

ZMIANY WARUNKÓW TERMICZNYCH W POLSCE PÓŁNOCNO- WSCHODNIEJ NA TLE CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ

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 temperatury maksymalnej (T_{max}) i minimalnej (T_{min}) odnotowanych w wieloleciu 1989-1998 scharakteryzowano warunki termiczne Polski północno-wschodniej. Wyznaczono wartości T_{max} i T_{min} w obrębie poszczególnych typów i makrotypów cyrkulacji (wg Osuchowskiej-Klein), co zostało przedstawione w postaci uśrednionych wartości wymienionych zmiennych dla stycznia i lipca oraz zobrazowane rozkładem przestrzennym. Tło rozważań stanowiły spostrzeżenia w postaci liczby dni z występowaniem poszczególnych makrotypów w ujęciu miesięcznym i rocznym. W wyniku analiz wykazano jednoznaczny, ocieplający bądź ochładzający wpływ cyrkulacji, w zależności od kierunku przemieszczania mas powietrza, na wartości T_{max} i T_{min} zarówno w styczniu jak i lipcu oraz częściowo efekt ochładzający, generowany przez masy powietrza pochodzenia cyklonalnego.

Słowa kluczowe: temperatury ekstremalne, cyrkulacja atmosferyczna, Polska północno-wschodnia

WSTĘP

Cyrkulacja atmosferyczna jest fundamentalnym czynnikiem modyfikującym pogodę, a zarazem klimat w poszczególnych częściach świata. Polska jest krajem leżącym na szerokości geograficznej między 49° a 55°N, tzn. w strefie umiarkowanej, z którą związany jest określony dopływ promieniowania słonecznego. Z położeniem w strefie umiarkowanej wiążą się także określone warunki cyrkulacyjne, w których dominują masy powietrza napływające z kierunków zachodnich, co związane jest z globalnym rozkładem ośrodków barycznych.

Cyrkulacja atmosferyczna określa ramy wszystkich procesów meteorologicznych zachodzących na Ziemi. Dlatego od wielu już lat prowadzone są badania procesów cyrkulacyjnych i ich wpływu na kształtowanie warunków klimatycznych. Najwięcej miejsca poświęcono wpływowi cyrkulacji atmosferycznej na

wartości temperatury powietrza, a dokładniej na ich zmienność. Zmiany temperatury, a w szczególności ich zasięg, mają ogromne znaczenie praktyczne, uwidocznione chociażby przy rozpatrywaniu okresu wegetacyjnego. Ekstremalnie wysokie zmiany temperatura wpływają nie tylko na gospodarkę, ale również powodują negatywny wpływ termiki na organizm człowieka. Wpływ ten u osób wrażliwych lub chorych może być bardzo niekorzystny (Majdanowski 1955; Marsz, Żmudzka 1999; Olszewski 1991; Ustrnul, Czekierda 2002).

MATERIAŁY I METODY

Podstawowy materiał do analizy stanowiły wartości dobowe maksymalnej (T_{max}) i minimalnej (T_{min}) temperatury powietrza z okresu 1989-1998 dla 10 wybranych stacji meteorologicznych IMGW z Polski północno-wschodniej (Toruń, Elbląg, Mława, Olsztyn, Lidzbark Warmiński, Kętrzyn, Myszyniec, Biebrza, Suwałki, Białystok). Ponadto wykorzystano codzienne wskazania typów cyrkulacji, zinterpretowane metodą Osuchowskiej-Klein (1991), które odpowiadały określonemu układowi ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza i wzorcowi położenia układów ciśnienia nad Północnym Atlantykiem i Europą. Układy te były wynikiem odpowiedniego kierunku napływu mas powietrza nad Polskę w cyrkulacji cyklonalnej i antycyklonalnej. Osuchowska-Klein wyodrębniła 13 typów cyrkulacji i cztery makrotypy: wschodni, zachodni, cyklonalny i antycyklonalny (tab. 1). Zaproponowany standardowy 10-letni przedział czasowy był zdeterminowany dostępem do danych o typach cyrkulacji, wyznaczonych tylko do roku 1998.

Tabela 1. Podział typów cyrkulacji atmosferycznej na makrotypy wg Osuchowskiej-Klein (za Baranowskim 2001)

Table 1. Classification of atmospheric circulation to the macrotypes according to Osuchowska-Klein (after Baranowski 2001)

Makrotypy cyrkulacji – Macrotype of circulation	Typy cyrkulacji – Type of circulation
Cyklonalny/Cyclonic	A, CB, E ₀ , F, B, D, BE
Antycyklonalny/Anticyclonic	C ₂ D, E ₂ C, E, E ₁ , D ₂ C, G
Zachodni/Western	A, CB, D, B, C ₂ D, E ₂ C
Wschodni/Eastern	E ₀ , F, E, E ₁ , BE

A – zachodnia, **CB** – północno-zachodnia, **E₀** – północno-wschodnia i wschodnia, **B** – południowa, **F** – południowo-wschodnia, **C₂D** – zachodnia, **E₂C** – północno-zachodnia, **E** – północno-wschodnia, **E₁** – południowo-wschodnia i wschodnia, **D₂C** – południowo-zachodnia i południowa, **G** – centralna, **D** – południowo-zachodnia, **BE** – południowa pośrednia między cyklonalną i antycyklonalną;

A – west, **CB** – north-west, **E₀** – north-east and east, **B** – south, **F** – south-east, **C₂D** – west, **E₂C** – north-west, **E** – north-east, **E₁** – south-east and east, **D₂C** – south-west and south, **G** – central, **D** – south-west, **BE** – south, intermediate between cyclonic and anti-cyclonic.

W celu poprawnej analizy rozkładu temperatury powietrza w Polsce północno-wschodniej przedstawiono średnia roczną i średnia miesięczną liczbę dni w poszczególnych makrotypach cyrkulacji w taki sposób, że o wartościach rocznych i miesięcznych decydowały osobno sumy dni z wyznaczonym makrotypem cyklonalnym (A) i antycyklonalny (B) oraz osobno z zachodnim (C) i wschodnim (D) typem cyrkulacji atmosferycznej.

W pracy pokazano wpływ poszczególnych typów cyrkulacji na wskazania T_{max} i T_{min} w styczniu i lipcu w latach 1989-1998 oraz modyfikację rozkładu przestrzennego T_{max} i T_{min} na podstawie różnic w wybranych miesiącach (reprezentujących porę ciepłą i chłodną), jakie wynikały w związku z napływem mas powietrza w różnych układach barycznych oraz kierunków przemieszczania. W tym celu wyznaczono różnice między makrotypem cyklonalnym i antycyklonalnym (B-A) oraz makrotypem zachodnim i wschodnim (C-D), a wyniki przedstawiono w postaci izolinii.

WYNIKI

W skład poszczególnych grup makrotypów cyrkulacji wg Osuchowskiej-Klein wchodzi pojedyncze typy. Ich wpływ na warunki termiczne Polski północno-wschodniej wyraża się podobnie jak w innych częściach Polski (w zależności od źródła pochodzenia) ocieplająco bądź ochładzająco, niezależnie od pory roku (Miętus 1996). W styczniu najwyższe średnie wartości T_{min} i T_{max} występowały pod wpływem cyrkulacji typu A (oraz w mniejszym stopniu D i F). Zdecydowanie najniższe wartości T_{min} i T_{max} w tym samym okresie generowała cyrkulacja typu E₁. Najwyższe oraz najniższe wartości $T_{max\ min}$ i $T_{min\ min}$ w styczniu wywołane były odpowiednio typem F oraz typem E₂C (tab. 2, tab. 3). W lipcu najwyższe średnie i maksymalne wartości T_{min} i T_{max} zostały stwierdzone odpowiednio dla typu B oraz E, najniższe dla $T_{max\ max}$ i $T_{min\ max}$ pod wpływem mas powietrza napływających w typie F. Natomiast minimalne wartości T_{max} i T_{min} stwierdzono przy udziale typu B (tab. 2 i 3).

W styczniu najniższe wartości odnotowano dla typu E₂C (-25,2°C), E₁ (-20,8°C) i E₀ (-20,3°C), które wywołane były napływem powietrza z północy. Natomiast w lipcu najwyższe wartości temperatury powietrza występowały w cyrkulacji typu E (35,2°C). Warto też nadmienić o łagodzącym wpływie cyrkulacji typu F, która schładzała powietrze latem (<20°C), podgrzewała zimą (>0°C). Poza tym uwagę zwraca fakt, iż w analizowanych latach 1989-1998 na temperaturę powietrza w lipcu nie miały wpływu masy powietrza w typach E₁ i BE.

Ilościowa analiza wpływu poszczególnych makrotypów cyrkulacji na warunki termiczne w Polsce północno-wschodniej wykazała, że w ujęciu miesięcznym makrotyp cyklonalny dominował nad antycyklonalnym od września do grudnia.

Tabela 2. Maksymalna temperatura powietrza w styczniu i lipcu w zależności od typu cyrkulacji w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998

Table 2. Values of the maximal temperatures of the air in January and July according to the types of circulation in north-eastern Poland in the years 1989-1998

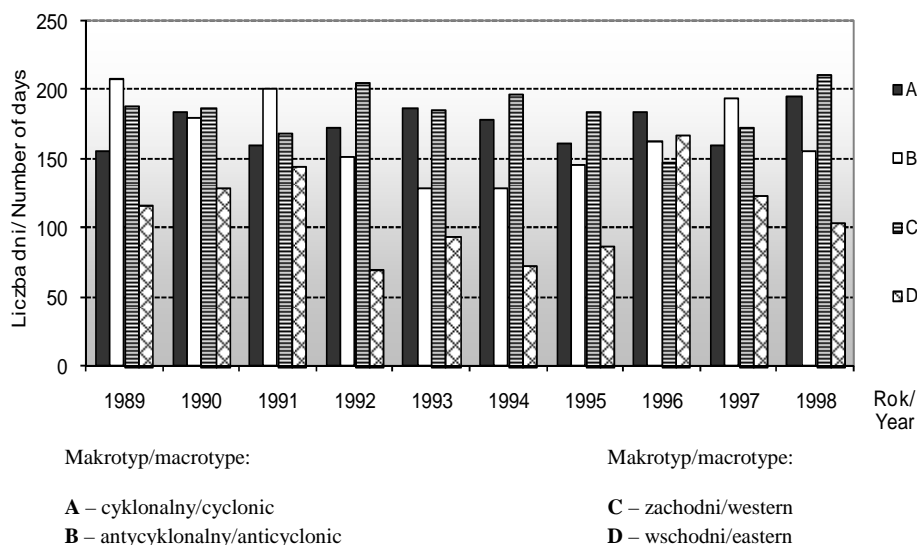
Typy cyrkulacji Type of circulation	Styczeń – January			Lipiec – July		
	T_{max}	$T_{max\ max}$	$T_{max\ min}$	T_{max}	$T_{max\ max}$	$T_{max\ min}$
A	5,3	11,4	-0,8	22,3	31,8	14,7
CB	3,3	7,9	-1,0	21,9	30,6	14,8
D	4,7	10,1	1,0	25,1	31,8	19,7
B	3,4	5,4	1,7	26,7	32,1	22,5
F	3,7	3,7	3,7	20,7	22,5	18,8
C ₂ D	2,7	10,9	-7,4	23,9	32,2	17,6
D ₂ C	2,4	9,2	-9,0	23,0	25,1	21,4
G	-1,7	5,7	-10,7	24,1	30,7	17,9
E ₂ C	0,0	4,5	-13,1	20,0	24,9	16,3
E ₀	-1,5	1,6	-5,5	21,1	28,3	16,0
E	-0,5	4,2	-9,2	24,2	35,2	15,5
E ₁	-5,5	2,0	-14,2			
BE	-3,5	0,8	-6,6			
X	-0,9	6,6	-9,1	25,8	35,8	15,4

Tabela 3. Wartości temperatury minimalnej powietrza w styczniu i lipcu w zależności od typu cyrkulacji w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998

Table 3. Values of the minimal temperatures of the air in January and July according to the types of circulation in north-eastern Poland in the years 1989-1998

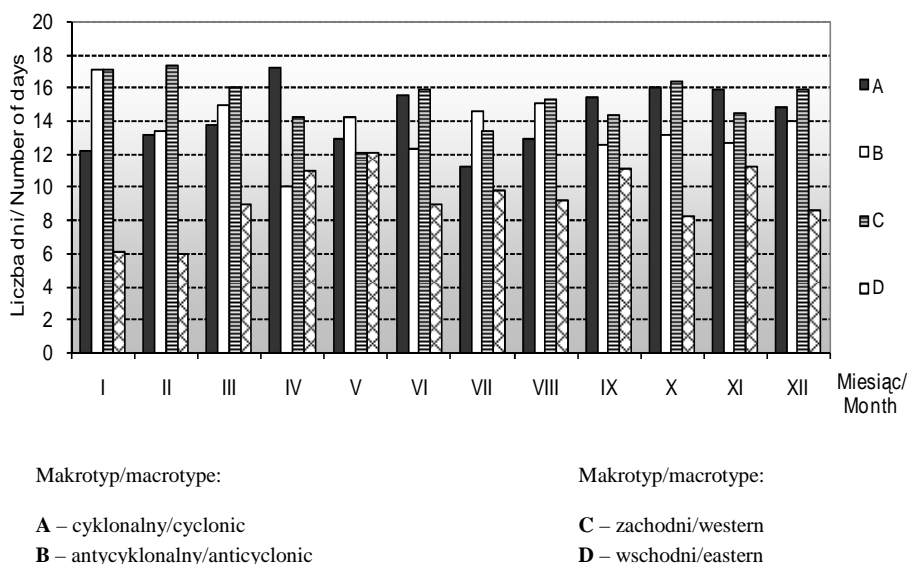
Typy cyrkulacji Type of circulation	Styczeń – January			Lipiec – July		
	T_{min}	$T_{min\ max}$	$T_{min\ min}$	T_{min}	$T_{min\ max}$	$T_{min\ min}$
A	0,9	4,9	-7,2	12,0	17,7	6,5
CB	-0,8	3,6	-6,3	11,8	16,9	6,4
D	0,7	4,0	-2,5	12,2	18,4	7,6
B	-0,3	1,2	-1,9	15,0	17,9	12,6
F	0,9	0,9	0,9	11,1	13,7	8,2
C ₂ D	-1,3	6,4	-13,0	11,8	17,8	4,6
D ₂ C	-2,6	3,5	-15,8	11,1	14,8	7,0
G	-8,1	3,4	-19,5	10,4	16,9	5,2
E ₂ C	-5,5	1,0	-25,2	10,7	14,6	7,2
E ₀	-10,5	-1,1	-20,3	12,5	17,7	7,2
E	-6,8	1,3	-21,1	11,8	18,4	6,7
E ₁	-11,3	-1,0	-20,8			
BE	-7,6	-2,4	-12,0			
X	-6,3	1,9	-19,1	12,4	18,8	5,1

Jednak najczęściej w ciągu roku kształtował temperaturę powietrza w kwietniu (średnio przez 17 dni). Natomiast makrotyp antycyklonalny dominował w styczniu (rys. 2). W poszczególnych latach analizowanego 10-letnia wpływy obu makrotypów były porównywalne i przemiennie dominowały nad obszarem Polski (rys. 1). Rozpatrując wpływ cyrkulacji na warunki termiczne poszczególnych miesięcy, w zależności od kierunku przemieszczania się mas powietrza, stwierdzono wzmożony udział makrotypu zachodniego, z największą liczbą dni w okresie zimowym. Jedynie w maju masy o dominującej składowej wschodniej lub zachodniej odnotowane zostały w zbliżonej liczbie (średnio po 12 przypadków) (rys. 2). W poszczególnych latach na warunki termiczne wpływały masy powietrza sklasyfikowane jako makrotyp zachodni, z maksimum w 1992 roku (uznanym za najcieplejszy w ostatnim ćwierćwieczu XX wieku). Wyjątek stanowił rok 1996, w którym dominowały masy powietrza o składowej wschodniej (rys. 1), przyczyniając się prawdopodobnie do jednej z mroźniejszych zim w ostatnim 50-leciu oraz zdecydowanie niższej (na tle ostatniego 10-letnia, a nawet 25-letnia) średniej rocznej temperaturze powietrza (Panfil, Dragańska 2004).



Rys. 1. Średnia roczna liczba dni w poszczególnych makrotypach cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klain 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998

Fig. 1. Average annual number of days in the particular macrotypes of atmospheric circulation (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998

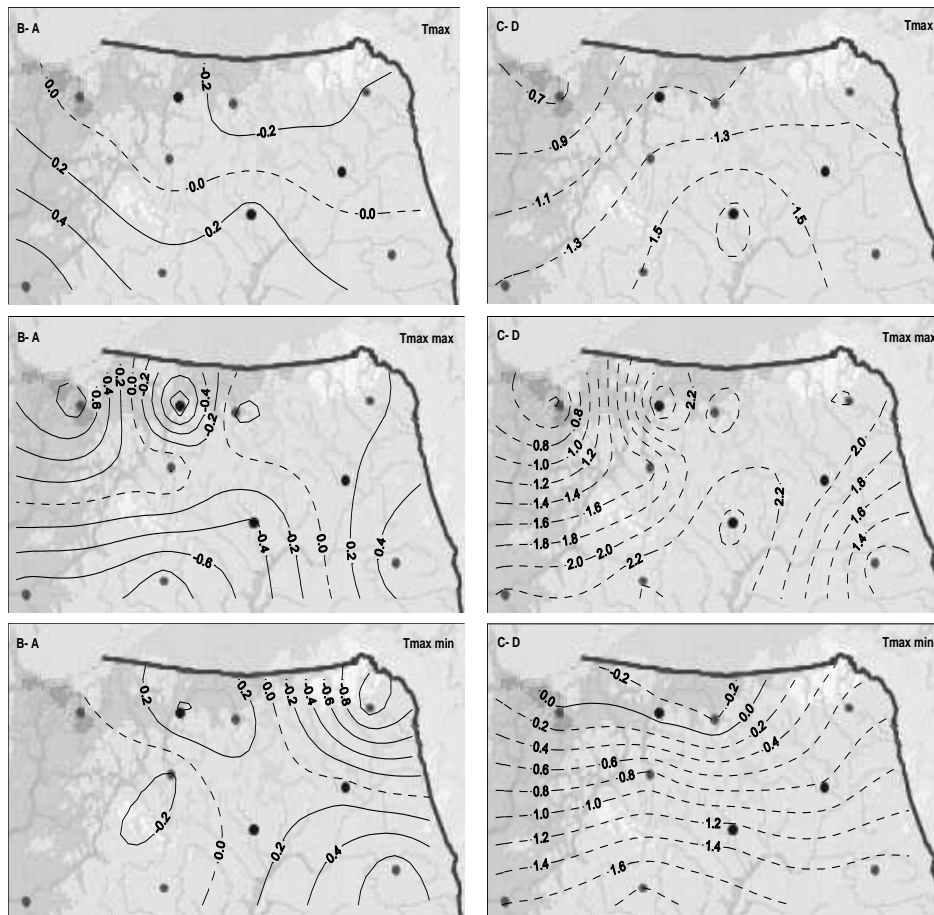


Rys. 2. Średnia miesięczna liczba dni w poszczególnych makrotypach cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998

Fig. 2. Average monthly number of days in the particular macrotypes of atmospheric circulation (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998

Analiza rozkładu przestrzennego różnic temperatur ekstremalnych zależnych od typu układu barycznego (wyżowego lub niżowego) wykazała w przypadku wartości T_{max} w okresie ciepłym, iż nie wpływa on jednoznacznie na wahania jej wartości. We wszystkich trzech sytuacjach (T_{max} , $T_{max\ max}$ i $T_{max\ min}$) wyznaczono fragmenty obszarów, informujące zarówno o ocieplającym jak i ochładzającym wpływie makrotypu cyklonalnego (rys. 3). W przypadku okresu chłodnego sytuacja była bardziej klarowna i wynikało z niej, iż w przypadku średnich T_{max} oraz $T_{max\ min}$ wpływ układów cyklonalnych miał charakter wybitnie ochładzający. Natomiast wartości $T_{max\ max}$ nieznacznie malały jedynie w części południowej analizowanego obszaru, na pozostałym były wyższe (rys. 4).

Podobna sytuacja w okresie chłodnym miała miejsce w przypadku wartości T_{min} (rys. 6), które były jeszcze niższe, ale podobnie jak T_{max} rozkład różnic był zbliżony do równoleżnikowego. Kierunek schładzania lub ocieplania miał związek odpowiednio z pośrednim wpływem potężnej masy kontynentu azjatyckiego i bezpośrednim – zamarzniętych akwenów jeziornych, jak i pokrytych śniegiem, bądź nagich i wychłodzonych ogromnych obszarów uprawnych oraz ciepłem akumulowanym przede wszystkim przez masy Morza Bałtyckiego.



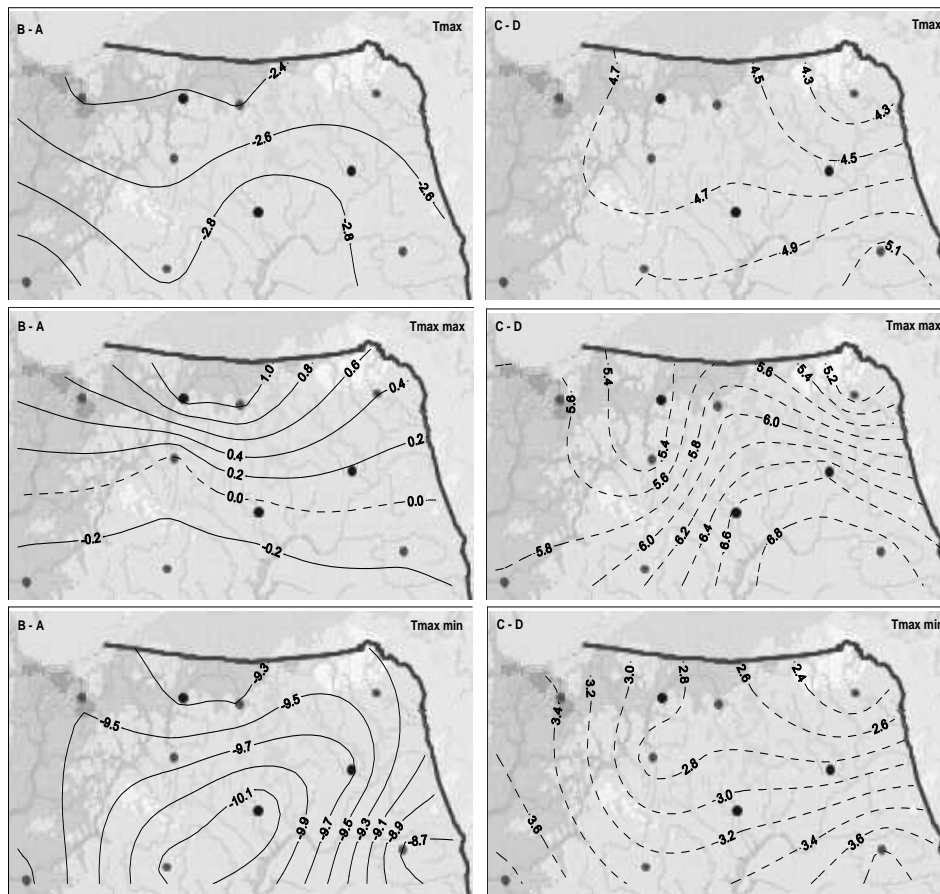
Makrotyp/macrotyp:

Makrotyp/macrotyp:

B - A – cyklonalny – antycyklonalny
B - A – cyclonic – anticyclonic

C - D – zachodni – wschodni
C - D – western – eastern

Rys. 3. Różnice we wskazaniach T_{max} w lipcu w zależności od makrotypu cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998
Fig. 3. Differences in the readings of T_{max} in July according to macrotype of atmospheric circulations (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998



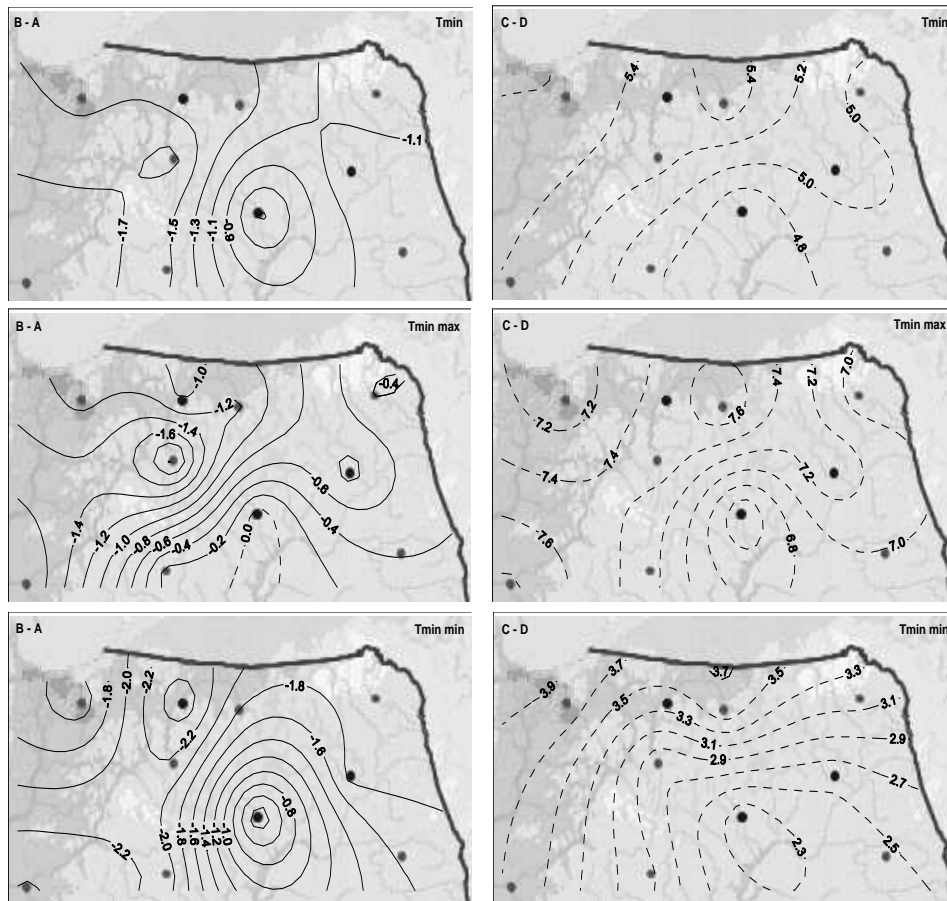
Makrotyp/macrotype:

B - A – cyklonalny – antycyklonalny
B - A –cyclonic – anticyclonic

Makrotyp/macrotype:

C - D – zachodni – wschodni
C - D – western – eastern

Rys. 4. Różnice we wskazaniach T_{max} w styczniu w zależności od makrotypu cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998
Fig. 4. Differences in the readings of T_{max} in January according to macrotype of atmospheric circulations (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998



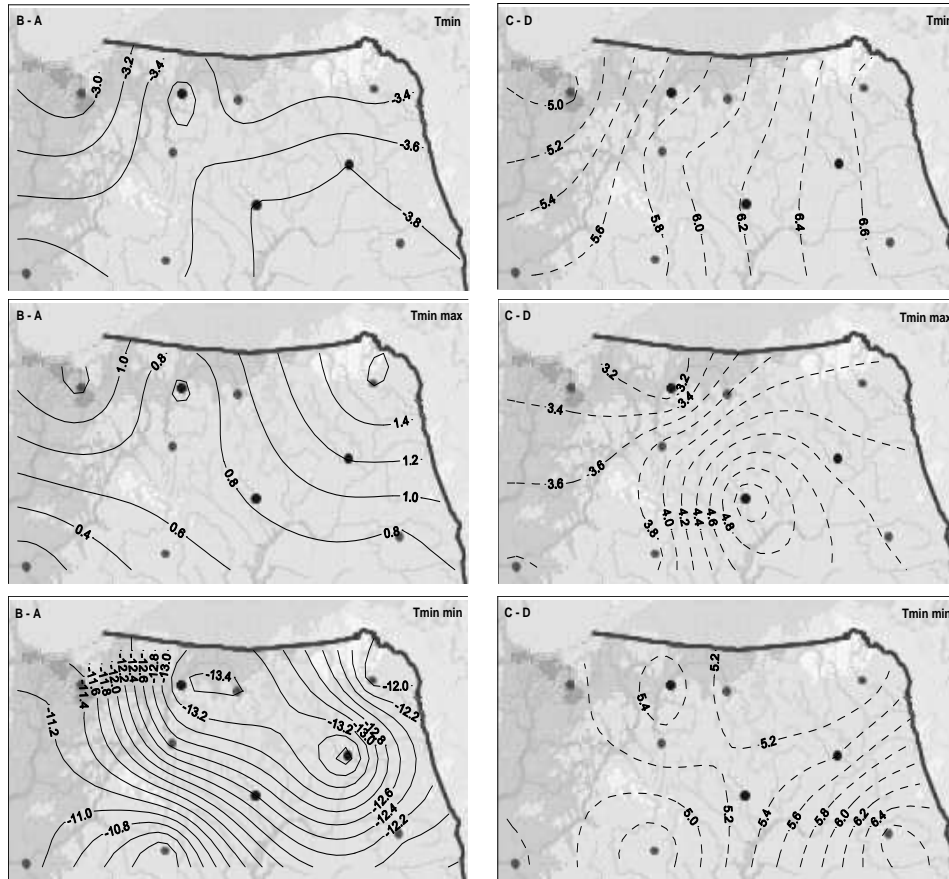
Makrotyp/macrotype:

B - A – cyklonalny – antycyklonalny
B - A – cyclonic – anticyclonic

Makrotyp/macrotype:

C - D – zachodni – wschodni
C - D – western – eastern

Rys. 5. Różnice we wskazaniach T_{min} w lipcu w zależności od makrotypu cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998
Fig. 5. Differences in the readings of T_{min} in July according to macrotype of atmospheric circulations (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998



Makrotyp/macrotyp:

B - A – cyklonalny – antycyklonalny
 B - A –cyclonic – anticyclonic

Makrotyp/macrotyp:

C - D – zachodni – wschodni
 C - D – western – eastern

Rys. 6. Różnice we wskazaniach T_{min} w styczniu w zależności od makrotypu cyrkulacji atmosferycznej (wg Osuchowskiej-Klein 1991) w Polsce północno-wschodniej w latach 1989-1998

Fig. 6. Differences in the readings of T_{min} in January according to macrotype of the atmospheric circulations (acc. to Osuchowska-Klein 1991) in north-eastern Poland in the years 1989-1998

W okresie ciepłym różnice T_{min} , wynikające z oddziaływania przeciwstawnych układów barycznych, były ujemne co oznaczało, że wartości T_{min} generowane przez makrotyp cyklonalny były niższe od analogicznych, będących wynikiem wpływów mas powietrza w układach antycyklonalnych (rys. 5). Modyfikacje

warunków termicznych Polski północno-wschodniej wynikające z kierunku napływu mas powietrza odznaczały się zdecydowanie wartościami dodatnimi. Dla obydwu zmiennych, w okresie ciepłym i chłodnym, masy powietrza ze składową zachodnią wpływały na wartości temperatury powietrza dodatnio. W przypadku T_{max} rozkład izolinii był zbliżony do równoleżnikowego, w przypadku T_{min} do południkowego. Zarówno w jednej jak i drugiej sytuacji uzyskane wartości osiągnęły poziom przynajmniej $+2^{\circ}\text{C}$ na korzyść wpływu cyrkulacji zachodniej. Kierunek spadku temperatury powietrza odpowiednio do rozkładu izolinii odbywał się z zachodu na wschód lub z północy na południe (rys. 3-6).

WNIOSKI

1. Dla obszaru Polski północno-wschodniej w ciągu analizowanego okresu 1989-1998 większe różnice we wskazaniach temperatur ekstremalnych powietrza występowały w związku z kierunkiem napływu mas powietrza niż układem barycznym.

2. Wartości T_{max} i T_{min} kształtowane przez makrotyp o składowej zachodniej były wyższe zarówno w lipcu jak i styczniu, niż sytuacje analogiczne zdominowane przez makrotyp wschodni.

3. Wpływ układów barycznych na termikę analizowanego obszaru był niejednoznaczny, zarówno dodatni jak i ujemny, niezależnie od położenia w obrębie badanego obszaru.

4. W lipcu zauważono wyraźny brak wpływu cyrkulacji z kierunku południowo-wschodniego i wschodniego (E_1) oraz południowego, pośredniego między cyklonalnym i antycyklonalnym (BE) na temperaturę powietrza w Polsce północno-wschodniej.

PIŚMIENNICTWO

- Baranowski D., 2001. Zróżnicowanie warunków atmosferycznych w Polsce w zależności od typu cyrkulacji. *Prace i Studia Geograficzne*, 29, 279-295.
- Majdanowski S., 1955. Zagadnienie ogólnej cyrkulacji atmosferycznej w czasie ostatniego zlodowacenia. *Przegląd Geograficzny*. XXVII, 55-74.
- Marsz A., Żmudzka E., 1999. Oscylacja Północnego Atlantyku a długość okresu wegetacyjnego w Polsce. *Przegląd Geofizyczny*, XLIV, 4, 199-210.
- Miętus M., 1996. Zmienność lokalnej cyrkulacji atmosferycznej nad północną Polską i jej związek z elementami klimatu. *Wiadomości IMGW*, 19, (40), 1, 9-30.
- Olszewski K., 1991. Makrotypy cyrkulacji atmosferycznej a zmiany dobowe temperatury powietrza. *Przegląd Geofizyczny*, 36, 1, 31-36.
- Osuchowska-Klein B., 1991. Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej, IMGW, Warszawa.

- Panfil M., Dragańska E., 2004. Związki korelacyjne między wskaźnikami NAO wg Jonesa i Hurrella a warunkami termicznymi i opadami dla Polski północno-wschodniej. *Acta Agrophysica*, 104, 3(1), 133-142.
- 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, 3-8.

MODIFICATION OF THE THERMAL CONDITIONS IN NORTH-EASTERN POLAND AGAINST THE BACKGROUND OF ATMOSPHERIC CIRCULATION

Monika Panfil, Ewa Dragańska

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

Abstract. On the grounds of the values of the day and night T_{max} and T_{min} recorded in the period from 1989 to 1998, the thermal conditions of north-eastern Poland were characterised. The values T_{max} and T_{min} in the area of the particular types and macrotypes of circulation were determined (acc. to Osuchowska-Klein), which was presented in the form of average values of the variable mentioned above for January and July and illustrated by means of a special schedule. The background for the considerations was constituted by observations in the form of the number of days with the presence of the particular macrotypes in the analysis. The analyses demonstrated explicitly warming or cooling influence of the circulation according to the movement direction of the mass of air against the values of T_{max} and T_{min} both in January and July, and also a partially cooling effect produced by the mass of air of cyclonal origin.

Key words: extreme temperature, types and macrotypes of circulation, north-eastern Poland