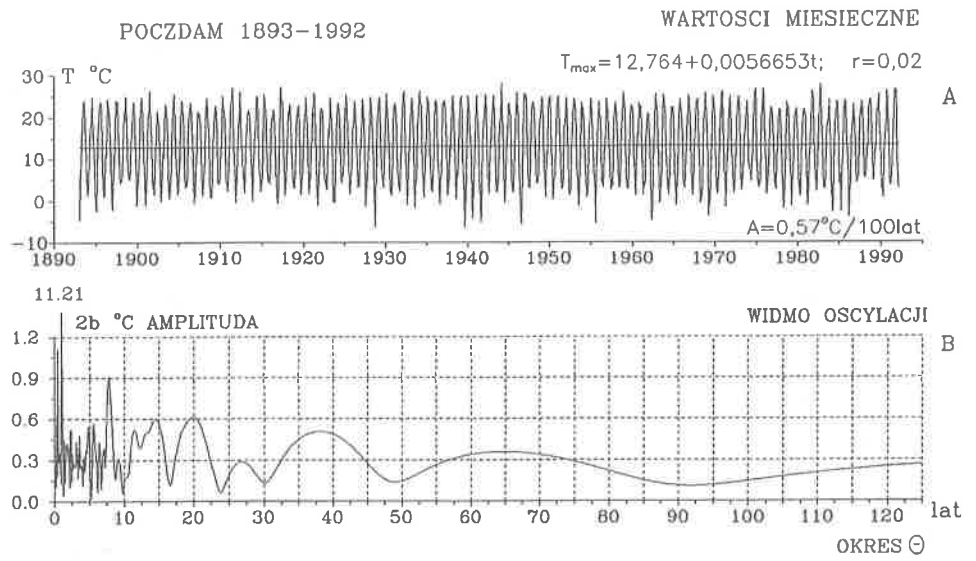
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,50$; konsekwentne 12 miesięcy $A = 0,49^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwentne 12 miesięcy 0,25-125 lat

Maximum air temperature in Potsdam (1893-1992) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,50$; consecutive 12 month $A = 0,49^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-125 years



Rys. 50. Maksymalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — wartości miesięczne

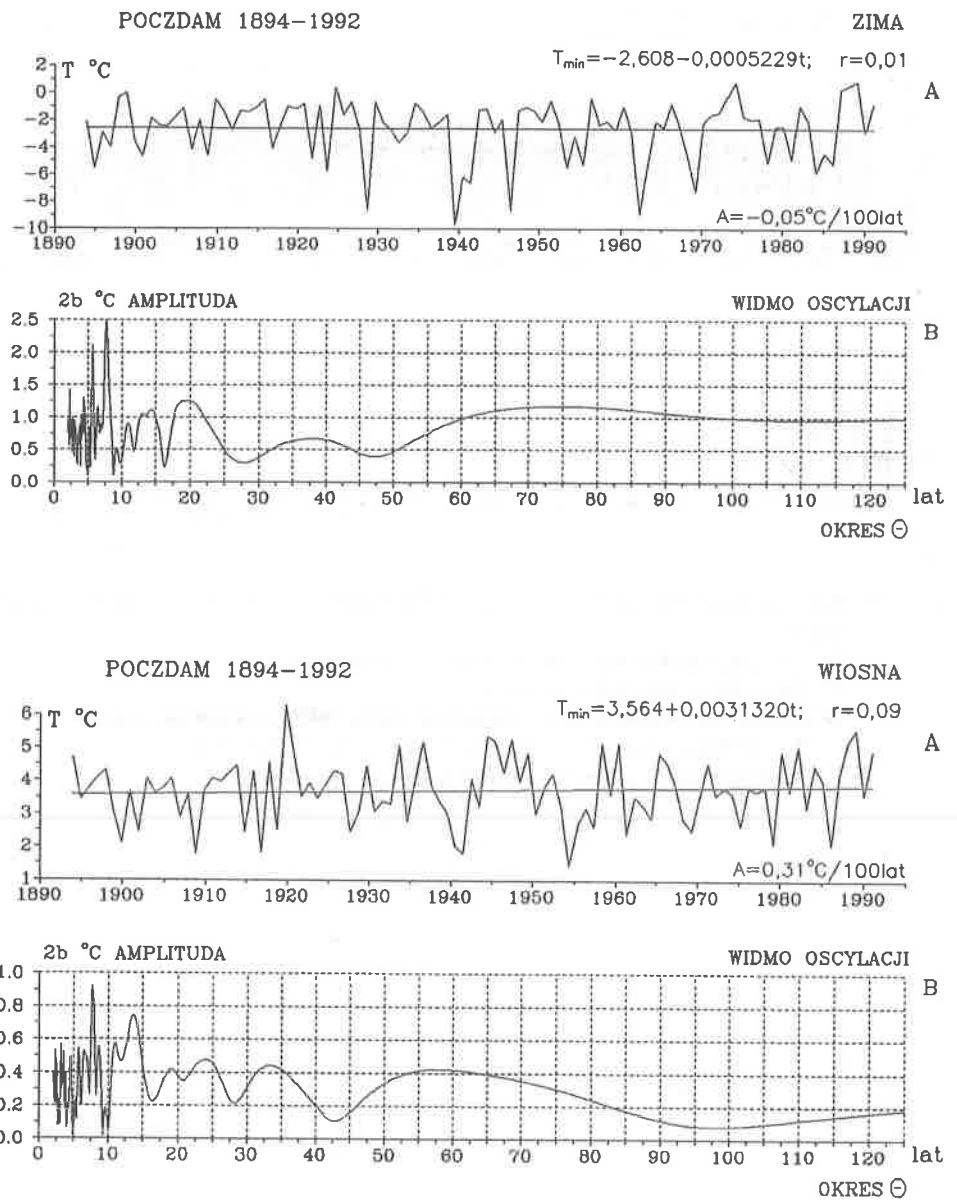
A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,57^{\circ}\text{C}/100\text{ lat}$

B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

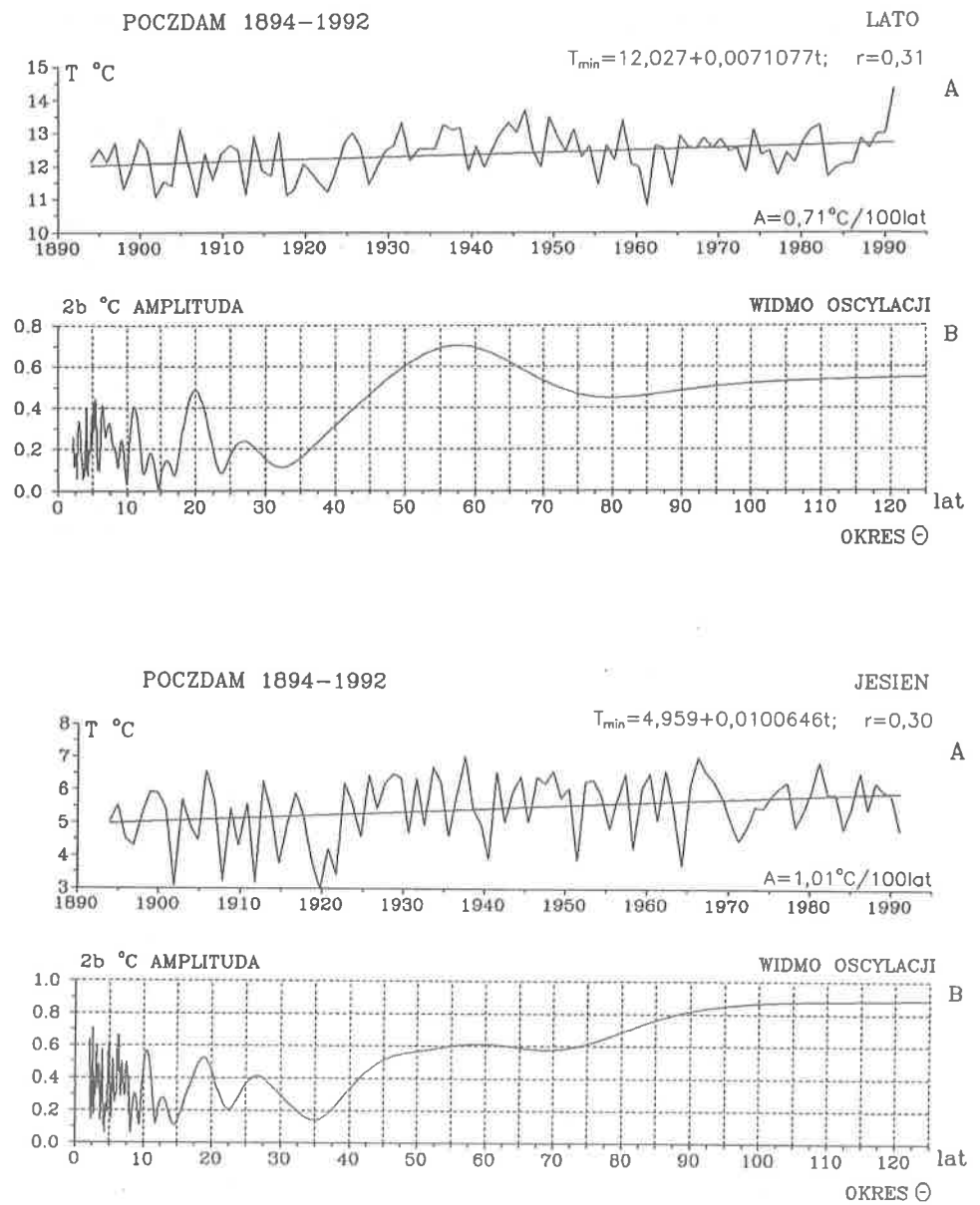
Maximum air temperature in Potsdam (1894-1992) — monthly values

A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,57^{\circ}\text{C}/100\text{ years}$

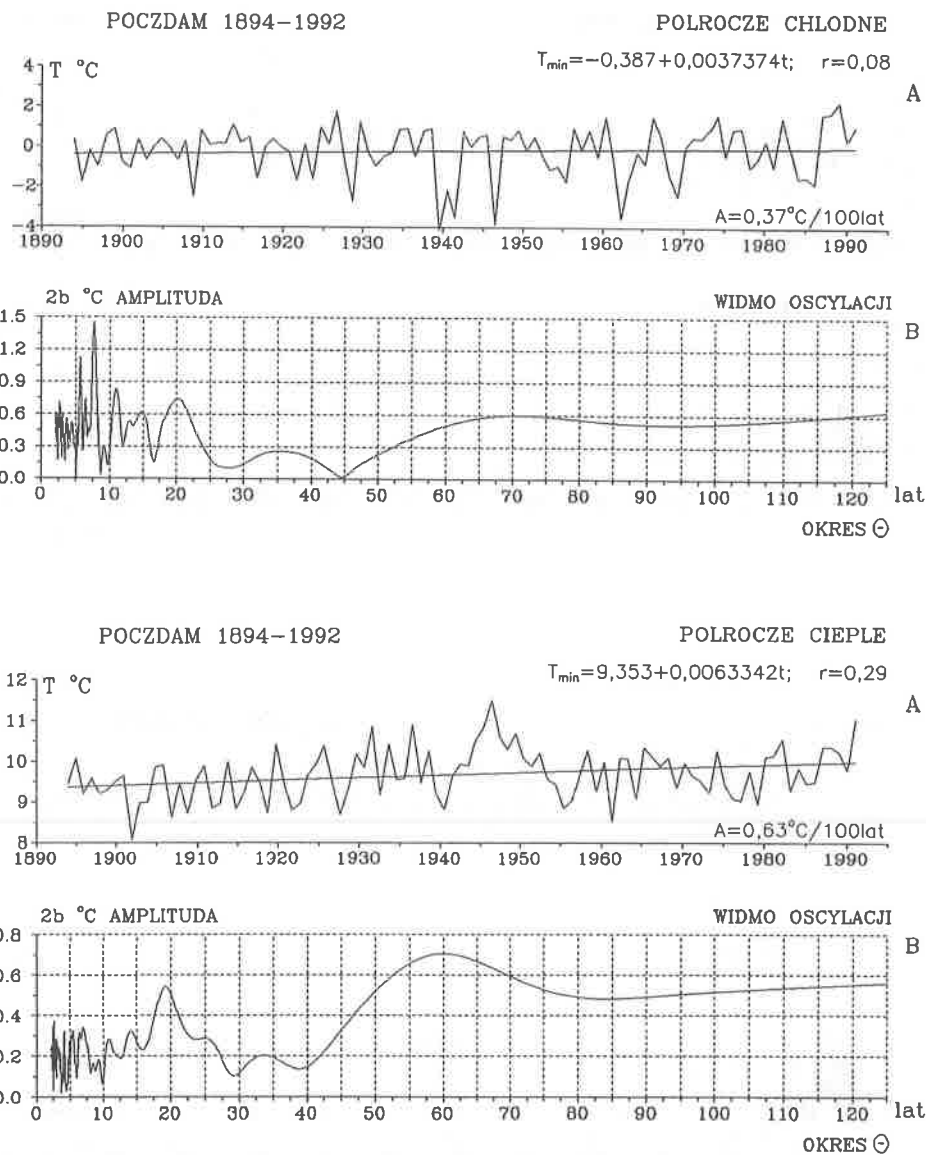
B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 51. Minimalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = -0,05$; wiosna $A = 0,31^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Minimum air temperature in Potsdam (1894-1992) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = -0,05$; spring $A = 0,31^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 52. Minimalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,71$; wiosna $A = 1,01^{\circ}\text{C}/100\text{ lat}$
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat
 Minimum air temperature in Postdam (1894-1992) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 0,71$; spring $A = 1,01^{\circ}\text{C}/100\text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 53. Minimalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

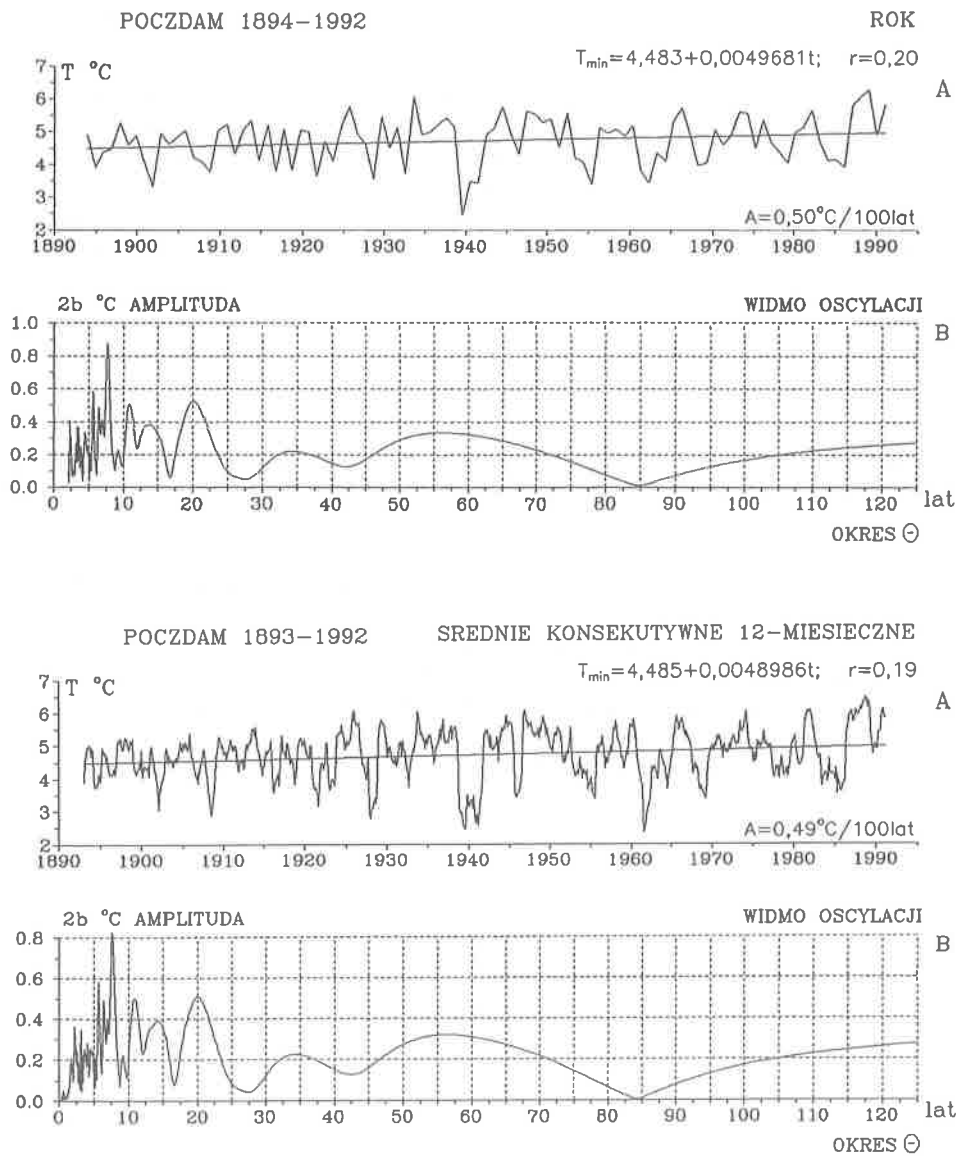
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,37$; półrocze ciepłe $A = 0,63^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

Minimum air temperature in Potsdam (1894-1992) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,37$; warm period $A = 0,63^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 54. Minimalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

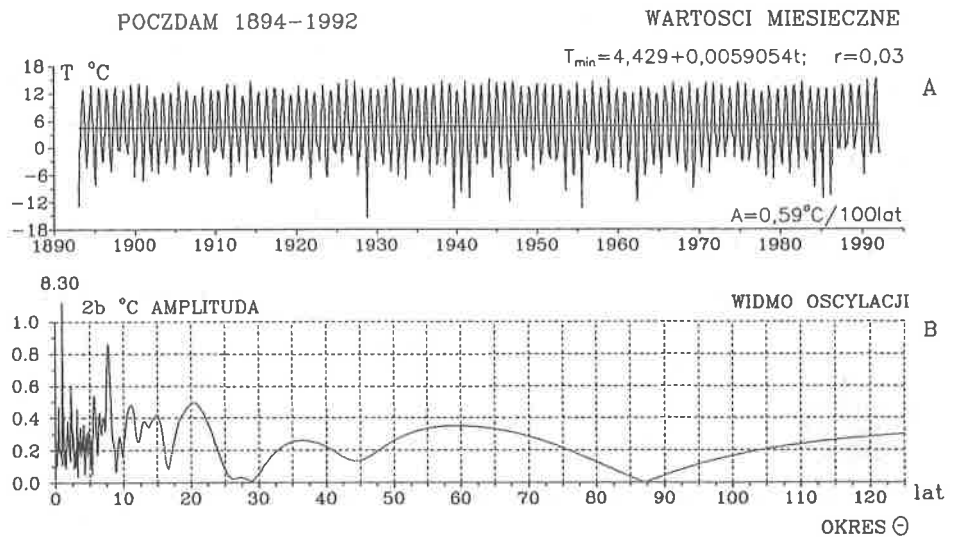
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,50$; konsekwtywne 12 miesięcy $A = 0,49^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Minimum air temperature in Potsdam (1894-1992) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 0,50$; consecutive 12 month $A = 0,49^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 55. Minimalna temperatura powietrza w Poczdamie (1894-1992) — wartości miesięczne

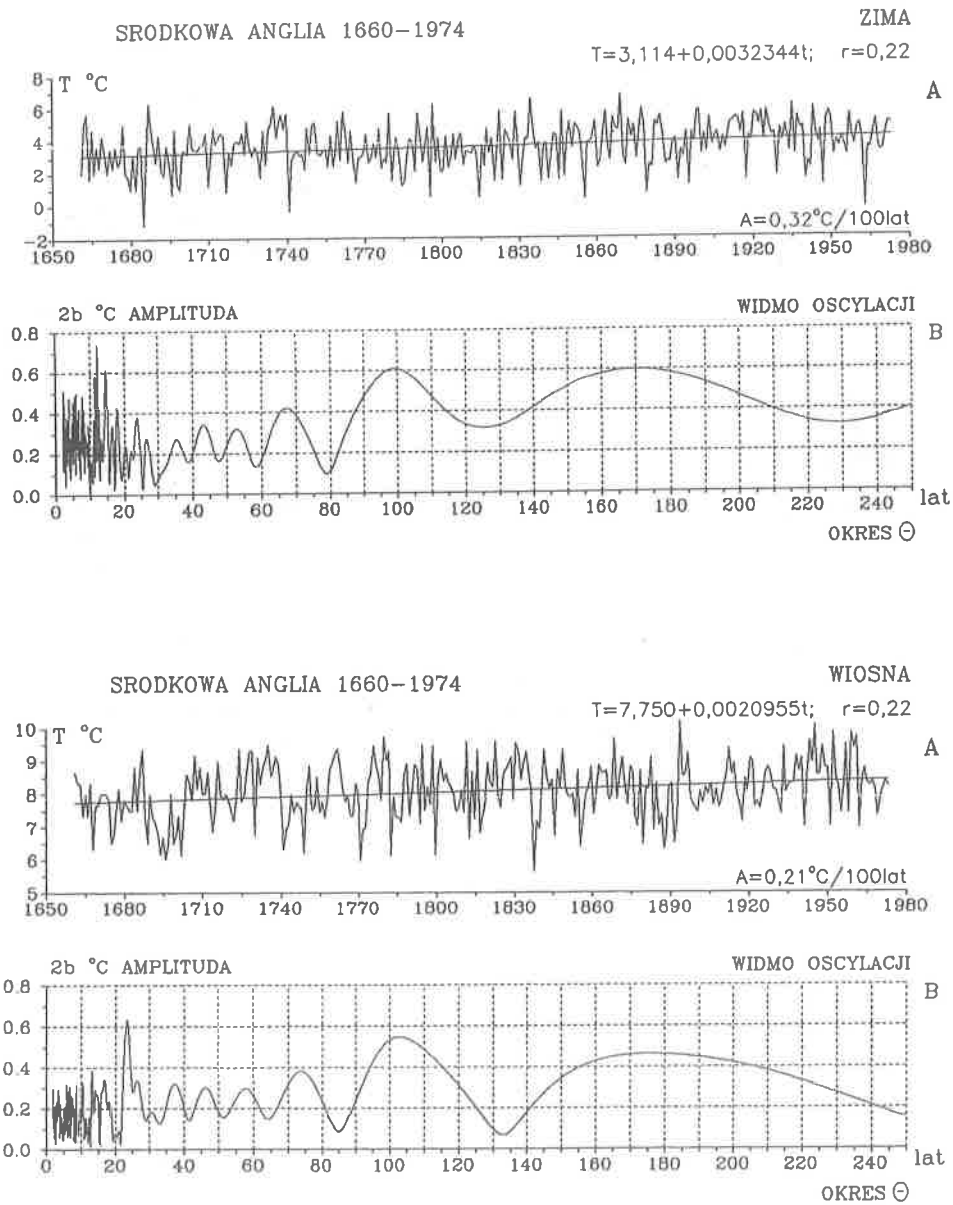
A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,59^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-125 lat

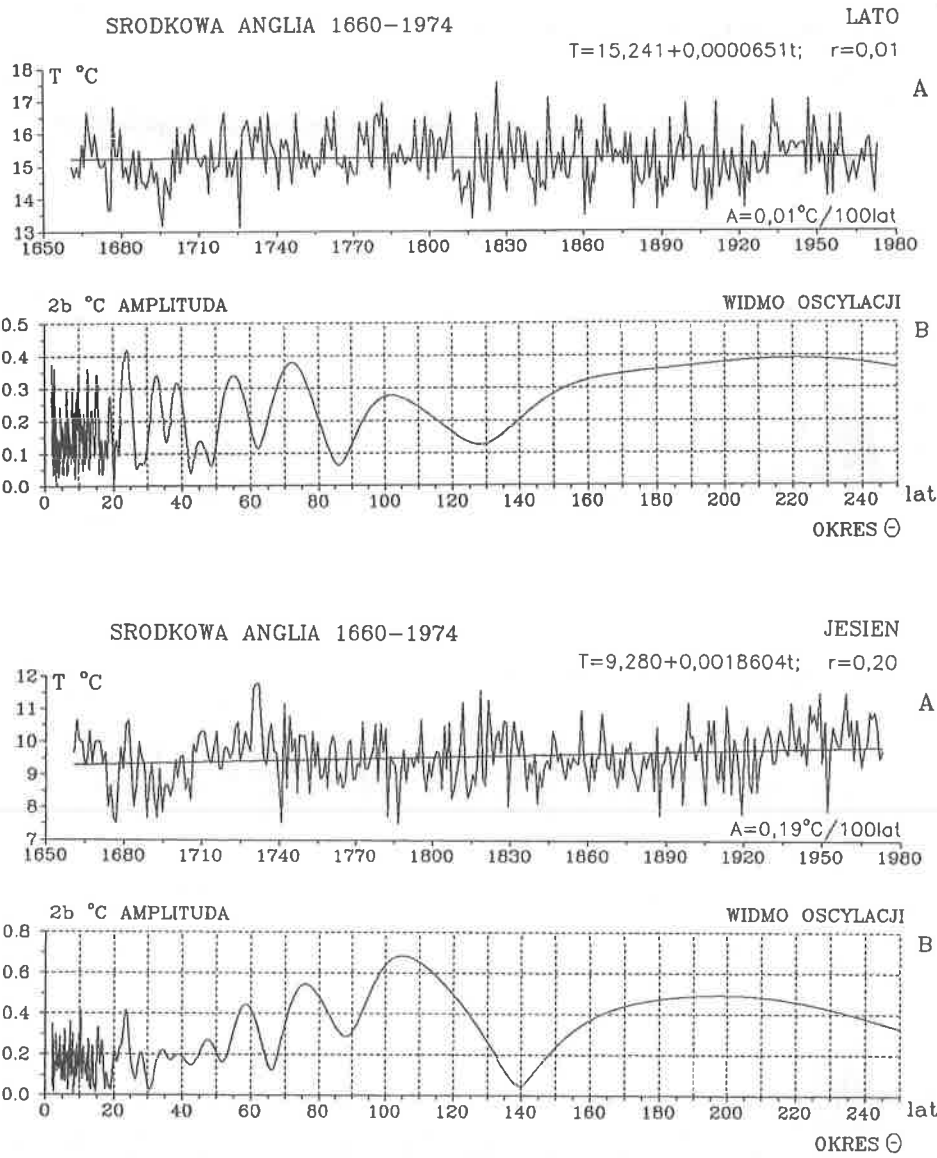
Minimum air temperature in Potsdam (1894-1992) — monthly values

A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,59^{\circ}\text{C}/100$ years

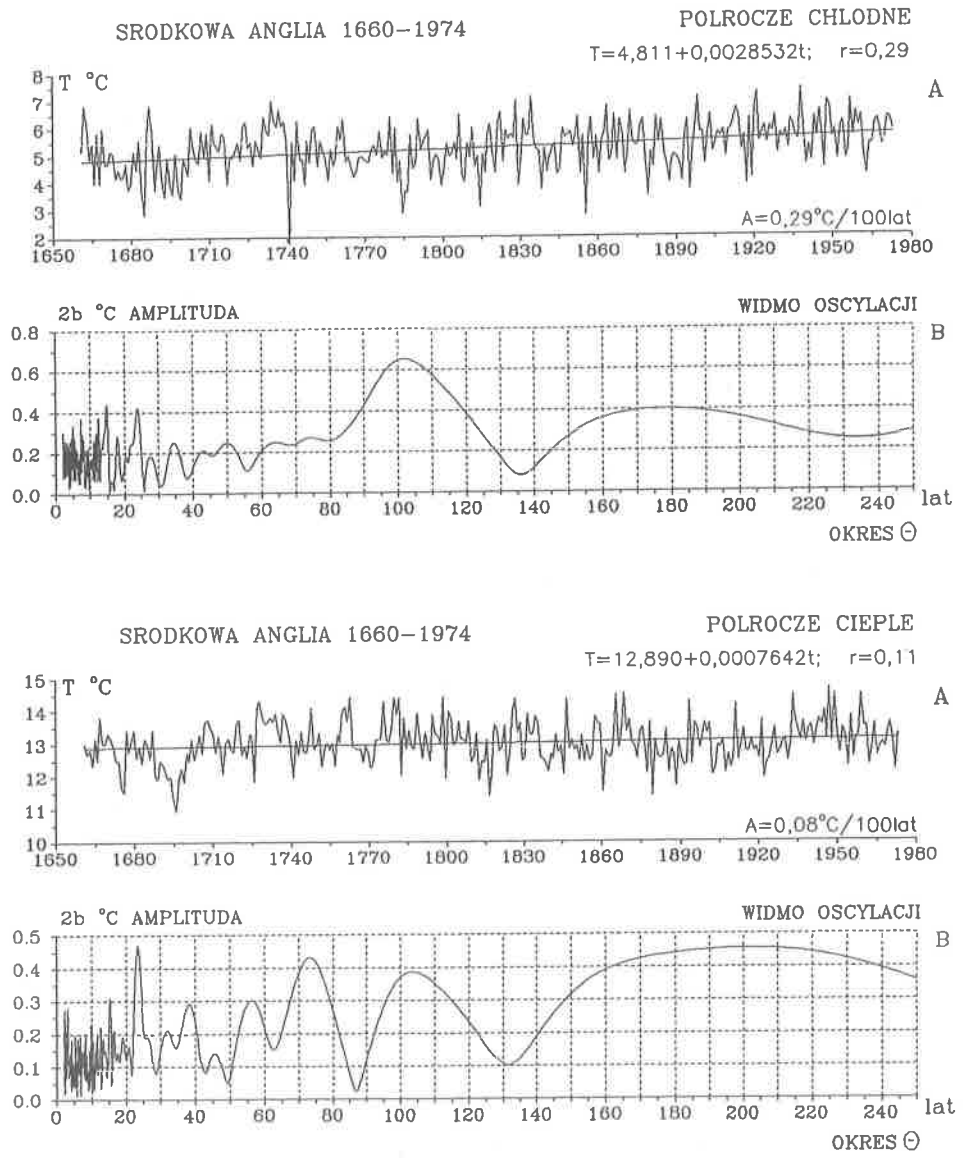
B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-125 years



Rys. 56. Temperatura powietrza w Środkowej Anglii (1659-1974) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 0,32$; wiosna $A = 0,21^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Central England (1659-1974) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = 0,32$; spring $A = 0,21^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 57. Temperatura powietrza w Środkowej Anglii (1659-1974) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,01$; wiosna $A = 0,18^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Central England (1659-1974) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 0,01$; spring $A = 0,18^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 58. Temperatura powietrza w Środkowej Anglii (1659-1974) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

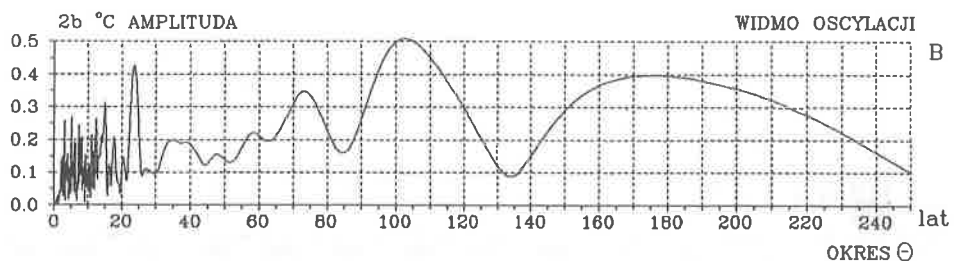
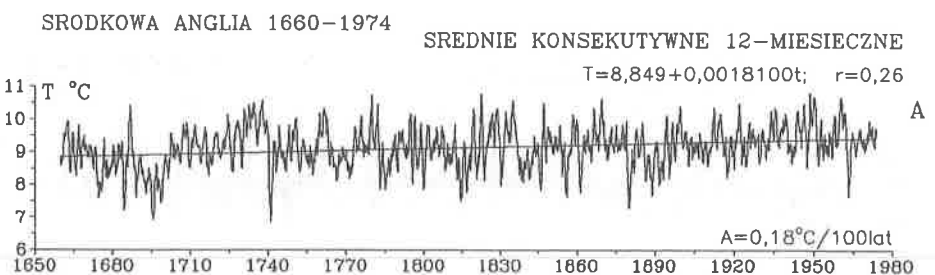
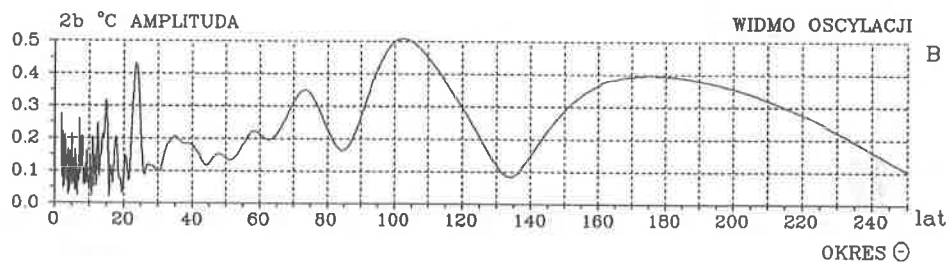
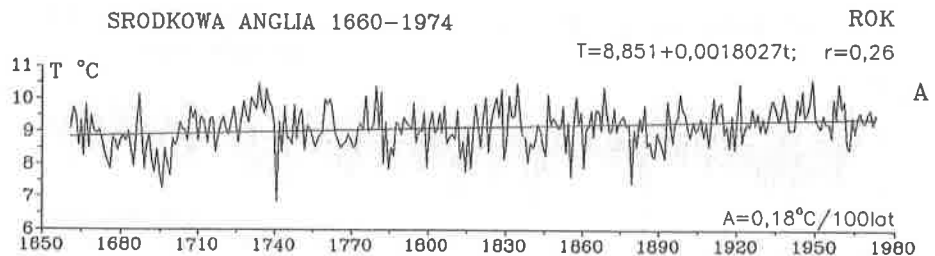
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 0,28$; półrocze ciepłe $A = 0,08^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-250 lat

Air temperature in Central England (1659-1974) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 0,28$; warm period $A = 0,08^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years

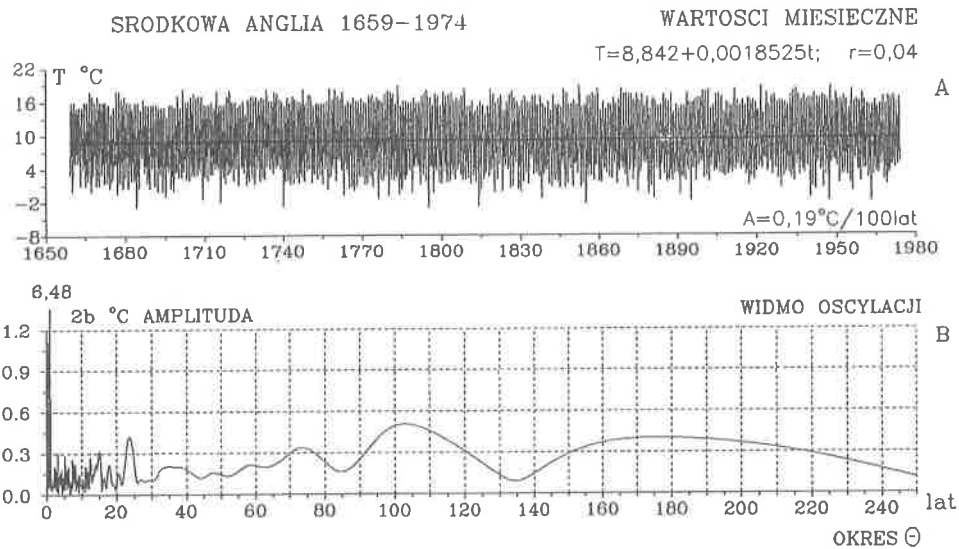


Rys. 59. Temperatura powietrza w Środkowej Anglii (1659-1974) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

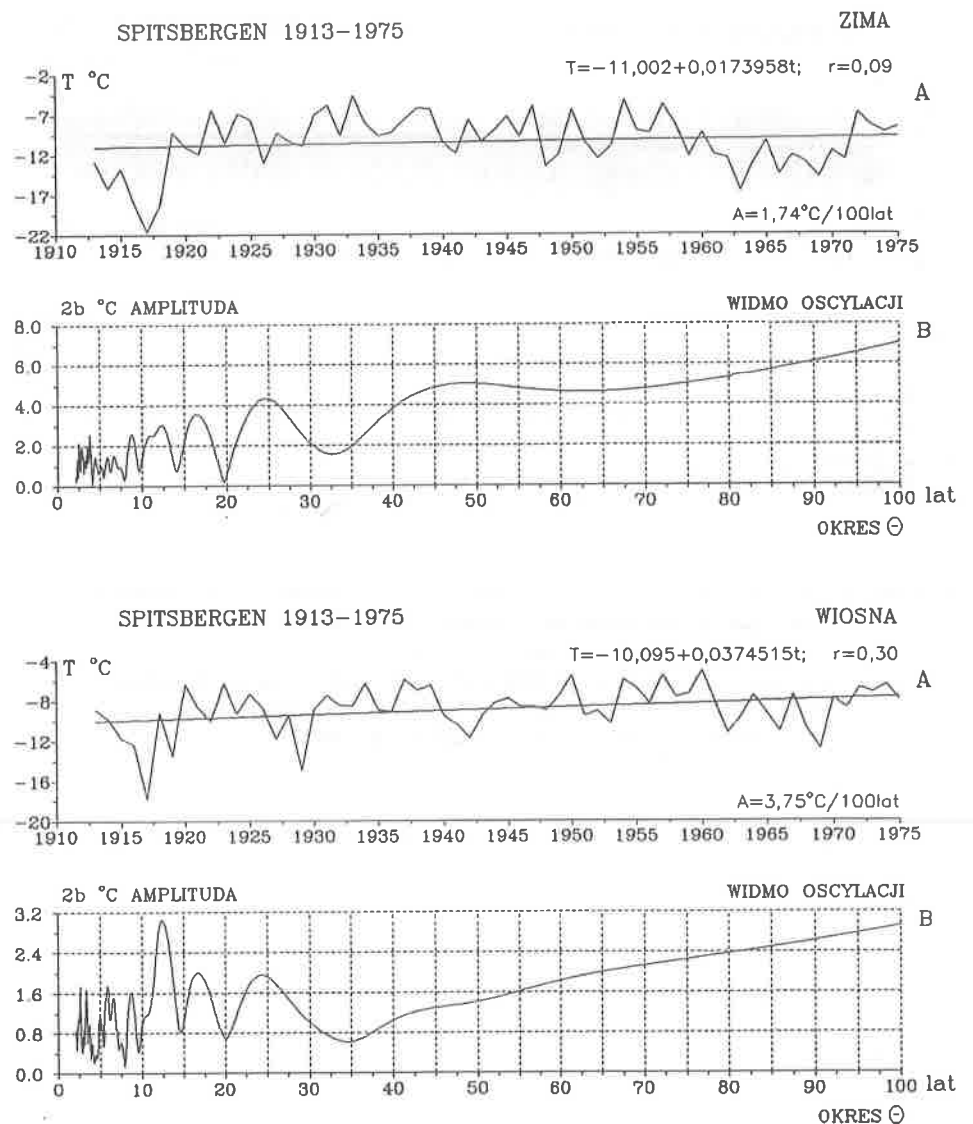
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 0,18$; konsekwtywne 12 miesięczne $A = 0,09^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-250, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-250 lat

Air temperature in Central England (1659-1974) — year, consecutive 12 month
 A. The tendency of secular: year $A = 0,18$; consecutive 12 month $A = 0,09^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-250, consecutive 12 month 0,25-250 years



Rys. 60. Temperatura powietrza w Środkowej Anglii (1659-1974) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 0,0^{\circ}\text{C}/100 \text{ lat}$
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-250 lat
 Air temperature in Central England (1659-1974) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 0,0^{\circ}\text{C}/100 \text{ years}$
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-250 years



Rys. 61. Temperatura powietrza na Spitsbergenie (1912-1975) — zima, wiosna

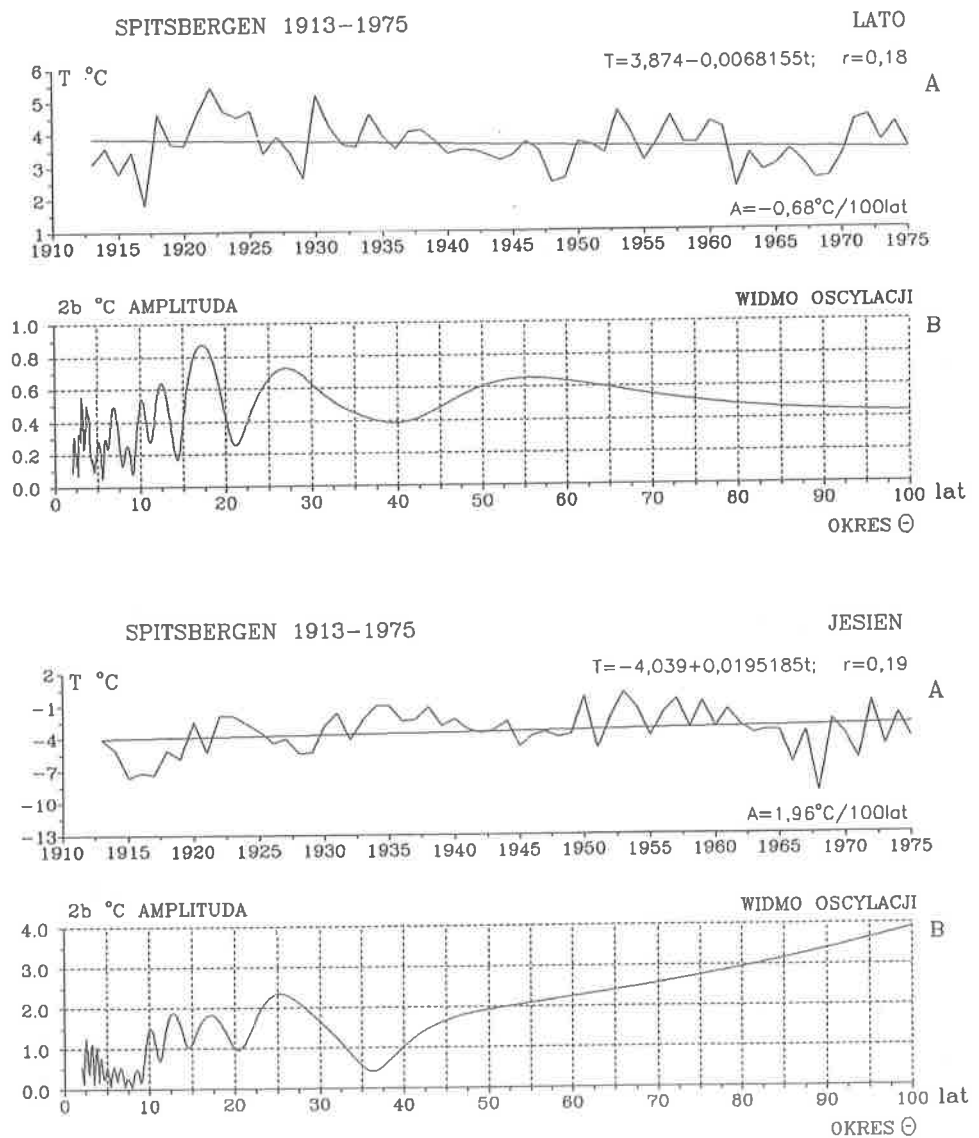
A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = 1,74$; wiosna $A = 3,75^\circ\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-100 lat

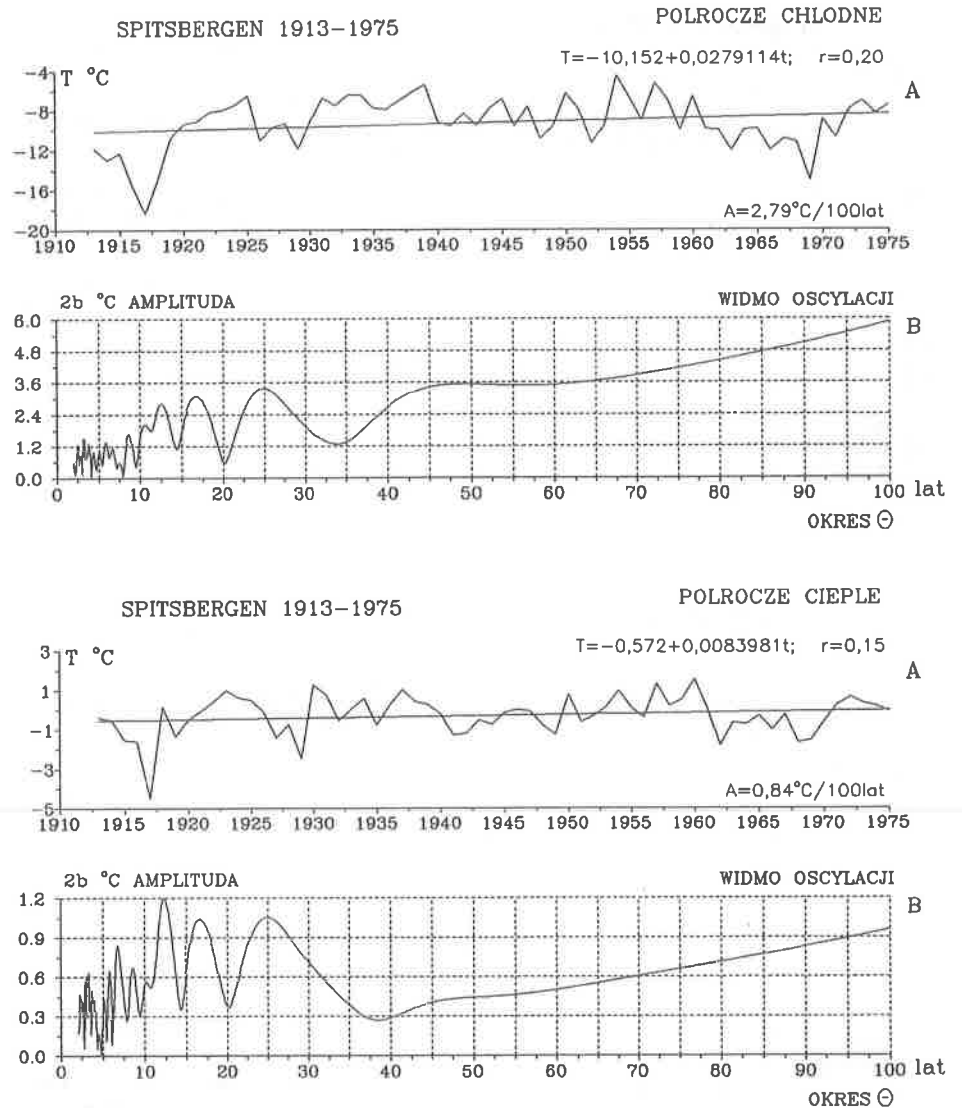
Air temperature on Spisbergen (1912-1975) — winter, spring

A. The tendency of secular: winter $A = 1,74$; spring $A = 3,75^\circ\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-100 years



Rys. 62. Temperatura powietrza na Spitsbergenie (1912-1975) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,68$; wiosna $A = 1,86^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-100 lat
 Air temperature on Spisbergen (1912-1975) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 0,68$; spring $A = 1,86^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-100 years



Rys. 63. Temperatura powietrza na Spitsbergenie (1912-1975) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

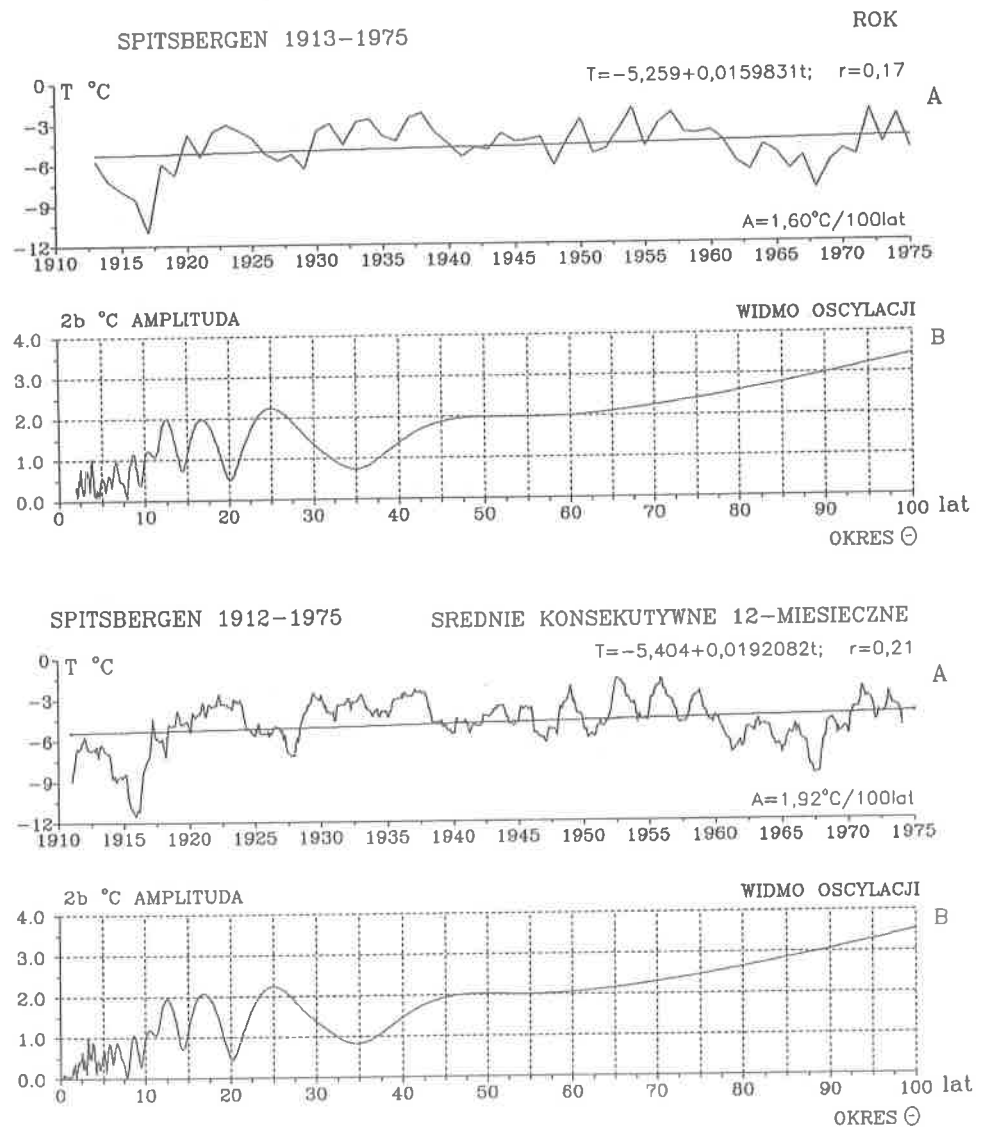
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = 2,78$; półrocze ciepłe $A = 0,84^\circ\text{C}/100 \text{ lat}$

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-100 lat

Air temperature on Spisbergen (1912-1975) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = 2,78$; warm period $A = 0,84^\circ\text{C}/100 \text{ years}$

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-100 years



Rys. 64. Temperatura powietrza na Spitsbergenie (1912-1975) — rok, konsekwtywne 12-miesięczne

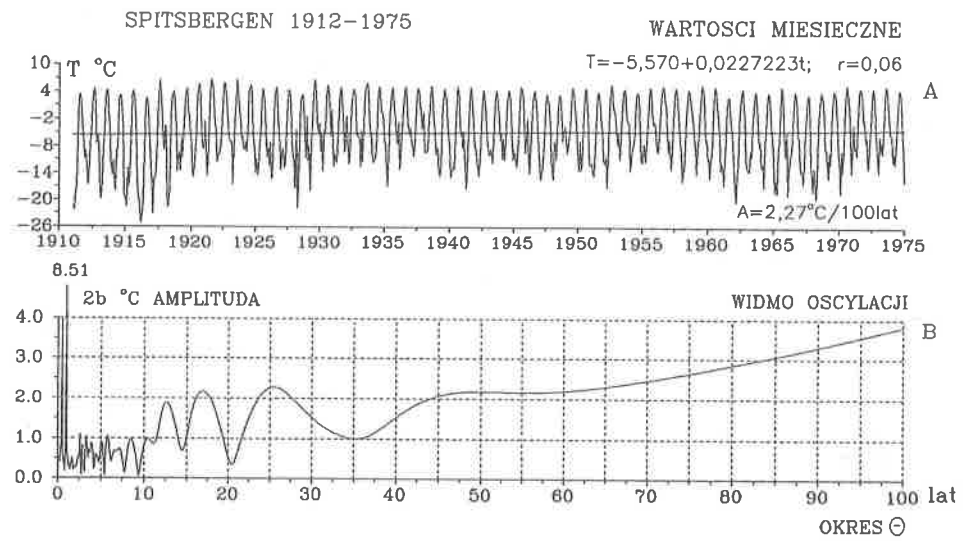
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = 1,60$; konsekwtywne 12 miesięcy $A = 1,92^\circ\text{C}/100\text{ lat}$

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-100, konsekwtywne 12-miesięczne 0,25-100 lat

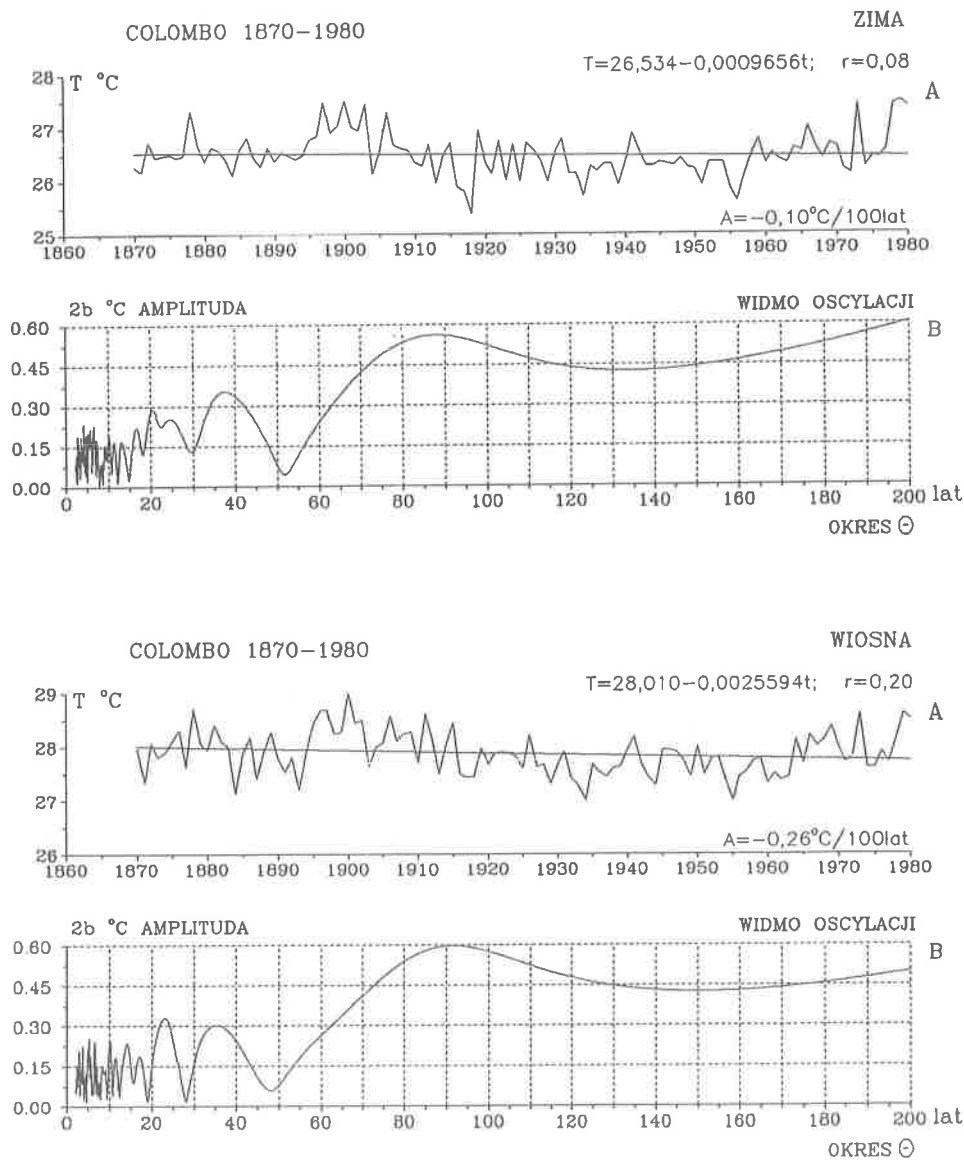
Air temperature on Spisbergen (1912-1975) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = 1,60$; consecutive 12 month $A = 1,92^\circ\text{C}/100\text{ years}$

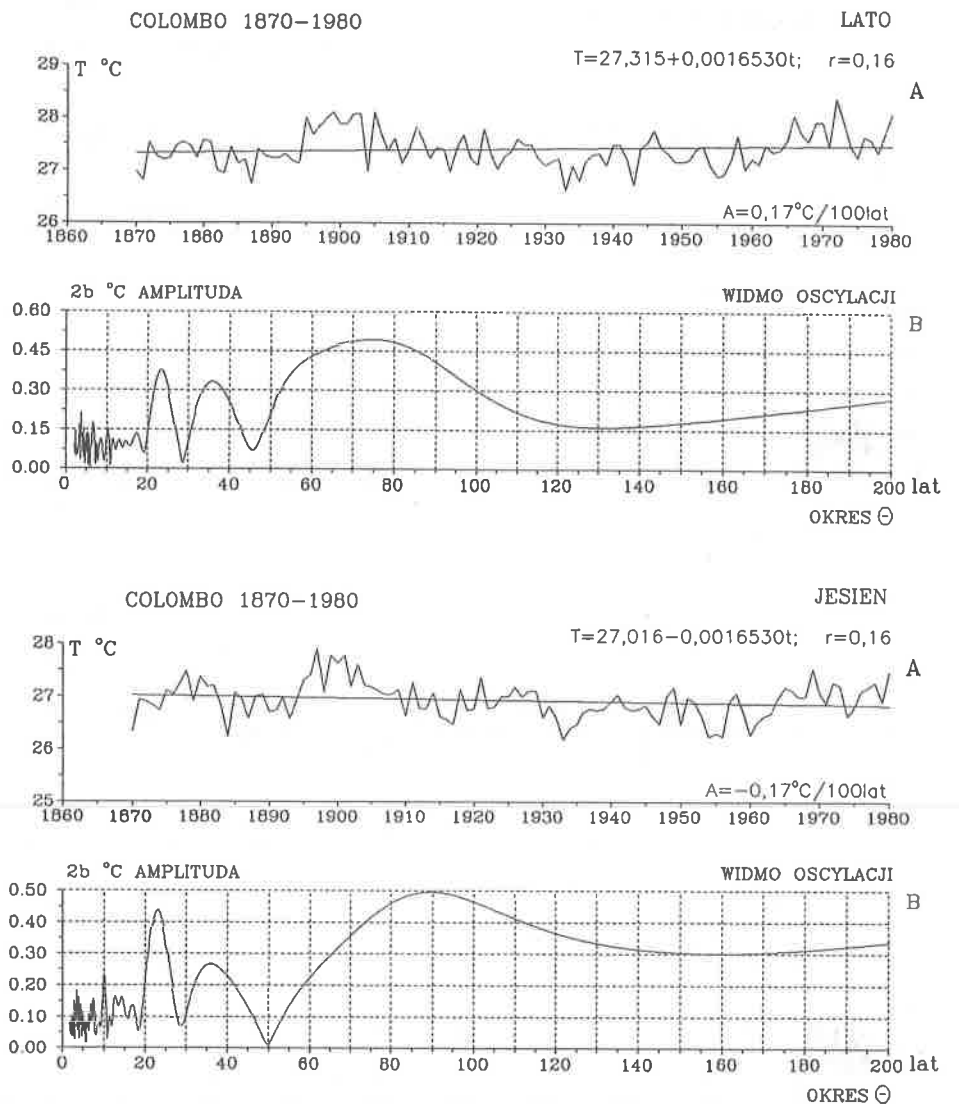
B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-100, consecutive 12 month 0,25-100 years



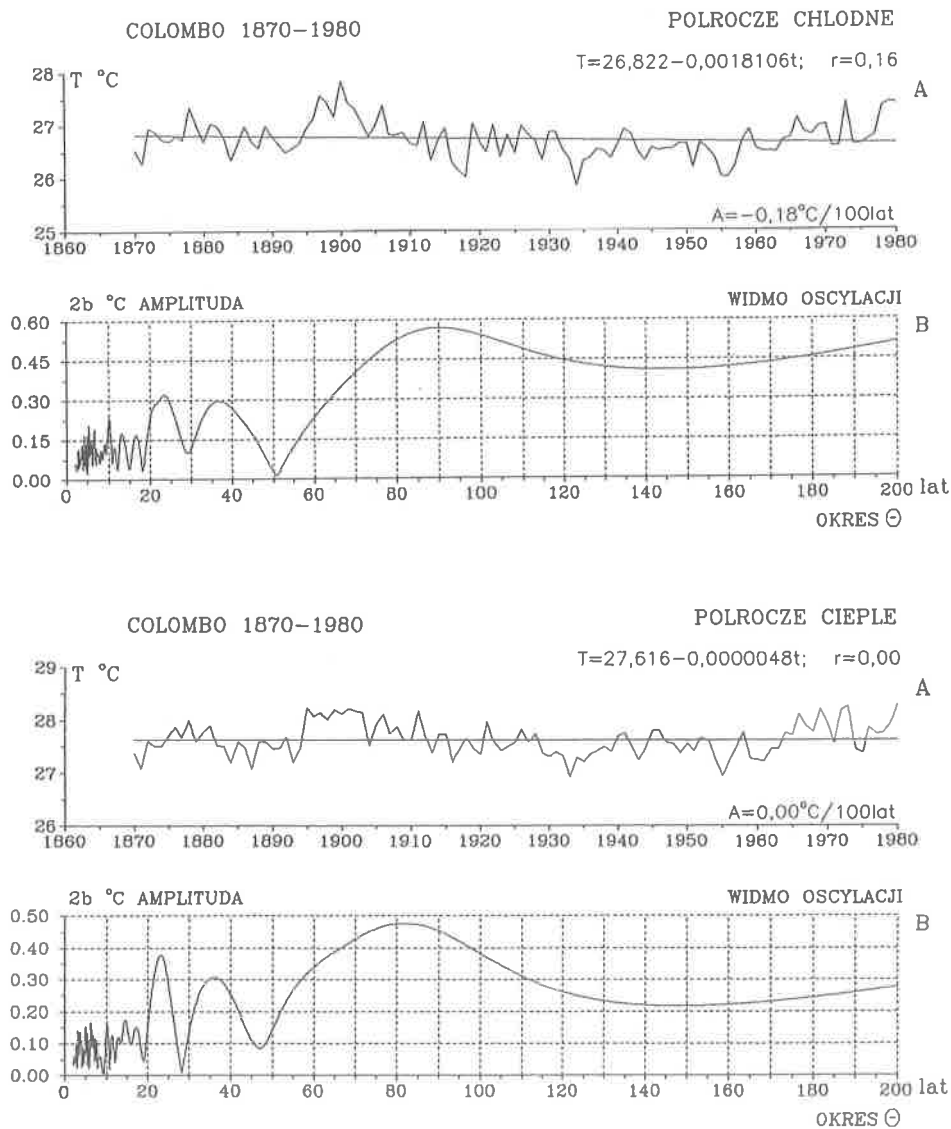
Rys. 65. Temperatura powietrza na Spitsbergenie (1912-1975) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = 2,27^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-100 lat
 Air temperature on Spisbergen (1912-1975) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = 2,27^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-100 years



Rys. 66. Temperatura powietrza w Colombo (1870-1980) — zima, wiosna
 A. Tendencje wiekowych zmian: zima $A = -0,10$; wiosna $A = -0,26^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-200 lat
 Air temperature in Colombo (1870-1980) — winter, spring
 A. The tendency of secular: winter $A = -0,10$; spring $A = -0,26^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-200 years



Rys. 67. Temperatura powietrza w Colombo (1870-1980) — lato, jesień
 A. Tendencje wiekowych zmian: lato $A = 0,17$; wiosna $A = -0,17^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-200 lat
 Air temperature in Colombo (1870-1980) — summer, autumn
 A. The tendency of secular: summer $A = 0,17$; spring $A = -0,17^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-200 years



Rys. 68. Temperatura powietrza w Colombo (1870-1980) — półrocze chłodne, półrocze ciepłe

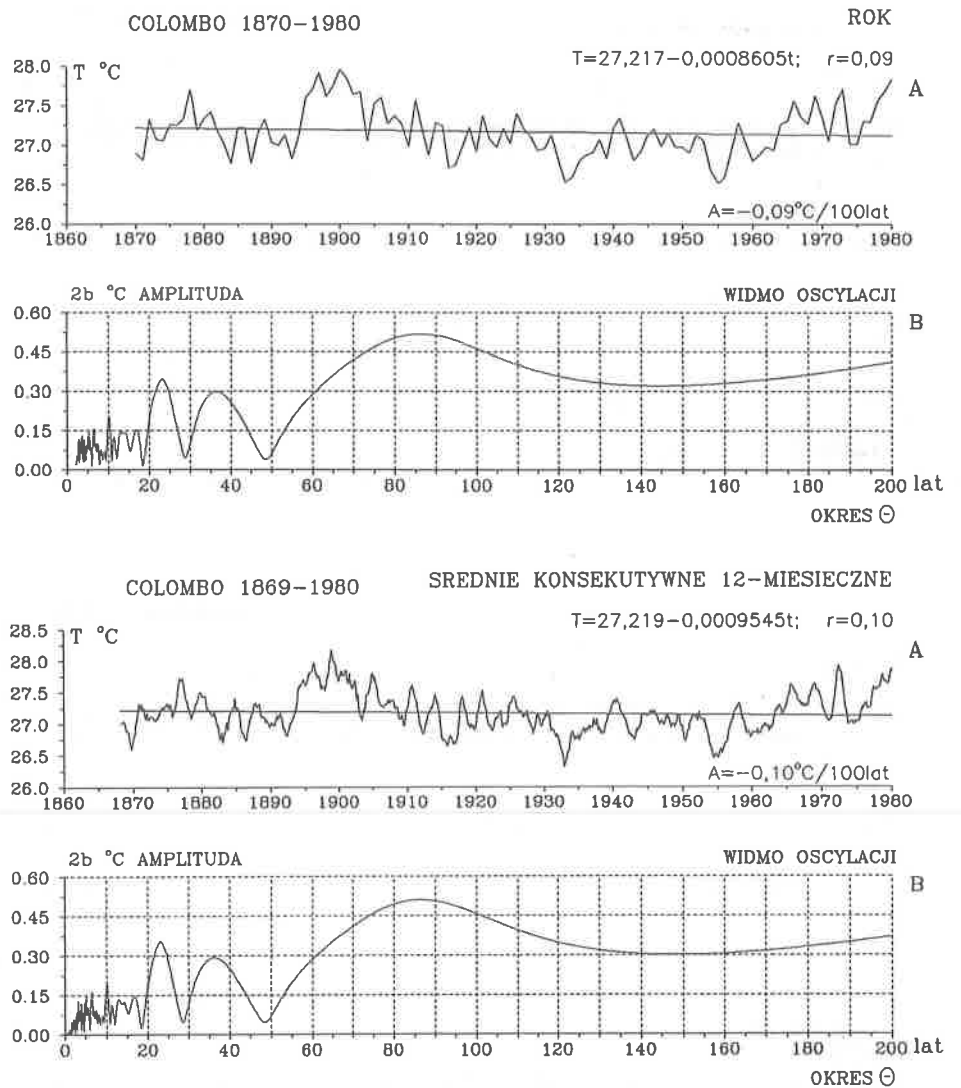
A. Tendencje wiekowych zmian: półrocze chłodne $A = -0,18$; półrocze ciepłe $A = 0,00^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w paśmie 2,1-200 lat

Air temperature in Colombo (1870-1980) — cold period, warm period

A. The tendency of secular: cold period $A = -0,18$; warm period $A = 0,00^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-200 years



Rys. 69. Temperatura powietrza w Colombo (1870-1980) — rok, konsekwentne 12-miesięczne

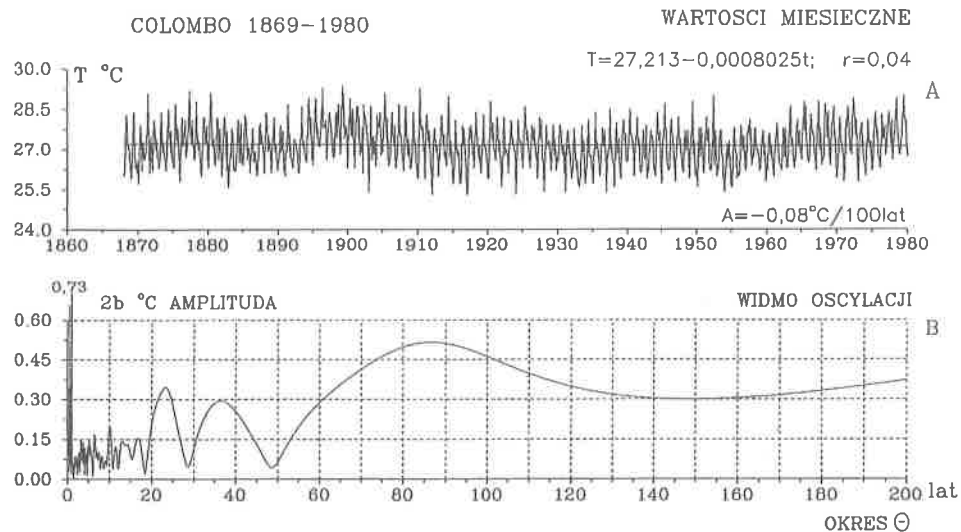
A. Tendencje wiekowych zmian: rok $A = -0,09$; konsekwentne 12 miesięcy $A = -0,10^{\circ}\text{C}/100$ lat

B. Gęste widma oscylacji w pasmach: rok 2,1-200, konsekwentne 12-miesięczne 0,25-200 lat

Air temperature in Colombo (1870-1980) — year, consecutive 12 month

A. The tendency of secular: year $A = -0,09$; consecutive 12 month $A = -0,10^{\circ}\text{C}/100$ years

B. Dense spectra of oscillation in the strip: year 2,1-200, consecutive 12 month 0,25-200 years



Rys. 70. Temperatura powietrza w Colombo (1870-1980) — wartości miesięczne
 A. Tendencja wiekowych zmian — wartości miesięczne $A = -0,08^{\circ}\text{C}/100$ lat
 B. Gęste widmo oscylacji w paśmie 2,1-200 lat
 Air temperature in Colombo (1870-1980) — monthly values
 A. The tendency of secular — monthly values $A = -0,08^{\circ}\text{C}/100$ years
 B. Dense spectra of oscillation in the strip 2,1-200 years

V. ZAKOŃCZENIE

Współczesne zmiany klimatu są jednym z ważniejszych problemów badawczych nauk przyrodniczych i społeczno-ekonomicznych. Istotne znaczenie dla ochrony życia na Ziemi ma znajomość tendencji zarówno naturalnych, jak też antropogenicznych zmian klimatu.

Na naturalna zmienność klimatu, wynikająca z przyczyn zewnętrznych (astronomicznych) i wewnętrznych (geologicznych) systemu Ziemia — atmosfera, nakładają się efekty oddziaływań antropogenicznych.

Niepokojące jest systematyczne ocieplenie klimatu Ziemi w ostatnich dwóch stuleciach. Średnia globalna temperatura powietrza w dwudziestym wieku wzrosła o 0,3-0,6°C. Na przykład w Europie przede wszystkim zimy są coraz cieplejsze: w Warszawie (1779-1990) — o 1°C/100 lat, Pradze (1771-1980) — o 0,25°C/100 lat, Genewie (1768-1980) — o 0,5°C/100 lat, Anglii Środkowej (1859-1973) — o 0,3°C/100 lat (rys. 71.).

Postępującemu globalnemu ociepleniu klimatu przypisywany jest zwykle wzrost efektu cieplarnianego, wywołanego przez gazy szklarniowe — głównie dwutlenek węgla (CO_2). W modelach wg scenariuszy $2\times\text{CO}_2$ ocenia się, że po podwojeniu stężenia CO_2 w atmosferze (względem stanu początkowego 280 ppm) nastąpi wzrost temperatury powietrza o 0,1-4,0°C, w zależności od szerokości geograficznej. Według scenariusza emisji IPCC (1990) przewiduje się wzrost średniej globalnej temperatury powietrza do 2100 r. o blisko 6°C. Po uwzględnieniu ochładzającego działania aerozoli siarczanych prognozowany jest mniejszy wzrost temperatury powietrza o 1-2°C w stosunku do 1990 r.

O istnieniu efektu cieplarnianego w atmosferze (wywołanego głównie przez parę wodną i CO_2) świadczy równanie bilansu promieniowania słonecznego padającego na oświetloną powierzchnię Ziemi (πR^2) i długofalowego Ziemi ($4\pi R^2$): $0,25(1 - A)s = \sigma T^4$, gdzie jest stałą słoneczną, A — albedem Ziemi, σ — stała Stefana-Boltzmana. Temperatura planetarna Ziemi $T = 254^\circ\text{K}$ jest znacznie mniejsza (o 2-4°C) od średniej temperatury wynikającej z pomiarów.

Ze względu na sprzężenie zwrotne między efektem cieplarnianym pary wodnej i temperatury powietrza wzrost stałej słonecznej powoduje dwukrotny przyrost temperatury (Wetherald i Manabe 1975). Zmiany ilości energii słonecznej dochodzącej do powierzchni Ziemi wynikają zarówno z długookresowych zmian parametrów orbity Ziemi (Milankowicz 1938), jak też zmiennej aktywności Słońca (Kondratiew i Nikolski 1974).

Interesujące są wyniki badań stężenia CO_2 i temperatury (wg izotopu deuteru) w ciągu ostatnich 160 000 lat na podstawie rdzeni lodowych na stacji Vostok (WMO 1990; rys. 72.). Zgodność dat dwóch głównych maksimum stężenia CO_2 i temperatury (współczesnych i odległych 125 000 lat temu) świadczą, że zawartość dwutlenku węgla w atmosferze może wynikać ze wzrostu temperatury powietrza. Ocieplenie klimatu 125 000 lat temu było prawdopodobnie spowodowane znacznym wzrostem promieniowania słonecznego (maksimum krzywej Milankowicza ok. 125 000 lat temu). Tak więc było to naturalne ocieplenie, wynikające z nałożenia się trzech okresów zmian parametrów orbity Ziemi (90 000, 40 000, 21 000 lat). Regulatorem zawartości CO_2 w atmosferze (skorelowanej z temperatura powietrza) są prawdopodobnie wody oceanów.

Wzrostowi temperatury powietrza na Ziemi na ogół przypisywane jest podnoszenie się poziomu oceanów — średnio o 10-25 cm w ciągu ostatniego stulecia. Poziom Morza Bałtyckiego w latach 1811-1990 (w Świnoujściu) wzrasta średnio o 5,7 cm/100 lat (najszybciej jesienią — o 6,8 cm i zimą — o 5,7 cm/100 lat).

W prognozach przewidywany jest dalszy wzrost poziomu oceanów — ekspansja oceanów (objętości wód) ze wzrostem temperatury i topnienie lodowców. Według scenariusza emisji (IPCC 1995) poziom oceanów w roku 2100 podniesie się o prawie 50 cm (wg prognoz IPCC 1990 — o ponad 65 cm). Prognozuje się, że poziom oceanów podniesie się w roku 2100 o 15 cm — przy minimalnej emisji CO_2 i o 95 cm — przy emisji maksymalnej.

Istnieje też ujemne sprzężenie zwrotne wywołane wzrostem zawartości CO_2 w atmosferze (efektem cieplarnianym). Ze wzrostem temperatury powietrza wzrasta parowanie wód oceanów, powodując większe zachmurzenie. Zachmurzenie ogranicza dopływ promieniowania słonecznego (bezpśredniego) do powierzchni Ziemi, przeciwdziałając globalnemu ociepleniu.

Dopływ promieniowania słonecznego (bezpośredniego) do powierzchni Ziemi ograniczają też pyły emitowane do atmosfery — pochodzenia antropogenicznego i naturalnego (z erupcji wulkanicznych). Pyły zmieniają istotnie bilans radiacyjny, powodując lokalne obniżenia temperatury powietrza.

Tendencja rosnąca temperatury powietrza w XIX-XX wieku może częściowo wynikać z tzw. miejskich wysp ciepła — z coraz większej akumulacji ciepła przez zabudowę i inne powierzchnie sztuczne o małym albedo. Po prostu szare miasta pochłaniają więcej energii słonecznej w dzień niż ich otoczenie (szczególnie w zimie). Miasta, w których znajdują się stacje mete-

orologiczne, są znacznie cieplejsze (przede wszystkim w nocy) od otaczających terenów. Na przykład różnica temperatury powietrza między średniem Warszawa i peryferiami może osiągać nawet 9,1°C (jak 30.07 i 17.08.1992 r.).

Ciągi czasowe temperatury powietrza w ostatnich stuleciach w Europie świadczą, że współczesne ocieplenie klimatu może w dużym stopniu wynikać z przyczyn naturalnych. Tendencja rosnąca temperatury powietrza zwłaszcza zima jest po prostu wypadkową nakładających się cykli naturalnych. Na przykład coraz cieplejsze zimy w Warszawie — o 1,03°C/100 lat w latach 1779-1990 są efektem nałożenia się kilku okresów: 3,5; 5,5; 8,3; 12,9; 18,0; 38,3; 66,7; 113,1; 218,3 lat (rys. 73, 74.). Ich wypadkowa (prosta regresji) wyjaśnia wzrost temperatury powietrza podczas zim o 0,93°C/100 lat. Na zmienność antropogeniczną przypada zaledwie 0,1°C/100 lat. Analogicznie, coraz cieplejsze zimy w Genewie — o 0,5°C/100 lat, Pradze — o 0,25°C/100 lat są efektem nakładania się cyklicznych wahań temperatury powietrza.

Globalne ocieplenie klimatu (w Warszawie w latach 1779-1990 — średnio o 0,67°C/100 lat) może być wywołane wzrostem aktywności Słońca. Aktywność Słońca (liczby Wolfa) w latach 1779-1993 wzrasta średnio o 17,2/100 lat (rys. 77.). Wzrosła ona w ostatnich dwóch stuleciach średnio o 34,5, tj. o ponad 50% w stosunku do średniej wartości liczb Wolfa.

Okresowe wahania klimatu (ocieplenia i ochłodzenia) są analogiczne do okresów zmian aktywności Słońca — zbliżonych do okresów planetarnych P_j (obiegu czterech największych planet i ich wzajemnego położenia): 11,7; 12,8; 13,8; 19,9; 29,5; 35,9; 45,4; 84,0; 164,0; 171,4 lat. Interesujący jest eksperyment polegający na wyznaczeniu trendu czasowego liczb Wolfa

$$W = \alpha_0 + \sin\left(\frac{2\pi}{P_j} t + c_j\right)$$
, przy założeniu okresowości planetarnej P_j , z uwzględnieniem modulacji najkrótszego okresu 11,7 lat przez okresy najdłuższe 84 lat i 171,4 lat. Wypadkowa okresów planetarnych dobrze opisuje zmienność aktywności Słońca (wyniki obserwacji) w latach 1700-1993 (współczynnik korelacji $R = 0,8$).

Okresowe wahania temperatury powietrza skorelowane z okresami aktywności Słońca i okresami planetarnymi implikują tezę o ochłodzeniu klimatu w przyszłym — XXI stuleciu. Wypadkowa okresów temperatury powietrza w Warszawie podczas zim (rys. 76.) cechuje się głębokim minimum w latach 2000-2100, kiedy to prognozowane jest kolejne wiekowe minimum aktywności Słońca.

Ochłodzenia klimatu wystąpiły podczas wiekowych minimów plam słonecznych: Maundera (1640-1710) i Daltona (1780-1830). Zauważono (Charvatova, Jestlik 1996), że podczas minimów wiekowych aktywności Słońca (co 179 lat) ruch środka masy Układu Słonecznego odbywa się po innych orbitach (chaotycznych) niż podczas maksimów (po orbitach uporządkowanych). Podobne minimum wiekowe aktywności Słońca (i ochłodzenie klimatu) autorzy ci prognozują w połowie przyszłego stulecia.

Podobnie Sezanow i Malkentin (1996) sugerują, że anomalne ciepłe zimy są wywołane specyficznym układem największych planet (Saturna, Neptuna, Urana, które znajdują się w koniunkcji ze Słońcem i Ziemia) deformujących heliosferę własnymi polami grawitacyjnymi.

Naturalne wahania klimatu są wywołane głównie zmiennością stałej słonecznej. Zmienia się ona w ciągu roku o $\pm 3,3\%$ w wyniku różnej odległości Ziemi od Słońca: styczeń (147 mln km) — $2,01 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$, lipiec (152 mln km) — $1,94 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$. Stała słoneczna zależy od aktywności Słońca. Maksymalna jej wartość przypada na przedział 80-100 liczb Wolfa (Kondratiew 1965).

Z wzoru K. Kondratiewa i G. Nikolskiego (1970): $s = 1,903 + 0,011W^{0,5} - 0,0006W$ ($\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$) wynika, iż w cyklu 11-letnim stała słoneczna waha się o 2,5%. Ciąg czasowy stałej słonecznej w latach 1700-1993 (otrzymany wg powyższego wzoru) cechuje się średnią okresowością: 11,1; 34,2; 102,0; 187,8 lat (minima wariacji resztkowej, metoda sinusoid regresji).

Tendencja stałej słonecznej w latach 1700-1993 jest rosnąca i może być przyczyną postępującego ocieplenia klimatu Ziemi (rys. 77.).

Zmiany zachodzące na Słońcu są przenoszone na Ziemię nie tylko poprzez stałą słoneczną, ale także przez jonosferę (cyrkulację atmosferyczną).

Znamienne jest, że minimum absolutne trendu czasowego temperatury powietrza w Europie w ostatnich dwóch stuleciach (1779-1990) przypada na minimum absolutne aktywności Słońca (na najslabszy cykl 13-letni plam słonecznych 1811-1823) i jednocześnie na maksimum wiekowe aktywności wulkanicznej. Na początku XIX w. wystąpiły wybuchy wulkanów o największym wskaźniku zapylenia atmosfery DVI (dust veil index H.Lamba, 1974): Tambora — o $\text{DVI} = 3000$ w 1815 r., Coseguina — o $\text{DVI} = 4000$ w 1835 r.

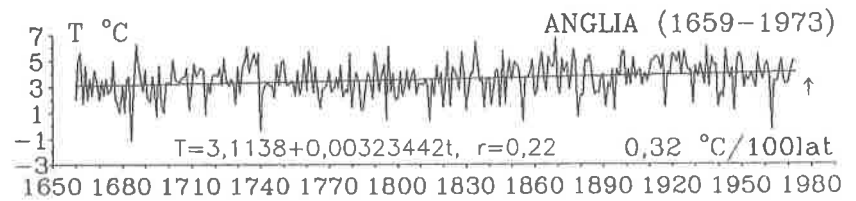
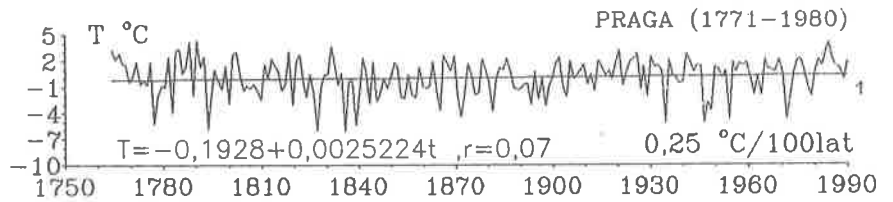
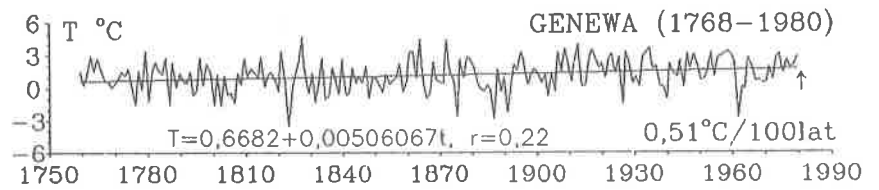
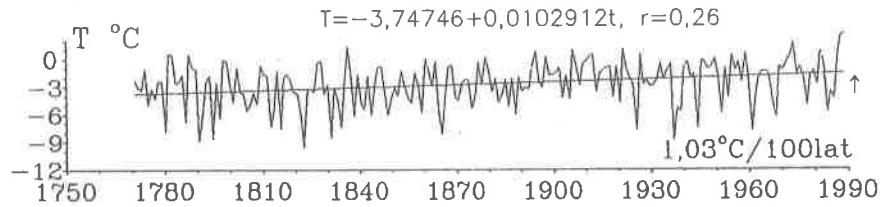
Postępujące globalne ocieplenie może też wynikać z tendencji malejącej wskaźnika DVI w latach 1680-1980 i z większych odstępów czasu między kolejnymi wybuchami wulkanów. Na stałą słoneczną ma niewątpliwie wpływ drobny pył, pozostający w stratosferze przez wiele lat.

Okresowość zbliżona do wiekowej (120 lat) i dwuwiekowej (190 lat), która najbardziej kształtuje współczesne wahania klimatu, występuje również w ciągach czasowych substancji organicznych zdeponowanych w osadach jeziornych sprzed 10 000 lat (w holocenie).

Te długie okresy: temperatury, aktywności Słońca i erupcji wulkanicznych (okolowiekowy i dwuwiekowy) powtarzają się wielokrotnie w przypadku akumulacji substancji organicznych.

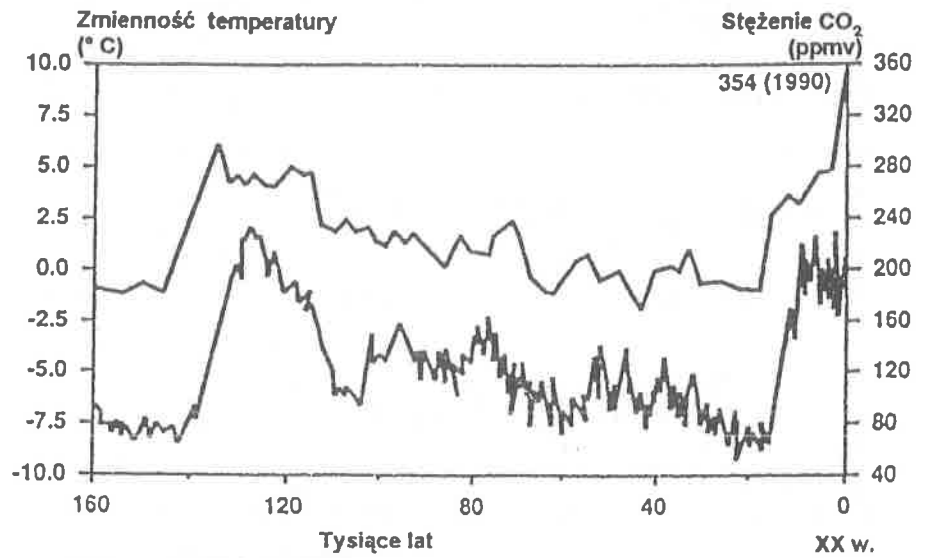
W prognozach zmian klimatu w XXI wieku można pominąć bardzo powolne zmiany, spowodowane długimi okresami wahań parametrów orbity Ziemi (90 000, 40 000, 21 000 lat; Milankowicz 1938). Można również pominąć najdłuższe holocenske cykle klimatu (powyżej 1000 lat), wykryte w ciągach czasowych deponowania substancji organicznych w osadach jezior: Wikaryjskiego, Gościąg, Świętego (Boryczka, Wicik 1994). Ich ekstrema

(ochłodzenia i ocieplenia) prawdopodobnie będą się powtarzać, gdyż analogicznej okresowości ulegają parametry Układu Słonecznego. W prognozach nie można jednak zaniedbać paruset letnich holocenskich okresów, które kształtowały klimat Ziemi w ostatnich tysiącleciach. Być może, że współczesne ocieplenie jest efektem nałożenia się bardzo długiego holocenckiego cyklu klimatu (jego fazy rosnącej) i zmienności antropogenicznej.



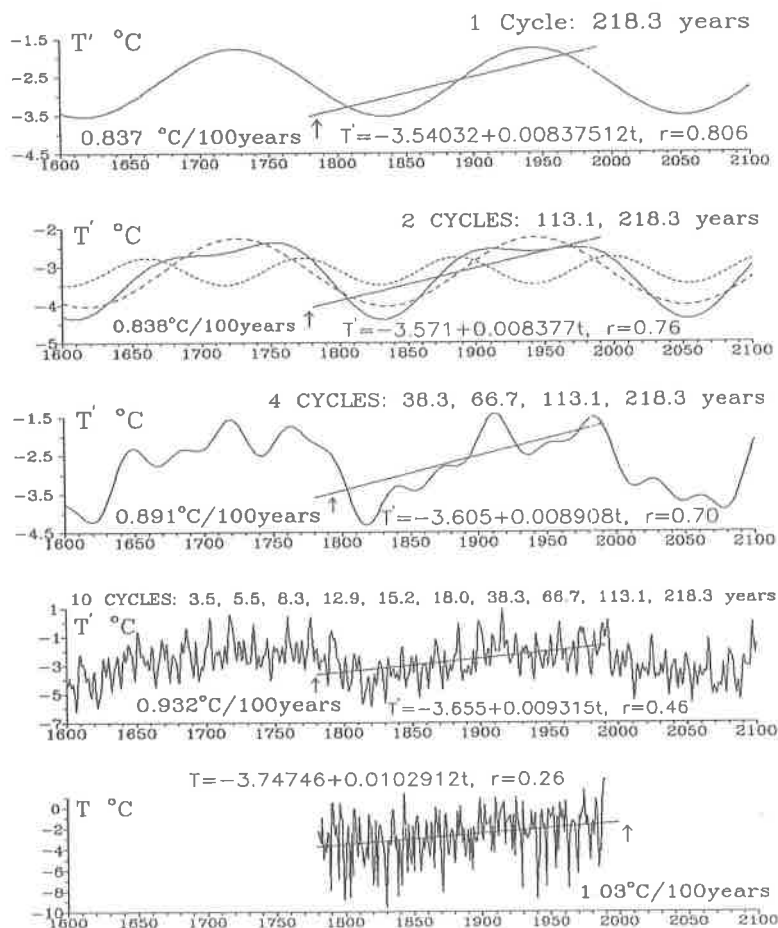
Rys. 71. Tendencje rosnące temperatury powietrza w zimie w Europie: Warszawa (1779-1990) — $01,03^{\circ}\text{C}/100$ lat, Genewa (1768-1980) — $00,51^{\circ}\text{C}/100$ lat, Praga (1771-1980) — $00,25^{\circ}\text{C}/100$ lat, Anglia Środkowa (1659-1973) — $00,32^{\circ}\text{C}/100$ lat.

The increasing trend of air temperature in winter in Europe: in Warsaw (1779-1990) — by $1,03^{\circ}\text{C}/100$ years, in Geneva (1768-1980) — by $0,51^{\circ}\text{C}/100$ years, in Prague (1771-1980) — by $0,25^{\circ}\text{C}/100$ years and in Middle England (1659-1973) — by $0,32^{\circ}\text{C}/100$ years.

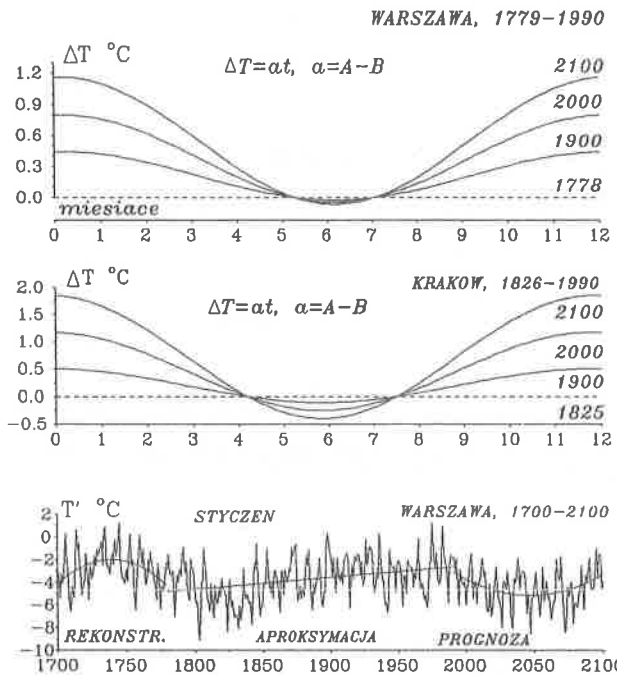


Rys. 72. Zmienność stężenia CO₂ (krzywa górna) oraz temperatury powietrza (krzywa dolna) w ostatnich 160, 000 lat, odtworzona na podstawie izotopu deuteru z rdzeni lodowych na stacji Vostok (za Lorenc, 1994).
 Variations of CO₂ concentration (upper curve) and air temperature (lower curve) in the past 160,000 years, reconstructed on the basis of deuterium isotope from glacial core in the Vostok base (after Lorenc, 1994).

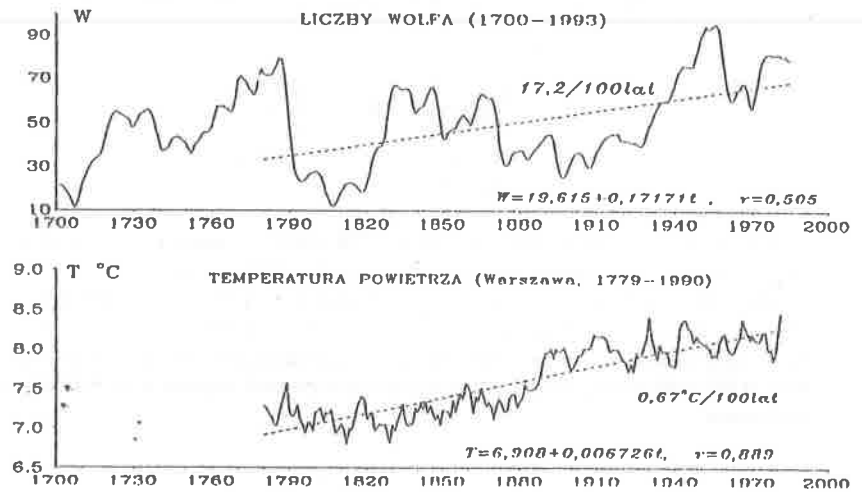
AIR TEMPERATURE IN WARSAW - WINTERS (1779-1990)



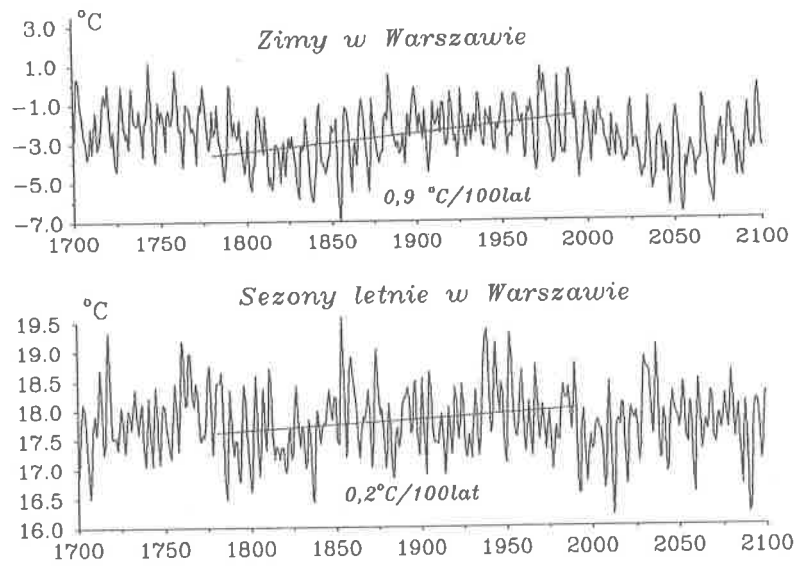
Rys. 73. Ciepłsze zimy w Warszawie w latach 1779-1990 — średnio o $A = 1,03^{\circ}\text{C}/100$ lat — to efekt nakładania się (superpozycji) 10 cykli naturalnych $B = 0,93^{\circ}\text{C}/100$ lat. Składnik antropogeniczny jest równy $a = A - B = 0,1^{\circ}\text{C}/100$ lat.
 Warmer winters in Warsaw in the years 1779-1990 by, on the average, $A = 1,03^{\circ}\text{C}/100$ years, as the effect of superposition of 10 natural cycles; $B = 0,93^{\circ}\text{C}/100$ years. The anthropogenic component equals $a = A - B = 0,1^{\circ}\text{C}/100$ years.



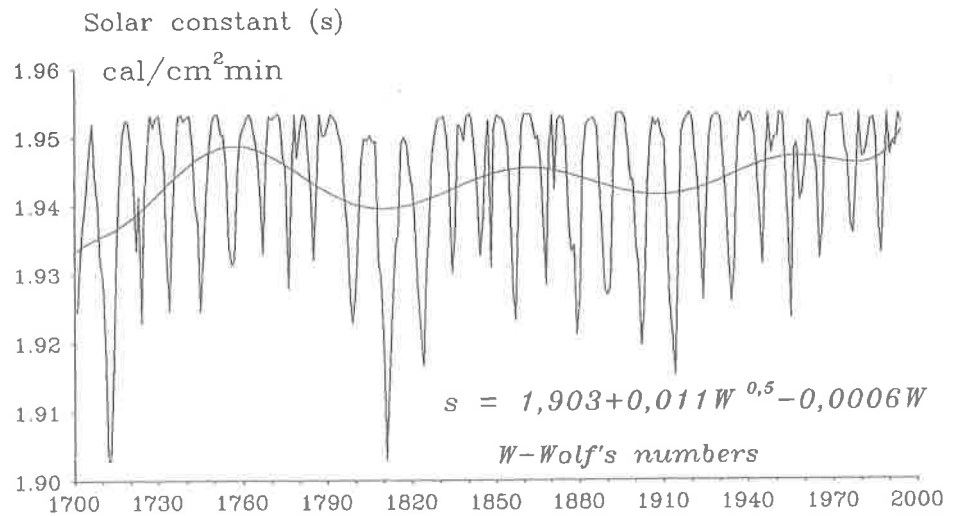
Rys. 74. Antropogeniczne przyrosty temperatury powietrza Δt do roku 2100 (Warszawa, Kraków) — Naturalne zmiany temperatury T w Warszawie (1700-2100, styczeń).



Rys. 75. Tendencje wiekowe aktywności Słońca (1700-1993) i temperatury powietrza w Warszawie (1779-1990); średnie konsektywne 10-letnie).
The tendency of solar activity (1700-1993) and air temperature in Warsaw (1779-1990, consecutive 10 years averages).



Rys. 76. Naturalne, okresowe zmiany klimatu w latach 1700-2100 w Warszawie.
Natural, periodic climatic changes in Warsaw int the years 1700-2100.



Rys. 77. Tendencje stałej słonecznej w latach 1700-1993.
Tendencies of the solar constant in the years 1700-1993.

LITERATURA

- Bagrow N.A., Kondratowicz K.W., Piet D.A., Ugriumow A.I., 1985, Dolgosrocznyje mietieorologiczeskije prognozy, Gidromietieoizdat, Leningrad.
- 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, Wyd. WGSR UW, Warszawa.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Błażek E., Skrzypczuk J., 1997, Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. X, Cykliczne zmiany aktywności Słońca i cyrkulacji atmosferycznej w Europie, Wyd. UW, Warszawa.
- Boryczka J., Wicik B., 1994, Record of holocene climatic cycles in lake sediments in Central Poland, *Miscellanea Geographica*, nr 6.
- Brazdil R., Kozuchowski K., 1986, Some aspects of precipitation variability in Poland in the period of 1881-1980, *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.*, vol. 16.
- Brückner E., 1890, Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen uber die Klimaschwankungen der Diluviazeit, *Geogr. Abh.*, H. 4/2, Wien.
- Budyko M.I., 1971, Klimat i žizn, Gidromietieoizdat, Leningrad.
- Budyko M.I., 1974, Izmienienija klimata, Gidromietieoizdat, Leningrad.
- Budyko M.I., Piwowarowa Z.I., 1967, Wlijanije wulkaniczeskich izwierženij na prichodziaszczuju k powierchnosti Ziemli solniecnuju radia-cju, *Mietieorologija i Gidrologija*, no. 10.
- Butusow K.P., 1972, K woprosu o ciklicznosti solniecnoj aktiwnosti, Sołnce, elektriczestwo žizni, MGU, Moskwa.
- Charvatova I., Strestik J., 1994, Udział długofalowych naturalnych zmian w obecnym ociepleniu globalnym (w): Globalne ocieplenie a współczesne zmiany klimatyczne w Polsce, *Materiały Międzynarodowej Konferencji, Szczecin 31 V — 1 VI 1993.*

- Cyberski J., 1995, Współczesne i prognozowane zmiany bilansu wodnego i jego rola w kształtowaniu zasolenia wód Bałtyku, Wyd. Uniw. Gdańsk., Rozprawy i Monografie nr 206, Gdańsk.
- Ewert A., 1984, Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym, cz. I i cz. II, Wyd. Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Słupsku.
- Haurwitz B., 1946, Relation between solar activity and the lower atmosphere, Trans. Am. Geoph. Union, XXVII.
- Jokiel P., Kożuchowski K., 1989, Zmiany wybranych charakterystyk hydrologicznych Polski w bieżącym stuleciu, Dok. Geogr., 6.
- Kondratiew K.J., Nikolski G.A., 1970, Solar radiation and solar activity, Quart. J. Roy. Meteor. Soc., no 96.
- Kożuchowski K. (red.), 1990, Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych, Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź.
- Kożuchowski K., 1994, Tendencje i wahania okresowe zlodzenia Bałtyku (1720-1992) (w): Współczesne zmiany klimatyczne. Klimat Polski i regionu Morza Bałtyckiego na tle zmian globalnych, Rozprawy i Studia Uniw. Szczecin., (226) 152.
- Kożuchowski K., 1996, Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych, Przegl. Geogr. T. LXVIII, z. 1-2.
- Kożuchowski K., Boryczka J., 1997, Cykliczne wahania i trendy zmian poziomu Morza Bałtyckiego w Świnoujściu (1811-1990), Przegl. Geofiz., R. XLII, z. 1.
- Kożuchowski K., Stolarczuk, Wibig J., 1994, Wskaźniki cyrkulacji atmosferycznej na poziomie 500 hPa nad Polska i południowym Bałtykiem w latach 1951-1990 (w): Współczesne zmiany klimatyczne. Klimat Polski i regionu Morza Bałtyckiego na tle zmian globalnych, Rozprawy i Studia Uniw. Szczecin., (226) 152.
- Lamb. H.H., 1974, Volcanic dust in the atmosphere with a chronology and assessment of meteorological, Philosoph. Transactions Roy. Soc., ser. A, No .
- Landsberg H.E., 1979, Climatic fluctuation, Mc Graw Hill Yearbook Science and Technology, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Landsberg H.E., 1980, Variable solar emission, the „Maunder Minimum” and climatic temperature fluctuation, Arch. Meteor. Geoph. Bioclimat., ser. B, vol. 28.
- Lipska A., 1985, Setna rocznica powołania Centralnej Stacji Meteorologicznej Warszawa Muzeum, Przegl. Geofiz., z. 4.
- Lockwood J.G., 1984, Procesy klimatotwórcze, PWN, Warszawa (1979, Causes of climate, London).
- Lorenc H., 1994, Symptomy zmian klimatu w strefach ograniczonych wpływów antropogenicznych, Mat. Bad. IMGW, Meteorologia, 19.
- Malcher J., Schönwiese Ch.D., 1987, Homogeneity, spatial correlation and

- spectral variance analysis of long European and North American air temperature records, *Theor. Appl. Climat.*, 38.
- Manley G., 1974, Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, no 100.
- Michalczewski J., 1979, Materiały do historii meteorologii w Polsce, *Wiad. Inst. Met. Gosp. Wod.*, z. 3-4.
- Miles M.K., Gildersleeves P.B., 1977, A statistical study of the likely causative factors in climate fluctuation of the last 100 years, *Meteor. Mag.*, vol. 106.
- Milankowicz M., 1938, *Matematyčeskaja klimatologija i astronomičeskaja teorija koliebanij klimata*, Moskwa.
- Morlet J., 1983, *Sampling theory and wave propagation*, NATO ASI Series, FI Springer.
- Parczewski W., 1948, *Zarys historii meteorologii w Polsce (od X do XIX wieku)*, *Przegl. Meteor. Hydrol.*, z. 2-4.
- Rakipowa L.R. (red.), 1978, *Dynamika wierzchnich slojow atmosfery i sloneczno-atmosfiernyje swiazi*, *Trudy GGO*, no. 407.
- Reznikow A.P., 1982, *Priedskazanije jestiestwiennych processow obuczajuszcziesja sistiemoj*, Nowosybirsk.
- Rojecki A., 1968, *O obserwacjach meteorologicznych w Warszawie w wiekach XVII-XIX*, *Przegl. Geofiz.*, z. 1.
- Sadowski M., Tomaszewska T., 1989, *Skutki ocieplenia klimatu w rolnictwie dorzecza Noteci*, maszynopis IMGW, Warszawa.
- Sazonow B.I., Malkentin E.K., 1994, *Znaczný wzrost temperatur zimowych w Europie Pólnocnej (1989-1993)*, *Rozprawy i Studia Uniw. Szczecin.*, (226) 152.
- Schönwiese Ch.D., 1983, *Spectral auto-variance, cross variance and coherence analysis of long air temperature series (w):II Inter. Meeting of Statistical Climatology*, Lisboa.
- Schönwiese Ch.D., 1997, *Klimat i człowiek*, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Sellers W.D., 1969, *A global climate model based on the energy balance of the Earth — atmosphere system*, *Journ. Appl. Meteorol.*, vol. 8, No. 3.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1998, *Cechy kontynentalne klimatu Polski Południowo-Wschodniej*, *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Trepińska J., 1973, *Zmiany w przebiegu temperatury powietrza w Krakowie w XIX i XX wieku*, *Przegl. Geofiz.*, z. 1-2.
- Walanus A., Soja R., 1996, *Statistical significance level in the method of fitting of many sine curves to the data series*, *Zeszyty Naukowe UJ, MCXXXVI, Prace Geogr.*, z. 102, *Prace Inst. Geogr. UJ*, z. 124.

SUMMARY

The contemporary climate changes constitute one of the major research problems for natural as well as social and economic sciences. The forecasts of natural and man-made climate changes are of foremost importance for the protection of life on the Earth.

The natural climate variability, resulting from external (astronomical) and internal (geological) causes is modified by the effects of anthropogenic nature.

Apprehensions arise in view of the systematic warming of the Earth's climate over the last two centuries. The average global temperature of the air in the 20th century has increased by 0,3-0,6°C. Thus, for instance, in Europe, it is first of all winters that are increasingly warm: in Warsaw (over the period of 1779-1990) — by 1°C/100 years, in Prague (1771-1989) — by 0,25°C/100 years, in Geneva (1768-1980) — by 0,5°C/100 years, and in Middle England (1859-1973) — by 0,3°C/100 years (Fig.71).

The progressing global warming of the Earth's climate is usually associated with the increasing influence of the „greenhouse effect”, caused by the „greenhouse gases, mainly carbon dioxide (CO₂). The results from the models constructed according to the „2×CO₂” scenario imply that when the concentration of carbon dioxide in the atmosphere is doubled (with respect to the initial point of 280 ppm) there will be an increase of air temperature by 0,1 — 4°C, depending upon latitude. According to the IPCC (1990) emission scenario the increase of the average global temperature until the year 2100 by almost 6°C is envisaged. After the chemical reactions due to presence of sulphate aerosols are taken into account a smaller temperature increase — by 1-2°C — is forecasted with respect to that of 1990.

Existence of the greenhouse effect in the atmosphere, caused primarily by water vapour and CO₂, is confirmed by the balance equation of the solar radiation on the irradiated surface of the Earth (πR^2) and the longwave radiation of the Earth ($4\pi R^2$): $0.25(1-A)s = \sigma T^4$, where s is the solar con-

stant, A — albedo of the Earth, and σ — the Stefan-Boltzmann constant. The planetary temperature of the Earth $T = 254^\circ\text{K}$ is much lower (by 2-4 degrees) than the average temperature resulting from actual measurements.

Due to the feedback existing between the greenhouse effect of water vapour and the air temperature, the increase of the solar constant value induces a twofold increase of temperature (Wetherald, Manabe, 1975). The changes in the volume of solar energy reaching the surface of the Earth result both from the long-term variations in the parameters of the Earth's orbit (Milankowicz, 1938), and from the changes in solar activity (Kondratev and Nikolski, 1974).

There are interesting results of the analyses of CO_2 concentrations and temperature (according to Deuter contents) over the last 160,000 years, carried out on the basis of ice cores at the Vostok polar station (WMO, 1991, Fig.72). The coincidence of dates of the two main maxima of CO_2 and temperature (the contemporary one and the one from 125 000 years ago) would demonstrate that the carbon dioxide contents of the air is determined by the air temperature. The warming of climate some 125 000 years ago was most probably caused by a significant increase of solar radiation intensity (a definite maximum of the Milankowicz curve approximately 125 000 years ago). Thus, it was a natural warming, resulting from the superposition of three periods of variation of the Earth's orbit parameters (90 000, 40 000 and 21 000 years, respectively). The CO_2 contents in the atmosphere is most probably regulated by ocean waters.

The increase of air temperature on the Earth is usually regarded as causing a rising of the ocean level — on the average by 10-25 cms over the last century. The level of Baltic Sea in the years 1811-1990 (in Świnoujście, in Poland) is increasing on the average by 5,7 cms/100 years (with a quicker increase during autumn — by 6,8 cms, and winter — by 5,7 cms/100 years).

Forecasts indicate the possibility of a further rise of the ocean level — an expansion of the ocean (of the volume of water) as the temperature increases, as well as further melting of the glaciers. According to an emission scenario (IPCC, 1995) the ocean level in the year 2000 will be by almost 50 cms higher (while according to the IPCC, 1990, scenario — it will be higher by more than 65 cms). These forecasts claim that the ocean level would have risen as of the year 2100 by 15 cms given the minimum emissions of CO_2 , and by 95 cms in case of the maximum emissions.

There are, however, also negative feedbacks caused by the increase of CO_2 contents in the atmosphere (by the greenhouse effect). Along with the increase of air temperature the evaporation of water from the ocean increases as well, causing increased cloudiness. This additional cloudiness limits the (direct) solar radiation brought to the Earth's surface, and so inhibits global warming.

The inflow of (direct) solar radiation to the Earth's surface is also limited by the dusts emitted to the atmosphere, of anthropogenic as well as natural (from volcanic eruptions) origins. Dusts alter significantly the radiation balance, causing local lowering of air temperature.

The increasing tendency of air temperature in the 19th-20th centuries may also partly result from the so called urban thermal islands — from the growing accumulation of heat by the buildings and other artificial surfaces featuring low albedo. Towns, where meteorological stations are located, are much warmer (first of all during the night) than the surrounding areas. Thus, for instance, the difference of air temperature between the Warsaw downtown and its peripheries may even reach 9,1°C (this difference having actually occurred on July 30th and August 17th of 1992).

The time series of air temperature during the last centuries in Europe indicate that the contemporary climate warming may result from natural causes. The upward tendency of air temperature, especially during winter, is simply the resultant of the superimposed natural cycles. And so, for instance, the increasingly warm winters in Warsaw — by 1,03°C/100 years in the period 1779-1990 — are the effect of superposition of several cycles, namely of 3,5; 5,5; 8,3; 12,9; 18,0; 38,3; 66,7; 113,1 and 218,3 years of the cycle length (Fig. 73, 74). The resultant trend — in terms of the regression line — explains the increase of the air temperature during winters by 0,93°C/100 years. Thus, the variability assigned to anthropological origin is limited to just 0,1°C/100 years. Analogously, the warmer winters in Geneva (by 0,5°C/100 years), and in Prague (by 0,25°C/100 years) are the result of the superposition of cyclical variation of air temperature.

Global climate warming (in Warsaw in the years 1779-1990 on the average by 0,67°C/100 years) may have been caused by the increased solar activity. Solar activity (Wolf numbers) has been increasing in the period 1779-1993 on the average by 17,2 /100 years (Fig. 75). Over the last two centuries this activity increased on the average altogether by 34,5, that is — by more than 50% in relation to the average value of the Wolf numbers.

The periodical variations of climate (the warming and cooling periods) are analogous to the cycles of changes in solar activity — closely associated with the planetary periods P_j (periods of revolution of the biggest planets and of their mutual position), i.e. 11,7; 12,8; 13,8; 19,9; 29,5; 35,9; 45,4; 84,0; 164,0; 171,4 years. An interesting experiment consists in determination of the temporal trend of the Wolf numbers, expressed as $W = a_0 + \sum b_j \sin(2\pi t/P_j + c_j)$, under the assumption of the planetary periodicity P_j , with consideration of the modulation of the shortest cycle of 11,7 years by the longest cycles, of 84 and 171,4 years. The resultant of the planetary periods describes well the variation of the solar activity (as measured from observations) in the years 1700-1993 (correlation coefficient $R = 0,8$).

The periodical changes of air temperature, correlated with the periods

of solar activity and with the planetary cycles, imply the hypothesis of a cooling of climate in the coming 21st century. The resultant of the cycles of air temperature in Warsaw during winters (Fig. 76) features a deep minimum in the years 2000-2100, when the consecutive secular minimum of solar activity is envisaged.

Climate cooled during secular sunspot minima of Maunder (1640-1710) and Dalton (1780-1830). It was observed, Charvatova, Jestlik (1996), that during the secular minima of solar activity (every 179 years) the movement of the mass center of the solar system takes place along different orbits (chaotic ones) than during the maxima (ordered orbits). A similar secular minimum of solar activity (and the associated climate cooling) is forecasted by the authors mentioned for the middle of the next century.

Similarly, natural climate fluctuations are mainly brought about by the variability of the solar constant. Its value changes during a year by 3,5% due to varying distance between the Earth and the Sun (January: 147 million kms — 2,01 cal cm⁻²min⁻¹; July: 152 million kms — 1,94 cal cm⁻²min⁻¹). The value of the solar constant depends upon the solar activity. Its maximum coincides with the Wolf numbers in the interval between 80 and 100 (Kondratev, 1965).

The formula of K.Kondratev and G.Nikolski (1970), i.e. $s = 1,903 + 0.011W^{0,5} - 0.0006W$ (cal cm⁻²min⁻¹), implies that in the 11-year cycle the solar constant varies by 1,5%. The time series of the values of the solar constant in the years 1700-1993 (obtained with the formula quoted) features on the average the periodicity of 11,1; 34,2; 102,0 and 187,8 years (minima of the residual variance, the method of regression sinusoids).

The trend of the solar constant in the years 1700-1993 is increasing and may be responsible for the progressing warming of the Earth's climate (Fig. 77).

The changes which take place on the Sun are transmitted to the Earth not only through the intermediary of the solar constant value, but also via the ionosphere (atmospheric circulation).

It is certainly telling that the absolute minimum of the temporal trend of air temperature in Europe in the last two centuries (1779-1990) coincides with the absolute minimum of solar activity (the weakest 13-year cycle of sunspots — 1811-1823) and, simultaneously, with the secular maximum of volcanic activity. At the beginning of the 19th century volcanic eruptions occurred characterized by the greatest values of the dust measure, DVI (dust veil indicator, H.Lamb, 1974), namely Tambora, with DVI = 3,000, in 1815, and Coseguina, with DVI = 4,000, in 1835.

The progressing global warming might also result from the decreasing tendency of the DVI indicator in the years 1680-1980, and the growing intervals between consecutive volcanic eruptions. Solar constant is doubtless influenced by the fine dust which lingers in the atmosphere for many years.

The periodicity, which is close to that of the secular and bi-secular cycles, that are most evidently responsible for the contemporary fluctuations of the climate, is also observed in the temporal sequences of the organic substances of the lake sediments dated 10 000 years ago (holocene).

These long change periods of temperature, solar activity and volcanic eruptions (peri-secular and bi-secular) are repeated several times over in the accumulation of the organic matter.

When constructing the forecasts of climate changes for the 21st century we can neglect the very slow changes, brought about by the long periods of fluctuation in the parameters of the Earth's orbit (90 000, 40 000 and 21 000 years, Milankowicz, 1938). Likewise, we can neglect the longest holocene cycles of climate (exceeding 1000 years), discovered in the time series of accumulation of the organic matter in the sediments of such lakes as Wikaryjskie, Gościąż and Święte (Boryczka, Wicik, 1994). Their extrema (of cooling and warming) will most probably get repeated, since the parameters of the solar system are subject to similar periodicity. Still, the forecasts cannot omit the several hundred years long holocene cycles, which shaped the Earth's climate during the last thousands of years. It is possible that the contemporary climate warming is the effect of the superposition of a very long holocene climate cycle (its ascending phase) and the anthropogenic variability.

Zał. 1. Temperatura powietrza w Warszawie w sezonach, półroczach i roku w latach 1779-1985

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1780	8,4	17,5	8,5	-2,3	0,8	14,3	7,5
1781	8,4	20,0	8,8	-3,1	0,7	16,5	8,6
1782	7,7	18,1	6,8	-3,4	-0,2	14,9	7,3
1783	8,1	19,3	8,3	-1,0	1,1	16,0	8,6
1784	7,1	19,5	8,2	-4,9	-0,2	15,8	7,8
1785	2,8	15,5	7,5	-3,2	-1,9	12,4	5,3
1786	6,6	15,6	4,5	-4,3	-1,3	13,0	5,8
1787	7,0	17,4	7,0	-2,4	1,1	13,8	7,4
1788	6,0	18,3	8,0	-2,4	-2,4	14,9	6,2
1789	6,0	18,9	10,5	-7,9	0,5	15,9	8,2
1790	6,4	15,9	6,5	0,5	1,9	12,8	7,3
1791	7,9	16,9	7,1	0,5	1,8	14,0	7,9
1792	6,6	17,2	6,7	-2,6	-0,3	14,0	6,9
1793	7,3	17,8	8,1	-2,5	1,7	13,6	7,7
1794	9,3	17,2	6,6	-1,7	0,7	14,2	7,5
1795	7,8	16,4	7,3	-6,8	-0,4	14,0	6,8
1796	4,4	18,0	7,2	0,5	0,3	14,1	7,2
1797	8,8	19,0	6,4	-0,9	1,8	15,3	8,5
1798	9,4	18,3	7,2	-1,1	-0,2	15,9	7,8
1799	4,7	15,8	6,9	-8,9	-3,5	12,6	4,6
1800	6,6	15,7	7,6	-6,2	-0,5	13,6	6,5
1801	9,9	17,1	8,7	-2,4	1,6	15,2	8,4
1802	8,0	18,5	7,2	-1,8	1,4	14,5	7,9
1803	8,6	18,3	6,6	-8,6	-3,7	15,4	5,9
1804	6,1	17,2	6,8	-2,5	-1,2	14,6	6,7
1805	5,7	16,7	4,8	-6,5	-2,3	13,7	5,7
1806	7,5	17,0	9,2	-0,1	2,4	14,9	8,7
1807	6,3	20,2	8,6	-0,2	1,5	15,6	8,5
1808	3,9	19,4	8,1	-2,9	-2,1	15,3	6,6
1809	5,5	17,9	7,0	-4,6	-0,2	14,4	7,1
1810	5,4	16,1	7,4	-0,9	0,8	13,0	6,9
1811	8,3	21,9	8,2	-3,6	0,7	16,8	8,7
1812	5,9	18,2	7,2	-3,7	-1,8	13,8	6,0
1813	7,0	17,2	7,0	-5,7	0,2	14,2	7,2
1814	6,0	18,1	6,1	-4,8	-1,3	14,0	6,4
1815	7,2	17,0	6,5	-3,6	-1,3	13,8	6,3
1816	6,5	17,0	6,9	-4,9	-0,4	13,8	6,7
1817	6,1	17,8	6,4	-0,7	1,2	13,8	7,5
1818	7,8	16,5	7,2	-1,6	0,9	13,8	7,4
1819	7,4	18,7	7,6	-1,8	0,0	15,1	7,5
1820	7,6	16,8	7,0	-7,4	-2,1	14,5	6,2
1821	7,0	15,2	8,5	-5,7	-0,3	14,1	6,9

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1822	9,2	17,8	8,0	-1,2	1,2	14,9	8,0
1823	6,0	19,0	8,7	-7,5	-1,2	14,8	6,8
1824	6,3	16,9	9,1	-2,0	1,5	14,2	7,9
1825	5,1	17,3	8,8	-1,6	0,9	14,3	7,6
1826	6,7	19,4	8,5	-2,4	0,4	15,0	7,7
1827	9,3	18,5	7,6	-3,6	0,4	15,8	8,1
1828	7,7	17,6	7,6	-3,7	-0,4	14,5	7,0
1829	6,0	17,2	5,7	-6,3	-4,8	14,4	4,8
1830	7,1	17,9	8,1	-9,6	-0,8	14,6	6,9
1831	7,7	17,1	7,5	-3,2	-0,3	14,5	7,1
1832	5,4	15,4	6,0	-3,2	-0,8	12,2	5,7
1833	6,9	16,3	7,3	-3,6	0,8	13,7	7,2
1834	7,1	19,9	7,9	-0,3	1,1	15,9	8,5
1835	6,8	17,9	6,3	-0,2	0,2	14,4	7,3
1836	8,8	16,7	8,1	-3,8	1,9	13,9	7,9
1837	6,6	17,3	7,9	-2,7	-0,3	14,1	6,9
1838	6,8	16,5	7,4	-8,5	-2,7	14,2	5,7
1839	5,2	19,0	8,8	-3,1	-0,9	15,3	7,2
1840	4,7	17,0	8,0	-4,4	-1,7	13,8	6,1
1841	9,2	18,3	9,6	-7,4	0,7	16,0	8,3
1842	6,7	17,6	6,0	-2,9	-0,5	14,2	6,8
1843	6,0	18,3	7,2	1,4	2,4	14,1	8,3
1844	6,7	15,6	8,3	-2,2	-0,9	13,7	6,4
1845	4,3	18,5	7,9	-6,2	-1,3	14,6	6,6
1846	8,4	19,1	8,4	-1,6	1,2	15,3	8,3
1847	6,9	17,5	6,9	-4,8	-0,7	14,1	6,7
1848	9,6	18,6	8,0	-5,5	0,4	15,5	8,0
1849	6,6	16,3	7,2	-1,8	-0,5	13,6	6,5
1850	6,9	18,8	7,2	-6,1	-0,7	15,1	7,2
1851	7,1	17,0	8,9	-2,6	1,2	14,0	7,6
1852	5,1	18,6	7,9	-0,9	1,4	14,4	7,9
1853	4,3	18,1	7,3	-0,8	-0,7	14,0	6,6
1854	7,4	17,7	6,9	-3,8	0,6	14,4	7,5
1855	6,1	18,5	7,6	-6,1	-2,7	14,2	5,8
1856	6,4	16,8	6,6	-4,2	0,2	14,1	7,1
1857	6,6	17,9	8,1	-3,1	0,7	14,5	7,6
1858	5,8	19,0	7,0	-4,0	-1,8	14,9	6,6
1859	8,4	19,6	7,5	-1,2	1,6	15,3	8,5
1860	6,9	17,6	6,9	-3,1	-0,7	14,9	7,1
1861	6,4	19,5	8,0	-4,1	0,8	14,5	7,6
1862	8,6	17,6	7,5	-4,7	-1,2	14,9	6,8
1863	7,9	17,7	9,5	-1,4	3,2	14,8	9,0
1864	5,5	16,4	6,4	-2,7	-0,7	12,5	5,9
1865	7,3	17,1	8,1	-5,8	-0,3	14,6	7,2
1866	7,2	18,0	7,9	0,1	1,4	15,1	8,2
1867	4,9	16,8	7,0	-1,0	0,0	13,3	6,7

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1868	8,4	19,6	8,1	-2,9	1,3	16,2	8,8
1869	8,6	16,9	7,5	-0,3	1,2	14,9	8,0
1870	6,1	17,3	7,6	-5,4	-2,3	14,0	5,8
1871	5,6	17,6	5,8	-8,1	-2,4	13,2	5,4
1872	10,1	17,7	10,5	-3,7	2,3	15,9	9,1
1873	6,4	18,6	8,4	-0,8	2,4	14,2	8,3
1874	5,9	18,1	8,4	-0,6	1,0	14,5	7,7
1875	5,2	19,3	5,5	-4,1	-2,6	14,7	6,1
1876	7,3	18,3	6,2	-4,5	-0,6	14,4	6,9
1877	5,4	18,4	6,9	-2,6	0,8	13,6	7,2
1878	7,6	17,1	9,6	-2,1	1,5	14,7	8,1
1879	5,8	17,3	7,4	-2,3	-1,3	14,3	6,5
1880	7,2	18,3	7,7	-5,3	0,2	15,1	7,6
1881	5,7	17,1	6,2	-3,8	-1,1	13,5	6,2
1882	9,4	17,5	7,8	-0,4	2,1	14,9	8,5
1883	4,9	17,8	8,2	-2,7	0,3	14,0	7,1
1884	6,3	17,2	7,4	0,2	2,0	13,9	8,0
1885	7,7	17,6	7,3	-1,0	0,7	14,5	7,6
1886	6,6	17,4	8,7	-3,5	-0,2	15,2	7,5
1887	6,6	17,0	7,9	-2,0	0,1	14,3	7,2
1888	6,0	16,7	7,2	-4,7	-1,2	13,9	6,3
1889	7,7	18,4	7,9	-3,9	-0,6	15,3	7,3
1890	10,1	18,5	7,6	-2,2	0,5	15,9	8,2
1891	7,9	17,4	8,4	-5,1	0,9	14,6	7,7
1892	7,4	18,8	8,4	-2,0	-0,1	15,7	7,8
1893	6,9	18,3	8,2	-5,9	-0,1	14,4	7,2
1894	9,6	17,7	7,1	-1,9	1,4	14,7	8,0
1895	8,0	19,0	8,4	-3,4	-0,4	15,9	7,8
1896	7,8	19,2	8,2	-3,0	1,2	15,1	8,1
1897	9,1	19,0	7,1	-3,3	0,5	15,6	8,0
1898	8,2	17,1	8,1	-0,7	2,5	14,5	8,5
1899	7,7	16,9	9,0	0,9	2,0	14,3	8,1
1900	6,1	18,8	9,1	-2,3	1,7	14,9	8,3
1901	8,0	19,1	8,6	-3,2	0,7	15,6	8,1
1902	5,9	16,2	5,8	0,3	0,2	12,8	6,5
1903	9,1	17,3	8,3	-1,7	2,5	14,6	8,6
1904	6,5	17,3	7,0	-1,7	1,2	13,8	7,5
1905	7,7	18,9	7,5	-1,5	1,0	15,2	8,1
1906	9,6	17,7	8,7	-0,9	1,5	15,4	8,5
1907	7,1	16,4	9,0	-4,2	0,5	13,9	7,2
1908	7,2	17,6	5,9	-1,8	0,3	14,2	7,2
1909	6,1	17,3	9,3	-4,4	0,7	14,1	7,4
1910	9,0	17,9	7,4	1,0	2,7	15,2	8,9
1911	8,7	18,1	9,1	-0,8	2,0	15,3	8,7
1912	7,9	18,2	5,6	-2,8	0,8	13,9	7,3
1913	8,8	16,3	9,1	-0,6	2,8	14,0	8,4

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1914	9,0	18,3	6,6	-0,2	1,9	15,0	8,5
1915	7,5	18,2	6,6	0,3	1,0	15,0	8,0
1916	8,5	17,0	8,1	0,5	2,7	14,3	8,5
1917	5,4	19,6	9,7	-3,5	-0,3	15,4	7,6
1918	10,2	16,6	9,0	-1,5	2,0	15,4	8,7
1919	6,9	16,4	6,9	-1,2	0,3	14,1	7,2
1920	11,3	18,4	6,5	-0,9	1,2	16,3	8,7
1921	10,6	18,6	7,2	-0,8	2,1	15,8	8,9
1922	8,1	17,8	5,8	-4,1	0,0	14,4	7,2
1923	7,6	15,8	9,4	-0,7	2,1	13,6	7,8
1924	6,6	17,3	8,5	-4,7	-0,8	14,6	6,9
1925	8,5	16,9	7,2	1,0	2,4	14,5	8,5
1926	8,3	17,2	9,5	-1,0	2,2	14,7	8,4
1927	7,5	18,3	8,1	-2,1	0,9	14,4	7,6
1928	6,3	16,8	9,5	-2,7	1,7	13,9	7,8
1929	5,6	17,4	9,7	-7,7	-0,9	14,1	6,6
1930	8,6	18,0	9,1	0,5	2,4	15,0	8,7
1931	7,5	17,8	6,6	-2,7	0,3	14,6	7,5
1932	7,3	18,8	9,5	-2,2	0,8	16,1	8,4
1933	6,7	17,4	7,7	-3,0	-0,5	13,7	6,6
1934	10,3	17,9	10,5	-2,9	2,9	16,0	9,5
1935	6,8	17,9	9,0	-2,2	1,4	14,5	7,9
1936	9,5	18,4	6,9	-0,4	2,0	15,3	8,7
1937	9,9	19,0	9,3	-2,2	1,1	16,6	8,8
1938	8,2	19,1	9,8	-1,2	2,5	15,0	8,7
1939	8,1	20,6	8,2	-0,5	2,0	16,5	9,2
1940	6,7	18,2	8,1	-8,8	-3,0	14,8	5,9
1941	5,8	18,2	5,3	-5,3	-0,9	13,7	6,4
1942	5,5	18,2	9,4	-5,7	-1,4	15,3	7,0
1943	8,9	18,1	8,9	-0,9	1,8	15,3	8,6
1944	6,8	19,0	8,7	-0,3	1,8	15,2	8,5
1945	8,2	17,7	8,2	-2,0	1,5	14,7	8,1
1946	9,5	18,8	6,6	-1,6	0,1	16,2	8,1
1947	8,4	18,9	8,8	-7,5	-1,2	16,2	7,5
1948	9,5	17,4	8,7	-0,2	2,0	15,5	8,7
1949	8,4	17,1	9,6	-0,2	2,6	15,4	9,0
1950	9,7	17,5	8,3	-1,0	1,5	15,4	8,4
1951	7,5	19,2	9,4	-0,7	2,1	15,9	9,0
1952	6,8	18,3	6,9	0,1	0,5	15,0	7,8
1953	8,7	19,0	8,6	-1,7	1,7	15,7	8,7
1954	7,5	18,3	8,6	-5,9	-0,1	15,0	7,4
1955	5,4	18,4	9,0	-0,9	1,1	14,5	7,8
1956	6,0	17,1	6,8	-4,2	-1,1	13,9	6,4
1957	7,7	18,0	8,4	0,4	2,7	14,4	8,6
1958	5,9	17,7	9,1	-1,2	1,7	14,5	8,1
1959	9,1	19,4	7,7	-0,3	1,9	15,6	8,8

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1960	7,6	17,3	8,8	-2,4	2,2	14,2	8,2
1961	9,5	17,4	9,9	0,6	2,7	15,0	8,8
1962	7,1	16,4	8,4	-1,8	0,8	14,1	7,5
1963	8,0	19,4	10,2	-7,7	-1,6	16,5	7,4
1964	6,8	18,8	8,7	-3,8	0,5	15,6	8,0
1965	6,3	16,7	7,6	-1,9	0,7	13,8	7,2
1966	8,7	18,3	8,9	-1,3	2,1	15,1	8,6
1967	9,4	18,4	10,8	-1,4	2,7	15,8	9,2
1968	8,7	18,2	8,7	-1,6	1,5	15,1	8,3
1969	6,9	17,6	9,5	-4,5	-0,9	14,9	7,0
1970	7,1	17,7	8,6	-6,3	0,6	14,4	7,5
1971	8,2	18,5	7,6	-0,8	2,0	15,2	8,6
1972	8,8	18,7	7,7	-1,2	1,3	15,1	8,2
1973	8,5	18,1	7,4	-0,3	2,0	14,8	8,4
1974	8,1	16,6	8,1	0,2	3,2	13,9	8,5
1975	9,2	18,9	8,7	1,7	3,1	15,9	9,5
1976	7,0	17,4	8,2	-1,7	0,6	14,5	7,6
1977	8,6	17,2	8,8	-0,8	3,1	13,9	8,5
1978	7,7	16,4	8,6	-2,0	1,4	13,4	7,4
1979	8,1	17,8	7,8	-5,0	0,3	14,9	7,6
1980	5,7	16,9	7,9	-1,8	0,5	13,5	7,0
1981	8,3	17,8	9,1	-1,3	1,7	14,8	8,2
1982	8,1	17,2	9,8	-2,7	2,4	14,6	8,5
1983	10,1	18,9	8,7	0,9	2,7	16,3	9,5
1984	8,3	16,6	8,9	-0,4	2,1	14,5	8,3
1985	8,9	18,0	7,3	-5,8	-0,9	15,1	7,1
1986	8,9	17,8	8,5	-3,6	1,1	14,9	8,0
1987	6,1	16,8	8,6	-4,2	-0,2	14,0	6,9
1988	8,1	18,2	7,3	0,7	1,9	15,3	8,6
1989	10,0	17,9	8,9	2,4	4,2	15,5	9,9
1990	10,2	17,7	8,6	2,7	4,7	14,8	9,7

Zał. 2. Temperatura powietrza w Genewie w sezonach, półroczach i roku, w latach 1768-1980

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półroczce chłodne	Półroczce ciepłe	Rok
1769	9,6	18,3	9,6	1,6	3,8	15,8	9,8
1770	8,2	17,8	10,3	0,3	3,1	15,2	9,2
1771	9,4	18,4	9,6	1,4	4,1	15,6	9,8
1772	9,8	19,5	12,1	3,0	5,8	16,3	11,1
1773	8,7	18,1	10,3	1,5	4,0	15,4	9,7
1774	10,9	18,8	8,4	2,8	3,9	15,8	9,8
1775	8,9	18,4	10,0	1,6	4,6	15,2	9,9
1776	10,1	19,3	9,5	0,8	4,2	15,8	10,0
1777	9,9	18,7	10,8	0,6	4,2	15,4	9,8
1778	10,8	19,8	9,9	0,1	4,4	16,6	10,5
1779	11,1	18,0	11,4	0,4	4,3	16,4	10,3
1780	10,8	20,0	10,0	0,9	3,3	16,7	10,0
1781	11,8	19,9	10,3	1,5	5,0	17,5	11,2
1782	8,6	20,3	7,9	1,2	2,1	16,1	9,1
1783	9,7	19,2	10,9	1,8	5,2	16,3	10,7
1784	9,5	19,0	9,5	0,2	1,9	16,3	9,1
1785	5,9	18,1	10,3	-1,5	1,9	15,3	8,6
1786	9,3	18,3	8,6	1,6	3,1	15,8	9,4
1787	9,5	19,2	10,4	-0,1	4,4	15,7	10,0
1788	11,0	19,5	8,9	3,4	3,1	16,7	9,9
1789	9,7	17,8	8,8	-1,2	2,9	15,8	9,3
1790	10,1	18,9	10,6	1,5	4,9	15,8	10,4
1791	11,0	19,8	9,9	2,4	4,4	17,2	10,8
1792	11,0	19,2	10,3	1,6	4,7	16,3	10,5
1793	9,7	20,5	10,4	1,3	4,7	16,5	10,6
1794	11,9	20,1	9,8	2,8	4,7	17,0	10,8
1795	10,7	18,7	11,1	-1,5	3,4	16,7	10,1
1796	9,0	18,6	10,5	2,4	3,5	16,1	9,8
1797	10,7	18,9	10,1	0,1	4,0	16,6	10,3
1798	10,2	19,0	10,0	1,4	3,3	16,4	9,9
1799	8,5	18,0	9,4	0,7	2,8	15,0	8,9
1800	10,6	18,6	9,8	0,4	3,5	16,7	10,1
1801	10,6	18,0	10,5	1,6	4,8	15,9	10,3
1802	10,7	19,7	11,7	-0,6	3,6	17,1	10,3
1803	10,0	20,2	9,6	-0,1	3,5	16,6	10,0
1804	10,2	19,0	10,6	2,8	4,3	16,5	10,4
1805	8,3	17,3	8,2	0,3	2,2	14,7	8,4
1806	9,4	18,5	10,7	2,2	5,7	15,6	10,6
1807	8,5	20,5	10,2	1,5	2,7	16,6	9,7
1808	8,3	18,0	8,5	-1,7	1,1	15,3	8,2
1809	8,1	17,7	8,1	1,3	4,1	14,4	9,2
1810	10,9	17,1	11,2	-1,6	3,6	15,3	9,4

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1811	11,3	19,4	11,1	1,1	4,3	16,8	10,6
1812	9,0	17,5	8,8	-0,6	2,1	14,8	8,5
1813	9,7	16,2	9,3	-0,4	3,5	14,6	9,0
1814	8,6	17,7	8,9	-1,3	2,6	14,8	8,7
1815	11,0	17,8	9,8	1,4	3,7	15,7	9,7
1816	9,1	15,5	9,2	0,4	3,2	13,9	8,6
1817	8,3	18,1	10,3	2,8	4,3	15,3	9,8
1818	9,0	18,6	9,8	1,1	4,0	15,3	9,6
1819	10,3	17,8	9,6	1,8	4,4	15,6	10,0
1820	10,1	17,8	7,8	1,4	2,9	15,4	9,2
1821	9,7	16,9	10,9	1,0	5,1	14,9	10,0
1822	11,5	19,8	11,4	2,9	4,9	16,8	10,9
1823	9,7	17,3	8,9	0,2	3,4	15,3	9,3
1824	8,2	18,3	10,8	1,3	4,2	15,3	9,7
1825	9,7	18,5	11,2	1,5	4,4	16,3	10,3
1826	9,5	19,7	10,2	0,8	3,4	16,2	9,8
1827	10,7	19,2	9,5	-0,3	3,8	16,4	10,1
1828	10,5	18,4	10,7	3,4	5,1	16,1	10,6
1829	9,6	17,4	8,1	0,5	2,0	14,7	8,4
1830	11,3	18,1	9,1	-3,5	2,5	15,7	9,1
1831	10,9	17,8	10,5	-0,1	4,5	15,4	10,0
1832	9,0	19,2	9,7	1,2	3,8	15,7	9,8
1833	9,9	17,7	9,8	2,3	5,1	15,3	10,2
1834	10,4	20,3	11,8	4,7	5,3	17,4	11,3
1835	9,4	19,5	8,5	1,3	2,9	16,2	9,5
1836	8,8	18,9	9,4	-0,4	4,1	14,9	9,5
1837	6,4	19,5	8,5	1,4	2,9	14,8	8,9
1838	8,6	17,3	9,9	-1,3	2,8	14,4	8,6
1839	7,9	18,4	10,5	0,6	4,8	14,7	9,7
1840	8,3	17,6	8,9	2,8	2,5	15,0	8,8
1841	10,3	16,4	10,4	-1,0	4,1	14,9	9,5
1842	9,5	19,2	8,1	-0,7	2,1	15,7	8,9
1843	8,7	16,4	10,2	2,0	4,4	14,4	9,4
1844	9,6	17,5	10,5	0,5	3,3	15,4	9,4
1845	8,0	17,3	10,7	-0,5	3,7	14,7	9,2
1846	10,0	19,6	10,3	2,7	4,1	16,3	10,2
1847	8,6	17,2	8,6	-0,6	2,7	14,5	8,6
1848	9,6	17,9	8,8	-0,5	2,9	15,3	9,1
1849	7,8	18,5	9,4	1,9	3,6	15,0	9,3
1850	7,5	17,7	8,8	0,5	3,2	14,3	8,8
1851	7,9	17,7	7,0	1,1	2,0	14,0	8,0
1852	8,3	17,5	10,1	0,5	4,6	14,8	9,7
1853	6,6	17,9	9,7	2,1	2,8	14,4	8,6
1854	9,6	17,2	9,6	-1,0	3,4	15,1	9,2
1855	8,1	17,9	10,1	1,0	2,9	14,8	8,8
1856	8,7	18,7	8,5	0,9	4,0	15,1	9,5

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1857	8,5	18,8	10,6	0,3	3,4	15,6	9,5
1858	9,0	17,9	9,8	-0,4	2,9	15,5	9,2
1859	10,0	20,2	10,2	1,4	4,0	16,4	10,2
1860	8,3	16,7	8,6	0,3	3,2	14,2	8,7
1861	9,5	18,4	10,9	0,7	4,0	15,6	9,8
1862	11,6	18,5	11,1	1,0	4,9	16,5	10,7
1863	10,2	19,3	9,9	2,2	4,5	16,2	10,4
1864	10,1	18,3	9,3	-0,3	2,7	15,5	9,1
1865	10,3	19,0	11,4	0,6	3,6	17,3	10,4
1866	9,1	18,0	10,6	3,3	5,6	15,4	10,5
1867	9,8	18,4	9,3	3,3	4,0	15,9	9,9
1868	10,6	19,1	10,2	0,9	4,7	16,9	10,8
1869	9,4	18,3	9,7	4,5	3,8	16,1	10,0
1870	9,9	19,6	9,4	0,3	2,8	16,4	9,6
1871	9,9	17,8	9,6	-0,9	1,9	15,9	8,9
1872	9,6	18,3	11,2	-0,4	5,1	15,6	10,3
1873	9,5	19,7	10,2	2,4	4,5	15,8	10,2
1874	9,1	19,0	10,0	0,7	3,4	15,9	9,6
1875	10,0	18,6	10,6	0,5	3,4	16,5	9,9
1876	8,5	19,1	10,0	0,5	4,8	15,3	10,0
1877	8,4	19,7	9,5	4,5	5,1	15,6	10,3
1878	9,5	18,1	9,7	1,4	3,2	15,6	9,4
1879	7,7	18,2	8,6	0,7	2,4	14,4	8,4
1880	10,1	18,1	11,1	-2,6	4,9	15,5	10,2
1881	9,8	19,9	8,7	2,7	3,8	15,9	9,9
1882	10,2	17,0	10,0	1,0	4,8	14,6	9,7
1883	8,3	17,5	9,6	2,9	4,0	14,9	9,4
1884	10,3	18,3	9,2	2,7	4,9	15,7	10,3
1885	9,2	19,4	9,6	2,0	4,3	15,7	10,0
1886	9,8	18,5	11,4	0,6	4,0	16,2	10,1
1887	7,7	19,6	8,2	-0,0	1,9	15,6	8,7
1888	9,0	17,5	9,6	-0,3	2,8	15,2	9,0
1889	8,7	18,3	9,2	0,3	2,7	15,3	9,0
1890	9,3	17,7	8,6	-0,1	2,4	15,0	8,7
1891	8,6	17,8	10,2	-2,8	2,9	14,9	8,9
1892	8,8	18,9	10,6	1,8	3,5	16,0	9,8
1893	11,2	19,4	10,5	-0,3	3,9	16,8	10,3
1894	10,1	18,1	10,3	1,0	4,3	15,5	9,9
1895	0,9	18,7	11,8	-2,3	2,6	16,2	9,4
1896	9,5	17,2	8,8	0,4	3,5	14,4	8,9
1897	10,1	19,0	8,6	2,1	4,3	15,5	9,9
1898	8,9	18,0	11,4	1,6	4,5	15,6	10,0
1899	9,4	18,7	10,5	3,3	5,1	15,6	10,3
1900	7,9	19,0	11,1	2,4	4,9	15,9	10,4
1901	9,4	18,5	9,2	0,3	2,6	15,8	9,2
1902	9,2	18,0	9,2	1,4	3,8	15,0	9,4

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1903	8,8	17,3	10,3	1,7	4,5	14,5	9,5
1904	10,4	20,0	9,1	1,4	4,0	16,6	10,3
1905	9,8	19,6	8,6	0,5	3,1	16,1	9,6
1906	9,0	19,0	11,0	1,2	3,9	15,8	9,9
1907	8,5	18,0	10,8	-0,7	4,0	15,1	9,6
1908	9,2	18,4	9,2	1,4	3,3	15,4	9,3
1909	8,8	16,8	9,5	-0,3	3,3	14,7	9,0
1910	8,5	17,4	9,5	3,3	5,0	14,3	9,7
1911	9,3	20,0	11,4	1,5	4,5	16,6	10,6
1912	10,4	16,9	7,5	3,6	4,8	14,1	9,5
1913	9,9	17,0	10,7	2,3	5,4	14,6	10,0
1914	10,0	17,2	9,5	0,6	4,1	14,9	9,5
1915	9,5	18,3	8,2	2,7	4,3	15,4	9,8
1916	9,5	17,1	9,4	4,0	4,8	14,6	9,7
1917	8,7	18,5	9,8	0,2	2,0	15,9	8,9
1918	9,5	17,7	9,6	0,2	4,3	15,4	9,8
1919	8,6	18,2	9,1	2,6	3,8	15,3	9,5
1920	11,2	17,9	10,0	3,6	5,2	15,9	10,6
1921	10,0	19,9	10,5	2,7	5,0	16,6	10,8
1922	10,0	18,0	8,4	1,9	3,9	15,2	9,5
1923	9,7	18,8	10,5	2,3	5,1	15,7	10,4
1924	10,2	17,5	10,3	0,9	3,9	15,4	9,7
1925	9,0	18,4	9,4	2,8	4,7	15,3	10,0
1926	9,5	17,5	11,9	3,1	5,3	15,4	10,3
1927	10,7	18,1	9,9	1,4	4,5	15,8	10,2
1928	9,3	20,7	10,6	2,8	5,3	16,5	10,9
1929	9,1	19,2	11,3	-1,5	3,3	16,3	9,8
1930	9,8	19,0	11,4	3,4	5,5	16,0	10,7
1931	9,6	18,5	9,2	2,2	4,1	15,3	9,7
1932	8,2	18,7	11,7	0,4	3,9	15,8	9,8
1933	9,9	18,7	10,4	1,1	3,4	16,0	9,7
1934	10,9	19,0	10,3	0,1	4,6	16,8	10,7
1935	8,9	19,5	11,0	3,0	4,5	16,1	10,3
1936	10,1	17,9	9,6	3,2	5,2	15,4	10,3
1937	9,8	19,5	10,1	3,7	4,9	16,4	10,7
1938	9,3	18,6	11,2	1,7	5,0	15,3	10,1
1939	8,2	18,1	10,6	2,0	4,6	15,1	9,8
1940	9,8	17,6	10,7	0,2	3,3	15,3	9,3
1941	8,4	18,6	9,5	0,2	4,0	14,9	9,4
1942	10,3	19,3	11,3	-1,0	3,4	16,7	10,0
1943	11,1	19,3	11,2	2,2	5,4	16,7	11,0
1944	10,1	20,0	10,0	1,4	3,6	16,9	10,3
1945	11,8	20,3	10,6	1,0	4,4	17,7	11,0
1946	11,4	19,0	10,2	2,5	4,7	16,7	10,7
1947	11,8	20,9	12,1	0,1	4,6	18,2	11,4
1948	11,5	17,4	10,4	3,2	5,7	15,3	10,5

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1949	9,6	19,9	11,9	1,8	4,9	17,2	11,0
1950	10,1	20,7	10,9	3,1	4,8	16,9	10,9
1951	9,6	18,8	11,3	2,2	5,1	16,0	10,6
1952	11,6	21,1	9,5	0,8	4,4	17,3	10,9
1953	11,2	18,9	11,2	0,8	4,5	16,7	10,6
1954	9,6	18,4	11,4	1,6	5,1	15,6	10,3
1955	9,9	19,0	10,1	3,3	5,1	16,3	10,7
1956	9,9	17,8	9,9	1,0	3,3	15,6	9,4
1957	10,3	18,3	10,5	2,8	5,5	15,3	10,4
1958	9,0	18,5	10,8	3,0	5,0	16,1	10,5
1959	11,2	19,6	10,6	3,1	5,4	16,9	11,1
1960	11,0	18,3	10,4	3,3	5,5	15,7	10,6
1961	10,4	17,4	10,9	3,0	5,3	15,7	10,5
1962	7,7	18,1	9,2	2,3	3,1	14,9	9,0
1963	8,8	17,2	10,2	-2,7	2,1	14,8	8,4
1964	9,5	18,8	9,9	0,2	3,5	15,9	9,7
1965	8,1	16,9	9,0	-0,1	3,5	13,9	8,7
1966	9,4	17,6	10,2	2,8	4,4	15,4	9,9
1967	8,9	18,1	10,3	1,9	4,4	14,8	9,6
1968	9,1	16,9	9,8	0,6	4,2	14,3	9,3
1969	9,1	17,2	10,1	0,8	3,2	14,8	9,0
1970	7,1	18,4	10,0	0,5	3,6	14,9	9,2
1971	8,7	18,4	9,2	0,5	2,8	15,6	9,2
1972	9,0	17,0	8,6	1,9	4,3	13,9	9,1
1973	8,1	18,2	9,2	0,8	3,1	15,0	9,0
1974	9,4	17,4	8,2	2,9	4,9	14,5	9,7
1975	8,6	17,5	9,9	3,2	4,3	14,9	9,6
1976	9,1	18,9	9,6	1,4	4,0	15,4	9,7
1977	9,2	16,8	9,9	2,6	5,6	14,0	9,8
1978	8,4	16,5	8,7	1,9	4,0	13,9	8,9
1979	8,7	17,6	10,0	2,0	4,6	14,6	9,6
1980	7,9	16,4	9,2	2,8	3,7	13,8	8,8

Zał. 3. Temperatura powietrza w Anglii środkowej w sezonach, półroczach i roku, w latach 1660-1973

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1660	8,7	15,0	9,7	2,0	5,2	13,0	9,1
1661	8,3	14,7	10,7	5,0	6,8	12,7	9,8
1662	8,3	15,0	10,0	5,7	6,2	12,8	9,5
1663	7,3	14,7	10,0	1,7	4,8	12,3	8,6
1664	8,0	15,7	9,3	4,7	5,5	13,2	9,3
1665	7,3	15,0	9,3	2,0	4,0	12,5	8,3
1666	8,3	16,7	10,3	3,7	5,8	13,8	9,8
1667	6,3	16,0	9,3	2,3	4,0	13,0	8,5
1668	7,7	15,3	10,0	4,3	6,0	13,0	9,5
1669	7,7	16,0	10,0	3,3	4,7	13,3	9,0
1670	8,0	15,3	10,0	2,0	4,7	13,2	8,9
1671	8,0	15,0	9,3	3,5	5,2	12,9	9,0
1672	8,0	15,0	9,7	2,3	5,1	12,5	8,8
1673	7,8	15,2	8,0	3,7	4,2	12,5	8,3
1674	6,5	13,7	8,7	2,5	4,5	11,7	8,1
1675	6,8	13,7	7,7	2,8	4,2	11,5	7,8
1676	7,7	16,8	7,5	5,0	4,3	13,4	8,8
1677	8,2	15,3	8,7	2,0	4,8	12,8	8,8
1678	7,2	15,3	9,8	1,8	3,8	13,1	8,4
1679	7,8	16,2	9,2	1,0	4,0	13,4	8,7
1680	7,7	14,7	10,5	3,2	5,2	12,6	8,9
1681	7,5	15,0	10,7	1,0	4,5	12,9	8,7
1682	7,5	14,5	9,3	3,7	5,6	12,4	9,0
1683	8,8	15,0	8,0	3,8	3,8	13,2	8,5
1684	7,5	15,5	8,7	-1,2	2,8	13,0	7,9
1685	8,7	14,3	10,0	2,7	5,7	12,6	9,1
1686	9,3	15,5	9,5	6,3	6,8	13,4	10,1
1687	7,3	14,5	9,3	4,7	5,9	12,0	9,0
1688	6,5	14,5	7,7	3,7	3,8	11,9	7,8
1689	8,0	14,3	8,7	2,7	4,6	12,5	8,5
1690	7,3	14,7	9,3	4,3	5,4	12,4	8,9
1691	7,2	15,2	8,3	2,2	4,1	12,2	8,1
1692	6,8	14,5	7,7	1,8	3,5	11,9	7,7
1693	6,2	14,8	9,2	3,8	4,9	12,0	8,5
1694	6,7	13,7	7,8	2,7	4,0	11,3	7,7
1695	6,0	13,2	8,7	0,7	3,6	10,9	7,3
1696	6,5	14,7	8,7	4,7	5,1	11,9	8,5
1697	8,0	14,3	8,3	1,3	3,8	12,3	8,0
1698	6,5	14,0	8,7	1,0	3,4	11,8	7,6
1699	6,8	15,5	9,4	3,4	4,9	12,7	8,8
1700	7,3	14,5	8,9	3,3	4,7	12,5	8,6
1701	6,1	16,2	9,5	3,2	4,3	13,2	8,7

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1702	7,4	14,8	9,6	5,1	6,1	12,5	9,3
1703	8,6	15,4	8,5	3,5	5,3	12,8	9,1
1704	8,4	16,0	8,9	3,5	4,8	13,3	9,1
1705	7,8	15,1	8,2	3,4	4,7	12,7	8,7
1706	9,2	16,1	9,9	3,8	5,9	13,7	9,8
1707	8,2	16,3	9,7	3,7	5,0	13,8	9,4
1708	8,8	15,3	10,2	4,5	5,8	13,5	9,7
1709	8,0	15,2	10,3	1,2	4,1	13,3	8,7
1710	8,0	15,0	10,3	3,2	6,2	12,8	9,5
1711	8,7	15,3	9,8	4,8	5,5	13,3	9,4
1712	7,8	15,3	9,5	3,8	5,3	12,9	9,1
1713	6,8	14,2	9,3	4,2	5,2	12,1	8,6
1714	7,5	15,8	9,8	4,5	5,8	13,0	9,4
1715	9,0	14,8	10,3	4,3	5,7	13,2	9,4
1716	8,0	15,0	9,2	0,8	3,9	12,8	8,4
1717	7,8	15,0	9,2	3,3	4,9	12,8	8,8
1718	8,0	16,2	9,8	2,5	4,9	13,6	9,3
1719	7,8	16,7	9,8	3,8	5,2	13,8	9,5
1720	7,5	14,7	9,5	4,0	5,5	12,7	9,1
1721	7,2	15,2	9,7	3,8	4,8	12,9	8,9
1722	8,0	14,7	10,4	4,5	6,1	12,6	9,4
1723	9,4	15,3	10,6	3,1	6,2	13,3	9,8
1724	7,8	15,5	9,4	5,2	5,3	13,3	9,3
1725	8,0	13,1	9,7	3,7	5,5	11,8	8,7
1726	8,7	16,0	10,3	3,1	4,6	14,1	9,3
1727	9,3	16,2	10,0	3,7	5,6	14,3	9,9
1728	9,3	16,4	9,7	3,3	5,2	13,8	9,5
1729	6,7	15,9	11,6	1,7	4,9	13,6	9,3
1730	9,1	15,2	11,8	4,6	6,4	13,7	10,0
1731	8,3	16,2	11,8	2,5	5,9	13,8	9,9
1732	8,8	15,7	10,6	4,7	5,7	13,7	9,7
1733	9,0	16,5	9,5	5,0	7,0	13,9	10,5
1734	9,5	15,5	9,3	6,1	6,2	13,4	9,8
1735	8,5	14,8	10,3	4,1	6,0	13,1	9,5
1736	8,7	16,6	10,6	5,0	6,7	13,9	10,3
1737	9,1	15,7	9,7	5,6	6,1	13,8	9,9
1738	8,9	15,5	9,7	4,7	6,2	13,4	9,8
1739	8,0	15,3	8,8	5,6	5,5	12,9	9,2
1740	6,3	14,3	7,5	-0,4	1,7	12,0	6,8
1741	6,9	15,8	11,2	2,8	5,5	13,1	9,3
1742	7,1	15,5	8,6	3,1	4,1	12,7	8,4
1743	8,0	15,8	10,8	3,4	6,2	13,4	9,8
1744	7,4	15,4	9,7	3,1	4,8	12,8	8,8
1745	7,8	14,4	10,1	3,2	4,9	12,7	8,8
1746	7,6	15,3	8,4	2,2	3,9	13,3	8,6
1747	7,6	16,6	10,2	4,8	5,5	14,1	9,8

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1748	6,2	15,3	10,2	3,2	4,7	12,8	8,8
1749	8,1	14,9	10,2	5,0	6,0	12,9	9,4
1750	8,9	15,5	9,5	5,1	6,1	13,3	9,7
1751	7,5	14,9	8,4	3,2	4,6	12,3	8,4
1752	7,6	15,4	10,3	3,1	5,5	12,9	9,2
1753	8,5	15,2	9,2	3,3	5,1	13,0	9,1
1754	7,4	14,7	10,0	3,5	4,9	12,8	8,8
1755	7,8	15,1	8,9	2,3	4,1	13,0	8,5
1756	7,3	14,9	9,0	4,3	5,2	12,3	8,8
1757	7,9	15,9	9,5	2,4	4,6	13,3	9,0
1758	8,7	15,1	8,6	3,2	4,9	13,0	9,0
1759	8,9	16,5	9,8	5,2	6,1	14,0	10,0
1760	9,2	16,0	10,2	2,7	5,6	14,1	9,8
1761	9,4	15,5	9,9	5,8	6,3	13,7	10,0
1762	8,9	16,7	8,7	4,4	4,8	14,4	9,6
1763	8,2	15,1	9,1	2,6	5,0	12,9	8,9
1764	7,8	15,1	8,6	4,6	4,6	12,9	8,7
1765	8,0	14,9	8,8	2,7	4,2	12,8	8,5
1766	7,3	15,3	9,9	1,4	4,4	12,9	8,6
1767	7,3	14,4	10,1	2,9	4,9	12,5	8,7
1768	8,3	15,2	8,8	3,0	5,0	12,9	8,9
1769	8,0	14,8	8,9	3,3	4,8	12,7	8,8
1770	6,0	14,7	9,4	4,4	4,8	12,3	8,5
1771	6,9	14,8	9,2	2,6	4,7	12,4	8,6
1772	7,0	16,4	10,6	2,9	5,2	13,1	9,2
1773	8,4	15,9	9,2	3,8	5,4	13,1	9,2
1774	8,6	15,6	9,2	2,9	5,0	13,2	9,1
1775	9,5	16,4	9,5	4,7	5,9	14,3	10,1
1776	8,9	15,2	9,8	2,2	4,9	13,1	9,0
1777	8,6	14,9	10,6	2,9	5,1	13,1	9,1
1778	7,8	16,5	8,8	2,6	5,0	13,4	9,2
1779	9,7	16,6	10,6	5,6	6,4	14,4	10,4
1780	9,0	16,2	9,7	1,4	4,3	13,9	9,1
1781	9,3	17,0	10,4	3,4	6,0	14,4	10,2
1782	6,1	14,9	7,7	4,2	4,0	12,0	8,0
1783	7,9	16,5	9,6	3,2	4,8	13,8	9,3
1784	7,3	14,3	9,4	1,2	2,9	12,8	7,8
1785	7,3	15,4	9,3	1,4	3,7	13,4	8,5
1786	7,1	15,4	7,5	3,0	3,6	12,9	8,3
1787	8,6	15,1	9,0	4,1	5,7	12,8	9,3
1788	8,9	15,7	9,8	3,8	4,5	13,9	9,2
1789	7,3	15,3	8,8	2,1	4,7	13,2	8,9
1790	8,1	15,0	9,5	5,7	6,3	12,6	9,4
1791	8,9	15,3	9,5	4,4	5,2	13,3	9,3
1792	8,7	15,1	9,2	2,6	5,5	12,9	9,2
1793	7,1	15,4	9,7	3,9	5,7	12,5	9,1

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1794	9,5	16,4	9,4	4,8	5,9	13,9	9,9
1795	7,5	15,0	10,7	0,5	4,1	13,3	8,7
1796	8,2	14,8	9,1	6,2	4,8	13,3	9,0
1797	7,7	15,6	8,5	2,6	5,0	13,0	9,0
1798	9,5	16,5	9,4	4,1	4,8	14,4	9,6
1799	6,1	14,6	8,9	2,0	3,9	11,9	7,9
1800	8,5	16,1	9,5	2,1	4,5	14,0	9,2
1801	9,0	16,0	9,7	4,2	5,4	13,8	9,6
1802	8,4	14,8	9,7	2,3	5,0	13,0	9,0
1803	8,6	15,8	8,6	2,9	5,0	13,1	9,1
1804	8,3	15,9	10,5	4,4	5,5	13,7	9,6
1805	8,2	15,2	9,2	2,8	4,8	13,1	9,0
1806	8,0	15,5	10,6	4,0	6,5	13,1	9,8
1807	7,5	16,1	8,3	4,4	4,3	13,0	8,7
1808	7,6	16,6	8,6	2,4	4,0	13,7	8,8
1809	8,1	14,5	9,2	3,3	5,4	12,4	8,9
1810	7,4	14,8	9,7	3,3	4,9	12,6	8,8
1811	9,6	14,9	11,2	3,1	6,0	13,3	9,7
1812	6,6	13,8	9,1	3,7	4,6	11,9	8,2
1813	8,7	14,4	8,3	3,1	5,0	12,5	8,7
1814	7,2	14,3	8,5	0,4	3,1	12,4	7,8
1815	9,3	14,8	9,0	3,7	5,0	13,1	9,1
1816	6,8	13,4	8,7	2,4	4,3	11,4	7,9
1817	7,3	14,3	9,6	4,7	5,7	12,1	8,9
1818	7,6	16,6	11,6	3,2	6,1	13,6	9,8
1819	9,0	15,7	8,9	4,1	5,0	13,5	9,2
1820	8,3	14,7	8,7	1,4	4,3	12,8	8,6
1821	8,2	14,5	11,3	3,5	6,1	12,9	9,5
1822	9,6	16,0	10,4	5,8	6,6	13,6	10,1
1823	8,0	13,6	9,3	1,5	4,7	12,0	8,4
1824	7,6	14,8	10,1	4,6	5,9	12,7	9,3
1825	8,6	15,9	10,4	4,3	5,6	13,9	9,7
1826	8,8	17,6	9,7	3,8	5,7	14,4	10,1
1827	8,9	15,2	10,7	2,7	5,6	13,3	9,5
1828	9,1	15,6	10,6	5,7	7,0	13,6	10,3
1829	7,8	14,8	8,0	4,0	3,9	12,5	8,2
1830	9,5	14,2	9,7	1,1	4,8	12,6	8,7
1831	9,3	16,3	10,7	2,7	6,3	13,9	10,1
1832	8,4	15,5	10,1	4,1	5,7	13,3	9,5
1833	8,9	14,9	9,6	4,0	5,7	13,3	9,5
1834	9,3	16,2	10,4	6,5	7,1	13,8	10,5
1835	8,6	16,1	9,6	4,7	5,5	13,6	9,6
1836	8,0	15,1	8,5	3,4	5,2	12,6	8,9
1837	5,6	16,0	9,4	3,8	5,1	12,5	8,8
1838	7,2	15,0	9,0	1,4	3,7	12,4	8,1
1839	6,9	14,6	9,7	3,6	5,2	12,1	8,7

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1840	8,3	14,6	8,1	3,8	4,4	12,7	8,5
1841	9,3	13,8	9,1	1,6	4,9	12,5	8,7
1842	8,5	15,7	8,6	3,1	5,2	13,3	9,2
1843	8,2	14,3	9,3	4,4	5,4	12,7	9,1
1844	8,4	14,5	9,5	4,3	4,3	12,9	8,6
1845	6,7	14,2	9,2	1,5	4,5	12,0	8,3
1846	8,7	17,1	10,4	5,8	6,0	14,4	10,2
1847	8,2	15,5	10,0	1,7	5,6	12,8	9,2
1848	9,3	14,6	9,4	4,1	5,7	13,1	9,4
1849	8,2	15,0	9,7	5,1	5,8	12,8	9,3
1850	7,9	15,4	9,2	3,5	5,3	12,9	9,1
1851	7,9	14,8	8,9	5,0	5,8	12,5	9,1
1852	8,0	15,9	9,5	4,8	6,4	13,2	9,8
1853	7,3	14,6	9,2	4,5	4,3	12,5	8,4
1854	8,7	14,6	9,6	3,1	5,7	13,0	9,3
1855	6,4	15,3	9,4	0,3	2,8	12,5	7,6
1856	7,3	15,2	9,3	3,8	5,6	12,6	9,1
1857	8,0	16,5	11,0	3,8	6,3	13,8	10,1
1858	8,1	15,8	9,5	4,2	4,8	13,6	9,2
1859	8,8	16,4	9,1	5,1	5,7	13,6	9,6
1860	7,4	13,5	8,5	2,3	4,3	11,5	7,9
1861	8,1	15,2	9,7	2,7	5,5	12,8	9,1
1862	8,9	13,8	8,8	4,3	5,8	12,6	9,2
1863	8,6	14,8	9,6	5,7	6,8	12,6	9,7
1864	8,6	14,4	9,5	3,7	4,7	13,0	8,9
1865	8,7	15,8	10,9	2,7	4,9	14,5	9,7
1866	7,8	15,2	10,1	5,3	6,5	12,9	9,7
1867	7,9	15,1	9,2	4,7	4,8	13,3	9,0
1868	9,7	16,9	9,2	4,5	6,3	14,5	10,4
1869	7,8	15,3	10,0	6,8	5,9	13,4	9,6
1870	8,5	16,1	9,0	3,0	4,3	13,7	9,0
1871	9,1	15,1	8,6	2,4	5,1	13,0	9,1
1872	8,2	15,5	9,5	5,2	6,6	12,9	9,8
1873	7,7	15,3	8,9	4,1	5,4	12,5	9,0
1874	8,8	15,4	9,9	4,9	5,3	13,3	9,3
1875	8,7	15,0	9,7	2,8	5,4	13,5	9,4
1876	7,3	16,0	10,0	4,1	6,0	13,0	9,5
1877	7,0	15,0	9,2	5,9	6,3	12,1	9,2
1878	8,7	16,0	9,0	5,0	4,8	13,7	9,2
1879	6,4	13,7	8,5	0,7	3,5	11,4	7,4
1880	8,2	15,2	9,0	2,5	5,1	13,1	9,1
1881	8,1	14,6	9,6	2,3	4,5	12,6	8,6
1882	9,1	14,4	9,2	5,1	6,4	12,5	9,5
1883	6,9	14,6	9,6	4,8	5,4	12,6	9,0
1884	8,3	15,9	9,7	5,5	6,2	13,4	9,8
1885	7,0	14,6	8,5	4,4	5,1	12,1	8,6

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze cieple	Rok
1886	7,4	15,1	10,5	2,4	4,6	12,8	8,7
1887	6,3	16,1	7,8	2,7	3,9	12,6	8,3
1888	6,7	13,7	9,3	2,5	4,8	11,7	8,2
1889	8,2	15,1	9,4	3,7	5,0	13,0	9,0
1890	8,3	14,0	9,9	4,0	4,9	12,6	8,7
1891	6,5	14,6	9,7	1,5	4,7	12,3	8,5
1892	7,2	14,3	8,6	3,3	4,0	12,4	8,2
1893	10,2	16,5	9,3	2,9	5,7	14,3	10,0
1894	8,5	14,5	9,6	4,4	6,3	12,4	9,3
1895	8,6	15,3	10,0	1,2	3,7	13,6	8,7
1896	9,2	15,6	8,1	4,4	5,2	13,5	9,3
1897	7,9	15,9	9,9	3,8	6,0	12,8	9,4
1898	7,7	15,1	11,2	5,7	7,1	13,2	10,2
1899	7,6	16,9	10,2	5,8	5,8	13,6	9,7
1900	7,4	15,8	10,2	3,1	5,8	13,3	9,6
1901	8,1	15,8	9,5	4,3	4,6	13,6	9,1
1902	7,7	14,3	9,7	3,2	5,7	12,0	8,8
1903	8,2	14,2	10,0	5,3	6,4	12,2	9,3
1904	8,0	15,2	9,1	3,6	5,1	12,9	9,0
1905	8,3	15,5	8,1	4,2	5,4	12,9	9,1
1906	7,6	15,6	10,7	4,4	5,8	13,1	9,4
1907	8,1	13,6	10,0	3,1	5,6	12,1	8,8
1908	7,6	14,9	10,7	4,1	5,9	12,7	9,3
1909	7,8	13,9	9,0	3,4	4,9	12,2	8,6
1910	8,2	14,7	8,8	4,2	5,8	12,5	9,2
1911	8,5	17,0	9,8	5,0	5,9	14,2	10,1
1912	9,4	14,3	8,5	5,1	6,2	12,5	9,4
1913	8,6	14,7	11,1	5,3	6,7	13,0	9,8
1914	8,9	15,5	10,2	5,2	6,4	13,4	9,9
1915	8,0	14,8	8,4	4,3	5,1	12,7	8,9
1916	7,7	14,5	10,1	5,5	5,7	12,7	9,2
1917	7,1	15,5	9,8	1,5	3,9	13,1	8,5
1918	8,5	14,9	8,9	4,2	6,3	12,7	9,5
1919	8,1	14,6	7,8	3,9	4,1	12,9	8,5
1920	9,1	14,0	10,1	5,6	6,6	12,5	9,6
1921	9,0	16,2	10,5	5,4	7,2	13,7	10,5
1922	7,6	13,7	8,8	4,9	5,4	11,9	8,7
1923	7,8	15,1	8,5	5,7	5,8	12,4	9,1
1924	7,5	14,4	10,2	3,9	6,0	12,5	9,3
1925	8,0	15,7	8,5	5,8	5,4	13,0	9,2
1926	8,6	15,6	9,5	4,7	6,0	13,5	9,7
1927	8,8	14,7	9,7	4,2	5,8	12,6	9,2
1928	8,6	14,8	10,2	4,4	6,4	12,8	9,6
1929	8,1	14,9	10,5	1,7	5,0	13,0	9,0
1930	8,1	15,4	10,1	4,6	5,7	13,1	9,4
1931	7,8	14,7	9,4	3,8	5,5	12,5	9,0

Lata	Wiosna	Lato	Jesień	Zima	Półrocze chłodne	Półrocze ciepłe	Rok
1932	7,4	15,8	9,4	4,8	5,8	12,9	9,4
1933	9,4	17,0	10,2	4,1	5,2	14,5	9,8
1934	8,0	16,2	10,4	3,2	6,3	13,7	10,0
1935	8,2	16,3	10,0	6,1	6,0	13,4	9,7
1936	8,3	15,4	9,8	3,0	5,6	13,1	9,3
1937	8,3	15,7	9,6	5,4	5,5	13,7	9,6
1938	9,1	15,3	11,2	4,6	7,4	13,0	10,2
1939	8,7	15,4	10,4	4,7	6,0	13,4	9,7
1940	9,1	15,7	9,8	1,5	4,6	13,5	9,1
1941	7,0	15,7	10,5	2,6	5,3	12,9	9,1
1942	8,5	15,5	9,6	2,2	4,7	13,4	9,1
1943	9,6	15,6	10,0	5,9	6,3	13,7	10,0
1944	8,9	15,7	9,3	4,3	5,6	13,5	9,6
1945	10,1	15,7	11,2	3,7	6,6	14,0	10,3
1946	8,6	14,7	10,6	4,5	5,8	13,1	9,5
1947	8,6	17,0	10,9	1,1	4,5	14,7	9,6
1948	9,4	14,8	10,4	5,1	6,9	13,0	10,0
1949	8,8	16,5	11,5	5,6	6,7	14,5	10,6
1950	8,8	15,9	9,4	5,1	5,6	13,3	9,4
1951	7,0	15,0	10,7	2,9	5,9	12,7	9,3
1952	9,9	15,7	7,9	3,9	4,8	13,5	9,1
1953	8,5	15,2	9,7	3,5	5,9	13,2	9,6
1954	8,2	14,1	10,5	4,1	6,2	12,3	9,2
1955	7,4	16,5	10,1	3,5	4,8	13,8	9,3
1956	8,3	14,1	9,9	2,9	5,1	12,6	8,8
1957	9,5	15,6	9,9	5,5	7,0	13,1	10,0
1958	7,4	15,3	10,8	4,2	5,6	13,2	9,4
1959	9,8	16,6	11,5	3,6	6,5	14,5	10,5
1960	9,4	15,4	10,2	4,6	6,0	13,5	9,7
1961	9,7	15,0	10,7	4,9	6,4	13,5	9,9
1962	6,9	14,4	9,5	3,6	4,9	12,3	8,6
1963	8,4	14,8	10,7	-0,3	4,2	12,8	8,5
1964	8,8	15,1	10,1	3,5	5,4	13,6	9,5
1965	8,3	14,5	9,3	3,3	5,3	12,6	9,0
1966	8,2	15,0	9,8	4,4	6,1	12,9	9,5
1967	8,4	15,5	9,9	5,1	6,2	13,0	9,6
1968	8,1	15,1	11,0	3,5	5,8	12,8	9,3
1969	7,3	15,7	10,8	3,2	5,3	13,3	9,3
1970	7,8	15,9	11,0	3,3	5,5	13,6	9,6
1971	8,1	15,0	10,4	4,4	6,3	13,1	9,7
1972	8,4	14,2	9,5	5,0	6,3	12,2	9,2
1973	8,2	15,6	9,8	4,9	5,8	13,3	9,5

Zał. 4. Daty erupcji wulkanów, wartości wskaźnika DVI, (dust veil index H. Lamba), wskaźnika VEI, liczb Wolfa w latach wybuchów wulkanów oraz różnice lat między datami erupcji i minimami wiekowymi aktywności Słońca w latach 1680-1991

Wulkan	φ	λ	Data	DVI	VEI	Liczby Wolfa	Δt_{\min}
Krakatau	6S	105,5E	1680	400			
Tangkogo	1,5N	125,0E	1680	1000			
Hekla	64N	19,5E	1693	100			
Serus	6,5S	130E	1693	500			
Amboina	4S	128E	1694	250			
na Celebes	1-6N	119-125E	1694	250			
Gunung Api	4,5S	130E	1694	400			
Wezuwiusz	41N	14E	1707	150		20,0	
Santorin	36,5N	25,5E	1707	250		20,0	
Fudzijama	35N	139E	1707	350		20,0	
Mjakajana	34N	139,5E	1712	200		0,0	-4
Wezuwiusz	41N	14E	1717	100		63,0	+5
Kiriszimajama	32N	131E	1717	200		63,0	+5
Katla	63,5N	19W	1721	250		26,0	-2
Roung	8S	114E	1730	300		47,0	-3
Cotopax	1S	78E	1744	300		5,0	0
na wyspach							
Sundajskich	8S	118E	1752	1000		47,8	-3
Taal, Luzon	14N	121E	1754	300		12,2	-1
Katla	63,5N	19W	1755	400		9,6	0
Jorullo	19N	102W	1759	300		54,0	+4
Makjan	2,5N	127,5E	1760	250		62,9	+5
na Molukach	2N-3S	125-131E	1763	600		45,1	-3
Hekla	64N	19,5W	1766	200		11,4	0
Mayon, Luzon	13,5N	123,5E	1766	300		11,4	0
Cotopax	1S	78W	1768	900		69,8	+2
Gunung							
Papandayan	7,5S	108E	1772	250		66,5	-3
Pacaya	14N	91W	1775	1000		7,0	0
Sukuraszima	31,5N	131E	1779	450		125,9	+4
w rej, Islandii	63-64N	18-23E	1783	700		22,8	-1
Lakagigar	64,1N	18,3W	1783	-		22,8	-1
Asma	36,5N	138,5E	1783	300		22,8	-1
Pawlow	55,5N	162W	1786	150		85,9	+2
Pogrumnoj	55N	165W	1795	100		21,3	-3
Bogosłow	54N	168W	1796	100		16,0	-2
Fuego	14,5N	91W	1799	600		6,8	+1
Cotopaxi	1S	78W	1803	1100		43,1	+3
Gunung Merapi	7,5N	110,5E	1807	-		10,1	-3
Sao Jorge	38,5N	28,5W	1810	-		0,0	0
Sabrina	38N	25W	1811	200		1,4	+1
Soufriere	13,5N	61W	1812	300		5,0	+2
Awu	3,5N	125,5E	1812	300		5,0	+2
Wezuwiusz	41N	14E	1813	100		12,2	+3
Mayon, Luzon	13,5N	123,5E	1814	300		13,9	+2
Tambora	8,S	118E	1815			35,4	+3

Wulkan	φ	λ	Data	DVI	VEI	Liczby Wolfa	Δt_{\min}
Eyjafjallaojokull	63N	19,5W	1821	3000	7		
Galunggung	7S	108E	1822	100		6,6	-2
Kelud	8S	112,5E	1826	500	5	4,0	-1
Giulla	37N	12-13E	1831	300		36,3	+3
Pichincha	0S	78,5W	1831	200		47,8	
Babuyan	19N	122E	1831	300		47,8	
na Barbadosie	13N	60W	1831	-		47,8	-2
Cosiguina	13N	87,5E	1835	4000	5	56,9	+2
Hekla	64N	19,5W	1845	250		40,1	+2
Armagora	18S	174W	1846	1000		61,5	+3
Gunung	4,5S	130E	1852	200		54,2	-4
Sziwieucz	56,8N	161,1E	1854		5	20,6	
Cotopaxi	1S	78W	1856	700		4,3	0
Makjan	0,5N	127,5E	1861	800		77,2	+5
Askja	65N	17W	1875	300	6	17,1	-3
Chaje	4S	152E	1878	1000		63,7	0
Krakatau	6S	105,5E	1883	1000	6	6,8	+5
wyspa Ritter	5,5S	140E	1888	250			-3
Mount Pelee	16N	61W	1902	100		5,0	+3
Santa Maria	14,8N	91,6W	1902	600	6	5,0	+3
Saufriere	13,5N	61W	1902	300		5,0	+3
Stobielaja Sopka	52N	157,5E	1907	150		62,0	-4
Ksudach	51,8N	157,5W	1907		5	62,0	-4
Katmai	58N	155W	1912	150	6	3,6	-1
Biezimiannyj	51,6N	160,7E	1956		5	141,7	+2
Mount Agung	8,5S	115,5E	1963	800	4	27,9	-1
Sziwieucz	56,8N	161,6E	1964				0
Taal	14N	121,E	1965		4	10,2	+1
Awu	3,5N	125E	1966	200	4	15,1	+2
Kelut	7,9S	112,3E	1966		4	15,1	+2
Oldoinyo Lengal	2,8S	35,9E	1966		4	15,1	+2
Fernandina	0,5S	92W	1968	200	4	105,9	+4
wyspy Deception	63S	60,5W	1970	200		104,7	-5
Tiatia	44,4N	146,3E	1973		4	38,1	-3
Fuego	14,5N	90,9W	1974		4	34,5	-2
Płoski Tałbaczik	55,9N	160,5E	1975		4	15,5	-1
Augustine	59,4N	153,4W	1976		4	13,9	0
Biezimiannyj	56,1N	160,7W	1980		4	154,6	0
Św, Helena	46,2N	122,2W	1980		4-5	154,6	+4
Alaid	50,8N	155,5E	1981		4	138,0	+5
Pagan	18,1N	145,8E	1982		5	112,0	-4
El Chichón	17,3N	93,2W	1982		4	112,0	-4
Una Una	0,2S	121,6E	1983		4	64,0	-3
Nevado del Ruiz	9,9N	75,4W	1985		4	15,0	-1
St, Augustine	55,4N	153,4W	1986		4	11,0	0
Redoubt	60,5N	152,7W	1989		4	154,0	+3
Kelut	7,9S	112,3E	1990		4	141,0	+1
Pinatubo	15,1N	120,4W	1991		5	146,0	+5