

ZMIENNOŚĆ ROCZNEGO CYKLU TERMICZNEGO NA ŚNIEŻCE W XX WIEKU

Bronisław Głowicki
IMGW Wrocław

Wstęp

W roku 2000 upłynęło 100 lat od uruchomienia Obserwatorium Meteorologicznego na Śnieżce (1603 m n.p.m.), gdzie nieprzerwanie do chwili obecnej prowadzone są systematyczne obserwacje i pomiary w ramach światowego systemu służby pogody. Zgromadzone tu kompletne serie codziennych notowań temperatury powietrza z XX wieku należy uznać za jednorodne i wiarygodne z punktu widzenia potrzeb badań zmian klimatu górskiego Polski i Europy (Głowicki 1998, 2000).

Wyniki wstępnej analizy ciągów chronologicznych temperatury powietrza ze Śnieżki z lat 1901-1995 wskazały na postępujące w XX wieku ocieplenie klimatu strefy grzbietowej Sudetów. Wyrazem tego jest wzrostowy trend średniej rocznej temperatury powietrza o wartości $0,7^{\circ}\text{C}/100$ lat, a więc zgodnej z przyjmowanymi ostatnio ocenami tempa globalnego ocieplenia.

Celem niniejszej pracy jest ukazanie przemian rocznego rytmu temperatury powietrza na Śnieżce w latach 1901-2000 na podstawie analizy właściwości ciągów chronologicznych dobowych maksimów i minimów.

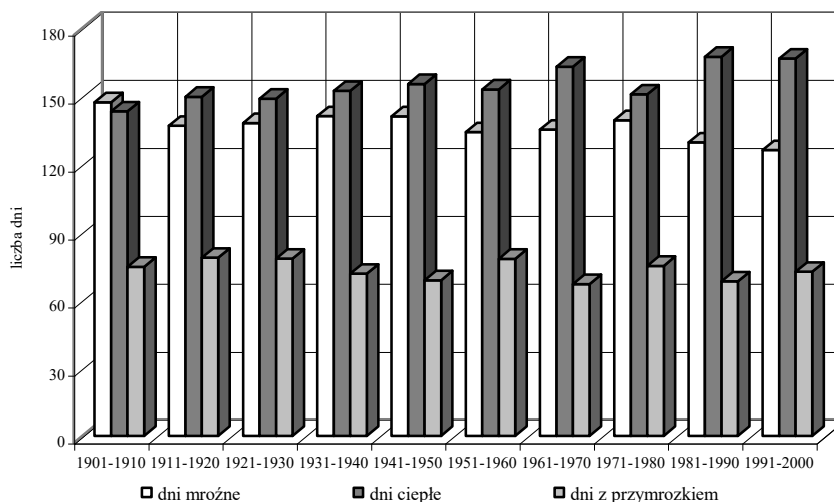
W podjętej próbie oceny tendencji zmian temperatur ekstremalnych badano następujące wskaźniki termiczne: roczną liczbę dni mroźnych, ciepłych i dni z przymrozkiem oraz serie dni anomalnie chłodnych i anomalnie ciepłych.

Ciągi liczby dni mroźnych, dni ciepłych i dni z przymrozkiem zestawiano zgodnie opisaną przez A. Wosia (1993) zasadą wydzielenia w rocznym cyklu termicznym trzech głównych sezonów klimatycznych, uwarunkowanych przekraczaniem progu 0°C przez temperaturę maksymalną i minimalną. Do identyfikacji serii dni anomalnych termicznie przyjęto kryteria podane w pracach M. Morawskiej-Horawskiej (1991) oraz M. Miętusa i J. Filipiaka (2000).

Serie dni anomalnych termicznie to co najmniej czterodniowe zwarte ciągi intensywnych ociepleń lub ochłodzeń, wyznaczone odpowiednio w 100-letnich szeregach czasowych dobowej temperatury maksymalnej („fale ciepła”) i minimalnej („fale chłodu”) na podstawie wielkości odchylenia od wartości przeciętnych.

Cechy zmienności sezonowej struktury temperatur ekstremalnych

Analiza zmienności liczby dni charakterystycznych pod względem termicznym na Śnieżce dostarcza wielu informacji o postępującym w XX wieku ociepleniu klimatu Sudetów (tab. 1). Świadczy o tym zarówno tendencja spadkowa liczby dni mroźnych ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$), jak i wysoce istotna dodatnia tendencja liczby dni ciepłych ($T_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$) wynosząca +24 dni/100 lat. Jeszcze w rozpoczynającym XX wiek 10-leciu 1901-1910 na Śnieżce w ciągu roku dominowały dni mroźne (rys. 1). W kończącym badane stulecie roku 2000 zanotowano 189 dni ciepłych (maksimum absolutne) i tylko 110 dni mroźnych. Znaczny przyrost częstości występowania dodatnich dobowych minimów temperatury powietrza można też zauważyć w ciągach 100-letnich temperatury minimalnej poszczególnych dni kalendarzowych. Jednak wyznaczone trendy liniowe tak rozpatrywanych czasowych zmian termicznych są statystycznie istotne tylko w 46 przypadkach (13% dni roku). Największy statystycznie istotny przyrost temperatury minimalnej w XX wieku dotyczy ciągu chronologicznego z 16 sierpnia ($5,2^{\circ}\text{C}/100$ lat), a nieznacznie mniejszy kilku innych dni drugiej dekady tego miesiąca i 14 stycznia.



Rys. 1. Średnia roczna liczba dni mroźnych ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$), dni ciepłych ($T_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$) i dni z przymrozkiem ($T_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$ i $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) na Śnieżce według standardowych 10-leci XX wieku

Fig. 1. Mean annual number of cold ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) and warm ($T_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$) days and days with frost ($T_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$ and $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) on Mount Śnieżka for 10 yearly sequences of XX century

Najmniejsze w XX wieku liczby dni ciepłych z 1902 i 1912 roku (tab. 1) są zapewne odzwierciedleniem głębokich okresowych depresji termicznych, uwarunkowanych globalnymi zaburzeniami w dopływie promieniowania słonecznego po wybuchach wulkanów Mount Pelee i Katmai (Stenz 1959).

Serię rocznej liczby dni z przymrozkiem, w których maksymalna temperatura powietrza osiąga wartość powyżej 0°C , a minimalna spada poniżej 0°C , charakteryzuje brak istotnego

trendu. Absolutne maksimum liczby dni z przymrozkiem na Śnieżce z 1912 roku (tab. 1) prawdopodobnie też należy wiązać ze wspomnianym efektem działalności wulkanicznej.

Tabela 1. Średnia roczna liczba dni i okresów charakterystycznych pod względem temperatury maksymalnej i minimalnej na Śnieżce w XX wieku

Table 1. Annual mean of yearly number of days and characteristic periods with maximum and minimum on Śnieżka Mount in XX century

Okres Period	Dni mroźne Cold days	Dni z przymrozkiem Days with frost	Dni ciepłe Warm days	„Fale chłodu” Cold waves	„Fale ciepła” Warm waves
1901-1910	147,2	74,6	143,2	5,5	3,5
1911-1920	136,8	78,6	149,6	6,0	3,9
1921-1930	138,0	78,2	148,8	5,7	5,0
1931-1940	141,1	71,6	152,3	5,4	3,7
1941-1950	141,0	68,7	155,3	4,7	6,2
1951-1960	134,0	78,1	152,9	4,7	5,3
1961-1970	135,1	67,0	162,9	4,9	6,1
1971-1980	139,3	75,0	150,7	4,4	4,5
1981-1990	129,5	68,2	167,3	4,4	5,5
1991-2000	126,1	72,4	166,5	3,9	5,1
1901-2000	136,8	73,2	155,0	5,0	4,9
Maksimum	189	111	189	14	11
Rok	1941	1912	2000	1940	1949
Minimum	82	44	104	0	1
Rok	1989	1917	1902	1937	3-krotnie
Trend [n/100 lat]	-16*	-8	24*	-2,1*	2,1*

* – oznacza trend istotny na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

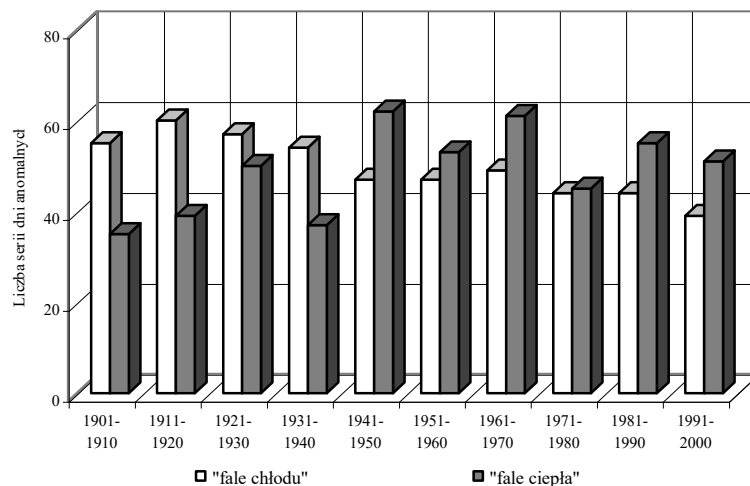
* – linear trend statistically significant at the $\alpha = 0,05$

Kolejnym symptomem współczesnego ocieplenia klimatu Sudetów jest tendencja do wydłużania się ciągów dni anomalnie ciepłych („fal ciepła”), podczas których temperatura maksymalna przewyższa odpowiednią wartość średnią ze 100-lecia w danym dniu kalendarzowym o więcej niż jedno odchylenie standardowe. Największą częstość takich co najmniej 4-dniowych okresów intensywnych ociepleń notowano w latach czterdziestych, ale były one wówczas krótkotrwałe (rys. 2). Gwałtowny wzrost czasu ich trwania nastąpił w ostatnim 10-leciu XX wieku, kiedy to we wszystkich 51 epizodach zanotowano 380 dni anomalnie ciepłych, co daje średni czas trwania serii 7,5 dni. Najdłuższa w XX wieku seria dni anomalnie ciepłych utrzymywała się na Śnieżce od 17 kwietnia do 12 maja 2000 roku (26 dni).

Wraz z wydłużaniem się w II połowie XX wieku okresów intensywnych ociepleń postępuje systematyczny spadek liczby okresów anomalnie chłodnych („fal chłodu”), stanowiących ciągi z co najmniej 4-dniowym utrzymywaniem się temperatury minimalnej mniejszej od wartości średniej dobowego minimum z wielolecia danego dnia kalendarzowego przynajmniej o jedno odchylenie standardowe (tab. 1). Spadkową tendencją cechuje się także czas trwania okresów intensywnych ochłodzeń.

Najdłuższe serie dni anomalnie chłodnych obserwowano na Śnieżce w dwóch następujących okresach XX wieku: 7-28 stycznia 1941 i 28 stycznia-15 lutego 1956; w obu

przypadkach liczyły 22 dni. Notowano wówczas wyjątkowo niskie wartości temperatury minimalnej, w tym *minimum minimorum* (-33,9°C).



Rys. 2. Liczba serii dni anomalnie chłodnych („fal chłodu”) i anomalnie ciepłych („fal ciepła”) na Śnieżce w kolejnych 10-letniach XX wieku

Fig. 2. Number of sequences with anomaly cold days („cold waves”) and anomaly warm days („warm waves”) in successive 10 years periods of XX century on Mount Śnieżka

Przedstawione w pracy zmiany rocznego rytmu wskaźników termicznych wskazują, że postępujące ocieplenie w Sudetach, podobnie jak w znacznych obszarach półkuli północnej, jest przede wszystkim następstwem wzrostowej tendencji minimalnej temperatury powietrza oraz przesunięcia mediany jej rozkładu empirycznego w kierunku większych wartości temperatury. Częstość występowania dodatniej temperatury minimalnej na Śnieżce wzrosła z 40% w latach 1901-1920 do 45% w ostatnim 20-leciu XX wieku.

LITERATURA

- Głowicki B., 1998, *Wieloletnia seria pomiarów temperatury powietrza na Śnieżce*. [W:] Geokologiczne Problemy Karkonoszy, t. 1, Wydawnictwo Acarus, 1998, Poznań.
- Głowicki B., 2000, *20th – century variability to daily maxima and minima of air temperature in the Sudetic Mountains*. Geogr. Polonica, 73, 2.
- Miętus M., Filipiak J., 2001, *Struktura czasowo-przestrzennej zmienności warunków termicznych w rejonie Zatoki Gdańskiej*. Materiały Badawcze IMGW, s. Meteorologia, 32.
- Morawska-Horawska M., 1991, *Fale ciepła i chłodu w Krakowie w stuleciu 1881-1980*. Wiadomości IMGW, 14 (35), 1.
- Stenz E., 1959, *Niektóre dane o promieniowaniu słonecznym w Karpatach, Sudetach i ich przedpolu*. Acta Geoph. Pol., 7, 1.
- Woś A., 1993, *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody*. Zeszyty IGiPZ PAN, nr 20.

Bronisław Głowicki
IMGW Wrocław

**THE VARIABILITY OF YEARLY THERMAL CYCLE ON ŚNIEŻKA MOUNT
IN XX CENTURY**

SUMMARY

The work presents the results of analyses on the variability of daily maxima and minima temperature and the characteristic periods on the highest peak of Sudetic Mountains. The basic materials constitute 100 yearly sequences of extreme temperatures data (XX century). It was found clear and high statistically significant positive trend of the yearly number of warm days (+24 days over 100 years) and unclear (weak) decreasing tendency of cold and frosty days. Were also proved other signs of changes in yearly pattern of air temperature to testify about ongoing warming of climate on ridge zone of Sudetic Mountains.