

Zmiany opadów atmosferycznych w Karpackim Wschodnim regionie opadowym w drugiej połowie XX wieku

Variability of precipitation in the eastern Carpathian region
in the second half of the 20th century

Eligiusz Brzeźniak¹

Zarys treści: Opracowanie zawiera analizę zmian rocznych sum opadów atmosferycznych w półwieczu 1951-2000 na obszarze położonym na wschód od doliny Białej Dunajcowej. Określono średnie i ekstremalne sumy opadów oraz ich wartości normalne i anomalne. Opady normalne ($\pm 0,5\sigma$) wystąpiły w 14-26 latach badanego 50-lecia. Niedobory opadów były w 18-30% lat i zdarzyły się nawet o 14% częściej niż lata wilgotne.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, opady anomalne, Karpaty Polskie

Key words: precipitation, anomalous precipitation, Polish Carpathians

Wstęp

W analizach przeszłych, jaki i prognozach przyszłych transformacji klimatu niezmienne jest podkreślana rosnąca chwiejność wielu elementów klimatu, w tym także zmienność opadów obserwowana w Europie, a więc i w Polsce (Kozuchowski, Marciniak 1991). W skali lokalnej bądź regionalnej fluktuacje opadów wykazują znaczne odchylenia od wartości średnich z wielolecia. Wyrażają je okresowe nadmiary i niedobory opadów, które są podstawową cechą wahań opadów na obszarze karpackiej części Polski (Brzeźniak 2000).

Prezentowane opracowanie dotyczy części Karpat Polskich położonej na wschód od Białej Dunajcowej, reprezentującej region gór, a w jego obrębie pogórza i góry niskie oraz góry średnie (Kondracki 1998). Do nich nawiązuje wyróżniony przez E. Cebulak

¹ Instytut Geografii, Akademia Pedagogiczna w Krakowie, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków,
e-mail: ebrzezni@ap.krakow.pl

(1992) pluwiálny Region Karpacki Wschodni, którego południową i wschodnią granicą jest granica państwowa, północna przebiega na linii Przemyśl-Rzeszów-Tarnów, a zachodnią wyznacza dolina Białej Dunajcowej.

Materiał analityczny stanowiły roczne sumy opadów z 41 punktów pomiarowych IMGW, dysponujących 50-letnimi ciągami obserwacyjnymi z lat 1951-2000. Najniżej położoną stacją uwzględnioną w opracowaniu jest Jarosław (180 m n.p.m.), najwyżej – Wetlina (700 m n.p.m.). Po zweryfikowaniu materiału obserwacyjnego przeprowadzono analizę głównych cech zmienności opadów atmosferycznych. Odzwierciedlają one wartości ekstremalne, miary dyspersji oraz normy i anomalie. Te ostatnie wyznaczono stosując podział oparty na wielkości odchylenia standardowego (σ) od wartości średniej wieloletniej, a zaproponowany przez U. Kossowską-Cezak (2000/2001).

Wyniki

Na badanym obszarze średnie z 50-lecia (1951-2000) roczne sumy opadów przyjmowały wartości wyższe od 600 mm (tab. 1). W północnej części pasa pogórzy i w Kotlinie Jasielsko-Krośnieńskiej wahały się w granicach 600-700 mm, w części południowej 700-800 mm. Północno-wschodnie stoki Beskidu Niskiego otrzymywały 800-900 mm, w partiach Bieszczadów wzniesionych powyżej 500 m n.p.m. opady roczne wynosiły powyżej 900 mm, z najwyższymi średnimi sumami w Wetlinie (1130 mm).

Zróżnicowanie regionalne rocznych sum opadów potwierdzają okresowe ich nadmierne bądź niedobory, wyrażone skrajnymi wartościami. Najwyższe sumy roczne (powyżej 1300 mm) wystąpiły w części bieszczadzkiej (Wetlina 1709 mm) i pojawiły się w latach: 1966, 1970, 1974 i 1980 (w Wetlinie 1998). W konsekwencji całe 20-lecie 1961-1980 było wilgotne, a maksima roczne notowano wówczas na 85% punktów pomiarowych. Najsuchszy był rok 1961 w części południowo-wschodniej oraz 1982 na zachodnich i północnych obrzeżach badanego obszaru (tab. 1). W układzie dziesięcioleci najniższe sumy roczne (na 71% stacji) były w latach 60. i 70. XX w.

Wartości skrajnych rocznych sum opadów znacząco odbiegały od średnich z 50-lecia. Maksymalne sumy roczne stanowiły 131-148%, a na stacjach pogórskich oraz w Barwinku, Teleśnicy-Oszwarowej i Wetlinie – powyżej 150% średniej 50-letniej; w części północnej są to wielkości nieco większe od tych w latach 1931-1980 (Kozuchowski 1985). Największe różnice między sumami minimalnymi a średnimi występują w dorzeczu Wisłoka (Krosno 56%, Grodzisko Dolne 53%), najmniejsze w Cieklinie (24%) i Wysowej (26%).

Podobnym układem przestrzennym charakteryzuje się współczynnik zmienności (V), ilustrujący zmienność w próbach o różnych średnich arytmetycznych. Pogórska część badanego obszaru odznacza się dużą dyspersją opadów, w granicach 19-22%, najwyższą wartość reprezentuje Baligród (26,3%). Najmniejszą zmiennością charakteryzują się południowo-zachodnie i południowe fragmenty, gdzie współczynnik V nie przekracza 16%.

W 50-letniej serii sum rocznych opady normalne wyznaczone metodą odchylenia standardowego ($\pm 0,5\sigma$) stanowiły 28-52% lat i cechowało je wyraźne zróżnicowanie

Tab. 1. Charakterystyki statystyczne rocznych sum opadów atmosferycznych w wybranych punktach pomiarowych w okresie 1951-2000

Table 1. Statistical characteristics of annual precipitation at selected measurement points in the period 1951-2000

Stacja Station	Wysokość (m n.p.m.) Altitude (m a.s.l.)	Średnia (mm) Mean (mm)	Max (mm)	Rok Year	Min (mm)	Rok Year	V (%)
Jarosław	180	690	952	1990	435	1982	20,2
Rzeszów	200	614	1008	1966	360	1959	20,4
Dębica	215	668	1032	1966	422	1982	20,9
Grodzisko Dolne	242	714	907	1966	337	1961	18,6
Dynów	260	697	1054	1965	424	1982	20,1
Nowotaniec	285	847	1113	1980	549	1961	15,6
Sanok	305	756	1060	1980	447	1961	18,7
Dukła	324	850	1226	1970	548	1961	17,7
Szczawne	395	823	1154	1968	560	1995	16,6
Barwinek	446	86	1383	1974	606	1995	18,2
Wysowa	517	832	1086	1968	617	1971	14,8
Bartne	578	964	1347	1974	615	1982	16,9
Lutowiska	615	990	1430	1970	608	1961	15,6
Wetlina	700	1130	1709	1998	749	1961	18,5

V – Współczynnik zmienności / Variability coefficient

regionalne. Wyrażone jest ono występowaniem – od północy na południe – na przemian wysokim (powyżej 40%) i obniżonym (poniżej 40%) udziałem lat z opadami normalnymi. Lata takie występowały pojedynczo lub w ciągach 2-letnich, rzadziej 3-letnich. Najdłuższe sekwencje (6-letnie) zanotowano na stacjach w: Pilźnie (1989-1994), Żarnowej (1988-1993) oraz Szczawne (1979-1984).

O skali zmienności opadów świadczy także rozpiętość rocznej normy opadów (różnica między górną a dolną granicą normy), która wahała się od 112-120 mm w części północno-wschodniej (Grodzisko Dolne, Łańcut, Kańczuga) do ponad 150 mm (Wetlina 209 mm) w górskiej części regionu. Istotną cechą jest także brak synchroniczności wystąpienia sum rocznych w granicach normy; nie zanotowano bowiem ani jednego przypadku, w którym na całym badanym obszarze sumy roczne opadów normalnych wystąpiły równocześnie.

Różnorodność warunków pogodowych oraz kontrasty środowiska geograficznego odzwierciedlają opady o anomalnych wartościach: dodatnich (nadmiary) i ujemnych (niedobory). E. Cebulak (1998) badany region zalicza do strefy, w której największe sumy dają opady mieszane, tj. rozlewne, burzowe i frontalne. W półwieczu 1951-2000 częstość lat o anomalii dodatniej wahała się od 22% (Grodzisko Dolne, Szczawne) do 36% (Nowotaniec) ogólnej liczby lat (tab. 2). Uderza jednak znacząca liczba lat skrajnie wilgotnych, wyznaczonych przez średnią sumę $+3,5\sigma$. Do tej grupy zaliczono łącznie 17 lat z 15 punktów pomiarowych, przy czym lata skrajnie wilgotne dwukrotnie wystąpiły w Komańczy (1974 i 1980) i Wisłoku Wielkim (1969, 1980). W 10% ogólnej liczby lat

Tab. 2. Częstość występowania (%) normalnych i anomalnych rocznych sum opadów atmosferycznych w wybranych punktach pomiarowych na podstawie danych z okresu 1951-2000

Table 2. Frequency of the occurrence (%) of normal and anomalous precipitation at the selected measurement points in the period 1951-2000

Stacja Station	Wysokość (m n.p.m.) Altitude (m a.s.l.)	Norma Norm	Anomalia dodatnia Positive anomaly	Anomalia ujemna Negative anomaly
Jarosław	180	44	28	28
Rzeszów	200	50	24	26
Dębica	215	34	28	38
Grodzisko Dolne	242	48	22	30
Dynów	260	34	32	34
No wotaniec	285	28	36	36
Sanok	305	36	32	32
Dukla	324	50	28	26
Szczawne	395	48	22	30
Barwinek	446	34	30	36
Wysowa	517	42	28	30
Bartne	578	38	30	32
Lutowiska	615	34	32	34
Wetlina	700	42	28	30

anomalia dodatnie wystąpiły na całym badanym obszarze, w kolejnych 8% lat z wyjątkiem pojedynczych stacji. Anomalie dodatnie rocznych sum opadów występowały najczęściej w pojedynczych latach, rzadziej w dłuższych ciągach chronologicznych: 4-letnie zanotowano na 7 stacjach, najdłuższe 5-letnie zaś wystąpiły czterokrotnie (Rzeszów, Szerzyny, Sanok w latach 1996-2000 oraz Dynów w okresie 1964-1968).

W przeciwieństwie do okresów wilgotnych, okresy suche odznaczały się większą częstością (o 2-10%); w skrajnym przypadku o 14% (Teleśnica). Liczba lat o anomalii ujemnej wahała się od 13 (Dukla, Rzeszów) do 19 (Teleśnica, Szerzyny, Dębica). Były to anomalie o wartościach odchyłeń większych od $1,5\sigma$. Jedynie w Grodzisku Dolnym, Krośnie i Lesku zanotowano jednostkowe przypadki odchyłeń większych od $2,5\sigma$. W układzie przestrzennym tylko 4-krotnie, tj. w latach: 1951, 1982, 1988 i 1993, wystąpił niedobór opadów na całym badanym obszarze. Lata o deficycie opadów występowały pojedynczo, rzadko układały się w ciągi dwu lub wieloletnie. W tej grupie stwierdzono 8 ciągów 4-letnich oraz po jednym 5-letnim, 6-letnim i 7-letnim, a najdłuższy był ciąg 9-letni na stacji Szerzyny (1951-1959).

Podsumowanie

Badania dotyczące regionalnego zróżnicowania opadów zmierzają do poznania i uściślenia podstawowej ich cechy, jaką jest zmienność. W Karpackim Wschodnim regionie pluwialnym tę cechę podkreślają różnokierunkowe wahania sum rocznych opadów, wyrażone zróżnicowanymi wartościami dyspersji oraz okresowymi nadmiarami i niedoborami opadów.

Druga połowa XX w. odznaczała się mniejszą częstością lat o opadach normalnych niż anomalnych. W 20 punktach pomiarowych różnice te wahały się w granicach 20-28%, w 7 przekraczały 30% (maksymalnie 44%), w pozostałych sięgały 4-16%. Tylko na stacji w Rzeszowie i Brzozowie zaznaczyła się równowaga tych wielkości.

Zastosowana w opracowaniu metoda określania opadów normalnych i anomalnych w odniesieniu do sum rocznych ilustruje regionalną niestabilność tego elementu klimatu. Liczba zdarzeń określonych jako anomalne jest zbliżona do wyznaczonej metodą odchyień procentowych względem wartości średniej wieloletniej (Kaczorowska 1962). Różnice zamykają się w przedziale ± 3 lata, w skrajnych przypadkach (dwukrotnie) sięgają ± 5 lat. Znacząco są one większe w przypadku lat o normalnych opadach, gdyż wynoszą nawet 10 lat. Nie stwierdzono natomiast anomalii ujemnych, określających lata skrajnie suche (suma opadów $< 50\%$ opadu średniego), podczas gdy przy zastosowaniu metody odchyień standardowych lata takie wystąpiły trzykrotnie.

Naturalna zmienność opadów jest w znacznym stopniu wynikiem oddziaływania form cyrkulacji atmosferycznej (Niedźwiedz 1993). Krzywe ilustrujące wieloletnie przebiegi wskaźnika cykloniczności C i rocznych sum opadów w polskiej części Karpat Wschodnich ujawniły synchroniczność fluktuacji obu elementów, zaznaczoną szczególnie w latach wilgotnych (1960, 1965, 1970, 1974 i 1980). Najniższe sumy roczne natomiast korelują ze zwiększoną częstością pojawiania się układów antycyklonalnych (1959, 1961 i 1982 r.).

Literatura

- Brzeźniak E., 2000, *Wahania opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisłoka w latach 1951-1995*, Probl. Zagosp. Ziem Górskich, 46, 73-86.
- Cebulak E., 1992, *Maksymalne opady atmosferyczne w dorzeczu górnej Wisły*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 90, 79-96.
- Cebulak E., 1998, *Przegląd opadów ekstremalnych, które wywołały powódzie w XX wieku w dorzeczu górnej Wisły*, Konferencja Naukowa w Krakowie 7-9.V.1998, Wyd. Oddz. PAN, Kraków, 21-37.
- Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*, Prace Geogr., 33, Inst. Geogr. PAN, 1-112.
- Kondracki J., 1998, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kossowska-Cezak U., 2000/2001, *Miesięczne i sezonowe anomalie temperatury i opadów – metody wyznaczania i częstość występowania*, Annales UMCS, Sec. B, 55/56, 23, 189-194.
- Koźuchowski K., 1985, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881-1980*, Acta Geogr. Lodz., 48, 1-158.
- Koźuchowski K., Marciniak K., 1991, *Tendencje zmian temperatury i opadów w Europie środkowej w stuleciu 1881-1980*, Acta Univ. Nicolai Copernici, Geografia, 22, 23-43.
- Niedźwiedz T., 1993, *Variability of precipitation in Kraków (Cracow) with relation to atmospheric circulation indices*, [w:] *Precipitation Variability nad climate Change*, Proceedings of the Int. Symp. on Precipitation and Evaporation, Bratislava-Zürich, 2, 61-62.

Summary

The study was prepared on the basis of data from 41 stations spanning the 1951-2000 period. During a one year project precipitation variability was studied and its spatial variability was identified. The highest precipitation was noted in the mountainous southern part and the lowest in the northern part of the study area (Table 1).

Precipitation variability also includes anomalies, which are underlined by periods of rainfall within normal bounds, these include surplus (positive anomaly) and shortage (negative anomaly). In the period of 50 years investigated, irrespective of time scale, over 50% of annual precipitation was contained within normal bounds (Table 2). In the group of anomalous rainfall periods, those with negative anomalies prevailed. Anomalously low precipitation also occurred in longer sequences of up to 9 years.