

ZMIENNOŚĆ CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ
W REGIONIE BYDGOSKO-TORUŃSKIM W LATACH 1881-2005*

Rajmund Przybylak, Rafał Maszewski

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: rp11@umk.pl

Streszczenie. W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań dotyczących zmian cyrkulacji atmosferycznej w regionie Bydgosko-Toruńskim w okresie 1881-2005. Do tego celu wykorzystano kalendarz typów sytuacji synoptycznych sporządzony na podstawie codziennych dolnych map synoptycznych opublikowanych przez Niemiecką Służbę Meteorologiczną. W badanym okresie zaobserwowano istotny statystycznie wzrost częstości występowania sytuacji cyklonalnych (0,60 dnia/10 lat) w chłodnej porze roku i ich spadek w pozostałych porach roku. W skali roku stwierdzono nieistotny statystycznie spadek częstości (-0,86 dnia/10 lat). Wzrost częstości sytuacji cyklonalnych w chłodnej porze roku i jednocześnie sytuacji antycyklonalnych w ciepłej porze roku jest odpowiedzialny w znacznym stopniu za obecne ocieplenie klimatu w Polsce w badanym okresie. Analiza częstości występowania poszczególnych typów cyrkulacji wykazała istotny statystycznie wzrost częstości typów bezadwekcyjnych (0,70÷0,80 dnia/10 lat) a spadek typów z sektora wschodniego (-0,40÷-0,60 dnia/10 lat) i w mniejszym stopniu z północnego (0,00÷-0,30 dnia/10 lat).

Słowa kluczowe: cyrkulacja atmosferyczna, typy cyrkulacji, Polska, zmienność wieloletnia

WSTĘP

Cyrkulacja atmosferyczna jest jednym z procesów klimatotwórczych w znacznym stopniu decydującym o charakterze i zmienności pogody na kuli ziemskiej. Wykazuje ona znaczącą zmienność zarówno w czasie jak i w przestrzeni. Dlatego też, nie zawsze katalogi typów cyrkulacji sporządzone dla większych obszarów (np. Polski, Europy Centralnej) są w stanie w sposób wiarygodny opisać cyrkulację atmosferyczną panującą na mniejszym obszarze (np. w skali mezosynoptycznej). Fakt ten udo-

* Praca sfinansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr N 306 018 32/1027.

wodnił jednoznacznie Niedźwiedź (1981). W swojej pracy habilitacyjnej, skonstruował pierwszy w Polsce katalog typów cyrkulacji dla dorzecza górnej Wisły. Ostatnio sporządził on takie katalogi także dla 9 regionów Polski (Niedźwiedź, inf. ustna). W Zakładzie Klimatologii UMK sporządzono katalog typów cyrkulacji dla Regionu Bydgosko-Toruńskiego – rysunek 1 – wg Niedźwiedzia (1981).

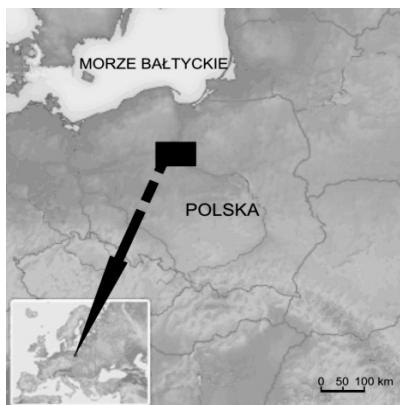
Dla obszaru całej Polski istnieją również inne katalogi, z których najbardziej rozpowszechniony jest katalog opublikowany przez Osuchowską-Klein (1978, 1992). Został on sporządzony w układzie kalendarzowym na podstawie map synoptycznych na poziomie morza z okresu 1901-1990. Różni się on od katalogu Niedźwiedzia oprócz skali przestrzennej także mniejszą liczbą wydzielonych typów cyrkulacji.

Na podstawie wyżej wymienionych katalogów sytuacji synoptycznych a także katalogu Lityńskiego (1969), którego nową wersję przedstawiła Pianko-Kluczyńska (2007), powstało wiele opracowań prezentujących częstość i wpływ poszczególnych typów cyrkulacji na klimat w wybranych okresach czasu. Ich obszerny przegląd można znaleźć m.in. w opracowaniach Niedźwiedzia (1981), Kaszewskiego (1992), Ustrnula (1997) oraz Nowosada (2004).

W niniejszej pracy szczegółowo przeanalizowano częstość pojawiania się nad badanym regionem poszczególnych typów sytuacji synoptycznych. Uzyskane wyniki porównano z częstością ich występowania nad południową Polską.

Obszar badań, dane i metody

Badany region leży w środkowej części Polski Północnej i obejmuje fragmenty Pojezierza Południowopomorskiego, Chełmińskiego-Dobrzyńskiego i Wielkopolskiego (rys. 1). Przez obszar ten przebiega Dolina Dolnej Wisły.



Rys. 1. Obszar badań, region Bydgosko-Toruński (RB-T)

Fig. 1. Study area, Bydgosko-Toruński Region

Zgodnie z propozycją Niedźwiedzia (1981) wydzielono 21 typów sytuacji synoptycznych (tab. 1). W celu zwiększenia czytelności zastosowano powszechnie używane oznaczenia literowe dla kierunku adwekcji, dodając jednocześnie indeks "a" dla układów antycyklonalnych (wyżowych) i indeks "c" dla układów cyklonalnych (niżowych).

Do opracowania kalendarza cyrkulacji wykorzystano codzienne mapy synoptyczne dolne pobrane ze strony internetowej

www.wetterzentrale.de z okresu 1881-2005. Klasyfikacje typów cyrkulacji dla poszczególnych dób dokonano na podstawie kierunku adwekcji i rodzaju układu barycznego (w ostatnim przypadku wzięto pod uwagę także kształt linii izobarycznych).

Tabela 1. Typy sytuacji synoptycznych wykorzystane w opracowaniu (wg Niedźwiedzia 1981)
Table 1. Synoptic situations (types) used in the study (after Niedźwiedź 1981)

| Typ sytuacji synoptycznej Type of circulation | Objaśnienia – Description of synoptic situations |
|--|--|
| Na, Nc | Sytuacje z adwekcją powietrza z północy Synoptic situations with air advection from the north |
| NEa, NEc | Sytuacje z adwekcją powietrza z północnego wschodu Synoptic situations with air advection from the north-east |
| Ea, Ec | Sytuacje z adwekcją powietrza ze wschodu Synoptic situations with air advection from the east |
| SEa, SEc | Sytuacje z adwekcją powietrza z południowego wschodu Synoptic situations with air advection from the south-east |
| Sa, Sc | Sytuacje z adwekcją powietrza południa Synoptic situations with air advection from the south |
| SWa, SWc | Sytuacje z adwekcją powietrza z południowego zachodu Synoptic situations with air advection from the south-west |
| Wa, Wc | Sytuacje z adwekcją powietrza z zachodu Synoptic situations with air advection from the west |
| NWa, NWc | Sytuacje z adwekcją powietrza z północnego zachodu Synoptic situations with air advection from the north-west |
| Ca | Sytuacja centralna antycyklonalna, brak adwekcji, centrum wyżu nad regionem Bydgosko-Toruńskim Central anticyclonic situation, no advection, anticyclonic centre over the Bydgosko-Toruński Region |
| Ka | Klin antycyklonalny, kilka niewyraźnych ośrodków lub rozmyty obszar podwyższonego ciśnienia, oś wału wysokiego ciśnienia Anticyclonic wedge, sometimes a few unclear centres or a blurred area of high pressure, axis of ridge of high pressure |
| Cc | Sytuacja centralna cyklonalna, centrum niżu nad regionem Bydgosko-Toruńskim Central cyclonic situation, cyclonic centre over the Bydgoszcz-Toruń Region |
| Bc | Bruzda cyklonalna, rozmyty obszar niskiego ciśnienia lub oś bruzdy niżowej Cyclonic trough, blur area of low pressure or axis of cyclonic trough with different directions of air advection and front systems dividing different air masses |
| X | Sytuacje nie dające się zaklasyfikować i siodła baryczne Synoptic situations which cannot be classified and baric cols |
| A/C | Sytuacje antycyklonalne/cyklonalne Anticyclonic/cyclonic situation |

W celu pewnego uogólnienia wyników przeanalizowano sytuacje synoptyczne dla czterech sektorów (N, E, S, W), oraz połączonych sytuacji Cc i Bc oraz Ca i Ka. Każdy sektor obejmuje trzy kierunki adwekcji mas powietrza np. sektor N obejmuje kierunki NW, N, NE a sektor E – NE, E, SE – tabela. 2. Aby uzyskać prawidłowe wartości częstości występowania zastosowano średnią ważoną, uwzględniającą liczbę przypadków adwekcji z danego kierunku. W wyniku takiego podziału na sektory, liczbę przypadków wystąpienia kierunków pośrednich (NE, SE, SW, NW) podzielono na dwa i dodano do sąsiednich sektorów.

Do oceny istotności statystycznej trendów częstości występowania sytuacji synoptycznych w badanym okresie wykorzystano test t-Studenta. Natomiast istotność statystyczną różnic częstości typów cyrkulacji między regionem Bydgosko-Toruńskim i południową Polską zbadano za pomocą wskaźnika „t”, który jest wynikiem testu t-Studenta (Gregory 1976).

Tabela 2. Typy sytuacji synoptycznych (sektory) wykorzystane w opracowaniu

Table 2. Synoptic situations (sectors) used in the study

| Typ sytuacji synoptycznej Type of circulation | Objaśnienia – Description of synoptic situations |
|--|--|
| NaS, NcS | Sytuacje z adwekcją powietrza z sektora północnego Synoptic situations with air advection from the north sector |
| SaS, ScS | Sytuacje z adwekcją powietrza z sektora południowego Synoptic situations with air advection from the south sector |
| WaS, WcS | Sytuacje z adwekcją powietrza z sektora zachodniego Synoptic situations with air advection from the west sector |
| EaS, EcS | Sytuacje z adwekcją powietrza z sektora wschodniego Synoptic situations with air advection from the east sector |

WYNIKI

Położenie geograficzne regionu Bydgosko-Toruńskiego sprzyja występowaniu dużej zmienności warunków pogodowych i klimatycznych. Wynika to z wpływu rozległych obszarów lądowych na wschodzie oraz Oceanu Atlantyckiego na zachodzie. Stosunki klimatyczne omawianego obszaru, jak i całej Europy, w znacznym stopniu są uwarunkowane rozmieszczeniem w jego sąsiedztwie ośrodków wysokiego i niskiego ciśnienia. Głównymi układami atmosferycznymi kształtującymi warunki pogodowe w Europie są całoroczny Niż Islandzki i Wyż Azorski oraz w mniejszym stopniu sezonowy zimowy Wyż Azjatycki i letni Niż Południowoazjatycki (Woś 1999). Wystąpienie wydzielonych typów sytuacji synoptycznych zależne jest od wzajemnego położenia i stopnia rozbudowania

wyżej wymienionych układów. W zależności od pory roku zmienia się rozkład średniej częstości występowania typów sytuacji synoptycznych (Osuchowska-Klein 1973; Niedźwiedź 1981; Kaszewski 1992).

Roczna i sezonowa częstość występowania sytuacji synoptycznych

W latach 1881-2005 najczęściej występującymi w badanym regionie były sytuacje: Ka (15,7%), Wc (12,2%) i Bc (11,8%) – tabela 3. Najrzadziej obserwowano sytuacje cyklonalne z kierunku NE (1,6%), E (1,8%) i SE (1,6%).

Tabela 3. Sezonowa i roczna częstość względna (%) występowania typów sytuacji synoptycznych w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005

Table 3. Seasonal and annual relative frequency (%) of occurrence of synoptic situations in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

| Typ cyrkulacji Type of circulation | XII-II | III-V | VI-VIII | IX-XI | I-XII |
|---------------------------------------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | DJF | MAM | JJA | SON | Year |
| Na | 2,4 | 4,0 | 5,1 | 3,2 | 3,7 |
| NEa | 1,8 | 4,1 | 3,7 | 2,3 | 3,0 |
| Ea | 6,1 | 6,9 | 2,6 | 5,3 | 5,2 |
| SEa | 4,0 | 2,6 | 0,4 | 3,8 | 2,7 |
| Sa | 5,2 | 2,9 | 0,6 | 5,9 | 3,6 |
| SWa | 4,8 | 1,7 | 1,1 | 3,7 | 2,8 |
| Wa | 6,5 | 3,5 | 6,8 | 5,9 | 5,7 |
| NWa | 3,1 | 2,5 | 3,1 | 3,3 | 3,0 |
| Ca | 2,2 | 2,2 | 2,7 | 2,9 | 2,5 |
| Ka | 9,9 | 14,7 | 23,5 | 14,7 | 15,7 |
| Cc | 2,1 | 2,6 | 2,0 | 1,7 | 2,1 |
| Bc | 7,0 | 15,1 | 16,6 | 8,4 | 11,8 |
| Nc | 3,9 | 4,6 | 6,5 | 4,2 | 4,8 |
| NEc | 0,9 | 2,1 | 2,5 | 0,9 | 1,6 |
| Ec | 1,7 | 3,1 | 1,3 | 1,2 | 1,8 |
| SEc | 2,2 | 2,5 | 0,4 | 1,3 | 1,6 |
| Sc | 5,6 | 4,2 | 0,6 | 4,7 | 3,8 |
| SWc | 7,7 | 4,0 | 1,1 | 5,9 | 4,6 |
| Wc | 16,1 | 9,1 | 10,3 | 13,4 | 12,2 |
| NWc | 5,5 | 4,8 | 6,1 | 5,5 | 5,5 |
| X | 1,4 | 2,7 | 3,1 | 1,9 | 2,3 |
| A | 45,8 | 45,1 | 49,6 | 50,9 | 47,8 |
| C | 52,8 | 52,2 | 47,4 | 47,2 | 49,9 |

Zimą wyraźnie zaznaczyła się przewaga sytuacji Wc (16,1%) i z mniejszą częstością sytuacji Ka (9,9%) – tabela 3. Sytuacje reprezentujące zachodnią cyrkulację strefową zarówno antycyklonalne jak i cyklonalne uległy zwiększeniu podczas zimy np. SWc (7,7%), Wa (6,5%). Wynika to z częstszego w czasie zimy przemieszczania się układów niżowych nad Europą Północną i Środkową. Najrzadziej zimą pojawiały się sytuacje NEa (1,8%), Ec (1,7%), NEc (0,9%).

Wiosną wzrosła częstość sytuacji Bc (15,1%) i Ka (14,7%), natomiast zmalała częstość zachodniej cyrkulacji strefowej reprezentowanej m. in. przez sytuacje Wc (9,1%), Wa (3,5%). Nieco rzadziej niż zimą pojawiały się sytuacje Sa (2,9%) i Sc (4,2%). Latem dalszemu silnemu wzmocnieniu uległa sytuacja Ka (23,5%). Ze zbliżoną częstością jak wiosną występowała sytuacja Bc (16,6%). W okresie letnim najrzadziej występowały sytuacje Sa, Sc (0,6%) i SEc (0,4%). Jesienią nastąpiło znaczne zmniejszenie częstości występowania sytuacji Ka (14,7%) i Bc (8,4%). Niewielkiemu wzmocnieniu uległa zachodnia cyrkulacja strefowa Wc (13,4%), SWc (5,9%) oraz sytuacje Sa (5,9%) i Sc (4,7%).

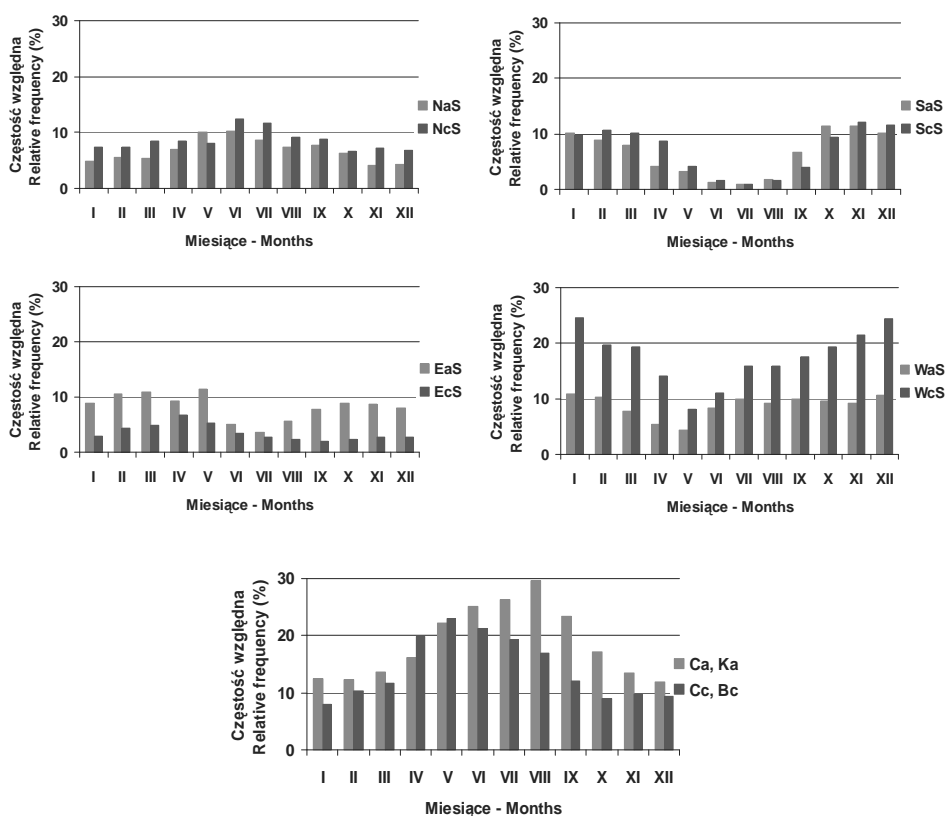
Przebieg roczny częstości występowania sytuacji synoptycznych (wg sektorów)

Przebieg roczny częstości występowania sytuacji antycyklonalnych (NaS) i cyklonalnych (NcS) z sektora północnego ukazuje niewielki wzrost wartości od maja do lipca z maksimum w czerwcu – NaS (10,3%) i NcS (12,5%) – rysunek 2. Najmniejszą częstością występowania omawianych sytuacji charakteryzowały się miesiące od listopada do marca. Z wyjątkiem maja w pozostałych miesiącach zaznaczyła się niewielka przewaga częstości występowania sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi.

Przebieg roczny częstości występowania sytuacji synoptycznych antycyklonalnych z sektora wschodniego (EaS) ukazuje dwa maksima (wiosenne – maj 11,4 % i jesienne – październik 8,8 %) oraz jedno minimum podczas lata – lipiec 3,6% – rysunek 2. Sytuacje cyklonalne w tym sektorze (EcS) charakteryzowały się natomiast jednym maksimum wiosennym (kwiecień 6,7%). W pozostałych miesiącach częstości nie przekraczały 5,0%. Podczas całego roku znacznie częściej notowane były sytuacje antycyklonalne niż cyklonalne.

Sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora południowego (odpowiednio SaS i ScS) charakteryzowało wyraźne minimum w miesiącach letnich (lipiec – SaS 1,0%, ScS 0,9 %) – rysunek 2. Najczęściej sytuacje te obserwowane były późną jesienią i zimą z maksimum w listopadzie – SaS (11,3 %), ScS (12,1%). W okresie od lutego do kwietnia zaznaczyła się największa w ciągu roku przewaga sytuacji cyklonalnych. Taki ich przebieg roczny był związany z dużo częstszym niż latem przemieszczaniem się z zachodu układów niżowych przez Europę

Środkową, co powodowało wzmożony przepływ powietrza z południa (w sytuacji gdy układ niżowy znajdował się nad Niemcami).



Rys. 2. Przebieg roczny częstości względnej (%) występowania typów sytuacji synoptycznych w poszczególnych sektorach oraz połączonych typów Ca i Ka oraz Cc, Bc w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005

Fig. 2. Annual course of relative frequency (%) of occurrence of synoptic situations in sectors as well as combined types Ca, Ka and Cc, Bc in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

Strefowa cyrkulacja zachodnia reprezentowana przez sytuacje antycyklonalne (WaS) i cyklonalne (WcS) charakteryzowała się wyraźnym minimum rocznym na przełomie wiosny i lata z najmniejszymi wartościami w maju (WaS 4,3%; WcS 8,1%) – rysunek 2. Najczęściej sytuacje te pojawiały się zimą, szczególnie w styczniu (WaS 10,8%, WcS 24,7%). W ciągu całego roku większą częstością występowania

charakteryzowały się sytuacje cyklonalne niż antycyklonalne, głównie w okresie od września do kwietnia. Taki rozkład roczny związany był z częstszym przemieszczaniem się, głównie zimą, układów niżowych przez Europę Północną i Środkową, co przyczyniało się do uaktywnienia zachodniej cyrkulacji strefowej w tym okresie. Od maja do czerwca osłabieniu uległa zachodnia cyrkulacja strefowa.

Połączone sytuacje Ca i Ka charakteryzowały się największą częstością występowania w okresie letnim z maksimum w sierpniu (29,6%). Najrzadziej pojawiały się one zimą z minimum występowania w grudniu (11,9%).

Rozkład roczny częstości występowania połączonych sytuacji cyklonalnych Cc i Bc charakteryzował się wyraźnym maksimum przypadającym na okres od kwietnia do czerwca z najwyższymi wartościami w maju (23,1%). Najrzadziej omawiane sytuacje występowały w okresie jesienno-zimowym z minimum w styczniu (8,1%).

Przebieg wieloletni częstości sytuacji synoptycznych w dekadach

Roczne i sezonowe wartości częstości występowania typów sytuacji synoptycznych w poszczególnych dekadach charakteryzowały się zmiennością pomiędzy poszczególnymi dekadami. Występowała również naprzemienna przewaga sytuacji typu cyklonalnego lub antycyklonalnego (tab. 4, 5).

Zima

Częstość sytuacji synoptycznych antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora północnego podczas zimy we wszystkich dekadach nie przekraczały 10%. Utrzymywała się niewielka przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi. W badanym okresie sytuacje cyklonalne z największą częstością występowały w dekadzie 1901-1910 (8,6%) a z najniższą w latach 1881-1890 (6,3%). Sytuacje antycyklonalne z największą częstością występowały w dekadzie 1931-1940 (6,8%), natomiast najmniejsza ich częstość (3,2%) wystąpiła w dekadzie 1981-1990 – tabela 4.

Sytuacje antycyklonalne z sektora wschodniego podczas zimy charakteryzował wyraźny spadek częstości występowania w badanym okresie. Najczęściej sytuacje te występowały w dekadach 1881-1890 (14,8%) i 1921-1930 (14,8%). Najniższe ich wartości przypadły po roku 1950 z minimum w dekadzie 1981-1990 (5,4%). Sytuacje cyklonalne największą częstość osiągnęły w dekadzie 1931-1940 (6,5%), a począwszy od dekady 1971-1980 nastąpił ich spadek z minimum w okresie 1991-2000 (1,8%). We wszystkich dekadach utrzymywała się przewaga częstości sytuacji antycyklonalnych, zmniejszająca się wyraźnie po dekadzie 1941-1950.

Częstość występowania sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora południowego w okresie zimy była przeważnie niższa od 10%, jedynie w dekadzie 1971-1980 przekroczyła 10% i wyniosła 16,7%, a sytuacji cyklonalnych w dwóch dekadach 1961-1970 (14,2%) i 1981-1990 (12,9%).

Zachodnia cyrkulacja strefowa (WaS, WcS) wykazała dwa maksima. Pierwsze z nich objęło dwie dekady 1901-1910 (WaS 12,6%; WcS 26,4%) i 1911-1920 (WaS 12,8%; WcS 25,7%). Drugie maksimum przypadło na dekady 1981-1990 (WaS 12,6%; WcS 25,1%) i 1991-2000 (WaS 11,7%; WcS 27,1%). Silne osłabienie zachodniej cyrkulacji strefowej nastąpiło w dekadzie 1961-1970 (WaS 6,9%; WcS 18,7%).

W okresie 1881-2005 podczas zimy wzrastał udział połączonych sytuacji Ca i Ka oraz Cc i Bc. W dekadach 1881-1890-1941-1950 wystąpiła wyraźna przewaga sytuacji Ca i Ka nad sytuacjami Cc i Bc. Począwszy od dekady 1941-1950 nastąpił wyraźny wzrost częstości występowania sytuacji Cc i Bc do 13,9% (1951-1960).

W większości dekad występowała nieznaczna przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi z wyjątkiem dekady 1951-1960, kiedy przewaga ta była znacząca (26,4%) – tabela 4. Od dekady 1951-1960 zmniejszył się udział sytuacji antycyklonalnych na rzecz sytuacji cyklonalnych.

Tabela 4. Średnie sezonowe wartości częstości występowania typów sytuacji synoptycznych (%) w poszczególnych sektorach w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005

Table 4. Mean seasonal relative frequency of occurrence of synoptic situations (%) in particular sectors in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

| Dekady Decades | XII-II / DJF | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|------|------|------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| | NaS | EaS | SaS | WaS | Ca,Ka | Cc,Bc | NcS | EcS | ScS | WcS | A | C |
| 1881-1890 | 4,6 | 14,8 | 11,3 | 11,1 | 13,7 | 6,1 | 6,3 | 3,0 | 8,8 | 20,4 | 55,4 | 44,6 |
| 1891-1900 | 5,3 | 10,5 | 8,8 | 11,2 | 11,2 | 7,2 | 7,5 | 4,1 | 11,9 | 22,1 | 47,1 | 52,9 |
| 1901-1910 | 4,2 | 9,6 | 8,5 | 12,6 | 12,1 | 5,4 | 8,6 | 2,8 | 9,9 | 26,4 | 47,0 | 53,0 |
| 1911-1920 | 5,0 | 9,0 | 10,5 | 12,8 | 10,6 | 6,8 | 7,2 | 2,1 | 10,4 | 25,7 | 47,8 | 52,2 |
| 1921-1930 | 5,1 | 14,8 | 10,1 | 8,3 | 12,6 | 6,3 | 6,0 | 3,3 | 11,1 | 22,4 | 50,8 | 49,2 |
| 1931-1940 | 6,8 | 11,1 | 9,4 | 11,4 | 9,5 | 5,9 | 7,4 | 6,5 | 12,4 | 19,6 | 48,1 | 51,9 |
| 1941-1950 | 5,9 | 11,0 | 6,0 | 11,0 | 12,7 | 9,8 | 7,4 | 4,2 | 9,3 | 22,9 | 46,6 | 53,4 |
| 1951-1960 | 3,6 | 5,5 | 7,4 | 6,2 | 14,1 | 13,9 | 7,2 | 2,8 | 14,2 | 25,0 | 36,8 | 63,2 |
| 1961-1970 | 4,8 | 7,3 | 8,7 | 6,9 | 15,6 | 13,8 | 7,6 | 4,6 | 12,0 | 18,7 | 43,2 | 56,8 |
| 1971-1980 | 4,6 | 7,3 | 16,7 | 11,5 | 8,9 | 8,9 | 6,6 | 3,0 | 12,9 | 19,6 | 49,0 | 51,0 |
| 1981-1990 | 3,2 | 5,4 | 11,0 | 12,6 | 11,1 | 13,7 | 7,3 | 2,0 | 8,5 | 25,1 | 43,3 | 56,7 |
| 1991-2000 | 4,9 | 5,6 | 9,4 | 11,7 | 14,2 | 10,3 | 6,9 | 1,8 | 8,1 | 27,1 | 45,8 | 54,2 |
| 2001-2005 | 5,6 | 5,0 | 8,0 | 9,7 | 13,5 | 15,2 | 6,6 | 2,3 | 8,8 | 25,3 | 41,9 | 58,1 |

Tabela 4. cd. Średnie sezonowe wartości częstości występowania typów sytuacji synoptycznych (%) w poszczególnych sektorach w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005**Table 4. Cont.** Mean seasonal relative frequency of occurrence of synoptic situations (%) in particular sectors in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

| Dekady Decades | III-V / MAM | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | NaS | EaS | SaS | WaS | Ca,Ka | Cc,Bc | NcS | EcS | ScS | WcS | A | C |
| 1881-1890 | 6,8 | 13,5 | 4,3 | 6,0 | 16,4 | 16,2 | 7,8 | 6,9 | 9,0 | 13,1 | 47,0 | 53,0 |
| 1891-1900 | 6,4 | 9,6 | 4,8 | 4,4 | 15,0 | 16,0 | 9,9 | 9,2 | 8,7 | 16,0 | 40,2 | 59,8 |
| 1901-1910 | 7,1 | 11,4 | 4,1 | 5,1 | 14,6 | 18,2 | 8,5 | 5,3 | 9,7 | 16,2 | 42,1 | 57,9 |
| 1911-1920 | 8,2 | 11,9 | 3,9 | 6,0 | 14,8 | 13,9 | 7,7 | 7,0 | 9,8 | 16,8 | 44,9 | 55,1 |
| 1921-1930 | 8,4 | 8,2 | 3,2 | 6,3 | 17,0 | 20,6 | 8,9 | 5,2 | 8,3 | 14,0 | 43,1 | 56,9 |
| 1931-1940 | 8,2 | 9,2 | 3,9 | 5,4 | 15,5 | 15,7 | 9,6 | 8,6 | 9,5 | 14,4 | 42,2 | 57,8 |
| 1941-1950 | 9,0 | 7,6 | 6,2 | 7,6 | 19,8 | 18,6 | 8,9 | 3,8 | 4,6 | 13,8 | 50,2 | 49,8 |
| 1951-1960 | 7,3 | 13,3 | 6,9 | 3,3 | 21,2 | 17,3 | 8,9 | 5,6 | 7,5 | 8,7 | 52,1 | 47,9 |
| 1961-1970 | 6,4 | 12,4 | 5,9 | 6,6 | 16,5 | 18,5 | 7,5 | 4,8 | 7,0 | 14,3 | 47,8 | 52,2 |
| 1971-1980 | 10,4 | 12,1 | 7,3 | 7,0 | 13,2 | 17,8 | 6,2 | 5,7 | 7,9 | 12,5 | 50,0 | 50,0 |
| 1981-1990 | 6,8 | 8,8 | 7,4 | 5,7 | 19,7 | 23,4 | 6,6 | 2,6 | 5,9 | 13,2 | 48,3 | 51,7 |
| 1991-2000 | 5,9 | 9,6 | 3,8 | 5,7 | 21,3 | 20,5 | 9,5 | 3,5 | 5,6 | 14,6 | 46,3 | 53,7 |
| 2001-2005 | 5,7 | 8,1 | 6,4 | 6,9 | 23,7 | 21,0 | 8,0 | 3,2 | 5,8 | 11,2 | 50,8 | 49,2 |

| Dekady Decades | VI-VIII / JJA | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|-----|-----|------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|------|
| | NaS | EaS | SaS | WaS | Ca,Ka | Cc,Bc | NcS | EcS | ScS | WcS | A | C |
| 1881-1890 | 8,3 | 5,8 | 1,5 | 8,8 | 25,8 | 16,9 | 12,2 | 3,6 | 1,2 | 16,0 | 50,1 | 49,9 |
| 1891-1900 | 9,1 | 4,3 | 1,8 | 9,7 | 24,7 | 20,1 | 12,5 | 2,1 | 1,5 | 14,2 | 49,5 | 50,5 |
| 1901-1910 | 7,5 | 3,7 | 1,3 | 7,4 | 21,2 | 17,3 | 18,6 | 4,9 | 1,3 | 16,8 | 41,1 | 58,9 |
| 1911-1920 | 8,0 | 4,7 | 1,0 | 8,2 | 21,7 | 20,3 | 15,3 | 4,9 | 1,4 | 14,5 | 43,6 | 56,4 |
| 1921-1930 | 7,2 | 3,9 | 1,3 | 11,2 | 22,1 | 19,4 | 11,7 | 2,4 | 1,0 | 19,9 | 45,7 | 54,3 |
| 1931-1940 | 11,0 | 6,0 | 1,0 | 11,2 | 21,5 | 17,5 | 10,8 | 3,8 | 1,5 | 15,7 | 50,7 | 49,3 |
| 1941-1950 | 8,2 | 2,7 | 1,7 | 7,4 | 28,2 | 23,8 | 9,9 | 2,6 | 1,4 | 14,2 | 48,2 | 51,8 |
| 1951-1960 | 6,3 | 6,8 | 1,3 | 5,2 | 33,6 | 20,3 | 7,0 | 3,1 | 3,3 | 13,2 | 53,1 | 46,9 |
| 1961-1970 | 11,8 | 6,3 | 1,9 | 10,9 | 31,6 | 14,2 | 6,7 | 3,0 | 1,9 | 11,7 | 62,5 | 37,5 |
| 1971-1980 | 12,2 | 6,7 | 1,7 | 10,9 | 25,8 | 17,2 | 10,2 | 1,9 | 1,0 | 12,3 | 57,3 | 42,7 |
| 1981-1990 | 9,8 | 2,3 | 1,2 | 10,5 | 31,5 | 19,6 | 11,8 | 0,7 | 0,6 | 12,0 | 55,3 | 44,7 |
| 1991-2000 | 7,5 | 4,8 | 1,4 | 9,5 | 34,2 | 20,2 | 7,5 | 1,8 | 1,1 | 12,2 | 57,3 | 42,7 |
| 2001-2005 | 6,1 | 5,1 | 0,7 | 7,9 | 32,8 | 23,0 | 9,1 | 1,7 | 1,5 | 12,3 | 52,4 | 47,6 |

Tabela 4. cd. Średnie sezonowe wartości częstości występowania typów sytuacji synoptycznych (%) w poszczególnych sektorach w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005**Table 4. Cont.** Mean seasonal relative frequency of occurrence of synoptic situations (%) in particular sectors in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

| Dekady Decades | IX-XI / SON | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| | NaS | EaS | SaS | WaS | Ca,Ka | Cc,Bc | NcS | EcS | ScS | WcS | A | C |
| 1881-1890 | 6,3 | 10,9 | 7,0 | 6,9 | 17,3 | 9,7 | 6,6 | 3,4 | 10,5 | 21,3 | 48,4 | 51,6 |
| 1891-1900 | 7,2 | 7,2 | 9,2 | 9,5 | 19,2 | 8,0 | 7,6 | 1,5 | 8,8 | 21,8 | 52,3 | 47,7 |
| 1901-1910 | 7,2 | 13,2 | 9,5 | 7,9 | 16,5 | 10,2 | 7,8 | 3,7 | 7,4 | 16,5 | 54,3 | 45,7 |
| 1911-1920 | 7,3 | 12,4 | 9,6 | 9,7 | 15,7 | 7,6 | 7,2 | 3,2 | 7,6 | 19,6 | 54,7 | 45,3 |
| 1921-1930 | 4,9 | 6,5 | 8,4 | 10,9 | 16,0 | 10,8 | 8,7 | 1,9 | 8,7 | 23,3 | 46,6 | 53,4 |
| 1931-1940 | 5,6 | 11,2 | 9,2 | 11,1 | 13,7 | 7,2 | 7,9 | 3,4 | 9,0 | 21,7 | 50,8 | 49,2 |
| 1941-1950 | 7,8 | 11,5 | 7,2 | 8,3 | 21,2 | 8,5 | 7,8 | 2,5 | 6,2 | 18,9 | 56,1 | 43,9 |
| 1951-1960 | 5,3 | 6,9 | 12,0 | 5,2 | 23,7 | 14,1 | 8,0 | 1,7 | 9,1 | 14,1 | 53,1 | 46,9 |
| 1961-1970 | 4,5 | 8,0 | 11,0 | 10,6 | 20,7 | 7,9 | 5,0 | 2,2 | 10,8 | 19,5 | 54,6 | 45,4 |
| 1971-1980 | 5,7 | 4,5 | 12,6 | 15,6 | 16,4 | 8,8 | 7,7 | 2,9 | 7,6 | 18,1 | 54,9 | 45,1 |
| 1981-1990 | 6,4 | 3,8 | 12,1 | 13,6 | 17,0 | 12,0 | 7,6 | 0,4 | 6,3 | 20,7 | 52,9 | 47,1 |
| 1991-2000 | 5,0 | 7,2 | 11,0 | 7,2 | 16,7 | 15,7 | 7,6 | 1,7 | 10,7 | 17,2 | 47,0 | 53,0 |
| 2001-2005 | 5,9 | 4,9 | 8,3 | 5,6 | 23,2 | 16,9 | 8,0 | 0,9 | 7,9 | 18,4 | 47,9 | 52,1 |

Wiosna

Najczęściej sytuacji antycyklonalne z sektora północnego pojawiały się w dekadzie 1971-1980 (10,4%), a sytuacje cyklonalne w dekadzie 1891-1900 (9,9%) – tabela 4.

W większości analizowanych dekad widoczna była znaczna przewaga sytuacji antycyklonalnych z sektora wschodniego nad cyklonalnymi, największa w dekadach 1951-1960÷1971-1980. Najczęściej sytuacje antycyklonalne pojawiały się w pierwszej dekadzie analizowanego okresu (13,5%), a najrzadziej (7,6%) w dekadzie 1941-1950. Sytuacje cyklonalne najczęściej (9,2%) występowały w dekadzie 1891-1900.

Sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora południowego charakteryzowały się znaczącą przewagą sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi w dekadach 1881-1890÷1931-1940 sięgającą 5,9%. Po tym okresie nastąpił wzrost częstości występowania sytuacji antycyklonalnych z maksimum w dekadzie 1981-1990 (7,4%) i spadek częstości sytuacji cyklonalnych z minimum w dekadzie 1991-2000 (5,6%).

Znacząca przewaga sytuacji cyklonalnych z sektora zachodniego nad sytuacjami antycyklonalnymi była charakterystyczna dla całego badanego okresu. Największą przewagę odnotowano w dekadach 1891-1900÷1911-1920. Częstość

pojawiania się sytuacji antycyklonalnych oscylowała wokół 5%. Najczęściej sytuacje cyklonalne występowały na początku badanego okresu z maksimum w dekadzie 1911-1920 (16,8%).

Sytuacje połączone typów Ca i Ka oraz Cc i Bc najrzadziej występowały w pierwszych czterech dekadach analizowanego okresu. Wzajemny udział tych sytuacji w poszczególnych dekadach był zróżnicowany. Największa przewaga połączonych sytuacji Ca i Ka w stosunku do sytuacji Cc i Bc wystąpiła w dekadzie 1951-1960 (3,9%), natomiast największa przewaga sytuacji Cc i Bc zaznaczyła się w dekadzie 1971-1980 (4,6%).

Wiosną sytuacje cyklonalne przeważały nad sytuacjami antycyklonalnymi w pierwszej połowie okresu 1881-2005. Najbardziej wyraźna przewaga (19,6%) wystąpiła w dekadzie 1891-1900. Po tym okresie częstość sytuacji cyklonalnych i antycyklonalnych była zbliżona.

Lato

Latem wzajemny udział sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora północnego był bardzo zróżnicowany. Najczęściej sytuacje antycyklonalne pojawiały się w dekadach 1961-1970 (11,8%) i 1971-1980 (12,2%). Natomiast największa częstość występowania sytuacji cyklonalnych miała miejsce na początku okresu 1881-2005, w dekadach 1901-1910 (18,6%) i 1911-1920 (15,3%) – tabela 4. W tych dekadach zaznaczyła się znacząca przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi (maksymalnie o 11,1% w dekadzie 1901-1910).

Częstość sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora wschodniego w poszczególnych dekadach rzadko przekraczała 5%. W większości dekad widoczna była przewaga sytuacji antycyklonalnych nad cyklonalnymi np. 1971-1980 (4,8%). W badanym okresie zauważalny był niewielki spadek częstości występowania sytuacji cyklonalnych do 0,7% (1981-1990). Dekady 1881-1890÷1941-1950 charakteryzowały się dużą przewagą częstości sytuacji cyklonalnych np. 1921-1930 (o 8,7%). Począwszy od dekady 1961-1970 częstości sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych wyrównały się z niewielką przewagą tych drugich.

Udział sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora południowego podczas lata był niewielki i stąd też mało zróżnicowany. Najczęściej sytuacje cyklonalne pojawiały się w dekadzie 1951-1960 (3,3%) a sytuacje antycyklonalne w dekadzie 1961-1970 (1,9%).

Latem zauważalny wzrost częstości zarysował się dla połączonych sytuacji Ca i Ka. Sytuacje te osiągnęły swoje maksimum w dekadzie 1991-2000 (34,2%). Natomiast częstości połączonych sytuacji Cc i Bc podczas całego okresu rzadko przekraczały 20% nie wykazując wyraźnej tendencji spadkowej lub wzrostowej.

Wzajemny udział sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych latem był zróżnicowany i można wyróżnić w nim dwa okresy. Pierwszy z nich to wyrównany udział sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych (1881-1890; 1891-1900), oraz przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi 1901-1910÷1921-1930 o 17,8%. Drugi okres to wyraźna przewaga częstości występowania sytuacji antycyklonalnych nad cyklonalnymi w dekadach 1961-1970÷1991-2000.

Jesień

Jesienią częstość występowania sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora północnego w poszczególnych dekadach nie przekroczyła 10% i była słabo zróżnicowana. Częściej przeważały sytuacje cyklonalne, głównie w trzech ostatnich dekadach analizowanego okresu.

W badanym okresie widoczny był wyraźny spadek częstości występowania sytuacji antycyklonalnych z sektora wschodniego (EaS). Największą częstość osiągnęły w dekadach 1901-1910 (13,2%) i 1911-1920 (12,4%). W dekadzie 1981-1990 częstość pojawiania się tej sytuacji wynosiła zaledwie 3,8%. Sytuacje cyklonalne pojawiały się rzadziej w całym badanym okresie (poniżej 5%).

Średnie dekadowe częstości występowania sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora południowego sporadycznie przekraczały 10%, głównie w drugiej połowie lat 1881-2005 – tabela 4. Największe częstości sytuacji antycyklonalne osiągnęły w dekadach 1951-1960÷1991-2000 (maksymalnie 12,6% w dekadzie 1971-1980), natomiast najniższe ich wartości (7,0%) odnotowano w pierwszej dekadzie analizowanego okresu.

Zachodnia cyrkulacja strefowa reprezentowana przez sytuacje antycyklonalne i cyklonalne charakteryzowała się dwoma maksimumami i jednym minimum w okresie 1881-2005. Pierwsze maksimum wystąpiło w dekadzie 1921-1930 (WaS 10,9%; WcS 23,3%) a drugie przypadło na dekady 1961-1970÷1981-1990 (WaS 15,6%; WcS 20,7%). Wyraźne minimum częstości występowania przypadło na dekadę 1951-1960 (WaS 5,2%; WcS 14,1%). W badanym okresie występowała duża przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi (maksymalnie o 14,4%).

Jesienią zauważalny był wzrost częstości występowania połączonych sytuacji Cc i Bc z maksimum 15,7% w ostatniej dekadzie analizowanego okresu. Połączone sytuacje Ca i Ka najczęściej pojawiały się w dekadach 1941-1950÷1961-1970 (23,7%), natomiast najrzadziej obserwowano je w dekadzie 1931-1940 (13,7%). Zaobserwowano przewagę sytuacji antycyklonalnych nad cyklonalnymi, szczególnie w dekadach 1941-1950÷1981-1990 (maksymalnie o 12,2%).

Największą i najmniejszą częstość sytuacje antycyklonalne i cyklonalne osiągnęły w dekadzie 1941-1950 (56,1% i 43,9%).

Rok

Średnie roczne dekadowe częstości występowania sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora północnego charakteryzowały się niewielką przewagą sytuacji cyklonalnych w większości dekad. Jedynie w dekadach 1961-1970 (NaS 6,9%; NcS 6,8%) i 1971-1980 (NaS 8,2%; NcS 7,6%) wystąpiła niewielka przewaga sytuacji antycyklonalnych. Największa częstość sytuacji antycyklonalnych przypadła na dekadę 1971-1980 (8,2%), a najmniejsza w dekadzie 1951-1960 (5,6%). Maksimum występowania sytuacji cyklonalnych (11,0%) odnotowano w dekadzie 1901-1910, po czym nastąpił ich spadek do minimum (6,8%) w dekadzie 1961-1970 – tabela 5.

Tabela 5. Średnia roczna częstość występowania typów sytuacji synoptycznych (%) w regionie Bydgosko-Toruńskim w poszczególnych dekadach okresu 1881-2005

Table 5. Mean annual relative frequency of occurrence of synoptic situations (%) in the Bydgosko-Toruński Region, in the particular decades of the period 1881-2005

| Dekady Decades | NaS | EaS | SaS | WaS | Ca,Ka | Cc,Bc | NcS | EcS | ScS | WcS | A | C |
|-------------------|-----|------|-----|------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|------|
| 1881-1890 | 6,5 | 11,6 | 6,2 | 8,1 | 18,4 | 12,2 | 8,1 | 4,3 | 7,3 | 17,3 | 50,8 | 49,2 |
| 1891-1900 | 6,8 | 7,5 | 6,0 | 8,9 | 17,4 | 12,8 | 9,4 | 4,3 | 7,8 | 19,0 | 46,7 | 53,3 |
| 1901-1910 | 6,5 | 9,5 | 5,8 | 8,1 | 16,1 | 12,8 | 11,0 | 4,1 | 7,3 | 18,9 | 46,0 | 54,0 |
| 1911-1920 | 7,1 | 9,8 | 6,3 | 9,1 | 15,5 | 12,2 | 9,4 | 4,3 | 7,1 | 19,1 | 47,9 | 52,1 |
| 1921-1930 | 6,4 | 8,1 | 5,7 | 9,1 | 17,0 | 14,2 | 8,9 | 3,3 | 7,4 | 19,9 | 46,3 | 53,7 |
| 1931-1940 | 8,0 | 9,3 | 5,7 | 9,8 | 15,0 | 11,6 | 9,1 | 5,5 | 7,9 | 18,2 | 47,8 | 52,2 |
| 1941-1950 | 7,6 | 8,2 | 5,3 | 8,4 | 20,3 | 15,2 | 8,5 | 3,3 | 5,6 | 17,5 | 49,9 | 50,1 |
| 1951-1960 | 5,6 | 8,1 | 6,9 | 5,0 | 23,2 | 16,5 | 7,7 | 3,3 | 8,4 | 15,2 | 48,8 | 51,2 |
| 1961-1970 | 6,9 | 8,5 | 6,8 | 8,9 | 21,1 | 13,3 | 6,8 | 3,6 | 7,9 | 16,1 | 52,2 | 47,8 |
| 1971-1980 | 8,2 | 7,7 | 9,5 | 11,2 | 16,0 | 13,6 | 7,6 | 3,3 | 7,3 | 15,6 | 52,6 | 47,4 |
| 1981-1990 | 6,7 | 5,2 | 8,0 | 10,5 | 19,8 | 17,1 | 8,3 | 1,4 | 5,4 | 17,6 | 50,2 | 49,8 |
| 1991-2000 | 5,7 | 6,7 | 6,3 | 8,4 | 21,8 | 16,8 | 7,9 | 2,2 | 6,4 | 17,8 | 49,0 | 51,0 |
| 2001-2005 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 7,7 | 23,0 | 19,0 | 8,3 | 2,1 | 5,9 | 16,6 | 48,2 | 51,8 |

Wschodnie sytuacje cyrkulacji strefowej charakteryzował spadek ich częstości występowania w analizowanym okresie z minimum przypadającym na dekadę 1981-1990 (EaS 5,2%; EcS 1,4%). Podczas wszystkich dekad zaznaczyła się wyraźna przewaga występowania sytuacji antycyklonalnych, największa w pierwszej dekadzie analizowanego okresu. Największe ich wartości wystąpiły w dekadzie 1881-1890 (11,6%), a sytuacji cyklonalnych w dekadzie 1931-1940 (5,5%).

Sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora południowego charakteryzowała przewaga częstości sytuacji cyklonalnych w okresie od 1881 do 1970 r. Jedynie podczas dekad 1971-1980 (SaS 9,5%, ScS 7,3%) i 1981-1990 (SaS 8,0%, ScS 5,4%) wystąpiła przewaga sytuacji antycyklonalnych. Częstości występowania sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych w ciągu całego okresu nie przekraczały 10% – tabela 5.

Zachodnia cyrkulacja strefowa uległa wyraźnemu osłabieniu w dekadzie 1951-1960 (WaS 5,0%, WcS 15,2%). Największe wartości sytuacji cyklonalnych występowały w dekadach 1891-1900-1921-1930 z maksimum w tej ostatniej dekadzie (19,9%).

W okresie 1881-2005 zauważalny był wzrost częstości występowania połączonych sytuacji zarówno Ca i Ka, jak i Cc i Bc z wyjątkiem dekady 1971-1980, podczas której nastąpił spadek częstości omawianych sytuacji. Maksimum częstości sytuacji Ca i Ka wystąpiło w dekadzie 1951-1960 (23,2%), natomiast Cc i Bc w ostatnich dekadach badanego okresu, a szczególnie w dekadzie 1981-1990 (17,1%) oraz w okresie 2001-2005 (19,0%).

Sytuacje antycyklonalne i cyklonalne charakteryzowały się podobną częstością występowania, jednak w dekadach 1891-1900-1931-1940 widoczna była wyraźniejsza przewaga sytuacji cyklonalnych nad antycyklonalnymi (maksimum w dekadzie 1901-1910).

Trendy zmian częstości występowania sytuacji synoptycznych

Zimą przeważały trendy spadkowe nieistotne statystycznie. Istotny statystycznie trend spadkowy charakteryzował sytuacje antycyklonalne z sektora wschodniego (-0,30 dnia/10 lat). Znaczący istotny statystycznie trend wzrostowy zaznaczył się dla połączonych sytuacji Cc i Bc (0,40 dnia/10 lat). Zaobserwowano ponadto znaczący istotny statystycznie trend spadkowy częstości występowania wszystkich sytuacji antycyklonalnych (-0,66 dnia/10 lat) i istotny statystycznie trend wzrostowy sytuacji cyklonalnych (0,60 dnia/10 lat) – tabela 6. Wskazuje to na istotną tendencję do zmiany charakteru zim na bardziej oceaniczny.

Wiosną istotne statystycznie trendy spadkowe (-0,17 dnia/10 lat) charakteryzowały sytuacje cyklonalne z sektora wschodniego i sytuacje cyklonalne z sektora południowego (-0,10 dnia/10 lat), przy jednoczesnym istotnym statystycznie trendzie wzrostowym (0,10 dnia/10 lat) sytuacji antycyklonalnej z sektora południowego.

Połączone sytuacje Ca i Ka (0,21 dnia/10 lat) oraz Cc i Bc (0,20 dnia/10 lat) cechowały istotne statystycznie silne trendy wzrostowe. Odwrotnie niż było to podczas zimy, wiosną obserwowany był wzrost częstości występowania sytuacji antycyklonalnych (istotny statystycznie trend 0,53 dnia/10 lat) i również istotny statystycznie trend spadkowy sytuacji cyklonalnych (-0,53 dnia/10 lat).

Tabela 6. Sezonowe i roczne trendy zmian (dni/10 lat) częstości bezwzględnej występowania typów sytuacji synoptycznych z poszczególnych sektorów w regionie Bydgosko-Toruńskim w latach 1881-2005

Table 6. Seasonal and annual trends (days/10 years) of absolute frequency of occurrence of synoptic situations in the Bydgosko-Toruński Region in the period 1881-2005

| Typ cyrkulacji Type of circulation | XII-II | III-V | VI-VIII | IX-XI | I-XII |
|---------------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | DJF | MAM | JJA | SON | Year |
| NaS | -0,03 | -0,01 | 0,05 | -0,06 | -0,01 |
| NcS | -0,01 | -0,05 | -0,25* | -0,01 | -0,31* |
| EaS | -0,30* | -0,06 | 0,01 | -0,25* | -0,61* |
| EcS | -0,03 | -0,17* | -0,90* | -0,07* | -0,37* |
| SaS | 0,03 | 0,10* | 0,00 | 0,14* | 0,25* |
| ScS | -0,03 | -0,10* | 0,00 | -0,01 | -0,18 |
| WaS | -0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,08 | 0,10 |
| WcS | 0,06 | -0,13 | -0,19* | -0,11 | -0,37* |
| Ca,Ka | 0,02 | 0,21* | 0,44* | 0,08 | 0,74* |
| Cc,Bc | 0,40* | 0,20* | 0,07 | 0,20* | 0,80* |
| A | -0,66* | 0,53* | 1,06* | -0,05 | 0,86 |
| C | 0,60* | -0,53* | -0,93* | 0,00 | -0,86 |

Objaśnienia: * trendy istotne statystycznie na poziomie 0,05 – Explanations: * trends statistically significant at the level of 0.05.

Latem silny istotny statystycznie trend spadkowy (-0,90 dnia/10 lat) charakterystyczny był dla sytuacji cyklonalnej z sektora wschodniego. Słabsze istotne trendy spadkowe (-0,25 dnia/10 lat i -0,19 dnia/10 lat) obserwowano dla sytuacji cyklonalnych z sektora północnego i zachodniego. Silny wzrost częstości połączonych sytuacji Ca i Ka przejawiał się w wystąpieniu istotnego trendu wzrostowego wynoszącego 0,44 dnia/10 lat. Podobnie jak wiosną silnym istotnym trendem wzrostowym charakteryzowały się sytuacje antycyklonalne (1,06 dnia/10 lat), przy jednoczesnym silnym istotnym trendzie spadkowym sytuacji cyklonalnych (-0,93 dnia/10 lat).

Jesienią trendy uległy osłabieniu. Najsilniejszy istotny trend spadkowy dotyczył wschodniej cyrkulacji strefowej (EaS, -0,25 dnia/10 lat; EcS, -0,07 dnia/10 lat). Wzrostowe istotne trendy dotyczyły sytuacji antycyklonalnych z sektora południowego (0,14 dnia/10 lat) oraz połączonych sytuacji Cc i Bc (0,20 dnia/10 lat) – tabela 6. Jesienią nie występowały istotne statystycznie trendy sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych.

W ciągu roku wschodnia cyrkulacja strefowa charakteryzowała się istotnym trendem spadkowym częstości występowania (EaS, -0,61 dnia/10 lat; EcS, -0,37

dnia/10 lat) – tab. 6. Istotne trendy spadkowe objęły również sytuacje cyklonalne z sektora WcS (-0,37 dnia/10 lat) i NcS (-0,31 dnia/10 lat). Silne istotne wzrostowe trendy zaobserwowano dla sytuacji Cc i Bc (0,80 dnia/10 lat) oraz Ca i Ka (0,74 dnia/10 lat) – tabela 6.

Porównanie częstości występowania typów sytuacji synoptycznych w poszczególnych sektorach w badanym regionie i nad południową Polską

Różnice średnich wartości rocznych i sezonowych częstości występowania typów sytuacji synoptycznych pomiędzy regionem Bydgosko-Toruńskim i południową Polską zależne były od typu sytuacji i okresu porównawczego.

Największe różnice średnich rocznych częstości występowania (6,5%) pomiędzy porównywanymi obszarami odnotowano dla sytuacji antycyklonalnych z sektora zachodniego. Ponadto charakterystyczna była większa częstość sytuacji antycyklonalnych (NaS, EaS, SaS, WaS) i cyklonalnych (EcS) w obszarze południowej Polski. W regionie Bydgosko-Toruńskim częściej natomiast obserwowano połączone sytuacje Ca i Ka (o 4,2%), Cc i Bc (o 4,0%), cyklonalne z sektora północnego (o 2,2%) i z sektora zachodniego (o 1,7%) – tabela 7.

Zimą nadal największa różnica w częstości sytuacji synoptycznych pomiędzy analizowanymi obszarami utrzymywała się dla sytuacji antycyklonalnych z sektora zachodniego, które nadal dużo częściej (o 8,7%) pojawiały się w obszarze południowej Polski. Jednocześnie sytuacje cyklonalne z tego samego sektora częściej (o 4,1%) występowały w regionie Bydgosko-Toruńskim w którym to jednocześnie niewielkiemu wzmocnieniu uległy sytuacje cyklonalne z sektora południowego. Częstości pozostałych sytuacji w obu obszarach były do siebie zbliżone.

Wiosną różnice częstości sytuacji synoptycznych pomiędzy badanymi regionami były najmniejsze. Charakterystyczna była niewielka przewaga częstości pojawiania się sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z następujących sektorów: NaS, EaS, EcS, SaS, WaS (największa dla sytuacji WaS wynosząca 3,6%) w obszarze Pls. Połączone sytuacje Ca i Ka, a także Cc i Bc oraz cyklonalne z sektora północnego (NcS) charakteryzowały się przewagą ich występowania w regionie Bydgosko-Toruńskim (największa (5,3%) dla sytuacji Cc i Bc).

Latem omawiane różnice osiągnęły największe wartości, szczególnie widoczne dla połączonych sytuacji Ca i Ka (występujących o 8,9% częściej w regionie Bydgosko-Toruńskim). Ponadto znacznie częściej pojawiały się sytuacje Cc i Bc (o 5,1%) w regionie Bydgosko-Toruńskim i sytuacje antycyklonalne z sektora zachodniego (o 5,5%) w obszarze południowej Polski. Większość analizowanych sytuacji nieco częściej występowała w obszarze południowej Polski niż w regionie Bydgosko-Toruńskim.

Tabela 7. Różnice średnich sezonowych i rocznych częstości występowania typów sytuacji synoptycznych (%) (wg sektorów) między regionem Bydgosko-Toruńskim i południową Polską w latach 1881-2005

Table 7. Differences of seasonal and annual relative frequencies of occurrence of synoptic situations (%) (in sectors) between the Bydgosko-Toruński Region and southern Poland in the period 1881-2005

| Typ cyrkulacji Type of circulation | XII-II | III-V | VI-VIII | IX-XI | I-XII |
|---------------------------------------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | DJF | MAM | JJA | SON | Year |
| NaS | -1,2 | -0,6* | -1,9 | -0,5* | -1,1 |
| EaS | -1,8 | -2,0 | -2,8 | -1,0* | -1,9 |
| SaS | -0,3* | -2,1 | -2,5 | -1,8 | -1,7 |
| WaS | -8,7 | -3,6 | -5,5 | -8,1 | -6,5 |
| NcS | 2,2 | 1,1 | 2,4 | 3,2 | 2,2 |
| EcS | -0,6* | -1,6 | -1,0 | -1,2 | -1,1 |
| ScS | 2,8 | -1,2 | -2,0 | 0,7* | 0,1* |
| WcS | 4,1 | -0,1* | -0,6* | 3,5 | 1,7 |
| Ca, Ka | 0,3* | 4,7 | 8,9 | 3,0 | 4,2 |
| Cc, Bc | 3,2 | 5,3 | 5,1 | 2,3 | 4,0 |
| A | -11,8 | -3,6 | -3,8 | -8,4 | -6,9 |
| C | 11,8 | 3,6 | 3,8 | 8,4 | 6,9 |

Objaśnienia: * wartości istotne statystycznie na poziomie 0,05; częstości względne typów w południowej Polsce odjęto od częstości względnych w regionie Bydgosko-Toruńskim.

Explanations: * trends statistically significant at the level of 0.05; type frequencies for southern Poland were subtracted from type frequencies for Bydgosko-Toruński Region.

Jesienią różnice te uległy zmniejszeniu głównie dla połączonych sytuacji Ca i Ka, które nadal nieco częściej (o 3,0%) występowały w regionie Bydgosko-Toruńskim. Zwiększyła się różnica częstości sytuacji antycyklonalnych z sektora zachodniego, które częściej (o 8,1%) występowały w obszarze południowej Polski, przy jednoczesnej niewielkiej przewadze częstości sytuacji cyklonalnych w regionie Bydgosko-Toruńskim. Sytuacje cyklonalne z sektora południowego jesienią, odwrotnie niż to było latem, nieco częściej (o 0,7%) pojawiały się w regionie Bydgosko-Toruńskim. Wartość różnic częstości pozostałych sytuacji była podobna do wartości okresu letniego.

Przedstawione w tabeli 7 średnie sezonowe i roczne różnice częstości względnych występowania typów sytuacji synoptycznych (wg sektorów) w regionie

Bydgosko-Toruńskim i w południowej Polsce są w większości nieistotne statystycznie. Wyjątek podczas zimy stanowiły różnice częstości sytuacji antycyklonalnych z sektora południowego i sytuacji cyklonalnych z sektora wschodniego oraz połączonych sytuacji Ca i Ka. Wiosną istotne statystycznie różnice charakterystyczne były dla sytuacji antycyklonalnych z sektora północnego oraz sytuacji cyklonalnych z sektora zachodniego. Latem istotna statystycznie różnica wystąpiła tylko podczas sytuacji cyklonalnych z sektora zachodniego. Jesienią istotne statystycznie różnice stwierdzono dla sytuacji antycyklonalnych z sektora północnego i wschodniego, a także sytuacji cyklonalnych z sektora południowego. Te ostatnie były także istotne statystycznie dla wartości rocznych.

WNIOSKI

1. W latach 1881-2005 w regionie Bydgosko-Toruńskim najczęściej pojawiały się sytuacje Ka (15,7%), Wc (12,2%) i Bc (11,8%). Zimą uległa wzmocnieniu zachodnia cyrkulacja strefowa reprezentowana m. in. przez sytuacje Wc (16,1%), SWc (7,7%) i Wa (6,5%). Wiosną wzrosła częstość sytuacji Bc (15,1%) i Ka (14,7%). Latem sytuacja Ka osiągnęła swoją maksymalną częstość 23,5%, po czym jesienią nastąpiło jej silne osłabienie do 14,7%.

2. W przebiegu rocznym najczęściej sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora północnego (NaS i NcS) były notowane w okresie letnim, natomiast sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora południowego (SaS, ScS) miały swoje maksimum częstości w okresie zimowym. Sytuacje antycyklonalne i cyklonalne z sektora wschodniego (EaS i EcS) najrzadziej występowały latem. Wyraźnym minimum w maju charakteryzował się przebieg roczny sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora zachodniego (WaS i WcS), natomiast największe ich wartości występowały zimą. Maksimum częstości sytuacji połączonych Ca i Ka przypadło na sierpień a sytuacji Cc i Bc w maju.

3. Przebieg wieloletni rocznej częstości sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora północnego ukazał najwyższe ich wartości na początku XX wieku. Sytuacje antycyklonalne charakteryzowały się trzema nieznacznymi maksimumami częstości występowania w okresach 1910-1915; 1930-1948; 1975-1977. Wyraźny wzrost częstości sytuacji antycyklonalnych z sektora południowego wystąpił w okresie 1970-1990. Natomiast sytuacje cyklonalne z tego sektora charakteryzowały się dwoma maksimumami w okresach: 1925-1938 i 1950-2005. Największa częstość sytuacji antycyklonalnych i cyklonalnych z sektora wschodniego wystąpiła przed rokiem 1950. Po roku 1980 obserwowano wyraźny spadek ich częstości. Sytuacje antycyklonalne z sektora zachodniego osiągnęły swoje maksimum częstości w latach 1971-1973, tuż po wyraźnym minimum w okresie 1950-1965. Z największą częstością sytuacje cyklonalne w tym sektorze pojawia-

ły się na początku XX wieku. Maksimum częstości sytuacji połączonych Ca i Ka wystąpiło w okresie 1946-1964 i pod koniec badanego okresu.

4. Zimą przeważały nieistotne statystycznie spadkowe trendy, największe ($-0,30$ dnia/10 lat) dla sytuacji antycyklonalnych z sektora wschodniego. Silnie zmniejszał się udział sytuacji antycyklonalnych ($-0,60$ dnia/10 lat) na rzecz sytuacji cyklonalnych ($0,60$ dnia/10 lat). Wiosną najsilniejsze istotne statystycznie trendy objęły połączone sytuacje Ca i Ka ($0,21$ dnia/10 lat) oraz Cc i Bc ($0,20$ dnia/10 lat). Istotnie wzrastał również udział wszystkich sytuacji antycyklonalnych ($0,53$ dnia/10 lat), a spadał sytuacji cyklonalnych ($-0,53$ dnia/10 lat). Latem silnie obniżała się częstość sytuacji cyklonalnych z sektora wschodniego ($-0,90$ dnia/10 lat) przy jednoczesnym istotnym wzroście udziału sytuacji połączonych Ca i Ka ($0,44$ dnia/10 lat). Podobny silny istotny trend charakteryzował sytuacje antycyklonalne ($1,06$ dnia/10 lat) przy jednoczesnym istotnym spadku częstości sytuacji cyklonalnych ($-0,93$ dnia/10 lat).

5. Największe różnice średnich rocznych częstości występowania sytuacji synoptycznych pomiędzy regionem Bydgosko-Toruńskim i południową Polską ($6,5\%$) charakterystyczne były dla sytuacji antycyklonalnych z sektora zachodniego. Istotne statystycznie były różnice sytuacji cyklonalnych z sektora południowego.

Podziękowanie

Prof. Tadeuszowi Niedźwiedziowi serdecznie dziękujemy za udostępnienie katalogu sytuacji synoptycznych dla Polski Południowej.

PIŚMIENNICTWO

- Gregory S., 1976. Metody statystyki w geografii, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 163-169.
- Kaszewski B. M., 1992. Typy cyrkulacji a typy pogody w Polsce, Rozpr. hab., XLII, UMCS, Wyd. BiNoZ, Lublin.
- Lityński J., 1969. Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski, Pr. PIHM, 97, 3-14.
- Niedźwiedź T., 1981. Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na zróżnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły. Rozprawy habilitacyjne, UJ, Kraków.
- Nowosad M. 2004. Sezony cyrkulacyjne nad Polską 1951-1990, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, vol. 5, section B.
- Osuchowska-Klein B., 1973. Analiza rocznych przebiegów częstości występowania w Polsce makrotypów cyrkulacji atmosferycznej, Prz. Geofiz., XVIII (XXVI), 3-4, 223-242.
- Osuchowska-Klein B., 1978. Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Osuchowska-Klein B., 1992. Związek między temperaturą a cyrkulacją atmosferyczną, Materiały badawcze IMGW, s. Meteorologia 17, 156.
- Pianko-Kluczyńska K., 2007. Nowy kalendarz typów cyrkulacji atmosfery według Lityńskiego. Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, 4, 65-85.

Ustrnul Z., 1997. Zmienność cyrkulacji atmosfery na półkuli północnej w XX wieku, Materiały Badawcze IMGW, seria Meteorologia, 27.

Woś A., 1999. Klimat Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

ATMOSPHERIC CIRCULATION VARIABILITY IN THE BYDGOSKO-TORUŃSKI REGION IN THE PERIOD 1881-2005

Rajmund Przybylak, Rafał Maszewski

Department of Climatology, Institute of Geography, Nicolaus Copernicus University
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: rp11@umk.pl

Abstract. The article presents the results of research on atmospheric circulation changes in the Bydgosko-Toruński Region (RB-T) in the 1881-2005 time period. For this purpose, the catalogue of daily synoptic situations for the above Region (twenty one synoptic situations) published by the German Weather Service was used. Daily synoptic maps for the sea level were used to make the catalogue. During the period under study a statistically significant increase in the frequency of cyclonic situations (0.60 day/10 years) in the cold season and a decrease in the other seasons were observed. In a one-year-time the statistically insignificant decreases of the frequency were observed (−0.86 day/10years). Both the increase in the frequency of cyclonic situations during the cold season and of anticyclonic in the warm season cause, to a great extent, climate warming in Poland. The analysis of the frequency of particular types of circulation has shown statistically significant increase in the frequency of non-advective types (0.70÷0.80 day/10 years) and decrease in the types from the eastern sector (−0.40÷0.60 day/10 years) and, to a lesser extent, from the northern sector (0.00÷−0.30/10 years).

Key words: atmospheric circulation, types of circulation, Poland, long-term variability