

**CHARAKTERYSTYKA CZĘSTOŚCI WYSTĘPOWANIA WYSOKICH
DOBOWYCH SUM OPADÓW W ZALEŻNOŚCI OD TYPU CYRKULACJI
ATMOSFERYCZNEJ NA OBSZARZE PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ POLSKI**

Małgorzata Kirschenstein
Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku
Zakład Klimatologii

Praca zawiera charakterystykę wysokich opadów w zależności od typów cyrkulacji atmosferycznej (wyróżnionych przez B. Osuchowską-Klein, 1975). Autorka wyróżniła następujące typy cyrkulacji atmosferycznej:

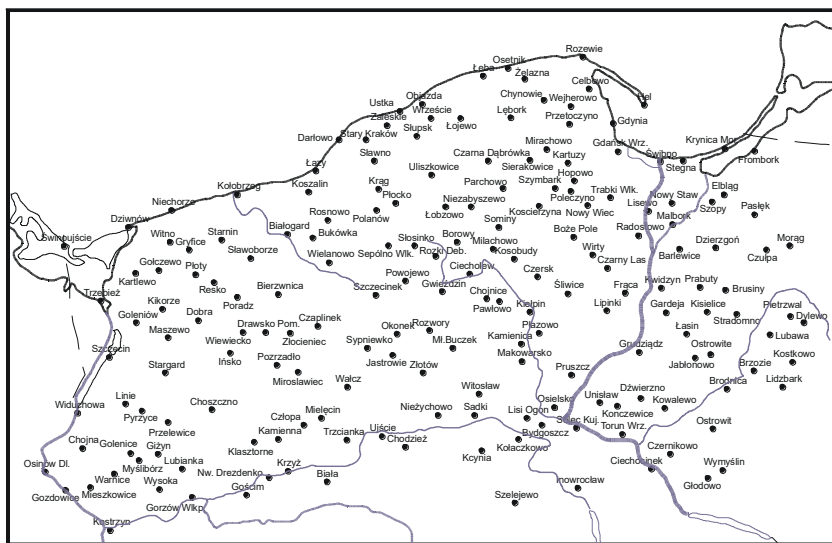
- A – zachodnia cyrkulacja cyklonalna
- CB – północno-zachodnia cyrkulacja cyklonalna
- E₀ – północno-wschodnia i wschodnia cyrkulacja cyklonalna
- F – południowo-wschodnia cyrkulacja cyklonalna
- B – południowa cyrkulacja cyklonalna
- D – południowo-zachodnia cyrkulacja cyklonalna
- C₂D – zachodnia cyrkulacja antycyklonalna
- E₂C – północno-zachodnia cyrkulacja antycyklonalna
- E – północno-wschodnia cyrkulacja antycyklonalna
- E₁ – południowo-wschodnia i wschodnia cyrkulacja antycyklonalna
- D₂C – południowo-zachodnia i południowa cyrkulacja antycyklonalna
- G – centralna cyrkulacja antycyklonalna
- BE – południowa pośrednia między cyrkulacją cyklonalną a antycyklonalną
- X – literą X oznaczono sytuacje o małym podobieństwie do typów wzorcowych.

Wyróżnione typy cyrkulacji można pogrupować w makrotypy (jako zasadę grupowania przyjęto kierunek napływu mas powietrza lub cyklonalny i antycyklonalny charakter cyrkulacji):

- makrotyp cyrkulacji zachodniej W (typy: A, CB, D, B, F, C₂D, D₂C, G) i wschodniej E (typy: E₂C, E₀, E, E₁, BE),
- makrotyp cyrkulacji cyklonalnej C_k (typy: A, CB, D, B, F, E₀, BE) oraz antycyklonalnej A_{ck} (typy: C₂D, D₂C, G, E₂C, E, E₁).

Celem pracy jest zbadanie, w jakim stopniu dany typ cyrkulacji atmosferycznej wpływa na częstość występowania wysokich opadów na obszarze północno-zachodniej Polski. Przez wysokie opady należy rozumieć te, których suma dobową przekroczyła

10 mm. Wysokie opady są ważne np. w rolnictwie, leśnictwie, czy w prognozowaniu zjawisk hydrologicznych. Materiał wyjściowy do badań stanowią dobowe sumy opadów z lat 1961-1980, pochodzące ze 185 stacji opadowych, rozmieszczonych równomiernie na obszarze północno-zachodniej Polski (rys. 1). Z analizy danych wynika, że na obszarze północno-zachodniej Polski wkład wysokich opadów ≥ 10 mm do sumy rocznej jest duży i wynosi 41,2% , przy średnim rocznym udziale częstości 7,3% (tab. 1 i 2). Udział opadów ≥ 10 mm w średniej miesięcznej sumie opadów od maja do października przekracza średni roczny udział (zmienia się w granicach 42,8-57,4%), a od czerwca do sierpnia wnosi ponad 56% do miesięcznej sumy opadów. Znaczenie tych opadów w kształtowaniu średnich rocznych sum opadów jest więc bardzo duże.



Rys. 1. Rozmieszczenie stacji opadowych na obszarze północno-zachodniej Polski (1961-1980)

Fig. 1. Distribution of the precipitation gauges in north-western Poland (1961-1980)

Tabela 1. Względna częstość (w %) dni z sumą opadu określoną w średnich miesięcznych oraz w średniej rocznej liczbie dni z opadami (liczba dni z opadami $\geq 0,1$ mm równa jest 100%) na obszarze północno-zachodniej Polski (1961-1980)

Table 1. Relative frequencies (in %) of the days with the definite values of the precipitation sums expressed with respect to the monthly averages and to the annual average numbers of days with any precipitation (the number of days with precipitation ≥ 0.1 mm equals 100%) within the area of the north-western Poland (1961-1980)

mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
$\geq 0,1$	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
≥ 1	59,6	57,3	62,6	67,2	72,2	74,3	77,3	74,8	73,1	68,9	68,0	64,6	67,9
≥ 5	13,9	13,7	14,5	22,7	29,4	34,5	36,2	34,1	30,0	27,3	23,7	19,5	24,6
≥ 10	3,3	3,1	3,1	5,9	9,5	11,5	12,1	11,4	10,0	9,1	6,5	4,9	7,3
≥ 20	0,2	0,2	0,3	0,8	2,7	5,0	5,2	5,0	2,8	2,0	1,1	0,3	2,0
≥ 30	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	1,9	2,0	2,1	0,8	0,5	0,2	0,1	0,7
≥ 50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1

Tabela 2. Udział (w %) dobowych sum opadów w średnich miesięcznych oraz średniej rocznej sumie opadów, na obszarze północno-zachodniej Polski (1961-1980)

Table 2. The shares (in %) of the daily precipitation sums in the monthly averages and in the annual precipitation values within the area of the north-western Poland (1961-1980).

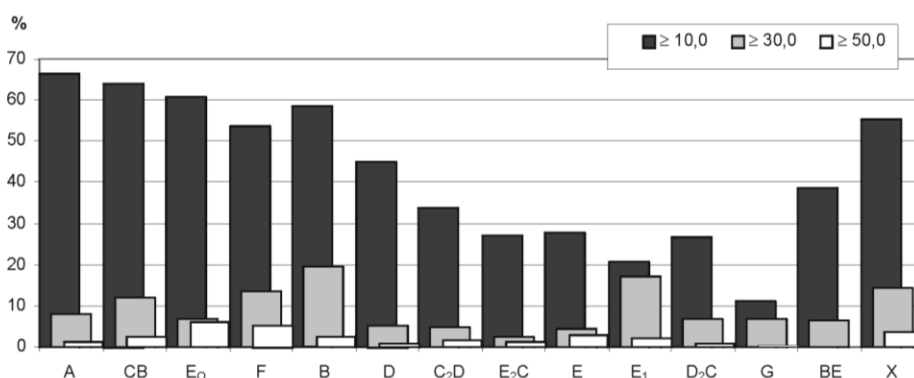
mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
≥0,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
≥1	93,2	92,5	93,7	96,0	97,3	98,1	98,3	98,1	97,5	97,0	96,3	95,0	96,6
≥5	48,9	48,4	48,9	62,9	73,1	80,0	79,7	79,5	73,6	71,3	64,5	57,5	68,7
≥10	18,6	19,0	18,6	30,6	45,6	56,8	56,9	57,4	46,1	42,8	33,4	23,9	41,2
≥20	2,2	2,0	3,0	6,3	17,5	27,9	28,3	29,4	17,2	13,3	8,2	2,5	15,7
≥30	0,3	0,3	0,3	1,3	7,4	14,1	15,3	16,6	6,6	4,4	1,8	0,4	7,2
≥50	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	4,3	5,4	6,1	0,8	0,4	0,0	0,0	2,1

W celu dokładniejszego określenia, które typy mają największe znaczenie w kształtowaniu wysokich opadów, dodatkowo wydzielono poza progami ≥ 10 mm także progi ≥ 30 i ≥ 50 mm sumy dobowej.

Analiza średniej rocznej liczby dni (rys. 2) z wysokimi opadami pozwala wyróżnić typy cyrkulacji, w których występowały one najczęściej:

- ≥ 10 mm – typy cyklonalne: A, CB, E₀, B, F, D,
- ≥ 30 mm – typy cyklonalne: B, F, CB oraz antycyklonalny E₁,
- ≥ 50 mm – typy cyklonalne: E₀ i F, CB, oraz antycyklonalny E.

W typach cyklonalnych opady występują więc częściej niż w antycyklonalnych, przy czym opady ≥ 10 mm pojawiają się najczęściej w typach cyklonalnych o splotwie powietrza z sektora zachodniego, opady ≥ 30 mm występują przede wszystkim przy napływie powietrza z kwadrantu SE oraz z kierunku NW, natomiast ≥ 50 mm, gdy napływa powietrze z sektora wschodniego.



Rys. 2. Względna częstość dni z opadami powyżej wartości progowych w ciągu roku: 10, 30, 50 mm w danym typie cyrkulacji na obszarze północno-zachodniej Polski (1961-1980)

Fig. 2. Relative frequency of the days with precipitation exceeding the threshold values (10 mm, 30 mm, 50 mm) during the year in a given type of atmospheric circulation on the area of the north-western Poland (1961-1980)

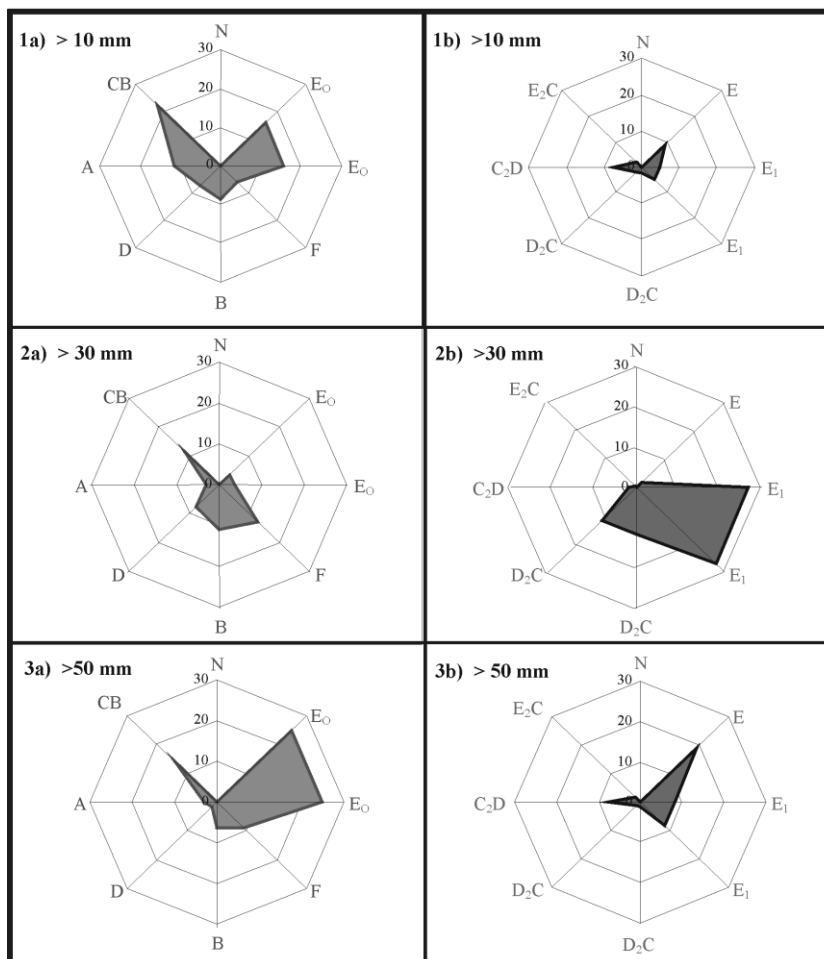
Obliczono także średni roczny udział wysokich opadów w poszczególnych typach cyrkulacji (rys. 3). Udział opadów ≥ 10 mm jest znacznie większy w typach cyklonalnych niż antycyklonalnych. Udział opadów ≥ 30 mm natomiast gwałtownie wzrasta w typach antycyklonalnych, zwłaszcza o sploty powietrza z kwadrantu SE, maleje zaś, gdy powietrze splotywa z kierunków o składowej północnej (zarówno w typach cyklonalnych, jak i antycyklonalnych). Z kolei częstość występowania opadów ≥ 50 mm zaczyna ponownie wzrastać w typach o składowej północnej – E₀, E, CB. Ponadto w dalszym ciągu udział tych opadów jest dość duży w typach: E₁, F i B, czyli przy splotywie powietrza z kwadrantu SW, wzrasta także w cyrkulacji zachodniej antycyklonalnej C₂D.

W celu uzyskania ogólniejszych wniosków, jak zmieniała się częstość dobowych sum opadów powyżej wyróżnionych progów w zależności od tego, czy jest to cyrkulacja cyklonalna lub antycyklonalna czy też sploty powietrza wystąpił z sektora zachodniego lub wschodniego, obliczono częstości występowania opadów w makrotypach cyrkulacji (tab. 3). Otrzymano, że opady ≥ 10 mm występują o 47,6% częściej w makrotypie cyklonalnym C_k niż antycyklonalnym A_{ck} oraz o 25% częściej w makrotypie zachodnim W niż wschodnim E. W przypadku opadów ≥ 30 mm różnice między makrotypami: C_k – A_{ck} i W – E gwałtownie maleją i tylko nieznacznie ich częstość jest większa w makrotypie C_k (o 1,8%) i W (o 2,6%) niż w A_{ck} i E. Natomiast udział opadów ≥ 50 mm ponownie wzrasta w makrotypie C_k, ale z wyraźną przewagą sploty powietrza z sektora wschodniego nad zachodnim (o 25,2%).

Analizowano również częstość występowania opadów w typach cyrkulacji w poszczególnych miesiącach oraz porach roku. Z analizy tej wynikają następujące wnioski:

1. Średni miesięczny udział wysokich opadów ≥ 10 mm jest we wszystkich miesiącach większy w makrotypach cyklonalnym C_k i zachodnim W (poza majem) niż antycyklonalnym A_{ck} i wschodnim E. W okresie jesienno-zimowym udział tych opadów jest największy w typach cyklonalnych o splotywie powietrza z sektora zachodniego, gdyż jest wówczas warunkowany rozwojem układów cyklonalnych nad północnym Atlantykiem, które przemieszczając się nad obszar Polski niosą ciepłe i wilgotne masy powietrza. Jednocześnie wyraźnie spada udział opadów w typach antycyklonalnych o przewadze sploty powietrza z sektora wschodniego, czyli znad silnie wychłodzonego obszaru kontynentalnego Europy Wschodniej i Azji. Natomiast w cieplej części roku, poza cyrkulacją ze składową północną CB i E₀, która przynosi ochłodzenie i wzrost częstości opadów, korzystne warunki występują również przy typach antycyklonalnych, zarówno o splotywie powietrza z sektora wschodniego (E, E₁), jak i zachodniego (zwłaszcza w C₂D).

2. Najkorzystniejsze warunki w kształtowaniu opadów ≥ 30 mm występują przy splotywie powietrza z sektora południowego, zarówno w typach antycyklonalnych (są to E₁ i D₂C), jak i cyklonalnych (B, F, D), ponadto opady dość często występują także w cyrkulacji cyklonalnej północno-zachodniej CB.



Rys. 3. Średni roczny udział (w %) częstości opadów (≥ 10 ; ≥ 30 ; ≥ 50 mm) w typach cyrkulacji cyklonalnych (a) i antycyklonalnych (b) na obszarze północno-zachodniej Polski (1961-1980)

Fig. 3. Average annual shares (in %) of the frequencies of the precipitation sums (≥ 10 ; ≥ 30 ; ≥ 50 mm) in the cyclonal (a) and anticyclonal (b) atmospheric circulation types within the area of the north-western Poland (1961-1980)

Tabela 3. Średni roczny udział (w %) częstości opadów w makrotypach cyrkulacji (1961-1980)
Table 3. The average annual shares (in %) of the frequencies of precipitation in the macrotypes of atmospheric circulation (1961-1980)

Cyrkulacja	≥ 10 mm	≥ 30 mm	≥ 50 mm
cyklonalna Ck	73,8	50,9	61,0
antycyklonaln Ack	26,2	49,1	39,0
Ck – Ack	<u>47,6</u>	<u>1,8</u>	<u>22,0</u>
zachodnia W	62,5	51,3	37,4
wschodnia E	37,5	48,7	62,6
W – E	<u>25,0</u>	<u>2,6</u>	<u>-25,2</u>

3. Udział opadów ≥ 50 mm jest znacznie większy w makrotypach cyklonalnym Ck (poza kwietniem i lipcem) i wschodnim E (poza listopadem i grudniem) niż w antycyklonalnym Ack i zachodnim W. Udział tych opadów jest największy przy spływie powietrza z kierunków o składowej północnej – E₀, E, CB, z których w ciepłym okresie roku napływa chłodne i wilgotne powietrze. Widoczny jest także gwałtowny spadek udziału tych opadów w typach cyrkulacji o składowej południowej (zwłaszcza w E₁, D₂C, B, D), w stosunku do roli, jaką odgrywają te typy w kształtowaniu opadów ≥ 30 mm.

4. Wyróżniają się 3 typy cyrkulacji – CB, E₁ i E₀, przy których częstość występowania opadów w porach roku była bardzo duża w stosunku do pozostałych typów:

- opady powyżej 10 mm dominują przy cyrkulacji północno-zachodniej CB (poza wiosną), ponadto udział tych opadów jest również duży w cyrkulacji północno-wschodniej i wschodniej E₀ – wiosną i latem oraz zachodniej A – zimą.

- udział opadów ≥ 30 mm jest największy w cyrkulacji południowo-wschodniej i wschodniej E₁ (poza zimą) oraz południowej B – wiosną, południowo-wschodniej F – jesienią i północno-zachodniej CB – zimą.

- opady ≥ 50 mm najczęściej występują w cyrkulacji E₀ (poza zimą), ponadto CB – jesienią i zimą oraz E – wiosną i latem.

5. O częstości występowania wysokich opadów w danej porze roku decydują pewne grupy typów cyrkulacji, charakteryzujące się nie tylko określonym kierunkiem spływu powietrza, ale też cyklonalnym bądź antycyklonalnym charakterem cyrkulacji. Takie grupy typów cyrkulacji są także widoczne, gdy bierzemy pod uwagę częstość występowania opadów powyżej dodatkowych progów ≥ 30 i ≥ 50 mm.

6. Największa częstość występowania wysokich opadów w poszczególnych typach cyrkulacji nie zawsze odpowiada wyższej częstości występowania danego typu cyrkulacji. Na przykład, w typach F, B, D, E₂C, E₁, G wzrostowi częstości ich występowania nie zawsze odpowiada wzrost częstości opadów. Najbardziej jaskrawym przykładem jest cyrkulacja E₁, w której udział opadów ≥ 30 mm w okresie od maja do października największy spośród wszystkich typów cyrkulacji, pomimo iż jej częstość występowania była mała w stosunku do pozostałego okresu. Ponadto typy o spływie powietrza z południa i południo-wschodu F, B, BE pojawiają się w okresie lata rzadko, ale wysokie opady występują w nich bardzo często. Stąd wynika, że w przypadku wysokich opadów istotniejsza jest nie częstość danego typu cyrkulacji, lecz pora roku, gdyż od niej zależą właściwości termiczno-dynamiczne napływającej masy powietrza w danym typie cyrkulacji.

Zmienność czasowa i przestrzenna opadów na obszarze północno-zachodniej Polski jest złożona. Wynika to z różnorodności warunkujących ją czynników. Do najważniejszych należy jednak cyrkulacja atmosferyczna, która w różny sposób może wpływać na wysokość i częstość opadów w zależności od pory roku. Ponadto wyróżniły się typy cyrkulacji atmosferycznej, przy których opady mogą występować najczęściej oraz typy, przy których kształtują się najwyższe sumy dobowe.

LITERATURA

Osuchowska-Klein B., 1975, *Prognostyczne aspekty cyrkulacji atmosferycznej nad Polską*. Prace IMGW nr 7, Warszawa.

Małgorzata Kirschenstein
Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku
Zakład Klimatologii

CHARACTERISATION OF THE FREQUENCIES OF APPEARANCE OF THE HIGH DAILY PRECIPITATION SUMS DEPENDING UPON THE TYPE OF ATMOSPHERIC CIRCULATION ON THE AREA OF NORTH-WESTERN POLAND**SUMMARY**

The purpose of the study reported was to determine the dependence of the occurrence of high daily precipitation sums (≥ 10 mm) upon the atmospheric circulation types (as classified according to Osuchowska-Klein) within the area of the north-western Poland. The source data are constituted by the daily precipitation sums for the period 1961-1980, measured at 185 precipitation gauges. The shares of the high daily precipitation sums are more pronounced in the cyclonal, C_k , and the western, W, macro-types than in the anticyclonal, A_{ck} , and the eastern, E, ones. The daily precipitation sums exceeding 30 mm occur for the advection of the air masses from the southern sector, both in the anticyclonal (E_1 and D_2C) and the cyclonal (B, F, D) types, as well as for the cyclonal north-western circulation CB. Then, the shares of daily precipitation sums exceeding 50 mm are most pronounced for the cyclonal macrotype, C_k (except for April and July), and for the eastern macrotype, E (except for November and December). The shares of such high daily precipitation sums are the biggest for the advection of the air masses with the northern component, E_0 , E, CB.