

Mirosław Więclaw, Roczna i wieloletnia zmienność częstości występowania mas powietrza w Bydgoszczy. Annual and long-term variability of frequency of air masses in Bydgoszcz. JOURNAL OF HEALTH SCIENCES. 2013;3(14):40-51. ISSN 1429-9623 / 2300-665X.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1107. (17.12.2013).

© The Author (s) 2013;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

**Conflict of interest: None declared. Received: 16.10.2013. Revised: 14.11.2013. Accepted: 19.12.2013.**

*Oryginalny tekst stanowi rozdział w monografii „Środowisko przyrodnicze w badaniach geografii fizycznej”, Promotio Geographica Bydgosiensia, t. 4, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2009, s. 105-118, ISBN 978-83-7096-694-2*

## **ROCZNA I WIELOLETNIA ZMIENNOŚĆ CZĘSTOŚCI WYSTĘPOWANIA MAS POWIETRZA W BYDGOSZCZY**

Annual and long-term variability of frequency of air masses in Bydgoszcz

**Mirosław Więclaw**

Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

**Zarys treści.** W pierwszej części pracy określono charakterystyczne cechy rocznego przebiegu częstości występowania poszczególnych rodzajów mas powietrza w Bydgoszczy. Dzięki uwzględnieniu podziału roku na pentady udało się dokładnie określić roczne ekstrema frekwencji różnych mas powietrza. Zachodzące współcześnie zmiany wielu elementów klimatu każą zastanowić się również nad wieloletnią zmiennością frekwencji mas powietrza, co jest przedmiotem drugiej części artykułu. Wymienione zagadnienia opracowano w oparciu o analizę dolnych map synoptycznych Europy z godziny 00 UTC z okresu lat 1971-2005.

**Słowa kluczowe:** masy powietrza, zmienność roczna, zmienność wieloletnia, Bydgoszcz.

### **Wprowadzenie**

Literatura poświęcona rocznej zmienności częstości występowania mas powietrza w Polsce jest stosunkowo bogata. Do najważniejszych prac można zliczyć między innymi prace J. Bołaszewskiej i F. Reutt (1962), T. Niedźwiedzia (1968, 2000b), W. Warakomskiego (1969), E. Michny i S. Paczosa (1986), L. Bucherta (1994) i M. Więclawa (2004). Opracowania te dotyczą różnych rejonów Polski lub całego kraju. Brakuje jednak opracowań sporządzonych dla Bydgoszczy lub okolic.

Rzadko w literaturze poruszano z kolei problem wieloletniej zmienności częstości występowania mas powietrza w Polsce. Do takich opracowań można zaliczyć jedynie publikacje T. Niedźwiedzia (2000a, 2000c, 2003), które poświęcone są Polsce południowej i obejmują okres drugiej połowy XX wieku.

### **Metoda opracowania**

Badaniami objęto okres trzydziestopięcioletni, tj. lata 1971-2005. Częstość występowania mas powietrza obliczono na podstawie analizy codziennych map synoptycznych Europy z godziny 00 UTC. Wykorzystano mapy synoptyczne zamieszczone w *Biuletynie Synoptycznym* i *Codziennym Biuletynie Meteorologicznym*, publikowanych przez

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (1971-1979, 1980-2005). Przeanalizowano łącznie prawie 13 tys. map synoptycznych. Zastosowano geograficzną klasyfikację mas powietrza, uwzględniając podział na:

- powietrze arktyczne (PA),
- powietrze polarne morskie świeże (PPm),
- powietrze polarne morskie ciepłe (PPmc),
- powietrze polarne morskie stare (PPms),
- powietrze polarne kontynentalne (PPk),
- powietrze zwrotnikowe (PZ).

W celu analizy rocznej zmienności frekwencji mas powietrza obliczono średnią częstość występowania mas powietrza w kolejnych pentadach roku. Wykreślone krzywe, przedstawiające roczny przebieg częstości występowania, wyrównano za pomocą średnich ruchomych (konsekwentnych) 5-cio okresowych.

Zmiany wieloletnie częstości adwekcji poszczególnych rodzajów mas powietrza badano również przy zastosowaniu średnich ruchomych, wykreślono także linie trendu. Wieloletnią zmienność analizowano w oparciu o dane roczne, nie oceniano zmienności charakterystycznej dla poszczególnych pór roku.

### Roczny przebieg częstości występowania poszczególnych rodzajów mas powietrza

Spośród wszystkich mas powietrza w Bydgoszczy wyraźnie dominują masy powietrza polarnego morskiego (PPm, PPmc, PPms), których średnia roczna frekwencja wynosi łącznie 65% (tab. 1). Stosunkowo często napływa również powietrze arktyczne (20,1%). Najrzadziej można zaobserwować masy powietrza zwrotnikowego, które w Bydgoszczy stanowią zaledwie 2,5%.

Tabela 1. Średnia roczna częstość występowania poszczególnych rodzajów mas powietrza w Bydgoszczy w okresie lat 1971-2005 w procentach

|   |       |
|---|-------|
| Powietrze arktyczne (PA)                | 20,1  |
| Powietrze polarne morskie świeże (PPm)  | 25,8  |
| Powietrze polarne morskie ciepłe (PPmc) | 12,0  |
| Powietrze polarne morskie stare (PPms)  | 27,3  |
| Powietrze polarne kontynentalne (PPk)   | 10,8  |
| Powietrze zwrotnikowe (PZ)              | 2,5   |
| Nieokreślone masy powietrza             | 1,5   |
| Suma                                    | 100,0 |

Dla rocznego przebiegu częstości występowania powietrza arktycznego (ryc. 1) charakterystyczne jest wiosenne maksimum. W kwietniu, w 21. i 22. pentadzie roku, frekwencja PA wynosi prawie 40%. Bardzo rzadko ta masa powietrza napływa w lecie, zwłaszcza na przełomie lipca i sierpnia. W 43. pentadzie roku, w przyjętym okresie badań, nie zaobserwowano żadnego przypadku adwekcji powietrza arktycznego.

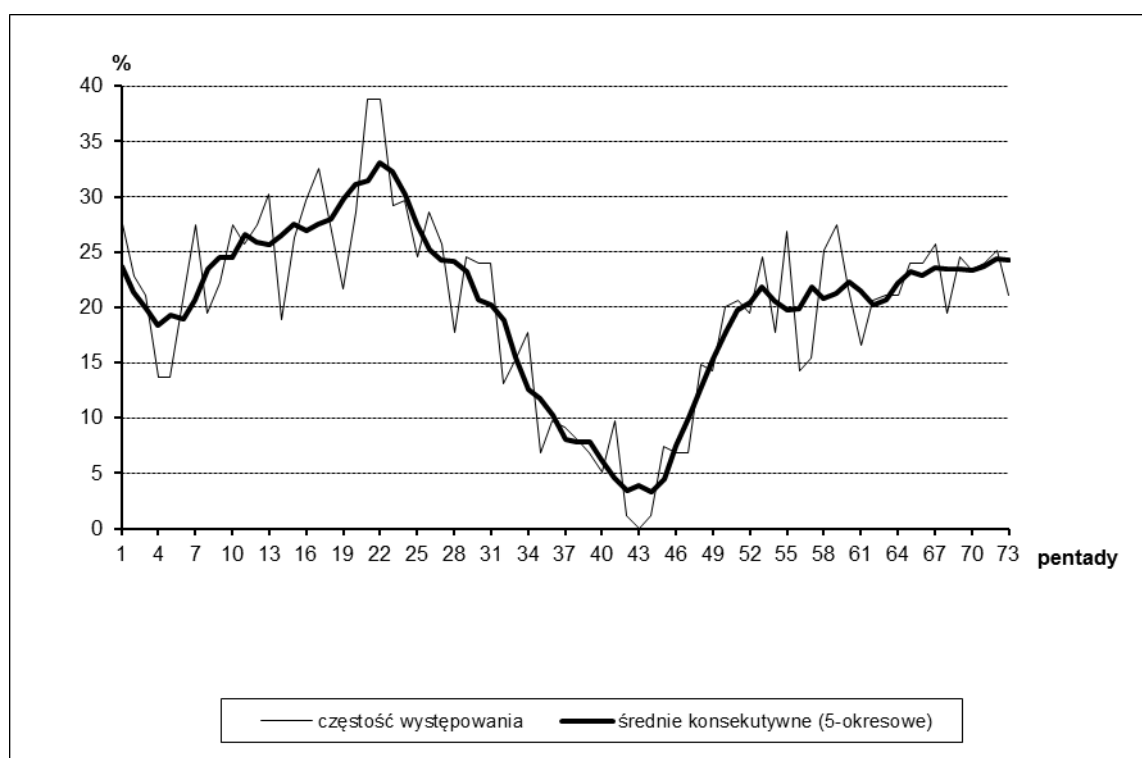
Na rycinie 2 przedstawiono roczny przebieg frekwencji mas powietrza polarnego morskiego (suma PPm, PPmc i PPms). Jak widać, te masy powietrza często napływają od połowy czerwca do końca sierpnia, kiedy ich udział przekracza 70%, a pomiędzy 35. a 46.

pentadą wynosi około 80%. Stosunkowo rzadko powietrze polarne morskie notowane jest w pierwszej połowie marca i drugiej połowie kwietnia, kiedy częstość adwekcji spada poniżej 50%.

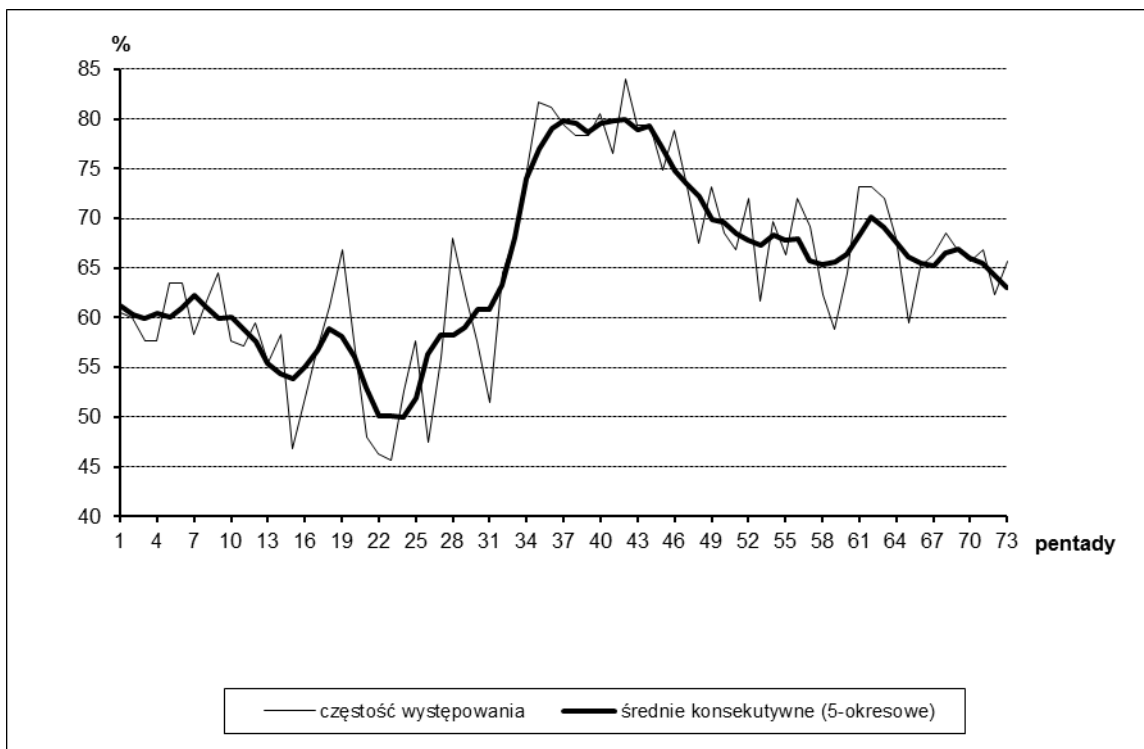
Roczną zmienność występowania poszczególnych odmian powietrza polarnego morskiego pokazano na rycinie 3, 4 i 5. Roczny przebieg frekwencji powietrza polarnego morskiego świeżego oraz starego jest zbliżony i wykazuje maksimum w lecie, a minimum na wiosnę. Zwykle nieco częściej notowane jest przetransformowane powietrze polarne morskie stare. Z kolei powietrze polarne morskie ciepłe notowane jest znacznie rzadziej niż pozostałe odmiany powietrza polarnego morskiego, inaczej wygląda również krzywa przedstawiająca roczną zmienność frekwencji. Dla tej masy powietrza charakterystyczny jest wzrost częstości od września do połowy lutego, a minimum przypada na sezon letni.

Częstość występowania powietrza polarnego kontynentalnego zmienia się w ciągu roku wyraźnie (ryc. 6). Największe wartości frekwencji są charakterystyczne dla 4. i 5., a także 14. i 15. pentady roku (połowa stycznia i początek marca), kiedy częstość adwekcji wzrasta powyżej 20%. Małe wartości częstości zaznaczają się w drugiej połowie czerwca i na przełomie września i października.

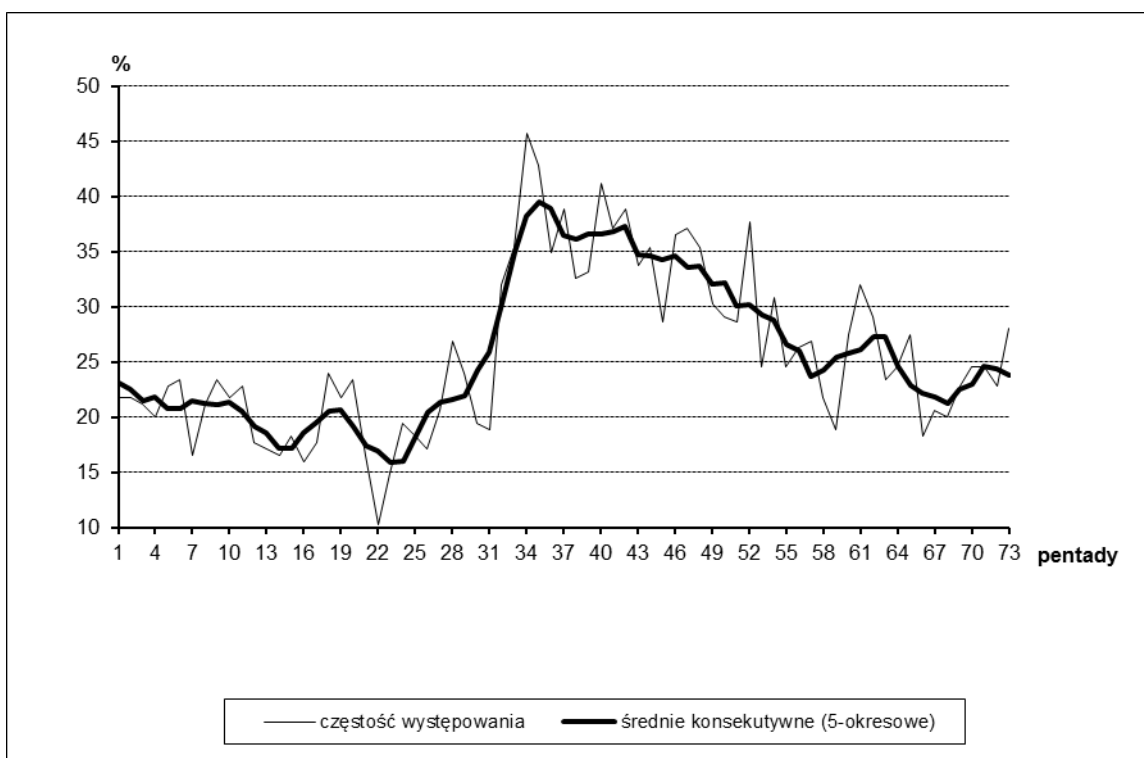
Powietrze zwrotnikowe pojawia się w Bydgoszczy sporadycznie. Szczególnie rzadko napływa od połowy listopada do połowy marca, gdy frekwencja tego rodzaju powietrza jest mniejsza od 1% (ryc. 7). W pozostałym okresie roku częstość występowania powietrza zwrotnikowego jest nieco większa, zwłaszcza na przełomie lipca i sierpnia (43. i 44. pentada), a także w pierwszej połowie października (pomiędzy 56. a 58. pentadą), kiedy udział tej masy powietrza wzrasta do 7-9%.



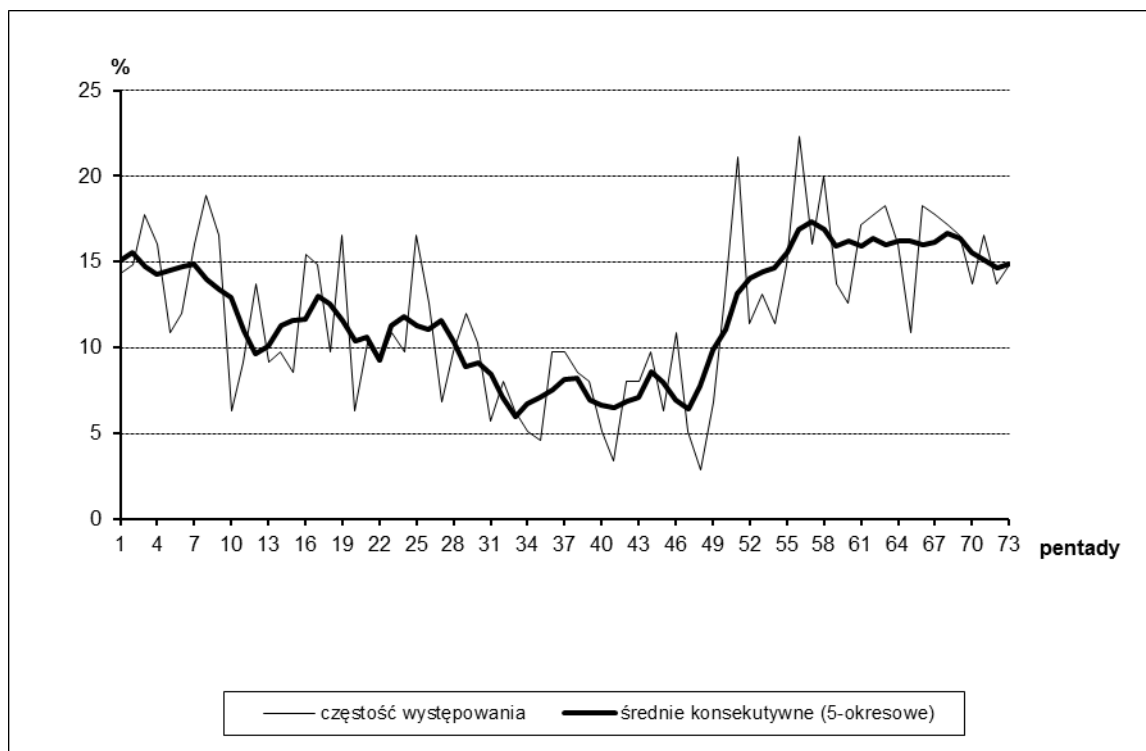
Ryc. 1. Roczny przebieg częstości występowania powietrza arktycznego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



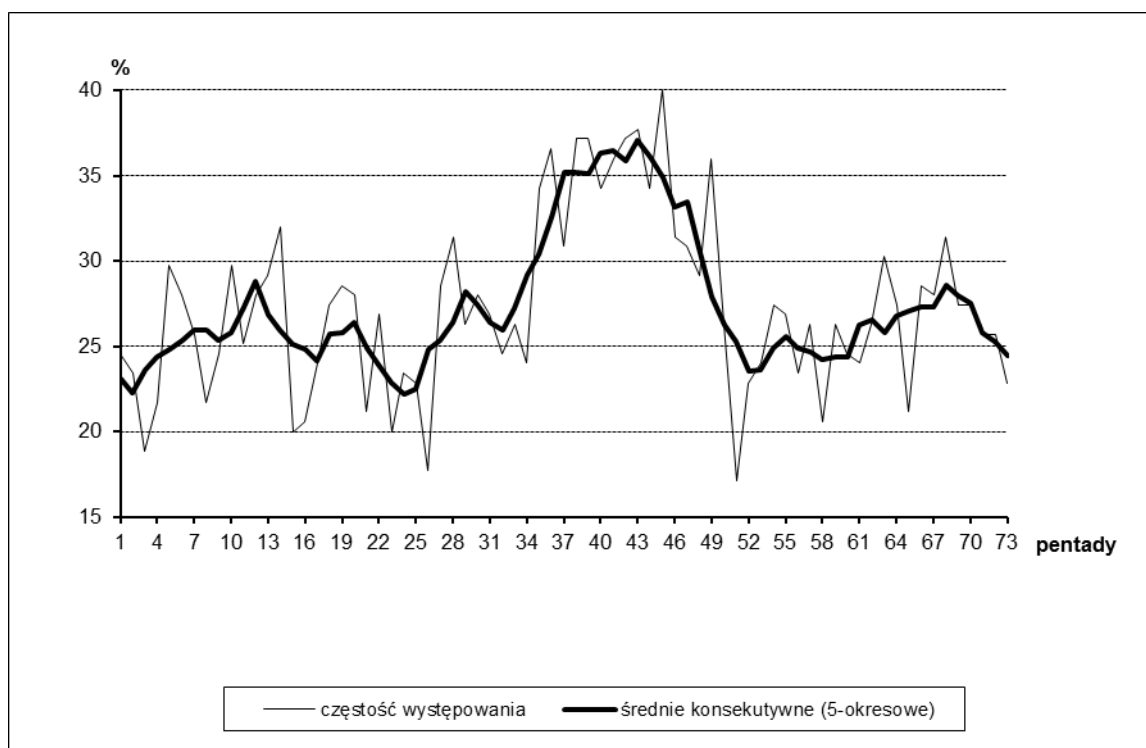
Ryc. 2. Roczny przebieg częstości występowania powietrza polarnego morskiego (PPm+PPmc+PPms) w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



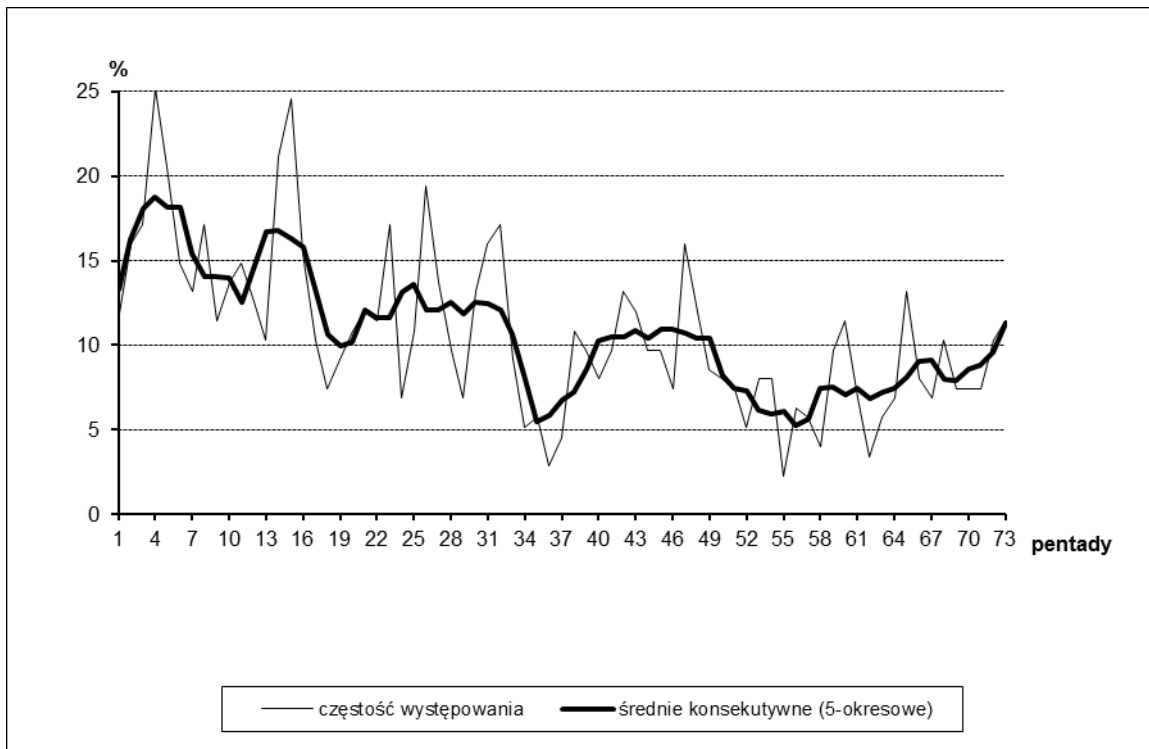
Ryc. 3. Roczny przebieg częstości występowania powietrza polarnego morskiego świeżego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



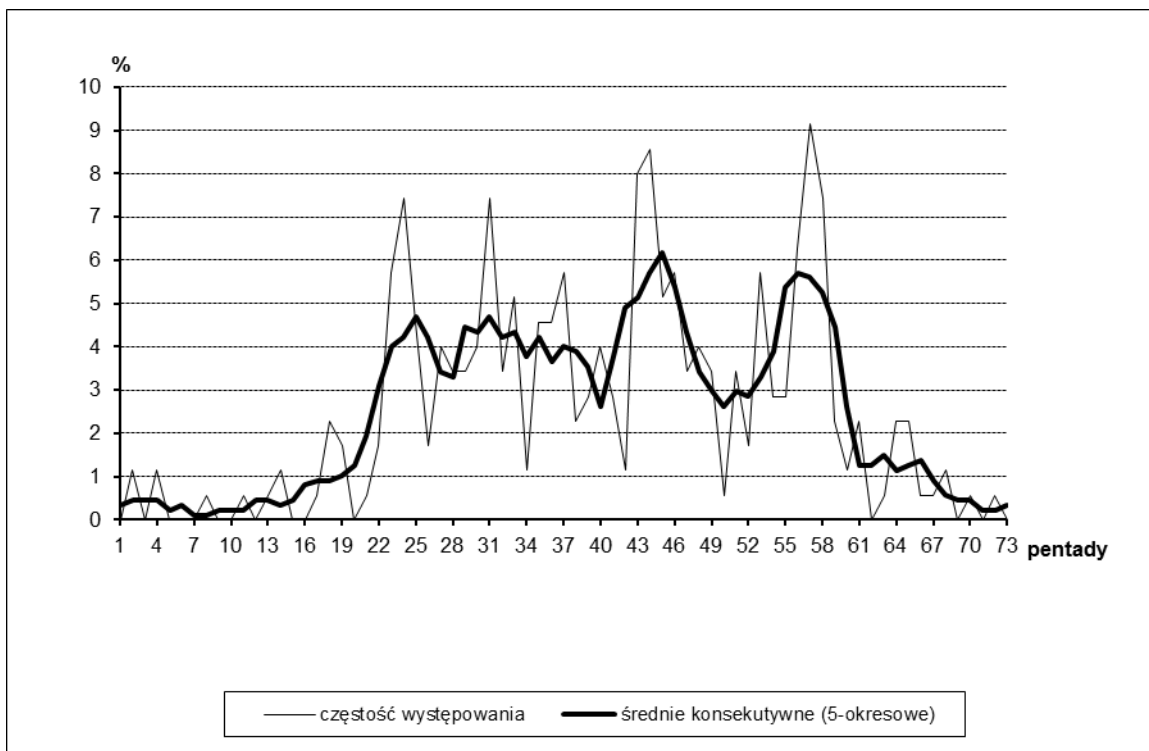
Ryc. 4. Roczny przebieg częstości występowania powietrza polarnego morskiego ciepłego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



Ryc. 5. Roczny przebieg częstości występowania powietrza polarnego morskiego starego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



Ryc. 6. Roczny przebieg częstości występowania powietrza polarnego kontynentalnego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.



Ryc. 7. Roczny przebieg częstości występowania powietrza zwrotnikowego w Bydgoszczy. Wartości średnie za lata 1971-2005.

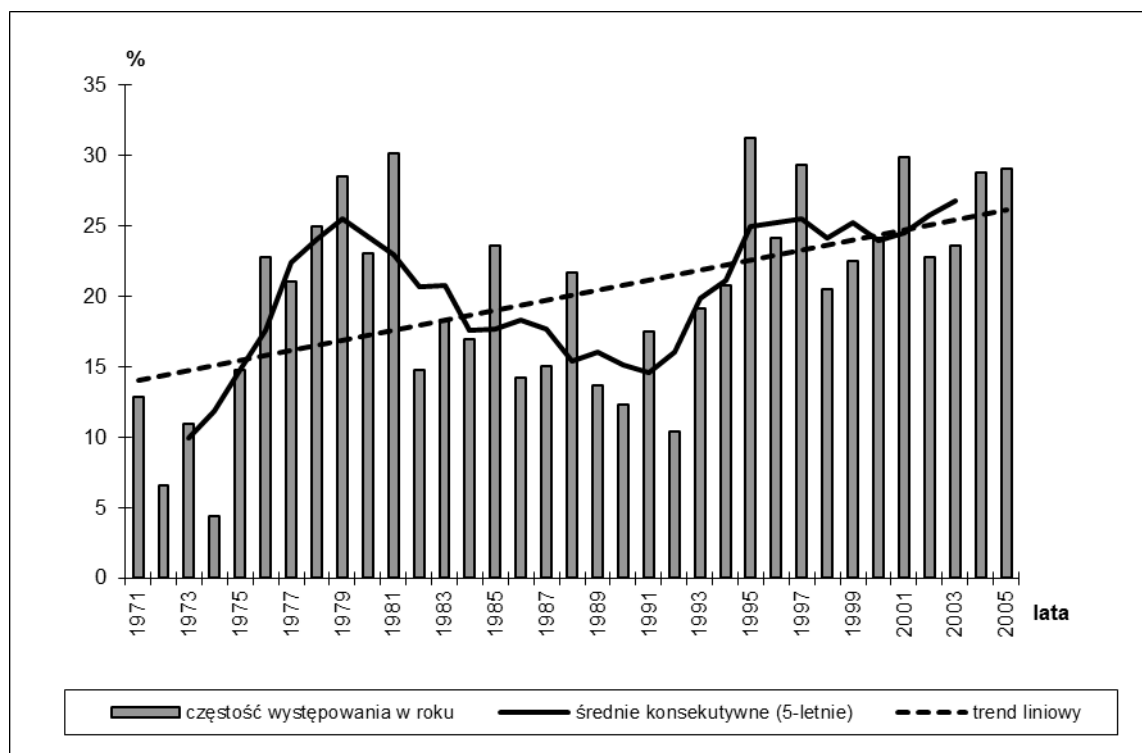
## Wieloletnia zmienność częstości występowania mas powietrza

Analiza wieloletniej zmienności frekwencji powietrza arktycznego w Bydgoszczy wskazuje na wyraźny trend rosnący (ryc. 8). Udział tej masy powietrza wzrósł od około 15% na początku lat siedemdziesiątych do 25% na przełomie XX i XXI wieku. Wyraźny wzrost częstości adwekcji tej masy powietrza zaznaczył się również na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych.

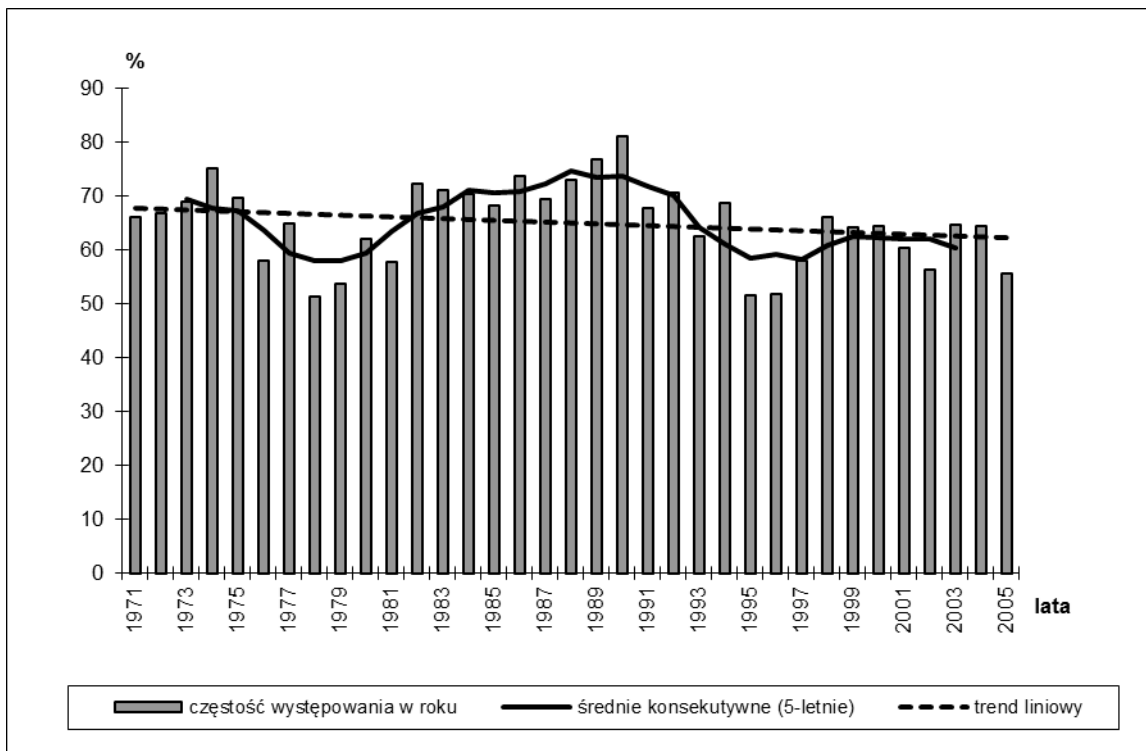
W przypadku wieloletniej zmienności częstości występowania powietrza polarnego morskiego (suma PPM, PPmc, PPms) w okresie lat 1971-2005 zaznacza się nieznaczny trend malejący (ryc. 9). Najmniejsze roczne wartości frekwencji są charakterystyczne dla drugiej połowy lat siedemdziesiątych i połowy lat dziewięćdziesiątych. Jeżeli rozpatrywać poszczególne odmiany powietrza polarnego morskiego osobno (ryc. 10, ryc. 11, ryc. 12), to wyraźny trend malejący jest charakterystyczny dla powietrza polarnego morskiego starego, natomiast powietrze polarne morskie ciepłe cechuje trend rosnący. Dla tej ostatniej masy powietrza charakterystyczne są duże fluktuacje od około 6% w roku 1972 do 21% w roku 1989.

Częstość adwekcji powietrza polarnego kontynentalnego w latach 1971-2005 uległa stosunkowo istotnym zmianom (ryc. 13). W tym okresie nastąpił spadek udziału tej masy powietrza z 14% na początku lat siedemdziesiątych do około 8% na początku XXI wieku. Podobnie jak PPmc, również powietrze polarne kontynentalne cechują duże fluktuacje od 4% w roku 1990 do 24% w roku 1972.

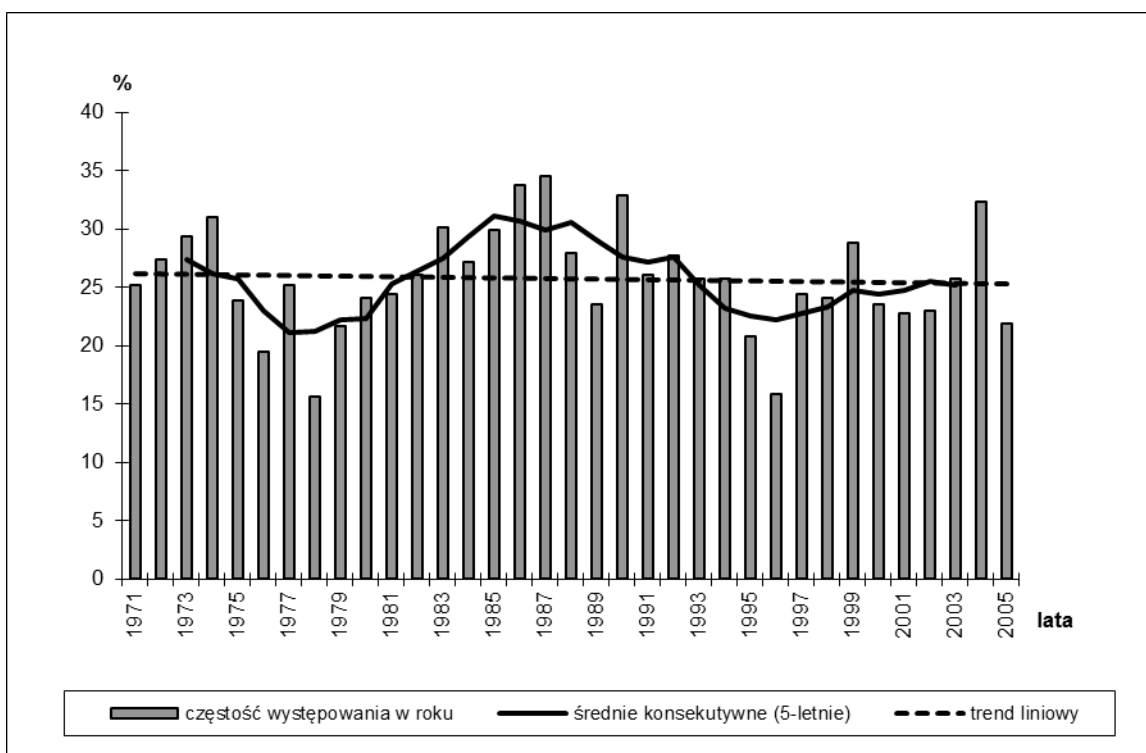
Odmienną tendencję zmian w przyjętym okresie badań można zaobserwować w przypadku powietrza zwrotnikowego. Niskie wartości frekwencji, rzędu jednego procenta, występowały na początku lat siedemdziesiątych. W latach dziewięćdziesiątych i pierwszych latach XXI wieku częstość napływu PZ wzrosła do około 4%, a w niektórych latach nawet do 6-7%. Warto zauważyć, że w latach sześćdziesiątych, nie uwzględnionych w tym opracowaniu, w Polsce południowej notowano jeszcze większe wartości frekwencji powietrza zwrotnikowego (Niedźwiedź 2003).



Ryc. 8. Zmiany częstości występowania powietrza arktycznego w Bydgoszczy w latach 1971-2005.

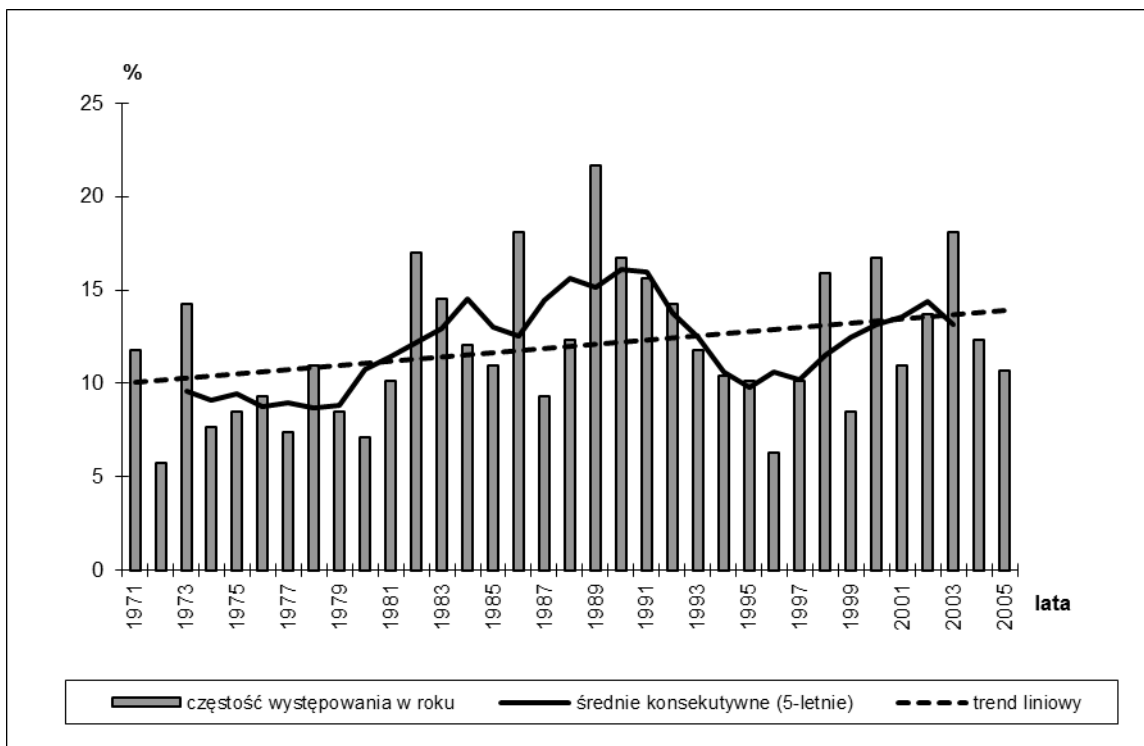


Ryc. 9. Zmiany częstości występowania powietrza polarnego morskiego (PPm+PPmc+PPms) w Bydgoszczy w latach 1971-2005.

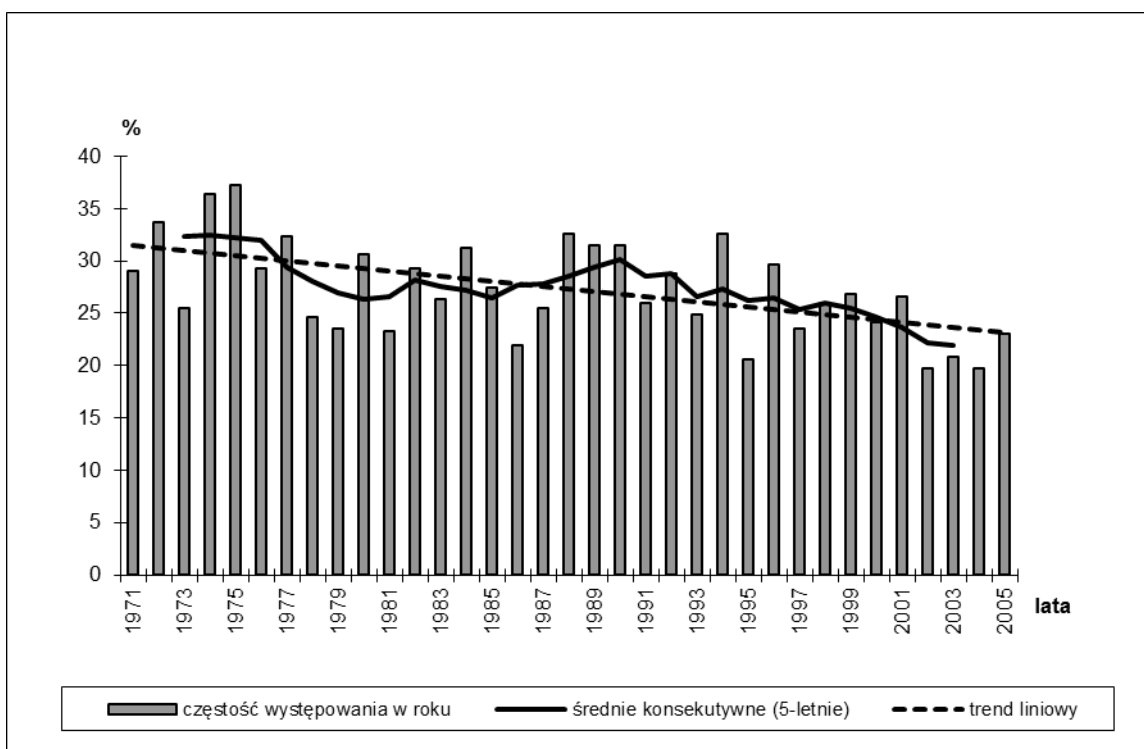


Ryc. 10. Zmiany częstości występowania powietrza polarnego morskiego świeżego w Bydgoszczy w latach 1971-2005.

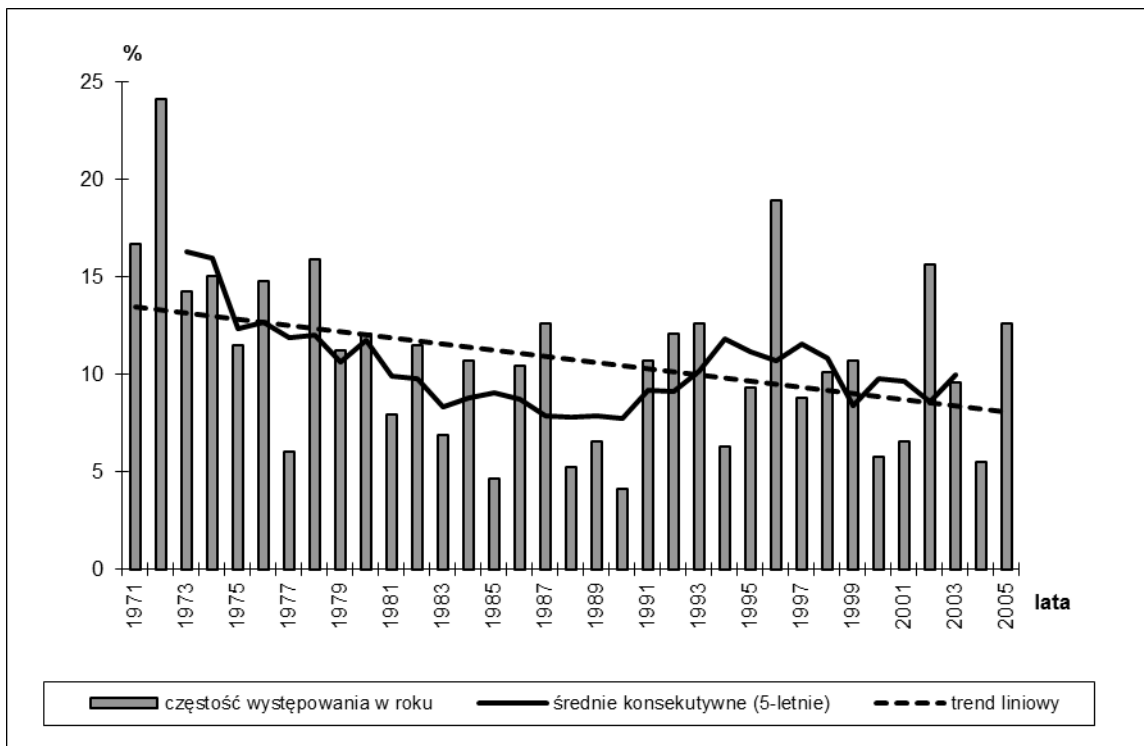




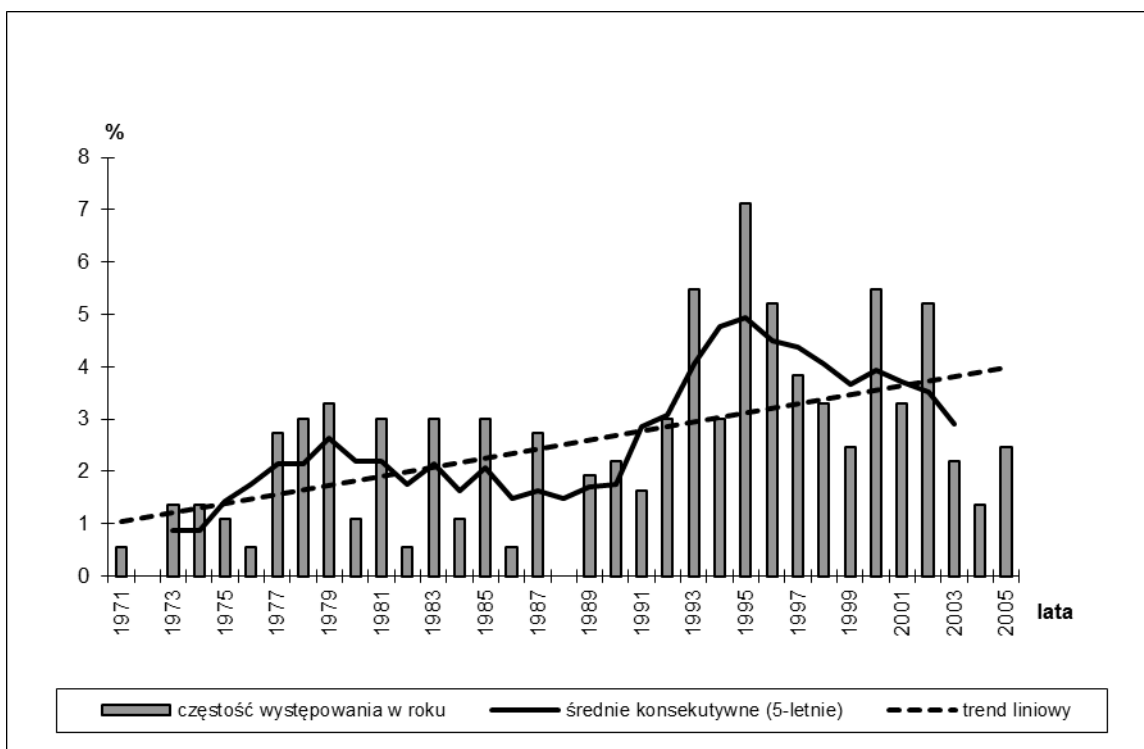
Ryc. 11. Zmiany częstości występowania powietrza polarnego morskiego ciepłego w Bydgoszczy w latach 1971-2005



Ryc. 12. Zmiany częstości występowania powietrza polarnego morskiego starego w Bydgoszczy w latach 1971-2005.



Ryc. 13. Zmiany częstości występowania powietrza polarnego kontynentalnego w Bydgoszczy w latach 1971-2005.



Ryc. 14. Zmiany częstości występowania powietrza zwrotnikowego w Bydgoszczy w latach 1971-2005.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały zdecydowaną dominację mas powietrza polarnego morskiego w Bydgoszczy, które szczególnie często pojawiają się w lecie. Z kolei wczesną wiosną, gdy w wyniku sezonowego osłabienia cyrkulacji atmosferycznej z zachodu, maleje frekwencja powietrza polarnego morskiego, stosunkowo często spływają zimne masy powietrza arktycznego z północy. W tym sezonie roku, począwszy od kwietnia, obserwuje się również większą frekwencję rzadkich w Polsce mas powietrza zwrotnikowego, jednak maksimum częstości adwekcji tych mas powietrza przypada na przełom lipca i sierpnia, oraz początek października. Udział mas powietrza polarnego kontynentalnego w Bydgoszczy jest stosunkowo mały (około 11% średnio w roku). W przebiegu rocznym zaznacza się wzrost ich frekwencji w styczniu i na początku marca.

Analiza wieloletniej zmienności frekwencji poszczególnych rodzajów mas powietrza w okresie ostatnich trzydziestu pięciu lat wskazuje na wyraźny wzrost częstości adwekcji powietrza arktycznego, a także powietrza zwrotnikowego. Istotny statystycznie trend malejący można natomiast zauważyć analizując wieloletnie zmiany frekwencji powietrza polarnego kontynentalnego.

## Literatura

- Bołaszewska J., Reutt F., 1962. *Częstotliwość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce w okresie 10-ciu lat 1946–1956*, Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, z. 66, s. 3–32.
- Buchert L., 1994. *Występowanie mas powietrza, frontów atmosferycznych oraz układów barycznych nad Poznaniem w latach 1965–1980*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A, Geografia Fizyczna, T. 45, s. 43–52.
- IMGW (dawniej PIHM), 1971-1979. *Biuletyn Synoptyczny*, Warszawa.
- IMGW, 1980-2005. *Codzienny Biuletyn Meteorologiczny*, Warszawa.
- Michna E., Paczos S., 1986. *Częstość występowania mas powietrznych i frontów atmosferycznych nad Lubelszczyzną*, Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, 28, Geografia 1, s. 3–8.
- Niedźwiedz T., 1968. *Częstotliwość występowania układów barycznych, mas powietrza i frontów atmosferycznych nad polskimi Karpatami Zachodnimi*. Przegląd Geograficzny, T. 40, z. 2, s. 473–478.
- Niedźwiedz T., 2000a. *Częstość występowania układów barycznych, mas powietrza i frontów nad Regionem Górnośląskim*, [w:] *Środowisko Przyrodnicze Regionu Górnośląskiego – Stan Poznania, Zagrożenia i Ochrona*, Konferencja Naukowa, Sosnowiec – Tarnowskie Góry, 19-20 października 2000 r. (red. A. T. Jankowski, U. Myga-Piątek, S. Ostaficzuk), Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Oddział Katowicki Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Sosnowiec, s. 71-77.
- Niedźwiedz T., 2000b. *Dynamika adwekcji mas powietrza arktycznego nad Polską południową*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia, XXXI – Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, z. 106, s. 203-211.
- Niedźwiedz T., 2000c. *The dynamics to selected extreme climatic events in Poland*, Geographia Polonica, Vol. 73, 2, Autumn 2000, s. 25-39.
- Niedźwiedz T., 2003. *Częstość występowania mas powietrznych w Polsce południowej w drugiej połowie XX wieku*, [w:] K. Błażejczyk, B. Krawczyk, M. Kuchcik (red.), *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 188.
- Warakomski W., 1969. *Częstość występowania dni i okresów z poszczególnymi typami mas powietrza nad Polską (1951–1960)*, Przegląd Geofizyczny, R. 14 (22), z. 1, s. 67–77.

Więclaw M., 2004. *Masy powietrza nad Polskq i ich wplyw na typy pogody*, Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.

**Abstract.** The article presents annual and long-term variability of frequency of air masses in Bydgoszcz. The frequency of occurrence of air masses was calculated on the basis of lower synoptic maps from 00 UTC. The analysis was carried out on the basis of the data collected from 1971 to 2005.

**Key words:** air masses, annual variability, long-term variability, Bydgoszcz.