

Robert Twardosz

WIELOLETNIA ZMIENNOŚĆ LICZBY DNI Z OPADEM W KRAKOWIE

LONG-TERM VARIABILITY OF THE NUMBER OF DAYS WITH PRECIPITATION IN CRACOW

W pracy dokonano analizy wieloletniej zmienności rocznej i miesięcznej liczby dni z opadem w Krakowie w latach 1814–1995. Przedstawiono średnie maksymalne, minimalne, odchylenia standardowe i współczynniki zmienności. Stwierdzono, że roczna liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm nie wykazuje istotnego trendu. Dodatkowo tendencje występują we wszystkich miesiącach zimowych (listopad–luty). Miesięczna liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm jest wyraźnie skorelowana ze zmianami wskaźnika cykliczności C, co jest najlepiej widoczne w przypadku marca.

WPROWADZENIE

Liczba dni z opadem jest ważnym wskaźnikiem zmian stosunków pluwiometrycznych. W Krakowie pomiary instrumentalne opadów rozpoczęto w sierpniu 1849 r. Tymczasem dane dotyczące liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm obejmują znacznie dłuższy okres, bo aż od 1814 r. Tak długą serię udało się uzyskać dzięki zachowanym dziennikom codziennych spostrzeżeń meteorologicznych, w których notowano pod odpowiednią datą występowanie opadów. Dzięki temu, wykorzystując zależności statystyczne pomiędzy sumami a liczbą dni z opadem, istnieje możliwość rekonstrukcji opadów w Krakowie z pierwszej połowy XIX w.

CEL I METODA

Celem niniejszego artykułu jest określenie prawidłowości wieloletniej zmienności liczby dni z opadem w Krakowie. Wykorzystano dane ze stacji klimatologicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego dotyczące rocznych i miesięcznych liczb dni z opadem $\geq 0,1$ mm z okresu 1814–1995. Dokonano analizy

Tabela 1

Parametry statystyczne liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm w Krakowie (1814–1995)Statistical parameters of the number of days with precipitation ≥ 0.1 mm in Cracow (1814–1995)

Liczba dni z opadem	Rok	Miesiąc											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia	171	14,6	13,1	14,1	13,8	14,8	15,2	14,9	14,0	<u>12,5</u>	13,7	14,9	<u>15,4</u>
Maksymalna	231	<u>30</u>	24	25	24	24	26	<u>30</u>	27	22	27	24	26
Minimalna	106	3	<u>1</u>	3	4	6	3	4	4	3	<u>0</u>	3	4
Odchylenie standardowe (δ)	21,3	4,5	4,6	4,6	<u>3,9</u>	4,0	4,2	4,4	4,0	4,0	<u>5,2</u>	4,0	4,4
Współczynnik zmienności (V w %)	12,5	30,8	35,1	32,6	28,3	27,0	27,6	29,5	28,6	32,0	<u>38,0</u>	<u>26,9</u>	28,7

wybranych parametrów statystycznych. Zastosowano średnie ruchome 11-letnie oraz współczynnik korelacji rangowej (r_s) Spearmana (Sneyers 1990). Na podstawie klasyfikacji typów cyrkulacji T. Niedźwiedzia z lat 1874–1995 obliczono współczynniki korelacji ze wskaźnikiem cykloniczności – C (Niedźwiedź 1993).

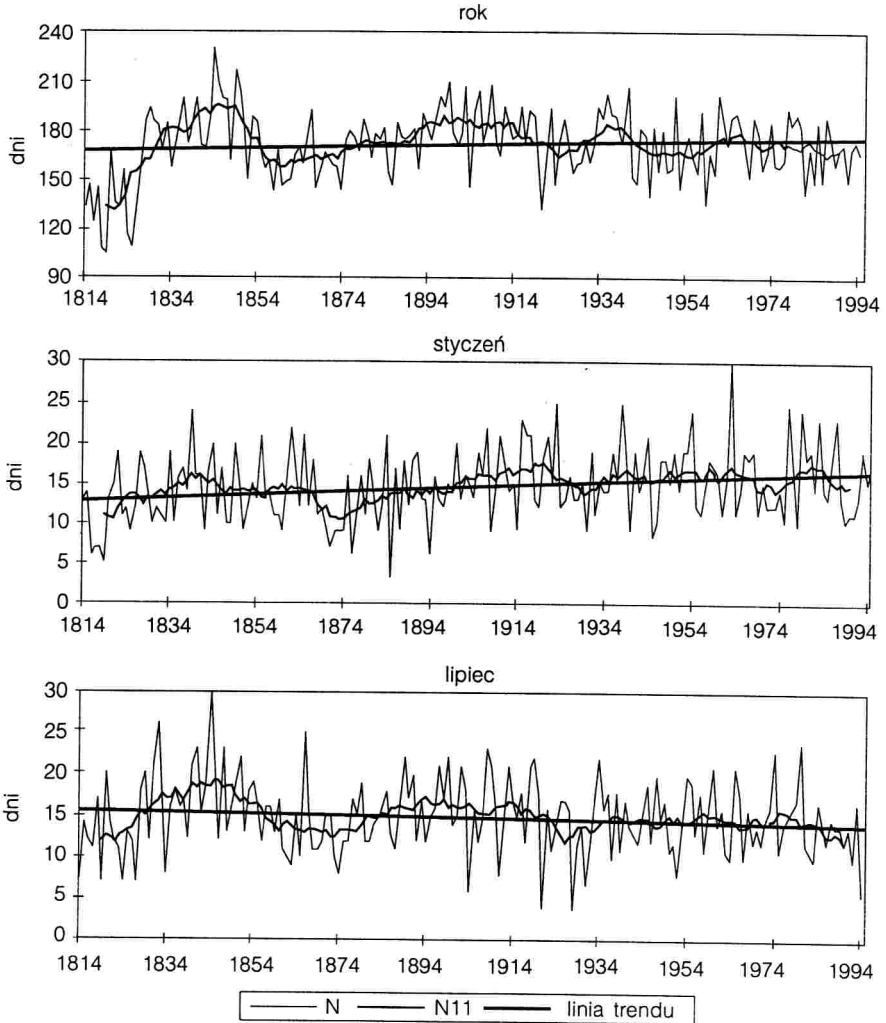
WYNIKI

Średnia wieloletnia roczna liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w Krakowie wynosi 171 (tab. 1), co stanowi 47% wszystkich dni. W okresach standardowych 30-leci średnie zmieniały się od 176 dni w latach 1901–1930 do 171 w latach 1931–1960. Wynika z tego, że w świetle wartości średnich liczba dni z opadem wyróżnia się niewielką zmiennością. Rekordowo wysoką liczbę dni (231) zanotowano w roku 1844, co oznacza, że aż 63% dni było z opadem. Z kolei najniższa roczna liczba dni z opadem wyniosła 106, co stanowi 29% dni. Przypadła ona na rok 1819. Zakres wahań rocznej liczby dni z opadem $\geq 0,1$ wynosi zatem 125 dni.

W przebiegu rocznym najniższa średnia liczba dni z opadem występuje we wrześniu (12,5), a najwyższa w grudniu (15,4) (tab. 1). W styczniu i lipcu wartości maksymalne dochodzą do 30 dni. Minimalne liczby dni z opadem nie przekraczają sześciu w maju, a w październiku mogą nawet nie wystąpić (1951 r.). W świetle wartości współczynnika zmienności roczna liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm odznacza się mniejszą zmiennością (12,5%) w porównaniu z rocznymi sumami opadów (16%) (Kozuchowski, Trepińska 1986). W przekroju miesięcznym najmniejszą zmiennością wyróżnia się listopad (26,9%), a największą październik (38%).

Wieloletni przebieg rocznej liczby dni z opadem wykazuje wyraźne fluktuacje (rys. 1). Można wskazać cztery okresy wysokich wartości, a więc: lata trzydzieste i czterdzieste XIX w., przełom stulecia XIX i XX, lata trzydzieste oraz sześćdziesiąte obecnego wieku, jak również pięć okresów niskich wartości: 1814–1828, lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte XIX w., lata dwudzieste, czterdzieste i pięćdziesiąte XX w. oraz ostatnie 15-lecie 1981–1995. Przebieg rocznej liczby dni z opadem jest zgodny z przebiegiem liczby dni z opadem w lipcu, natomiast bardziej odbiega od przebiegu stycznia, w szczególności w ostatnich latach (rys. 1).

Dla całości serii (1814–1995) rocznej liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm linia trendu nie przedstawia ani wzrostu ani spadku. Potwierdza to niska wartość współczynnika korelacji rang Spearmana ($r_s = 0,084$), nieistotnego na poziomie 0,05. Można sądzić, że brak tendencji jest spowodowany długością serii, ponieważ wraz z wydłużaniem się okresu obserwacyjnego dodatnie i ujemne



Rys. 1. Wieloletnia zmienność liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm w Krakowie (N – wartości dla poszczególnych lat, N11 – 11-letnie średnie ruchome)

Fig. 1. Long-term variability of the number of days with precipitation ≥ 0.1 mm in Cracow (N-values for each year, N11 – 11-year moving averages)

tendencje z krótszych okresów równoważą się. Zmienność rocznej liczby dni z opadem jest przede wszystkim wypadkową zmian liczby dni z opadem w skali sezonowej, gdzie zaobserwowano przeciwstawne tendencje, tj. pozytywne w zimie i negatywne latem (Twardosz 1997). Tymczasem w skali miesięcznej zanotowano słabe, ale istotne tendencje pozytywne tylko w miesiącach okresu zimowego, a więc w styczniu ($r_s = 0,289$), lutym ($r_s = 0,231$), listopadzie

($r_s = 0,236$) i grudniu ($r_s = 0,341$). W miesiącach wiosny, lata i jesieni liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm nie przedstawia istotnych trendów dla całości serii.

Na zmienność liczby dni z opadem duży wpływ wywierają wieloletnie wahania wskaźnika cykloniczności – C. W porównaniu z sumami opadów zmienność liczby dni z opadem wykazuje większą czułość na wahania wskaźnika – C, co w największym stopniu zaznacza się w skali półrocznej i sezonowej (Twardosz 1997). Ze statystycznego punktu widzenia wszystkie obliczone współczynniki korelacji pomiędzy liczbą dni z opadem a wskaźnikiem – C, we wszystkich miesiącach, są istotne na poziomie 0,05 (tab. 2). Przyjmują one znak dodatni, osiągając wartości wyższe od 0,400. Najściślejsza korelacja występuje w marcu ($r = 0,603$).

Tabela 2

Współczynniki korelacji pomiędzy liczbą dni z opadem $\geq 0,1$ mm
a wskaźnikiem cykloniczności – C

Correlation coefficients between the number of days with precipitation $\geq 0,1$ mm
and cyclonicity index C

Miesiąc											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,413	0,423	0,603	0,437	0,447	0,477	0,594	0,421	0,513	0,439	0,521	0,495

PODSUMOWANIE

Analiza liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm wykazała istnienie wieloletnich fluktuacji tego elementu uwarunkowanych zmiennością czynnika cyrkulacyjnego. W skali rocznej nie stwierdzono żadnych trendów zmian. Tendencje wzrostowe wystąpiły w miesiącach okresu zimowego, tj. od listopada do lutego. Zmienność liczby dni z opadem wykazała istotną korelację z wahaniami wskaźnika cykloniczności, osiągając najściślejszą zależność w marcu.

LITERATURA

- Kożuchowski K., Trepieńska J., 1986, *Fluktuacje opadów atmosferycznych w Krakowie w okresie 1881–1980*, Zesz. Nauk. UJ, Pr. Geogr., z. 64, s. 7–20
- Niedźwiedź T., 1993, *Wieloletnia zmienność wskaźników cyrkulacji atmosfery nad Polską Południową*, [w:] *Współczesne badania klimatologiczne*, Conf. Papers, 23, IGI PAN, Warszawa, s. 7–18

Sneyers R., 1990, *On the Statistical Analysis of Series of Observations*, WMO, Techn. Note, No 143, s. 192

Twardosz R., 1997, *Long-term Variability in the Number of Days with Precipitation in Cracow in Relation to Circulation Patterns*, Geogr. Pol., 70 (w druku)

Zakład Klimatologii
Uniwersytetu Jagiellońskiego

SUMMARY

The paper analyses long-term variability of the annual and monthly numbers of days with precipitation in Cracow in the years 1814–1995. Averages, maxima, minima, standard deviations and variability coefficient are presented. It was found that the annual number of days with precipitation ≥ 0.1 mm does not show significant trend. Positive tendencies occurred in all winter months (November–February). Monthly numbers of days with precipitation ≥ 0.1 mm are significantly correlated with the variations of the cyclonicity index C, which can be seen best for the case of march.