

ZMIENNOŚĆ TEMPERATURY POWIETRZA Z DNIA NA DZIEŃ W POLSCE PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ W UJĘCIU PRZESTRZENNYM

Monika Panfil, Ewa Dragańska

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 (T_p), maksymalnych (T_{max}) i minimalnych (T_{min}) za wielolecie 1991-2000 scharakteryzowano warunki termiczne Polski północno-wschodniej pod względem międzydobowych zmian T w zakresie 6 klas zmienności. W obrębie analizowanego obszaru wydzielono rejony o dużych ($\geq 6^\circ\text{C}$) zmianach T z dnia na dzień, które najczęściej występowały na wschodzie. Ustalono także, że największa średnia roczna suma dni ze znacznymi wahaniami temperatur ekstremalnych dotyczyła zmian ujemnych T_{min} (> 15), najmniejsza zaś zmian T_{max} w tym samym zakresie (ok. 5).

Słowa kluczowe: temperatury ekstremalne, zmiany międzydobowe, Polska północno-wschodnia

WSTĘP

Pomiary temperatury powietrza prowadzone są od ponad dwóch stuleci, czemu towarzyszy obszerny materiał obserwacyjny oraz metodyka opracowań klimatologicznych w ujęciu dobowym, miesięcznym i rocznym. Przyczyniło się do tego jej bardzo duże znaczenie praktyczne (np. w rolnictwie) oraz fakt, że przeciętna temperatura jest jedną z podstawowych charakterystyk odróżniających od siebie klimaty kuli ziemskiej. W sferze klimatu umiarkowanego, a tym samym na obszarze Polski, o temperaturze powietrza najczęściej decydują czynniki natury cyrkulacyjnej. W związku z tym pojawia się charakterystyczna dla środowiska atmosferycznego zmienność, która jest dostrzegalna m.in. w obserwowanej pogodzie, w jej zmieniających się z dnia na dzień, z godziny na godzinę stanach. Nie mniej jednak specyficzne warunki klimatyczne ustalają się także w wyniku oddziaływań czynników

lokalnych danego obszaru, które zależą od ukształtowania, pokrycia i użytkowania powierzchni ziemi (Niedźwiedź i Limanówka 1992, Kożuchowski 1995, Kossowska-Cezak i in. 2000, Szwejkowski 2002, Ustrnul i Czekierda 2002, Olejniczak 2003).

MATERIAŁY I METODY

Podstawowy materiał do analizy stanowią dobowe wartości temperatury powietrza (T) w postaci zmiennych: średniej (T_i), maksymalnej (T_{max}) i minimalnej (T_{min}) za lata 1991-2000 dla 10 wybranych stacji meteorologicznych IMGW z Polski północno-wschodniej (Toruń, Elbląg, Mława, Olsztyn, Lidzbark Warmiński, Kętrzyn, Myszyniec, Biebrza, Suwałki, Białystok).

W celu wyznaczenia zakresu zmian temperatury powietrza z dnia na dzień posłużono się klasyfikacją zaproponowaną przez Kostrzewskiego (1961) (tab. 1). Obejmuje ona 6 klas zmienności temperatury powietrza, od małej po gwałtowną. Według podanego zakresu zmian (co 3°C), zaklasyfikowano kolejne dni analizowanego dziesięciolecia do odpowiedniej grupy dni: ze spadkiem lub wzrostem T_i , T_{max} i T_{min} z dnia na dzień.

Tabela 1. Klasyfikacja zmian temperatury powietrza wg Kostrzewskiego (1961)

Table 1. Classification of changes of air temperature according to Kostrzewski (1961)

Klasy Class (°C)	Zmiany – Change	Spodziewane – Expected	
		wzrosty – increase	spadki – drop
0-3	małe/mild	niedużo cieplej/ mildly warmer	niedużo chłodniej/ mildly cooler
> 3-6	dość znaczne/ fairly notable	cieplej/warmer	chłodniej/cooler
> 6-9	znaczne/notable	znacznie cieplej/ notably warmer	znacznie chłodniej/ notably cooler
> 9-12	duże/large	dużo cieplej/ much warmer	dużo chłodniej/ much cooler
> 12-15	bardzo duże/ very large	bardzo duże ocieplenie/ very much warmer	bardzo duże ochłodzenie/ very much cooler
> 15	gwałtowne/violent	gwałtowne ocieplenie/ violent warming	gwałtowne ochłodzenie/ violent cooling

W pracy przedstawiono przestrzenny rozkład zmian temperatury o $T \geq 6^\circ\text{C}$ w zakresie wzrostów i spadków w chłodnym (styczeń) i ciepłym (lipiec) okresie roku oraz średnio w całym analizowanym wieloleciu 1991-2000.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wartości temperatury powietrza zmieniają się w zależności od długości dnia, powiązanej z aktualną porą roku, która modyfikuje dopływ energii słonecznej w poszczególnych strefach geograficznych. Warunki termiczne analizowanego obszaru Polski północno-wschodniej związane są z położeniem w średnich szerokościach geograficznych na kontynencie europejskim. Dominują tu masy powietrza morskiego przemieszczającego się głównie z kierunków o składowej zachodniej. Niemniej na zmienność temperatury powietrza z dnia na dzień wpływa także bliskość olbrzymiego kontynentu azjatyckiego (Kossowski 1970, Kossowska-Cezak 1984, 1987).

W analizowanym wieloleciu 1991-2000 średnia zmiana T_{max} z dnia na dzień dla Polski północno-wschodniej wyniosła $1,98^{\circ}\text{C}$, natomiast T_{min} $2,09^{\circ}\text{C}$. Wyliczone zmiany temperatur ekstremalnych były różne od wartości dla średnich z okresu 1951-2005 odpowiednio o $-0,32$ i $-0,41^{\circ}\text{C}$ (Panfil 2007) co oznacza, iż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku zmienność dobową temperatury powietrza była wyraźnie mniejsza, szczególnie w zakresie wartości T_{min} . Zmienność z dnia na dzień T_i wyniosła zaledwie $1,67^{\circ}\text{C}$. Potwierdza to dość jednoznacznie fakt, że zmienność temperatur ekstremalnych jest dużo większa (Wibig 2001).

Uzyskane wartości znajdują swoje odzwierciedlenie w liczbie dni z małymi i dużymi zmianami T z dnia na dzień w latach 1991-2000. Poddane analizie sytuacje ze spadkiem jak i wzrostem T wykazały, że liczba dni ze spadkiem T , w których wartość zmian nie przekroczyła 3°C wyniosła: $T_i = 149$, $T_{max} = 134$, $T_{min} = 110$, natomiast ze wzrostem odpowiednio: 141, 128 i 127 dni, średnio na analizowanym obszarze (tab. 2-4). Liczba dużych zmian ($\geq 6^{\circ}\text{C}$) wyraźnie większa była zatem dla temperatur ekstremalnych. W poszczególnych latach analizowanego 10-lecia znacznie większa liczba dużych zmian miała miejsce w zakresie wzrostów i spadków T_{min} . Wyjątek stanowi rok 1999, kiedy duże wzrosty T_{min} były nieznacznie mniejsze od wzrostów T_{max} (rys. 1). Jednocześnie liczba dużych zmian T_{min} w zakresie spadków była najniższa w całym okresie (<15 dni). Liczba dużych zmian T_{max} w Polsce północno-wschodniej na ogół mieściła się w granicach od 6 do 10 w ciągu roku. Wyjątek stanowią lata 2000 (5 zmian ujemnych) oraz 1995 i 1996 (odpowiednio 13 i 11 zmian dodatnich) (rys. 1).

Tabela 2. Średnia liczba zmian T_i z dnia na dzień w ciągu roku w zakresie spadków i wzrostów w poszczególnych klasach dla wybranych stacji meteorologicznych w okresie 1991-2000

Table 2. Average number of changes in T_i from day to day during the year in the range of decrease and increase in the particular classes for selected meteorological stations during the years 1991-2000

Stacja IMGW/ IMGW Station	Spadek T_i – Decrease of T_i						Wzrost T_i – Increase of T_i						B. Z.*
	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	
Toruń	144	32	3	0	0	0	142	31	5	0	0	0	7
Elbląg	147	28	3	0	0	0	149	28	3	1	0	0	6
Mława	154	28	3	0	0	0	136	32	4	0	0	0	8
Olsztyn	150	28	3	1	0	0	139	31	5	0	0	0	8
Lidzbark	147	29	3	0	0	0	144	31	3	1	0	0	7
Kętrzyn	156	26	3	1	0	0	139	29	4	0	0	0	7
Myszyniec	147	29	5	0	0	0	140	33	4	0	0	0	7
Biebrza	147	30	5	0	0	0	141	33	4	1	0	0	5
Suwałki	154	26	4	0	0	0	140	28	4	1	0	0	8
Białystok	148	29	4	0	0	0	140	32	4	0	0	0	7

* B. Z. – brak zmian T_i / no change of mean temperature.

Tabela 3. Średnia liczba zmian T_{max} z dnia na dzień w ciągu roku w zakresie spadków i wzrostów w poszczególnych klasach dla wybranych stacji meteorologicznych w okresie 1991-2000

Table 3. Average number of changes in T_{max} from day to day during the year in the range of decrease and increase in the particular classes for selected meteorological stations during the years 1991-2000

Stacja IMGW/ IMGW Station	Spadek T_{max} – Decrease of T_{max}						Wzrost T_{max} – Increase of T_{max}						B. Z.*
	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	
Toruń	131	44	7	1	0	0	122	40	9	2	0	0	9
Elbląg	133	39	8	1	0	0	131	38	8	2	0	0	5
Mława	136	39	6	1	0	0	127	41	8	1	0	0	5
Olsztyn	134	39	6	1	0	0	132	36	9	2	0	0	7
Lidzbark	133	39	7	1	0	0	128	39	7	1	0	0	10
Kętrzyn	136	37	6	1	0	0	132	39	6	2	0	0	7
Myszyniec	130	40	6	1	0	0	127	39	8	1	0	0	13
Biebrza	135	38	6	1	0	0	128	38	8	1	0	0	10
Suwałki	138	37	7	1	0	0	129	38	7	2	0	0	8
Białystok	137	37	7	1	0	0	126	41	8	1	0	0	7

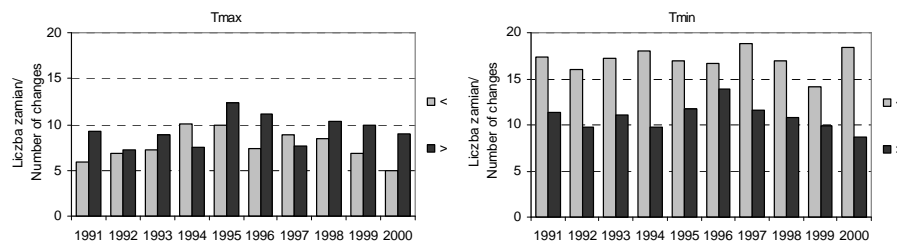
* B. Z. – brak zmian T_{max} / no change of maximum temperature.

Tabela 4. Średnia liczba zmian T_{min} z dnia na dzień w ciągu roku w zakresie spadków i wzrostów w poszczególnych klasach dla wybranych stacji meteorologicznych w okresie 1991-2000

Table 4. Average number of changes in T_{min} from day to day during the year in the range of decrease and increase in the particular classes for selected meteorological stations during the years 1991-2000

Stacja IMGW/ IMGW Station	Spadek T_{min} – Decrease of T_{min}						Wzrost T_{min} – Increase of T_{min}						B. Z.*
	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	0-3	> 3-6	> 6-9	> 9-12	> 12-15	> 15	
Toruń	104	42	14	4	1	0	134	51	7	1	0	0	5
Elbląg	112	42	13	2	0	0	134	49	7	1	0	0	6
Mława	119	43	9	2	0	0	136	45	6	1	0	0	6
Olsztyn	107	45	14	3	1	0	124	52	12	1	0	0	6
Lidzbark	112	38	12	3	1	0	133	45	8	1	1	0	11
Kętrzyn	115	44	11	1	0	0	134	46	8	0	0	0	6
Myszyniec	97	47	15	5	1	0	115	56	13	2	0	0	15
Biebrza	108	46	16	4	1	0	115	55	14	2	1	0	3
Suwałki	113	41	13	4	1	0	126	51	8	1	0	0	8
Białystok	111	43	15	4	1	0	121	52	12	1	0	0	6

* B. Z. – brak zmian T_{min} / no change of minimum temperature.

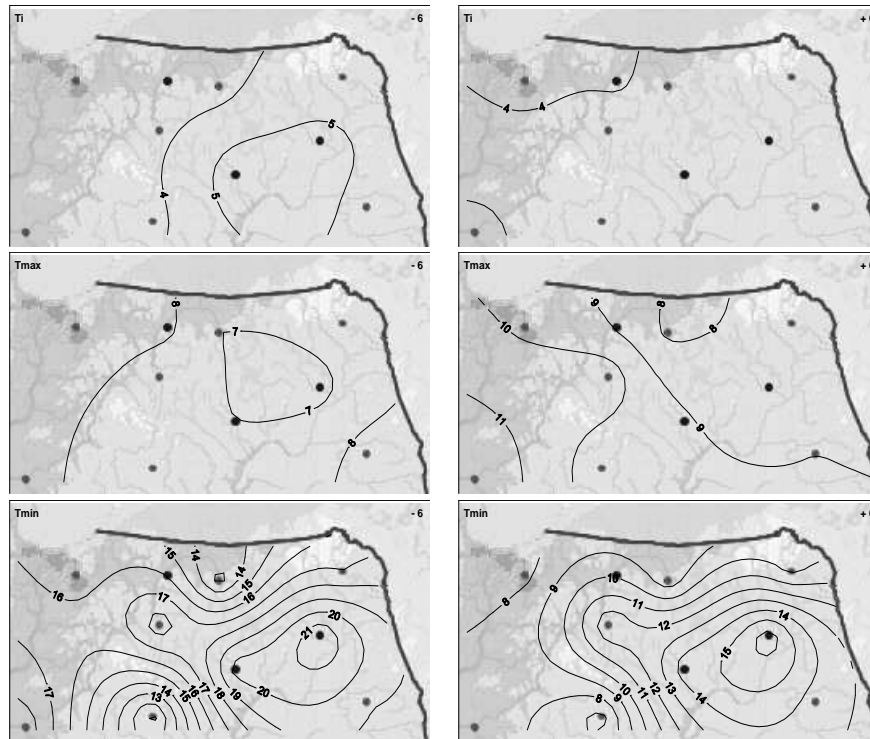


Rys. 1. Średnia roczna liczba zmian z dnia na dzień T_{max} i T_{min} o $T \geq 6^\circ\text{C}$ w zakresie spadków (<) i wzrostów (>) w Polsce północno-wschodniej w latach 1991-2000

Fig. 1. Average annual number of changes from day to day of T_{max} and T_{min} by about 6°C in the range of decrease (<) and increase (>) in north-eastern Poland in the years 1991-2000

Średnia roczna liczba dni z dużymi ($\geq 6^\circ\text{C}$) zmianami temperatury powietrza z dnia na dzień wykazywała duże zróżnicowanie w ujęciu przestrzennym. Na ogół najmniejsze było dla T_i , a największe dla T_{min} (rys. 2). Największa liczba dużych zmian (dodatnich jak i ujemnych) wymienionych zmiennych miała miejsce w okolicach Biebrzy i Myszynca, najmniejsza w zachodniej części analizowanego obszaru. Rozkład przestrzenny zmiennej T_{max} z dnia na dzień wykazywał

inną prawidłowość – najmniej spadków było w części centralnej, najczęściej we wschodniej i zachodniej części Polski północno-wschodniej (w zakresie wzrostów wyróżniały się okolice Torunia) (rys. 2).

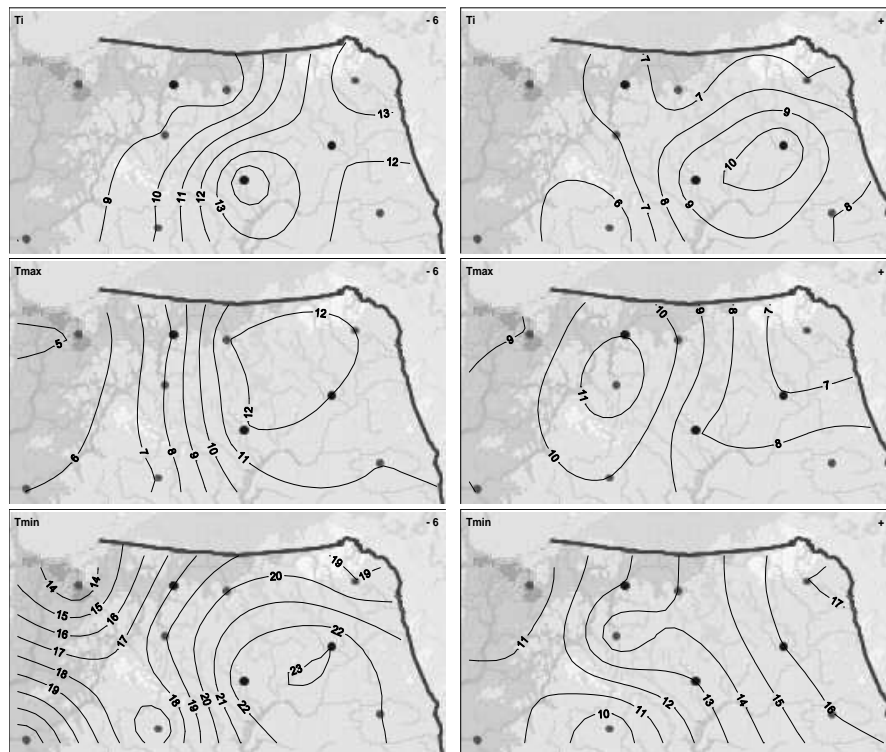


Rys. 2. Średnia roczna liczba zmian z dnia na dzień T_i , T_{max} i T_{min} o $T \geq 6^\circ\text{C}$ w zakresie spadków (-6) i wzrostów (+6) w Polsce północno-wschodniej w wieloleciu 1991-2000

Fig. 2. Average annual number of changes (N) from day to day of T_i , T_{max} and T_{min} by about 6°C in the range of decrease (-6) and increase (+6) in north-eastern part of Poland in the years 1991-2000

Sezonowy rozkład omawianych wielkości nie był już tak jednoznaczny. W styczniu dla T_i najczęściej zmian ujemnych i dodatnich z dnia na dzień wykazywały nadal okolice Biebrzy i Myszynca, najmniej zachodnia część analizowanego obszaru (rys. 3). Dla T_{min} najczęściej spadków odnotowano w tych samych punktach oraz dodatkowo w Toruniu; najmniej w okolicach Elbląga, co spowodowane było ocieplającym wpływem Zatoki Gdańskiej, która w związku z bardzo ciepłymi zimami w tym okresie miała bardzo niewielką powierzchnię pokrywy lodowej (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Dla T_{max} najczęściej spadków wystąpiło ponownie w okolicach Myszynca i Biebrzy, ale

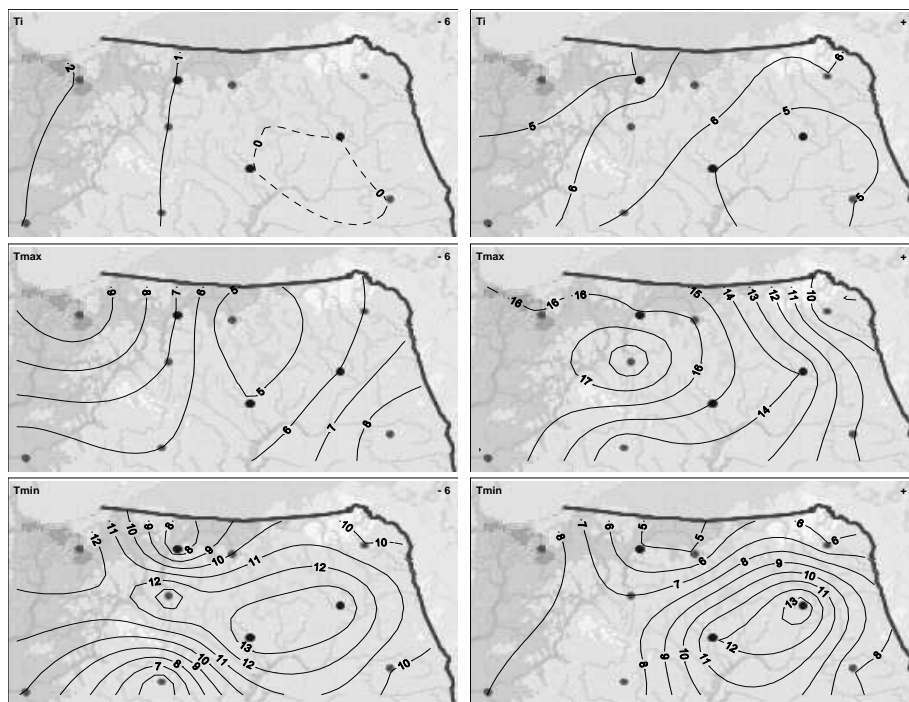
także Suwałk i Kętrzyna, najmniej w okolicach Elbląga (ponownie ocieplający wpływ wód Bałtyku) i Torunia. Wzrosty T_{max} natomiast w największym natężeniu wystąpiły w Olsztynie i Lidzbarku Warmińskim, najmniej było ich w Suwałkach, co związane jest m.in. z fizjografią omawianego obszaru (Szwejkowski i in. 2006).



Rys. 3. Średnia liczba zmian z dnia na dzień T_i , T_{max} i T_{min} w styczniu o $T \geq 6^\circ\text{C}$ w zakresie spadków (-6) i wzrostów (+6) w Polsce północno-wschodniej w wieloleciu 1991-2000

Fig. 3. Average number of changes (N) from day to day of T_i , T_{max} and T_{min} in January by about 6°C in the range of decrease (-6) and increase (+6) in north-eastern part of Poland in the years 1991-2000

W lipcu najczęściej dużych zmian temperatury powietrza ponownie zanotowano w okolicach Myszyńca i Biebrzy (wzrosty i spadki T_{min}) oraz Zatoki Gdańskiej (rys. 4). Na uwagę zasługuje niemal całkowity brak dużych spadków T_i na wschód od linii Lidzbark, Olsztyn, Mława oraz przesunięcie zarówno największych jak i najmniejszych wartości w kierunku centralnym analizowanego obszaru. Wyjątek stanowią wzrosty T_{min} , których najmniej było w części północnej.



Rys. 4. Średnia liczba zmian z dnia na dzień T_i , T_{max} i T_{min} w lipcu o $T \geq 6^\circ\text{C}$ w zakresie spadków (-6) i wzrostów (+6) w Polsce północno-wschodniej w wieloleciu 1991-2000

Fig. 4. Average number of changes from day to day of T_i , T_{max} and T_{min} in July by about 6°C in the range of decrease (-6) and increase (+6) in north-eastern part of Poland in the years 1991-2000

WNIOSKI

1. Największymi zmianami temperatury powietrza z dnia na dzień w Polsce północno-wschodniej odznaczała się zmienna T_{min} , najmniejszymi T_i .
2. Zmienna T_{max} w przeciwieństwie do T_{min} charakteryzowała się przewagą dużych wzrostów nad spadkami T z dnia na dzień.
3. W wieloleciu 1991-2000 duże zmiany ($\geq 6^\circ\text{C}$) najczęściej były notowane w okolicach Myszyńca i Biebrzy oraz ogólnie w części wschodniej regionu. Na wyrazistość owych zmian miała wpływ bliskość azjatyckiej płyty kontynentalnej oraz specyfika rozległych obszarów podmokłych, w tym bagien biebrzańskich.

4. Zdecydowanie mniej dużych zmian T wystąpiło w rejonie zachodnim, głównie za sprawą akwenów Zalewu Wiślanego i Zatoki Gdańskiej sąsiadujących z Elblągiem oraz doliną Wisły pod Toruniem, które w zależności od pory roku łągodziły bądź potęgowały owe zmiany.

PIŚMIENNICTWO

- Kossowska-Cezak U., 1984. Duże zmiany temperatury w Polsce. *Przegląd Geofizyczny*, 27, 8, 277-287.
- Kossowska-Cezak U., 1987. Duże zmiany temperatury z dnia na dzień a cyrkulacja atmosferyczna. *Przegląd Geofizyczny*, 32, 3, 289-302.
- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski D., Kopacz-Lembowicz M., 2000. *Meteorologia i klimatologia. Pomiar, obserwacje, opracowania*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Lódź.
- Kossowski J., 1970. Zmienność z dnia na dzień maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza. *Annales UMCS, B*, 25, 6, 206-213.
- Kostrzewski W., 1961. Zmienność temperatury maksymalnej i minimalnej z dnia nadzień we Wrocławiu w latach 1954-1958. *Wiadomości Służ. Hydro. i Meteo.*, 43, 11-19.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004. Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka. *Monografie 5*.
- Kozuchowski K., 1995. *Meteorologia i klimatologia*. PWN.
- Niedźwiedz T., Limanówka D., 1992. Termiczne pory roku w Polsce. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 90, 53-69.
- Olejniczak J., 2003. The day-to-day variability of air temperature in Cracow and its surroundings. *Prace Geograficzne IGI GP UJ*, 112.
- Panfil M., 2007. Duże zmiany międzydobowe temperatur ekstremalnych w drugiej połowie XX wieku. *Acta Agrophysica*, 10(3), 649-658.
- Szwejkowski Z., 2002. Klimat pojezierza mazurskiego. Cz.II. Tendencje zmian podstawowych elementów meteorologicznych w regionie. *Fragmenta Agronomica UWM*, (19), 2(74).
- Szwejkowski Z., Dragańska E., Grabowska K., 2006. Następstwo elementów pogodowych w Polsce północno-wschodniej w latach 1951-2000. *Przegląd Naukowy IiKŚ SGGW*, XV, 1(33), 123-136.
- Ustrnul Z., Czekierda D., 2002. Ekstremalne wartości temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku na tle warunków cyrkulacyjnych. *Wiadomości IMGW*, XXVI (XLVI), 4.
- Wibig J., 2001. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej. *Prace i Studia Geograficzne*, 29, 3, 222-232.

SPATIAL VARIABILITY OF AIR TEMPERATURE
FROM DAY TO DAY IN NORTHEASTERN PART OF POLAND

Monika Panfil, Ewa Dragańska

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

Abstract. On the basis of values of day and night mean maximal and minimal temperatures taken from the years 1991-2000 the thermal conditions in the north-eastern part of Poland were characterised with respect to inter day and night changes of T on a scale of 6th class variability. Within the limits of the analysed area, it was divided into regions with large changes of T from day to day which occur most often in the east. It was also established that the biggest average annual sum of days with considerable fluctuations of external temperatures refers to negative changes T_{min} , the smallest, on the other hand, refers to T_{max} in the same range.

Key words: extreme temperature, changes day to day, north-eastern part of Poland