

DUŻE ZMIANY MIĘDZYDOBOWE TEMPERATUR EKSTREMALNYCH W DRUGIEJ POŁOWIE XX WIEKU

Monika Panfil

Katedra Meteorologii i Klimatologii, Uniwersytet Warmińsko Mazurski
pl. Łódzki 1, 10-719 Olsztyn
e-mail: monika.panfil@uwm.edu.pl

Streszczenie. Na podstawie wartości dobowych temperatur średnich, maksymalnych i minimalnych za wielolecie 1951-2005 scharakteryzowano warunki termiczne Olsztyna i okolic. Wyznaczono zmiany temperatury T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w natężeniu $\geq 6^{\circ}\text{C}$. Wyróżniono także zakresy zmian dodatnich i ujemnych oraz ich rozkład w cieplej ($T_i \geq 5^{\circ}\text{C}$) i chłodnej ($T_i < 5^{\circ}\text{C}$) porze roku. Średnia miesięczna liczba dni z dużymi zmianami nie przekroczyła w analizowanym okresie 1 dnia. Trendy zmian wieloletnich wykazały statystycznie istotne wzrosty i spadki tylko dla T_{max} . W podziale roku na porę chłodną i ciepłą, istotność statystyczną w porze cieplej zyskały wzrosty i spadki T_{min} , a w porze chłodnej straciły wzrosty i spadki T_{max} . Wykazano zależność dużych zmian temperatur ekstremalnych od cyrkulacji atmosferycznej, szczególnie ze składową północną i zachodnią. Stwierdzono statystyczny przyrost dużych zmian temperatur ekstremalnych pod wpływem cyrkulacji typu G i BE.

Słowa kluczowe: temperatury ekstremalne, zmienność z dnia na dzień, bodźce termiczne, Olsztyn

WSTĘP

Zmienność temperatury z dnia na dzień ma znaczenie nie tylko jako istotna charakterystyka dynamiki klimatu, lecz także budzi zainteresowanie z praktycznego punktu widzenia. Szczególne znaczenie ma tu znajomość prawdopodobieństwa i warunków występowania dużych zmian temperatury. „Skoki” temperatury są niekorzystne dla samopoczucia człowieka, działając na organizm rozdrażniająco, a także mogą mieć negatywny wpływ w wielu dziedzinach gospodarki, np.: gwałtowne ochłodzenie wiosną może spowodować wymarzenie roślin, zaś gwałtowne ocieplenie doprowadzić do szybkiego topnienia pokrywy śnieżnej, stwarzając niebezpieczeństwo powodzi.

W pracy analizę zmian temperatury powietrza z dnia na dzień ograniczono do dobowych temperatur maksymalnych i minimalnych, ponieważ ich wartości uzyskane z pomiarów oznaczają rzeczywiste zmiany temperatury, podczas gdy zmiany temperatur średnich dobowych, mają raczej charakter wskaźnika, którego wielkość nie oddaje realnie zakresu wzrostu, bądź spadku temperatury z dnia na dzień. Ponadto zmiany temperatury średniej dobowej są przeciętnie mniejsze niż temperatur ekstremalnych (Kostrzewski 1961, Kossowski 1969, Kossoska-Cezak 1982, Brazdil i in. 1995).

MATERIAŁY I METODY

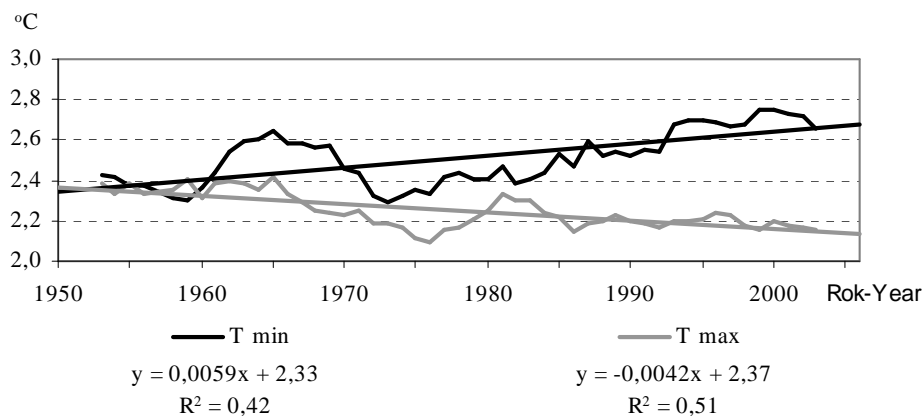
W pracy wykorzystano dane meteorologiczne dla stacji Olsztyn-Dajtki, należącej do sieci obserwacyjnej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Analizą objęto okres 1951-2005. Za podstawę obliczeń przyjęto średnią (T_i) maksymalną (T_{max}) i minimalną (T_{min}) temperaturę dobową powietrza. Analizując kolejne szeregi czasowe wyodrębniono duże wzrosty i spadki tychże temperatur z dnia na dzień w poszczególnych miesiącach i latach oraz w całym wieloleciu, w oparciu o klasyfikację zaproponowaną przez Bajbakovą i in. (za Błażejczyk 2004), opisującą bodźcowość warunków termicznych m.in. w natężeniu $\geq 6^\circ\text{C}$, które wg autorów są silne i działają na organizm ludzki rozdrażniająco.

Dodatkowo dokonano oceny warunków termicznych na podstawie średnich dobowych T_i , wyodrębniając porę ciepłą i chłodną w każdym roku, w oparciu o punkt graniczny między porami na poziomie 5°C . Warunek ciągłości każdego z okresów został spełniony wówczas, gdy w porze ciepłej dni z $T_i \geq 5^\circ\text{C}$ utrzymywały się przynajmniej przez kolejne 5 dni z rzędu, po których nie wystąpiło więcej niż 5 dni z $T_i < 5^\circ\text{C}$, w ciągu następnych 30 dni. Ze względu na zachowanie ciągłości dynamiki zmian temperatury powietrza, porę ciepłą wyznaczono w kolejnych latach, natomiast pora chłodna została przyporządkowana odpowiednio do dwóch sąsiadujących okresów. W pierwszym okresie uwzględniono jej początek, gdy T_i była mniejsza od 5°C , w drugim okresie jej zakończenie, wraz ze wzrostem T_i powyżej wartości progowej (np.: 1951/1952 itd.). Skorzystano także z typów cyrkulacji atmosferycznej wg Osuchowskiej-Klein (1991) za lata 1951-1998.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zmienność temperatury powietrza z dnia na dzień jest procesem niemal oczywistym, podobnie jak wahania temperatury w ciągu całej doby (Karl i in. 1993). Zatem wartości uśrednione bardzo rzadko przyjmują postać *constans* w sąsiadujących dobach. W analizowanym wieloleciu 1951-2005 średnie roczne zmiany z dnia na dzień T_{max} i T_{min} wyniosły odpowiednio $2,3^\circ\text{C}$ i $2,5^\circ\text{C}$. Dynamika owych zmian z roku

na rok wskazała na ich istotny spadek w zakresie T_{max} na poziomie $p = 0,001$ oraz istotny wzrost zmian T_{min} na poziomie $p = 0,05$ (rys. 1).



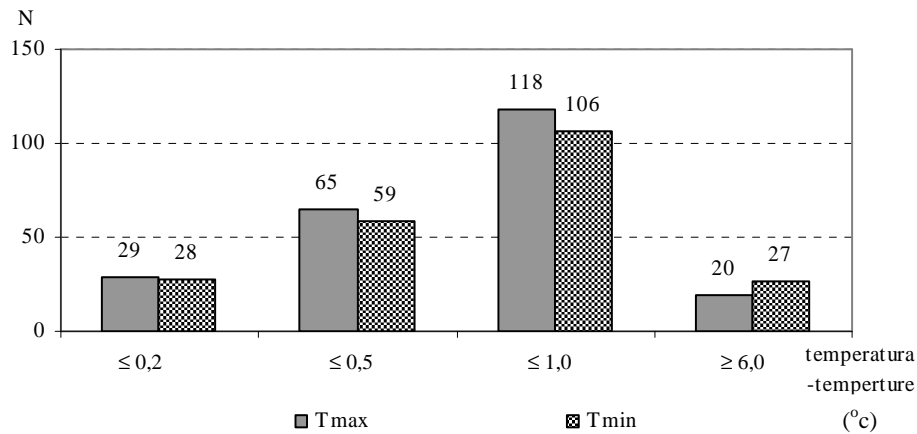
Rys. 1. Średnie ruchome 5-letnie zmiany T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w Olsztynie w latach 1951-2005

Fig. 1. Fluctuation of 5-year vectored mean of day-by-day T_{max} and T_{min} in Olsztyn in the years 1951-2005

Na tym tle średnia miesięczna liczba dni ze zmianami T_{max} i T_{min} o więcej niż 6°C była niewielka. W skali roku dla całego wielolecia 1951-2005 było ich średnio odpowiednio 20 i 27 przypadków, mniej nawet niż zmian T_{max} i T_{min} o maksymalnie $0,2^{\circ}\text{C}$ (rys. 2). Duże wzrosty i spadki T_{max} dominowały w kwietniu i maju, T_{min} w lutym i styczniu oraz od marca do maja i we wrześniu. Najmniejsza liczba dużych zmian temperatur ekstremalnych przypadła na sierpień i listopad (< 1 dnia) (rys. 3). Pomimo niewielkiej ich ilości, pozostają one istotne ze względu na trendy zmian temperatur globalnych (Karl i in. 1995). Warto podkreślić, że największe ujemne zmiany z dnia na dzień dla obu zmiennych wyniosły ok. 15°C , zmiany dodatnie zaś nie przekroczyły tego progu dla T_{max} , a dla T_{min} wskazały w 1963 r. ponad 20°C .

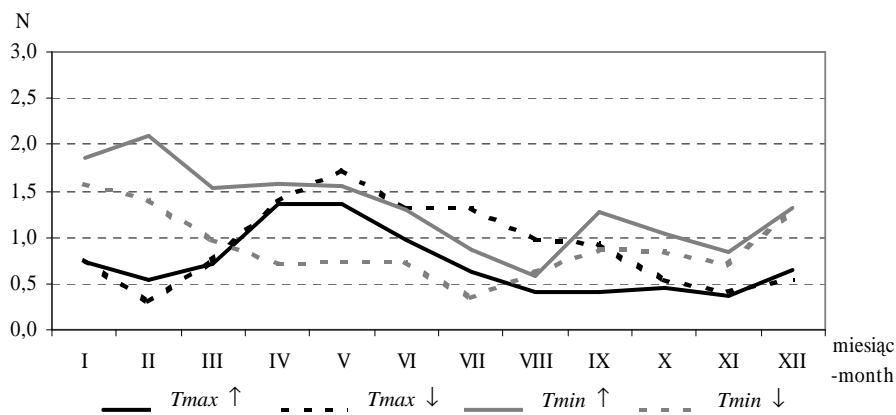
Tendencje dużych zmian temperatur ekstremalnych z dnia na dzień naśladowały oczywiście trend zmian ogólnych, który pozostał istotnie statystycznie malejący dla wzrostów ($p = 0,05$) i spadków ($p = 0,001$) T_{max} (rys. 4) oraz nieistotnie statystycznie rosnący dla obu zakresów T_{min} (rys. 5).

Wśród przypadków dużych wzrostów i spadków temperatur ekstremalnych odnotowano takie sytuacje, w których temperatura na przestrzeni 3 dni gwałtownie wzrosła/spadła, a potem spadła/wzrosła przynajmniej o 6°C . Zdecydowanie częściej proces ten dotyczył T_{min} niż T_{max} (odpowiednio 1,4/1,8 oraz 0,6/0,7 przypadków w ciągu roku). Maksymalna liczba zdarzeń dla T_{max} wyniosła 4 (1976 r.), dla T_{min} 7 (1997, 2001 r.).



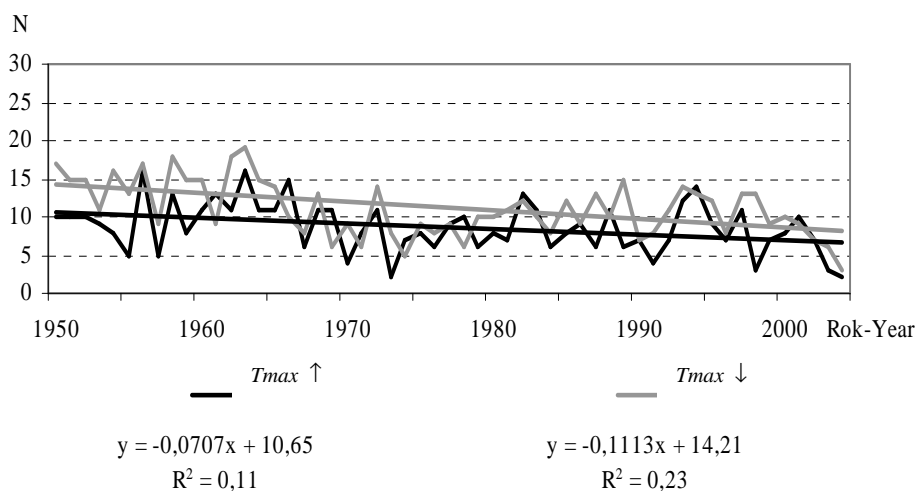
Rys. 2. Średnia roczna liczba (N) zmian T_{max} i T_{min} z dnia na dzień o wartość $\leq 0,2^{\circ}\text{C}$, $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$, $\leq 1,0^{\circ}\text{C}$ i $\geq 6,0^{\circ}\text{C}$ w Olsztynie w latach 1951-2005

Fig. 2. Mean annual numbers (N) of fluctuation of day-by-day T_{max} and T_{min} values by $\geq 0.2^{\circ}\text{C}$, $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$, $\geq 1.0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 6.0^{\circ}\text{C}$ in Olsztyn in the years 1951-2005



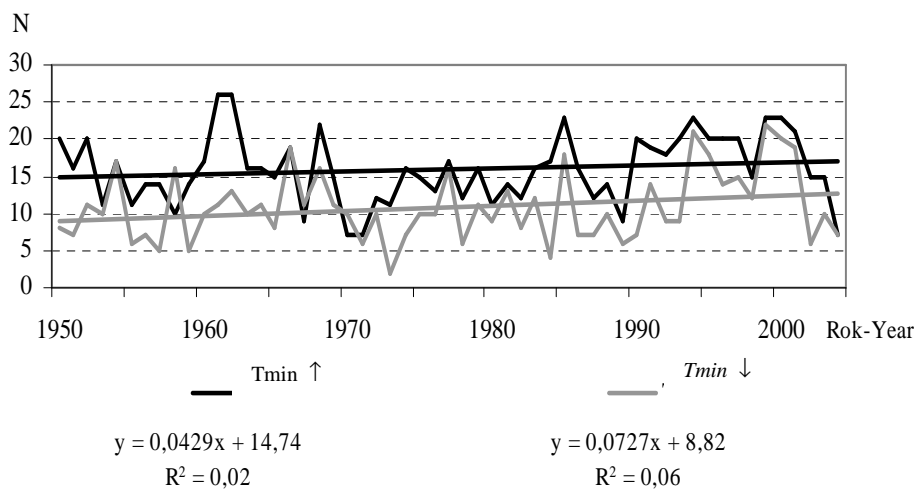
Rys. 3. Średnia miesięczna liczba (N) dużych wzrostów (\uparrow) i spadków (\downarrow) T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w Olsztynie w wieloleciu 1951-2005

Fig. 3. Mean monthly numbers (N) of high increase (\uparrow) and decrease (\downarrow) of day-by-day T_{min} and T_{max} in Olsztyn in the years 1951-2005



Rys. 4. Roczne sumy (N) dużych zmian w zakresie wzrostów ($T_{max} \uparrow$) i spadków ($T_{max} \downarrow$) T_{max} w Olsztynie w latach 1951-2005

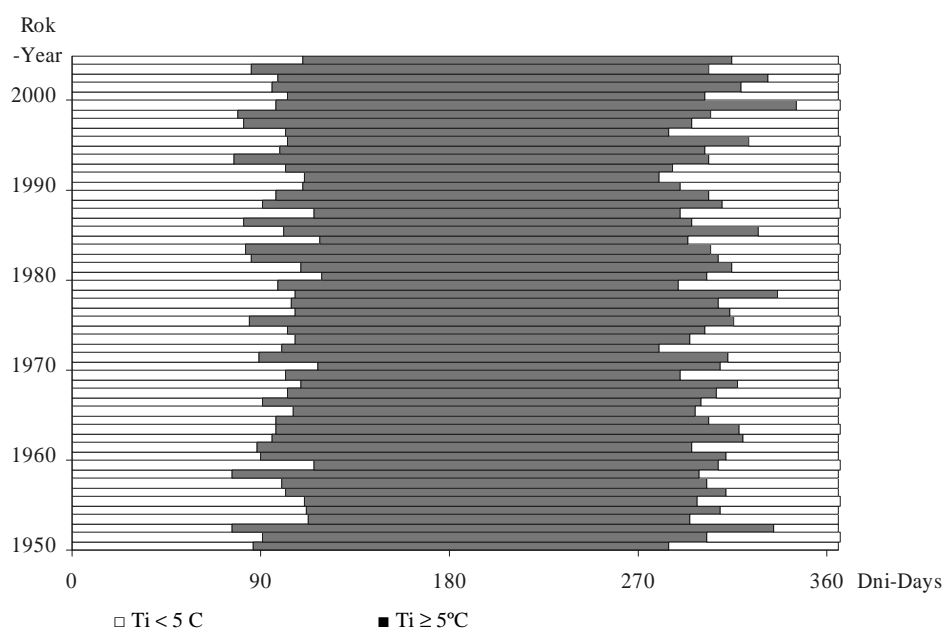
Fig. 4. Annual sum (N) of high fluctuations in increase ($T_{max} \uparrow$) and decrease ($T_{max} \downarrow$) ranges of T_{max} in Olsztyn in the years 1951-2005



Rys. 5. Roczne sumy (N) dużych zmian w zakresie wzrostów ($T_{min} \uparrow$) i spadków ($T_{min} \downarrow$) T_{min} w Olsztynie w latach 1951-2005

Fig. 5 Annual sum (N) of high fluctuations in increase ($T_{min} \uparrow$) and decrease ($T_{min} \downarrow$) ranges of T_{min} in Olsztyn in the years 1951-2005

Charakterystyka pory chłodnej i ciepłej dla Olsztyna i okolic w okresie 1951-2005 wskazała na średnio dłuższe trwanie pory ciepłej (206 dni). Maksymalna jej długość wyniosła 256 dni (1953 r.), minimalna 169 dni (1992 r.). Pora chłodna występowała średnio przez 159 dni w roku, maksymalnie przez ponad 6 miesięcy (1980/1981), minimalnie przez niecałe 4 miesiące (1994/1995) (rys. 6).



Rys. 6. Długość trwania pory chłodnej ($T_i < 5^\circ\text{C}$) oraz pory ciepłej ($T_i \geq 5^\circ\text{C}$) w Olsztynie w poszczególnych latach wielolecia 1951-2005

Fig. 6. Length of duration of cold period ($T_i < 5^\circ\text{C}$) and warm period ($T_i \geq 5^\circ\text{C}$) in Olsztyn in particular years of the period 1951-2005

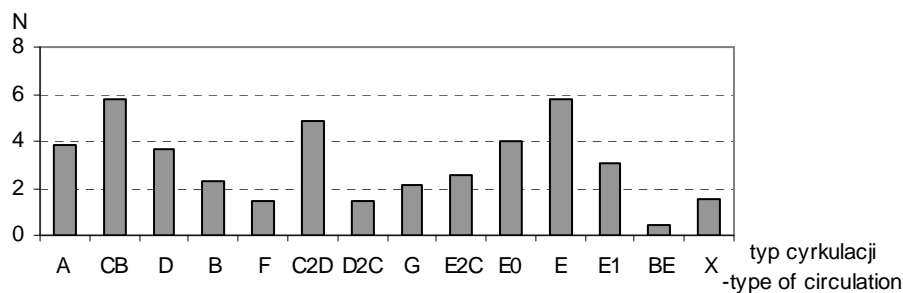
Na przestrzeni analizowanego wielolecia 1951-2005 dla dużych zmian temperatur ekstremalnych w Olsztynie otrzymano bardzo charakterystyczny rozkład trendów. Mianowicie istotne statystycznie zmiany (przynajmniej $p = 0,05$) dużych wahań T_{max} i T_{min} z dnia na dzień, miały miejsce jedynie w porze ciepłej. W tym okresie najbardziej istotna statystycznie zmiana ($p = 0,001$) dotyczyła zwiększenia się liczby spadków przynajmniej o 6°C T_{min} z dnia na dzień. Poza tym bardzo charakterystycznym spostrzeżeniem jest fakt, iż w ogólnej tendencji spadkowej dużych zmian T_{max} oraz wzrostowej T_{min} w porze chłodnej były one dla tych zmiennych odwrotne (tab. 1).

Tabela 1. Statystyka występowania spadków (\downarrow) i wzrostów (\uparrow) T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w porze chłodnej (A) i ciepłej (B) dla Olsztyna w latach 1951-2005**Table 1.** Statistics of occurrence of decreases (\downarrow) and increases (\uparrow) of day-by-day T_{max} and T_{min} in cold (A) and warm (B) seasons in Olsztyn in the period of 1951-2005

Parametr Parameter	$T_{max} \uparrow$ A	$T_{max} \downarrow$ A	$T_{min} \uparrow$ A	$T_{min} \downarrow$ A	$T_{max} \uparrow$ B *	$T_{max} \downarrow$ B **	$T_{min} \uparrow$ B **	$T_{min} \downarrow$ B ***
a	0,0004	-0,0159	0,0114	-0,0157	-0,0589	-0,0858	0,0597	0,102
\bar{x}	3,182	3,345	8,018	6,309	5,436	7,709	7,818	4,527
σ	1,634	1,787	3,429	3,333	2,515	3,137	2,836	2,761
R	0,004	0,143	0,054	0,076	0,347	0,410	0,356	0,583
R ²	0,000	0,020	0,002	0,005	0,120	0,168	0,126	0,340
F	0,000	1,087	0,156	0,304	7,142	10,515	7,558	26,861
p	0,976	0,301	0,694	0,583	0,010	0,002	0,008	0,000

* $p \leq 0,05$ ** $p \leq 0,01$ *** $p \leq 0,001$.

Temperatura powietrza, także w Olsztynie, generowana jest w dużym stopniu poprzez czynniki cyrkulacyjne (Kossowska-Cezak 1987, Panfil, Dragańska 2004). W oparciu o klasyfikację cyrkulacji atmosferycznej wg Osuchowskiej-Klein (1978) zanalizowano jej wpływ na zmienność temperatur ekstremalnych z dnia na dzień w Olsztynie. Otrzymano wskazanie, iż na przestrzeni wielolecia 1951-1998 duże zmiany najczęściej zachodziły pod wpływem cyrkulacji o składowej północnej i zachodniej (CB, C2D, E), najrzadziej przy masach powietrza napływających z kierunków południowych (F, D2C, BE) (rys. 7). Na przestrzeni wielolecia 1951-1998 pojawianie się dużych wzrostów lub spadków temperatur ekstremalnych z dnia na dzień w Olsztynie wzrosło istotnie statystycznie ($p = 0,001$) przy udziale cyrkulacji typu G (antycyklonalnej centralnej) oraz w dniach, w których dominowała cyrkulacja typu BE (południowa, pośrednia między cyklonalną i antycyklonalną). Warto podkreślić, iż wśród typów cyrkulacji, w których dużych zmian T_{max} i T_{min} było najwięcej lub najmniej (poza typem CB) (rys. 7), odnotowano zmniejszenie się ich wpływu na powstawanie owych zmian (tab. 2).



Rys. 7. Średnia roczna liczba (N) dużych zmian T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein) w Olsztynie w latach 1951-1998

Fig. 7. Mean annual numbers of days (N) with high fluctuation of day-by-day T_{max} and T_{min} through particular types of atmospheric circulation (by Osuchowska-Klein) in Olsztyn in the period of 1951-1988

Tabela 2. Statystyka występowania dużych wzrostów i spadków T_{max} i T_{min} z dnia na dzień w poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein) w Olsztynie w latach 1951-1998

Table 2. Statistics of occurrence of high decreases and increases of day-b-day T_{max} and T_{min} through particular types of atmospheric circulation (by Osuchowska-Klein) in Olsztyn in the period of 1951-1989

Typy cyrkulacji Type of circulation	a	\bar{x}	σ	R	F	p
A	0,021	3,854	2,828	0,102	0,487	0,489
CB	0,004	5,813	2,349	0,023	0,024	0,877
D	0,014	3,646	2,356	0,083	0,318	0,575
B	-0,015	2,333	1,849	0,116	0,626	0,433
F	-0,012	1,458	1,271	0,132	0,810	0,373
C2D	-0,054	4,875	2,856	0,265	3,460	0,069
D2C	-0,003	1,417	1,366	0,031	0,045	0,833
G ***	0,091	2,146	2,104	0,607	26,767	0,000
E2C	0,022	2,542	2,062	0,147	1,021	0,317
E0	-0,004	4,042	2,681	0,022	0,021	0,884
E	-0,045	5,813	3,133	0,202	1,958	0,168
E1	0,003	3,083	1,889	0,020	0,019	0,892
BE ***	0,023	0,417	0,679	0,470	13,046	0,001
X	0,028	1,521	2,370	0,163	1,259	0,268

*** $p \leq 0,001$.

WNIOSKI

1. W przeciągu ostatniego półwiecza XX wieku i pierwszych 5 lat nowego tysiąclecia wystąpił w Olsztynie spadek zmienności z dnia na dzień temperatury maksymalnej (T_{max}), przy jednoczesnym wzroście wahań międzydobowych temperatury minimalnej (T_{min}).

2. Zmiany T_{max} i T_{min} z dnia na dzień o $\geq 6^{\circ}\text{C}$ w ciągu roku w analizowanym wieloleciu 1951-2005 były statystycznie istotne tylko dla T_{max} , zarówno w zakresie spadków jak i wzrostów.

3. Podział roku na porę chłodną i ciepłą uwidocznił sytuację, z której wynika, iż statystycznie istotne wzrosty lub spadki, zarówno T_{max} jak i T_{min} , miały miejsce tylko w porze ciepłej.

4. Duże wzrosty i spadki temperatur ekstremalnych z dnia na dzień w Olsztynie miały miejsce najczęściej pod wpływem cyrkulacji atmosferycznej ze składową północną i zachodnią.

5. Zaobserwowano istotny wzrost przypadków dużych zmian temperatur ekstremalnych w dniach, które były kształtowane przez masy powietrza o cyrkulacji antycyklonalnej centralnej oraz południowej pośredniej między cyklonalną i antycyklonalną.

6. Wpływ typów cyrkulacji, które w największym oraz najmniejszym stopniu warunkowały duże zmiany międzydobowe T_{max} i T_{min} , uległ osłabieniu.

PIŚMIENNICTWO

- Błażejczyk K., 2004. Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce, Pr. Geogr., IGiPZ PAN, 192.
- Brazdil R., Budikova M., Auer I., Böhm R., Cegnar T., Fasko P., Gajič Capka M., Lapin M., Niedźwiedz T., Szalai S., Ustrnul Z., Weber R.O., Zaninović K., 1995. Trends of maximum and minimum daily temperature in Central Europe, [w:] Proceedings of the International Conference on Past, Present and Future Climate, Helsinki 22-25.08.1995, Finland, 451-462.
- Karl T.R., Jones P.D., Knight R.W., Kukla G., Plummer N., Razuvayev V.N., Gallo K.P., Lindsay J., Charlson R.J., Peterson T.C., 1993. A new perspective on recent global warming: asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature, Bull. Am. Meteorol. Soc., 74, 1007-1023.
- Karl T.R., Knight R.W., Plummer N., 1995. Trend in high-frequency climate variability in the twentieth century, Nature, 377, 217-220.
- Kossowska-Cezak U., 1987. Duże zmiany temperatury z dnia na dzień a cyrkulacja atmosferyczna, Przegl. Geofiz., XXXII, 3, 289-302.
- Kossowska-Cezak U., 1982. Duże zmiany temperatury z dnia na dzień w Polsce, Przegl. Geofiz., XXVII, 3-4, 197-214.
- Kossowski J., 1969. O zmienności z dnia na dzień maksymalnej i minimalnej temperatury w Lublinie w okresie 1951-1960, Biul. Lub. TN, D V, 9, 99-102.
- Kostrzewski W., 1961. Zmienność temperatury maksymalnej i minimalnej z dnia na dzień we Wrocławiu w latach 1954-1958, Wiad. Służby Hydrol., 43, 11-19.

- Osuchowska-Klein B., 1991. Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej, IMGW, Warszawa.
- Panfil M., Dragańska E., 2004. Związki korelacyjne między wskaźnikami NAO wg Jones'a oraz Hurrella a warunkami termicznymi i opadowymi dla Polski północno-wschodniej, Acta Agrophysica, 3(1), 133-142.

LARGE INTERDIURNAL VARIATIONS OF EXTREME TEMPERATURE IN THE SECOND PART OF 20TH CENTURY

Monika Panfil

Chair of Meteorology and Climatology, University of Warmia and Mazury
pl. Łódzki 1, 10-719 Olsztyn
e-mail: monika.panfil@uwm.edu.pl

Abstract. In the paper series of mean (T_i), maximum (T_{max}) and minimum (T_{min}) daily temperatures are analysed. The days with high change of daily T_{max} and T_{min} , when air temperature increased or decreased by more than 6°C, are discussed. Also their range in warm ($T_i \geq 5^\circ\text{C}$) and cold ($T_i < 5^\circ\text{C}$) seasons is analysed. Mean monthly number of great variation did not exceed one day throughout the whole period. Trends of perennial fluctuations were statistically significant only for decreases and increases in T_{max} . It was found that great interdiurnal variations of extreme temperature were the results of air circulations, especially with north and west components. Statistically significant increases in variation influence by G and BE type of circulations were observed.

Keywords: extreme temperature, interdiurnal variability, thermal impulses, Olsztyn