

**WPLYW CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ NA MIĘDZYDOBOWE ZMIANY  
TEMPERATURY MINIMALNEJ I MAKSYMALNEJ**

*Joanna Wibig*  
*Uniwersytet Łódzki*  
*Katedra Meteorologii i Klimatologii*

**Wprowadzenie**

Zmiany temperatury w średnich szerokościach geograficznych pozostają w ścisłym związku ze zmiennością cyrkulacji atmosferycznej, szczególnie zimą, gdy insolacja odgrywa drugorzędą rolę w kształtowaniu warunków pogodowych. Kuziemska (1987) wskazała na istotną rolę adwekcji w kształtowaniu dużych anomalii temperatury w zimie, zarówno dodatnich jak i ujemnych, dodając jednak, że do największych spadków temperatury dochodzi, gdy napływowi zimnego powietrza towarzyszy silne wypromieniowanie efektywne, czyli przy antycyklonalnych typach cyrkulacji. W lecie dominującą rolę w kształtowaniu warunków termicznych odgrywa insolacja, a adwekcja drugorzędą, ale wciąż istotną. Dzięki temu możliwe było wyróżnienie typów cyrkulacji związanych z dodatnimi anomaliami temperatury w zimie: A, B, CB, D, D<sub>2</sub>C, C<sub>2</sub>D i F, oraz ujemnymi: E, E<sub>0</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>C i G, według klasyfikacji Osuchowskiej-Klein (Wibig 1995, 1996). W lecie dni z temperaturą poniżej normy występują przy typach: E<sub>0</sub>, CB, B, A i E<sub>2</sub>C, a powyżej normy przy typach: E<sub>1</sub>, F, G, D, D<sub>2</sub>C i C<sub>2</sub>D. Ustrnul (2000) otrzymał podobne zależności w odniesieniu do temperatury maksymalnej i minimalnej. W zimie dodatnie anomalie obu temperatur ekstremalnych występują w dni o cyrkulacji typu: A, CB, D, B, C<sub>2</sub>D i D<sub>2</sub>C. W dniach z typem F dodatnie anomalie temperatury minimalnej występowały w południowej i środkowej Polsce (Kraków, Warszawa), a ujemne nad morzem (Hel), w przypadku temperatury maksymalnej zaś dodatnie anomalie notowano na południu, a ujemne w środku Polski i nad morzem. Ujemne anomalie notowano przy typach G (do 5°C), E, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>C i E<sub>0</sub>. W lipcu sytuacja była bardziej zróżnicowana. Dodatnie anomalie obu temperatur występowały w typach: B, D, F, E i E<sub>1</sub>, ujemne w typach A i CB. Natomiast w dni z cyrkulacją typu D<sub>2</sub>G, G lub E<sub>2</sub>C stwierdzono dodatnie anomalie temperatury maksymalnej i ujemne temperatury minimalnej. W dni z cyrkulacją typu E<sub>0</sub> temperatura maksymalna była na ogół niższa od normy, natomiast minimalna bliska wartości przeciętnej. Kossowska-Cezak (1987) pokazała, że międzydobowe zmiany temperatury zależą również od sekwencji typów cyrkulacji.

### Cel i metody opracowania

Celem tego opracowania jest analiza międzydobowych zmian temperatury minimalnej i maksymalnej w sytuacji kilkudniowego utrzymywania się cyrkulacji jednego typu. Wykorzystano klasyfikację Osuchowskiej-Klein (1978, 1991) i uśrednione typy kilkudniowe. Do analizy wybrano 5 najczęściej pojawiających się typów cyrkulacji: A, CB, D, E, E<sub>0</sub> oraz 4 stacje: Zakopane (1912-1998), Puławy (1918-1998), Łódź (1931-1998) i Hel (1951-1998), reprezentujące region podgórski, Polskę Południową i Środkową oraz region nadmorski. Obliczono średnie zmiany temperatury w kolejnych dniach utrzymywania się jednego typu cyrkulacji oraz błędy tych średnich (błędy liczone jako ilorazy odpowiednich odchyłeń standardowych przez pierwiastki kwadratowe z liczby przypadków (Taylor, 1999)) w dwóch porach roku: zimie, liczonej od grudnia do marca, i w lecie (od czerwca do sierpnia). W tabeli 1 zebrano liczby przypadków występowania wybranych typów cyrkulacji przez kilka dni (od 1 do 7) w okresie 1951-1998, z którego pochodzi najkrótsza z analizowanych seria z Helu.

Tabela 1. Liczby dni, w których wybrany typ cyrkulacji utrzymywał co najmniej przez  $n$  kolejnych dni w okresie 1951-1998.

Table. 1. Frequency of days when selected circulation type persist at least for  $n$  days in the period (1951-1998)

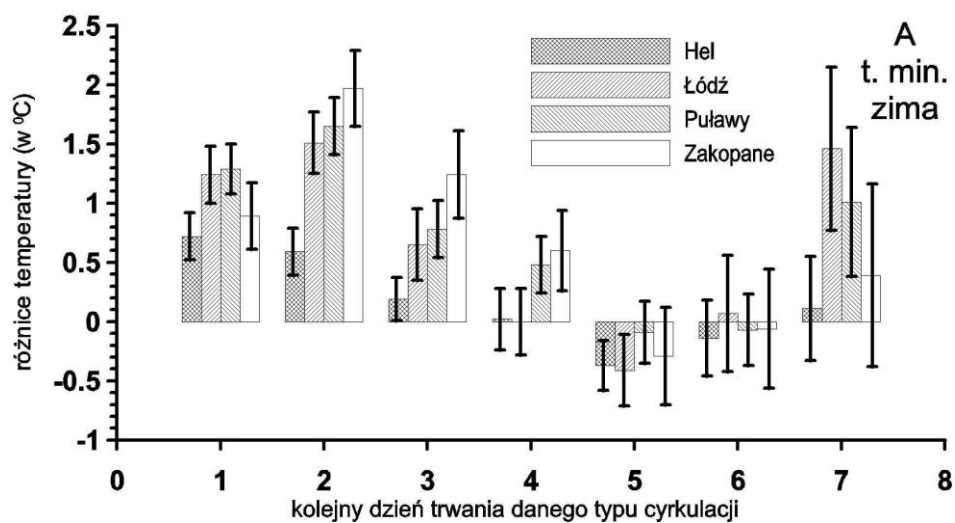
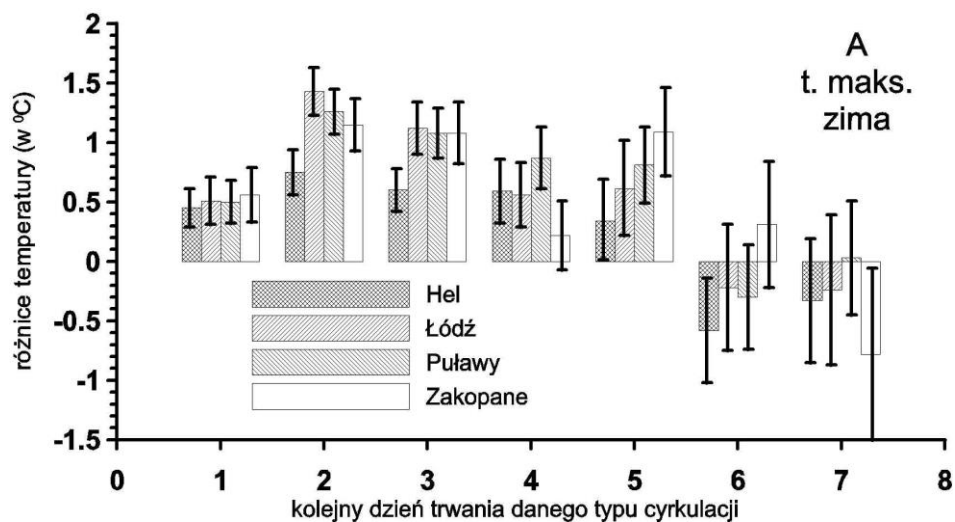
$n$ - liczba dni frequency	zima (XII-III) winter (DJFM)					lato (VI-VIII) summer (JJA)	
	A	CB	D	E	E <sub>0</sub>	A	E
1	137	181	112	137	93	60	160
2	127	172	99	126	86	56	154
3	97	126	71	85	48	36	126
4	65	83	39	64	27	24	90
5	38	49	24	41	20	18	71
6	26	29	19	26	11	14	55
7	15	20	15	16	7	11	40

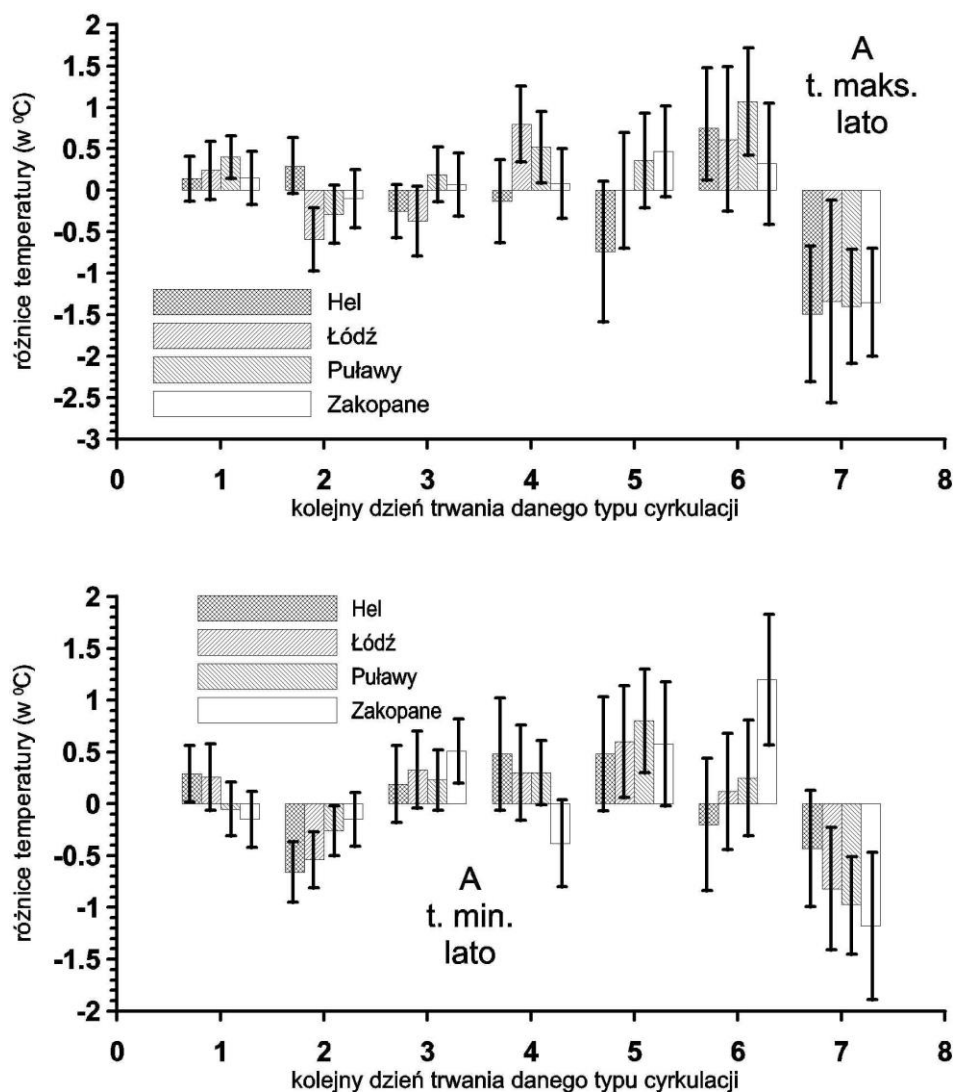
### Wyniki

Zmiany z dnia na dzień temperatury minimalnej i maksymalnej są zazwyczaj największe między drugim a czwartym dniem występowania danego typu cyrkulacji, po czym maleją lub nawet zmieniają znak na przeciwny. W początkowym okresie pojawienia się jakiegoś typu, a szczególnie w pierwszym dniu jego trwania, istotne znaczenie ma jeszcze cyrkulacja w dniach poprzedzających. Po ustaleniu się warunków charakterystycznych dla danej formy cyrkulacji (co trwa zwykle 3-4 dni) zmiany z dnia na dzień słabną. Jednocześnie, ponieważ spada liczba dni, na podstawie których liczone są średnie, rośnie niepewność tych średnich (zaznaczona na wykresach jako błąd średniej)

**Typ A – zachodni cyklonalny.** W zimie temperatura maksymalna wzrasta przez pierwsze 5 dni występowania cyrkulacji tego typu, a następnie nieznacznie spada, przy czym spadek ten

jest mniejszy od błędu, więc statystycznie nieistotny (rys. 1). Największy wzrost występuje drugiego i trzeciego dnia i wynosi około  $1^{\circ}\text{C}$  dziennie (na Helu nieco mniej). Temperatura minimalna natomiast rośnie gwałtownie przez 3 dni, a następnie spada. Początkowy wzrost na wszystkich stacjach oprócz Helu wynosi około  $1,5^{\circ}\text{C}$  dziennie. Od piątego dnia występowania tego typu cyrkulacji średnie zmiany są mniejsze od błędów, więc nieistotne. Latem zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej oscylują wokół  $0^{\circ}\text{C}$ .



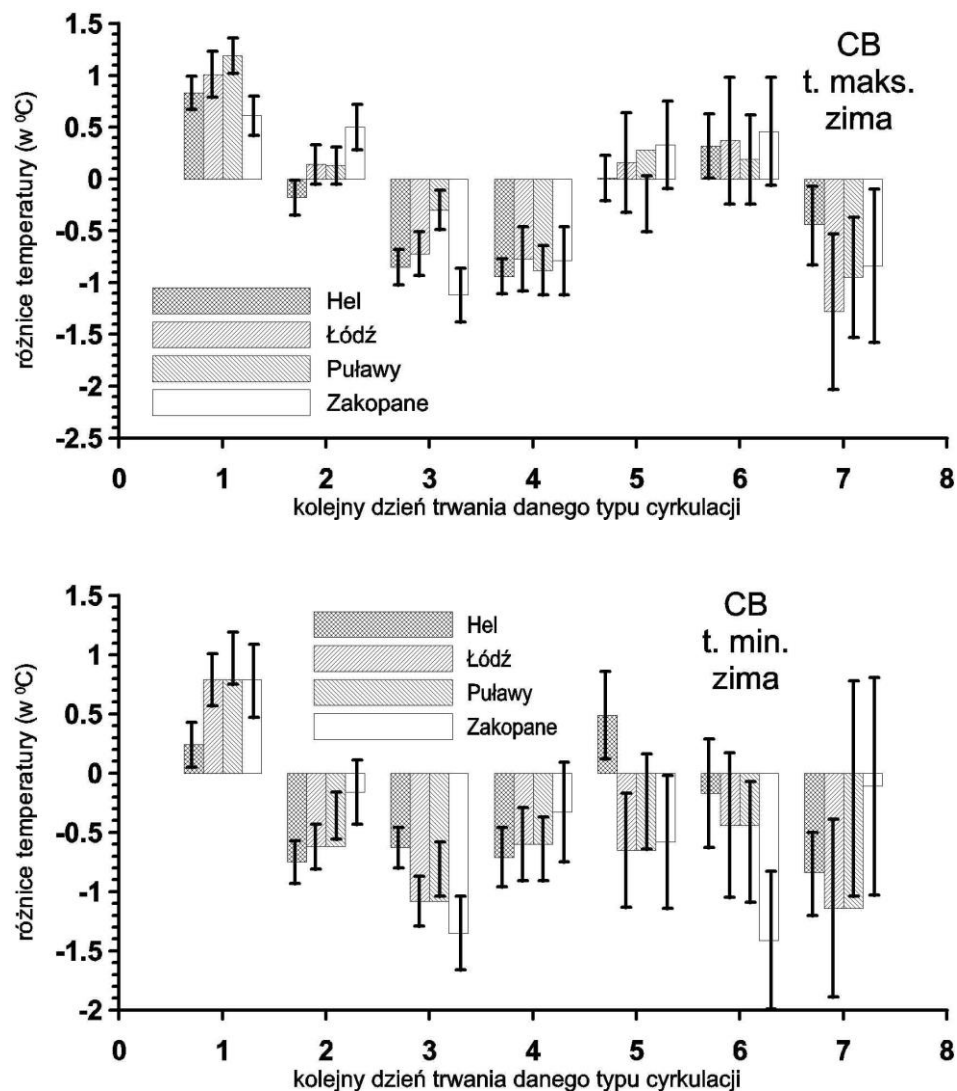


Rys. 1. Średnie międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej w zimie (XII-III) i lecie (VI-VIII) w kolejnych dniach występowania cyrkulacji typu A. Zaznaczono błędy średnich

Fig. 1. Mean day-to-day changes of minimum and maximum temperature in winter (DJFM) and summer (JJA) in following days of occurrence of the circulation type A. The error limits are marked

**Typ CB – północno-zachodni cyklonalny.** Zimą pierwszego dnia temperatura maksymalna i minimalna nieznacznie wzrastają, ponieważ typ CB jest względnie ciepły. Utrzymywanie się cyrkulacji typu CB prowadzi jednak do spadku obu dobowych ekstremów. Temperatura maksymalna spada najsilniej w trzecim i czwartym dniu, nawet o 1-1,5°C dziennie (rys. 2). Temperatura minimalna maleje przez kilka kolejnych

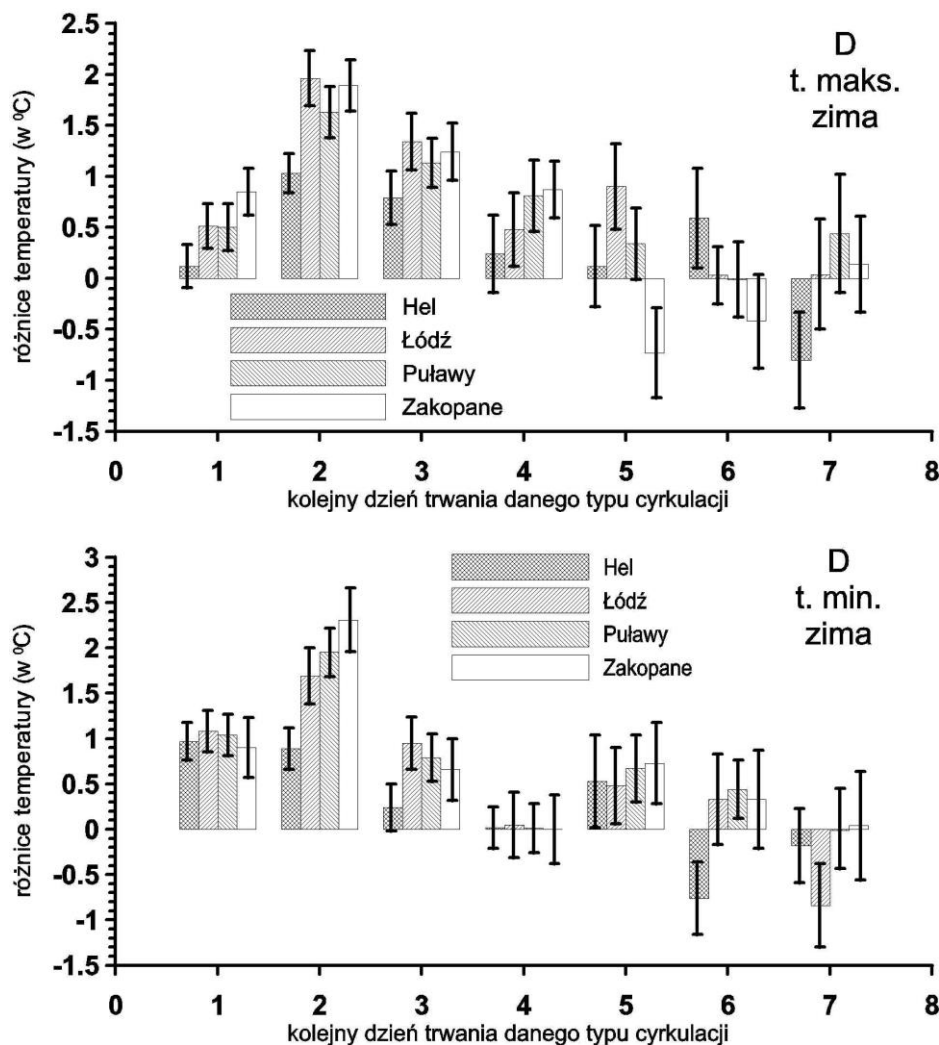
dni, nawet 5-6, po około 0,5-1°C dziennie. Jest to o tyle zaskakujące, że typ CB należy do ciepłych w zimie. Jednak na częste przypadki spadku temperatury maksymalnej przy typie CB wskazują również badania Koszowskiej-Cezak (1987). Latem, podobnie jak przy typie A, zmiany temperatury oscylują wokół 0°C.



Rys. 2. Średnie międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej w zimie (XII-III) w kolejnych dniach występowania cyrkulacji typu CB. Zaznaczono błędy średnich

Fig. 2. Mean day-to-day changes of minimum and maximum temperature in winter (DJFM) in following days of occurrence of the circulation type CB. The error limits are marked

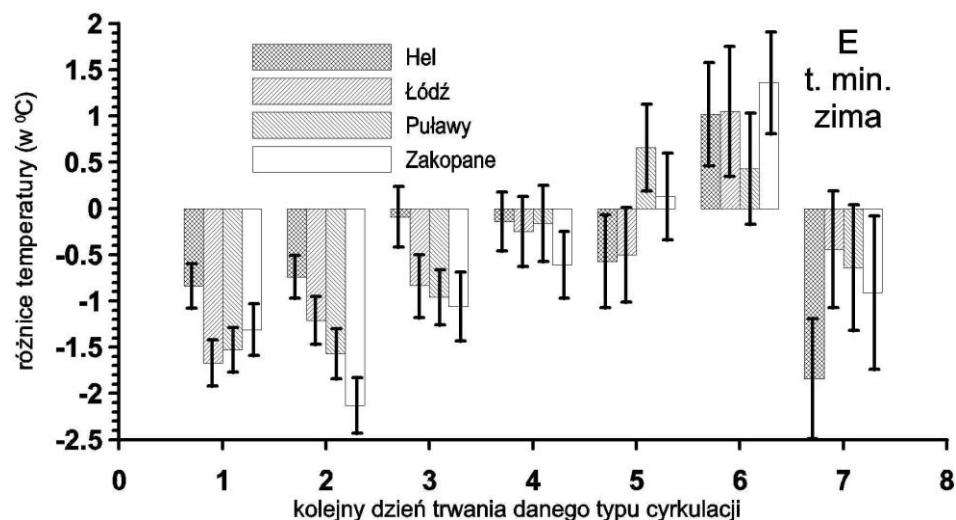
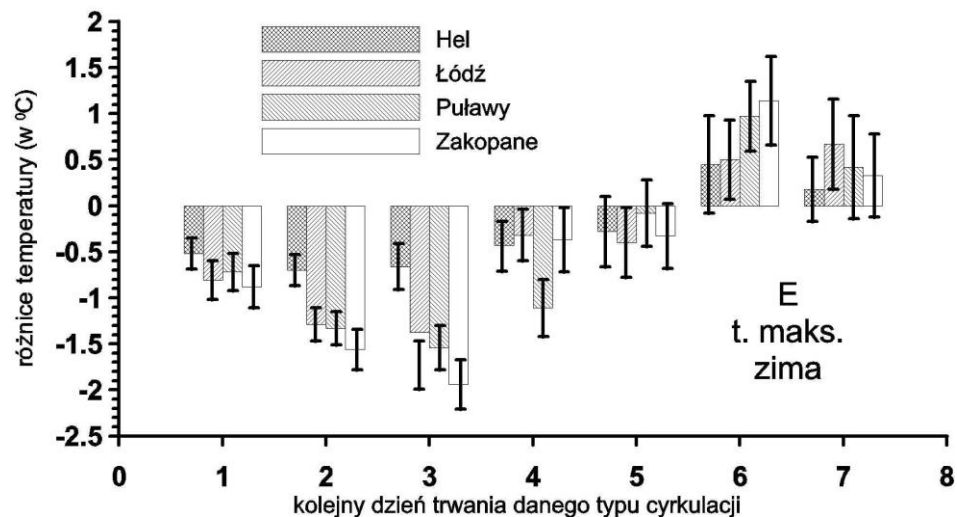
**Typ D – południowo-zachodni cyklonalny.** Zimą przy tym typie cyrkulacji z dnia na dzień rośnie zarówno temperatura minimalna, jak i maksymalna (rys. 3). Wzrost jest najsilniejszy drugiego dnia i wynosi około 2°C, ale tendencja rosnąca utrzymuje się przez 6-7 dni. Na Helu wszystkie zmiany są o prawie połowę mniejsze. Latem typ D wiąże się z niewielkimi wahaniami temperatury przez pierwsze 3-4 dni, a jeśli utrzymuje się dłużej, to oba dobowe ekstrema spadają. Najsilniejszy jest spadek temperatury maksymalnej na Helu.

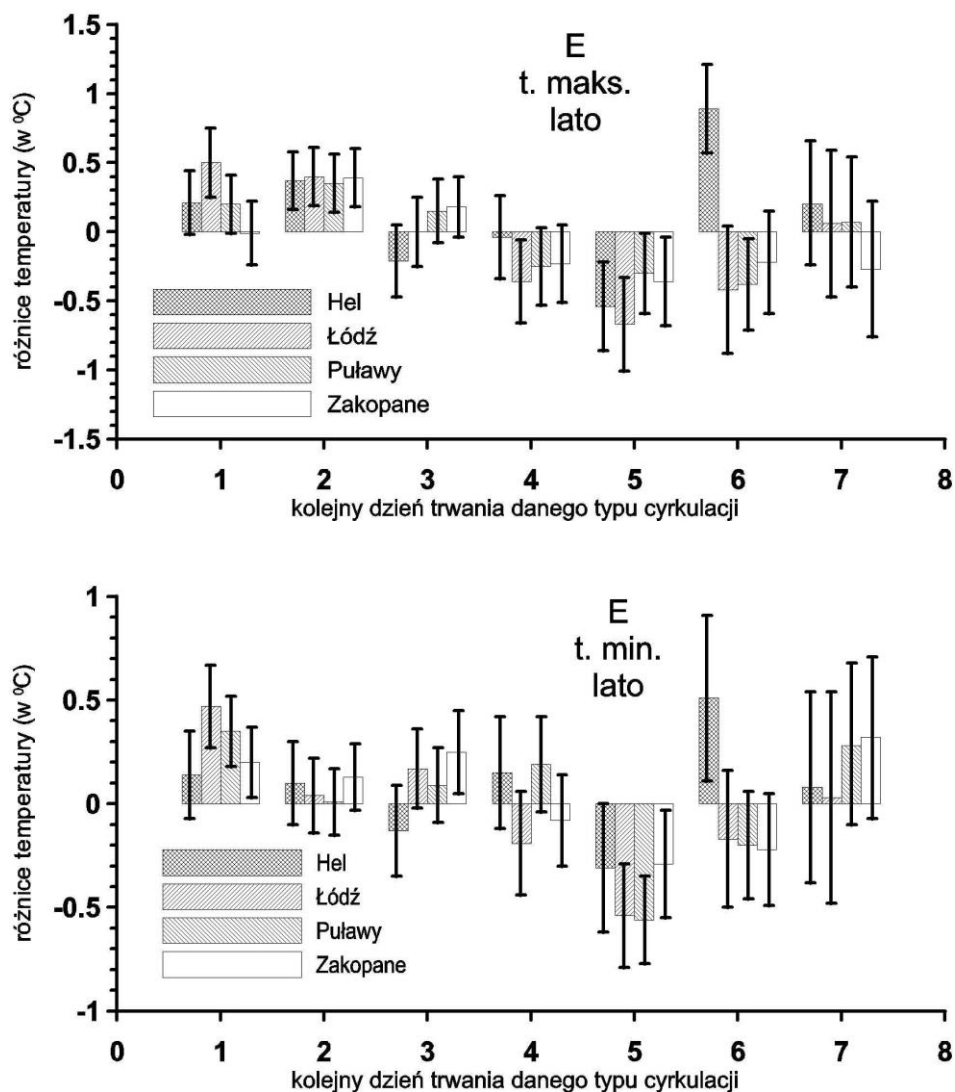


Rys. 3. Średnie międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej w zimie (XII-III) w kolejnych dniach występowania cyrkulacji typu D. Zaznaczono błędy średnich

Fig. 3. Mean day-to-day changes of minimum and maximum temperature in winter (DJFM) in following days of occurrence of the circulation type CB. The error limits are marked

**Typ E – północno-wschodni antycyklonalny.** Typ E przynosi zimą wyraźne ochłodzenie (rys. 4). Temperatura maksymalna spada przez 4-5 kolejnych dni; najsilniej drugiego i trzeciego dnia, o 1-1,5°C dziennie (na Helu tylko po około 0,5°C). Temperatura minimalna przez pierwsze dwa dni maleje około 1-2°C dziennie, a w następne dwa dni znacznie mniej, po czym wahania oscylują wokół 0°C. Latem przez pierwsze dwa dni trwania tego typu oba dobowe ekstrema nieznacznie rosną, a potem, również nieznacznie, spadają, jednak zmiany mieszczą się w granicach błędów.



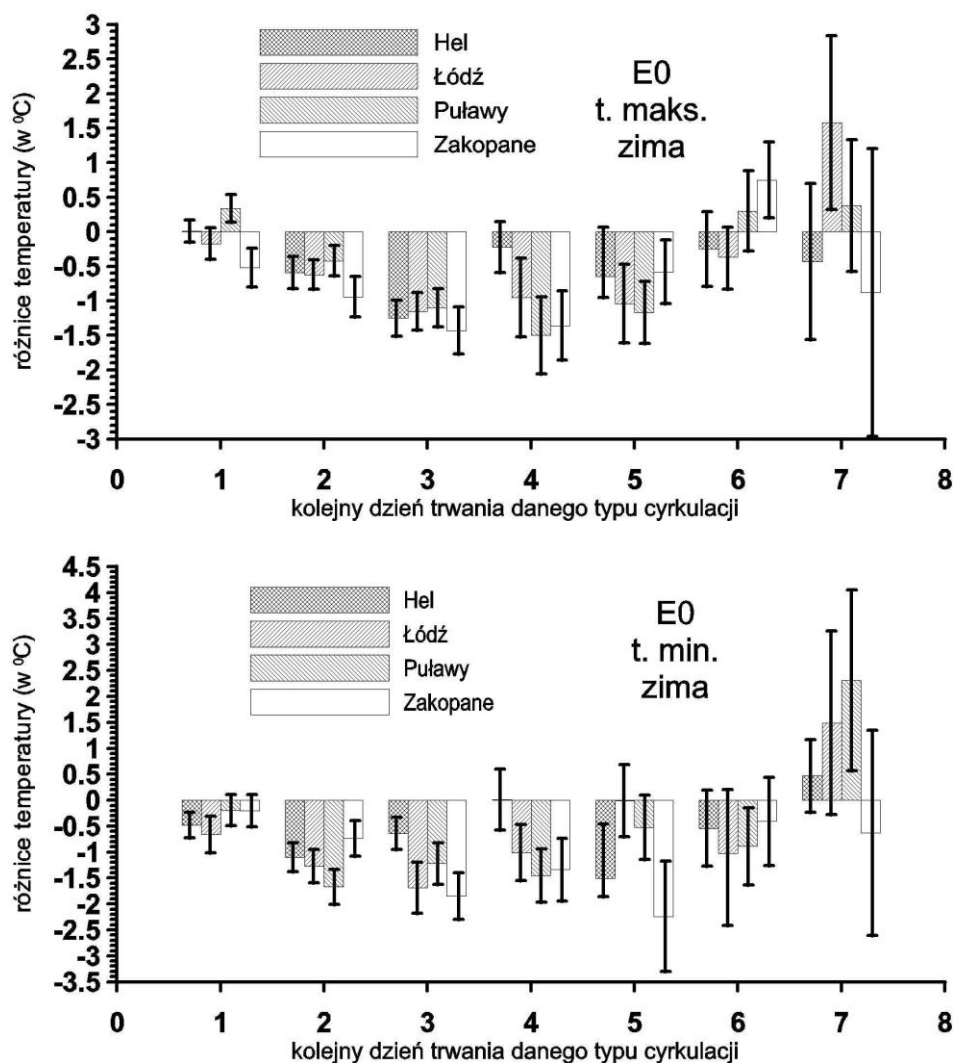


Rys. 4. Średnie międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej w zimie (XII-III) i lecie (VI-VIII) w kolejnych dniach występowania cyrkulacji typu E. Zaznaczono błędy średnich

Fig. 4. Mean day-to-day changes of minimum and maximum temperature in winter (DJFM) and summer (JJA) in following days of occurrence of the circulation type E. The error limits are marked

**Typ E<sub>0</sub> – północno-wschodni i wschodni cyklonalny.** Zimą typ E<sub>0</sub> charakteryzują znaczne spadki temperatury (rys. 5). Zarówno temperatura maksymalna, jak i minimalna maleją przez 5-6 kolejnych dni. Najsilniejszy spadek trwa od drugiego do czwartego dnia i wynosi po 0,5-1,5°C dziennie. Latem zmiany z dnia na dzień są bardzo nieregularne i oscylują wokół 0°C.





Rys. 5. Średnie międzydobowe zmiany temperatury minimalnej i maksymalnej w zimie (XII-III) w kolejnych dniach występowania cyrkulacji typu  $E_0$ . Zaznaczono błędy średnich

Fig. 5. Mean day-to-day changes of minimum and maximum temperature in winter (DJFM) following days of occurrence of the circulation type  $E_0$ . The error limits are marked

### Wnioski

Zmiany temperatury z dnia na dzień zimą są większe niż latem. Podobne tendencje utrzymują się przez kilka kolejnych dni, zwykle 4-6, po czym wahania zaczynają oscylować wokół zera. Statystyczna istotność średnich przedstawionych na rysunkach 1-5 również maleje z każdym kolejnym dniem. O ile średnie odnoszące się do pierwszego dnia występowania poszczególnych typów liczone są z kilkudziesięciu, czy nawet ponad

dwustu przypadków, to te dotyczące 6-7 dnia utrzymywania się danego typu liczone są na podstawie zaledwie kilkunastu sytuacji. Typy wschodnie cechuje spadek temperatury z dnia na dzień utrzymujący się przez 5-6 dni. Typy zachodnie charakteryzuje wzrost temperatury, ale utrzymuje się on nieco krócej, przez 4-5 dni i międzydobowe zmiany są mniejsze niż przy typach wschodnich. W regionie nadmorskim, reprezentowanym przez Hel, zmiany temperatury z dnia na dzień są najmniejsze, co jest przejawem łagodzącego wpływu morza na klimat.

W lecie wahania temperatury z dnia na dzień są przy większości typów nieregularne, rzadko przekraczają wielkość błędu i wydają się bardziej zależeć od innych czynników niż cyrkulacja atmosferyczna.

### Literatura

- Kossowska-Cezak U, 1987, *Duże zmiany temperatury z dnia na dzień a cyrkulacja atmosferyczna*. Przegl. Geofiz. 32, 289-302.
- Kuziemska D. 1987, *Zróżnicowanie temperatury powietrza na obszarze Polski a typy cyrkulacji atmosferycznej nad Europą Środkową*. Przegl. Geofiz. 32, 277-287.
- Osuchowska-Klein B, 1978, *Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej*. Warszawa WKiŁ.
- Osuchowska-Klein B, 1991, *Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej (1976-1990)*. IMGW, Warszawa.
- Taylor J R, 1999, *Wstęp do analizy błędu pomiarowego*, PWN, Warszawa
- Ustrnul Z, 2000, *Synoptic – climatic structures of the extreme air thermal phenomena in Poland*. Geographia Polonica, 73, z. 2, 99-109.
- Wibig J, 1995, *Daily temperature in Łódź according to circulation patterns*. Proc. of II Greek Conf. on Met., Clim. and Phys. of Atmos., Thessaloniki Sep. 1994, 401-407.
- Wibig J, 1996, *The influence of circulation on daily temperatures in Łódź in the period 1931-1990*. Publ. of Academy of Finland 6/95, 312-315.

Joanna Wibig  
Uniwersytet Łódzki  
Katedra Meteorologii i Klimatologii

### THE INFLUENCE OF ATMOSPHERICAL CIRCULATION ON DAY-TO-DAY CHANGES OF MINIMUM AND MAXIMUM TEMPERATURE

#### SUMMARY

The day-to-day changes of minimum and maximum temperature in relation to the duration of selected circulation types were analyzed. Classification of Osuchowska-Klein to describe circulation patterns and four records of daily minimum and maximum temperature from Zakopane (1912-1998), Puławy (1918-1998), Łódź (1931-1998) and Hel (1951-1998) were used. The mean day-to day changes in following days with selected circulation types are presented on figures 1-5. The changes are stronger during winter. During eastern circulation patterns (E – north-eastern anticyclonal, E<sub>0</sub> – north-eastern and eastern cyclonal) temperature usually falls for 5-6 following days. The decrease is the strongest during the second to fourth days and reaches 1-2°C per day. During western types (A - western cyclonal, D - south-western cyclonal) temperature usually rise and the increase is the highest on second and third day, persist for 4-5 days and is generally lower than during eastern circulation patterns. In days with the circulation of type CB (north-western cyclonal) temperature usually rise on the first day and then falls for 5-6 following days. In summer the relation of day-to-day temperature changes to circulation is generally weaker and the level of error is not exceeded.