

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

P R A C E G E O G R A F I C Z N E N r 3 3

Z O F I A K A C Z O R O W S K A

OPADY W POLSCE
W PRZEKROJU WIELOLETNIM

W A R S Z A W A 1 9 6 2
W Y D A W N I C T W A G E O L O G I C Z N E

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

*

P R A C E G E O G R A F I C Z N E

Nr 33

Wielu Szanownemu
Pannu Profesorowi Doktorowi
S. Lenarczykiemu z podzi-
waniem i szacunkiem do
pracy

Uwaga

5.10.62

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРУДЫ

№ 33

СОФИЯ КАЧОРОВСКА

ОСАДКИ В ПОЛЬШЕ В МНОГОЛЕТНЕМ РАЗРЕЗЕ

*

GEOGRAPHICAL STUDIES

No 33

ZOFIA KACZOROWSKA

PRECIPITATION IN POLAND IN LONG-PERIOD AVERAGES

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII

PRACE GEOGRAFICZNE Nr 33

ZOFIA KACZOROWSKA

OPADY W POLSCE
W PRZEKROJU WIELOLETNIM

TENDENCJE, OKRESOWOŚĆ ORAZ PRAWDOPODOBIENSTWO
WYSTĘPOWANIA NIEDOBORU I NADMIARU OPADÓW

WARSZAWA 1962
WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE

Komitet Redakcyjny

Przewodniczący: S. LESZCZYCKI

Członkowie: K. DZIEWOŃSKI, R. GALON, M. KLIMASZEWSKI, J. KONDRACKI, J. KOSTROWICKI,
M. KIEŁCZEWSKA-ZALESKA, M. CHILCZUK

Sekretarz redakcji: J. WŁODEK-SANOJCA

Rada redakcyjna

J. BARBAG, J. CZYŻEWSKI, J. DYLIK, K. DZIEWOŃSKI, R. GALON, M. KLIMASZEWSKI,
J. KONDRACKI, J. KOSTROWICKI, S. LESZCZYCKI, M. MALICKI, B. OLSZEWICZ, J. WĄSOWICZ,
M. KIEŁCZEWSKA-ZALESKA, A. ZIERHOFFER

Redaktor tomu:

W. OKOŁOWICZ

Redaktor Wydawnictwa: DANIELA DOBROWOLSKA

Redaktor techniczny: E. PIWOWARSKI

Korektor: Z. PAWLIKOWSKA

WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE — WARSZAWA 1962

Wydanie I. Nakład 1010 egz. Ark. wyd. 9,5. Ark. druk. 7. Papier druk. sat. kl. III
80 g B1. Oddano do składania 9. I. 1962 r. Podpisano do druku 31. VII. 1962 r.
Druk ukończono w sierpniu 1962 r.

Zam. 34/62

N-24

DRUKARNIA UNIwersytetu Jagiellońskiego

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
TENDENCJE OPADÓW	12
Tendencja opadów w okresie od początku obserwacji (1813—1878) do 1958 r.	13
Tendencja opadów w okresie 1851—1958	16
Tendencja opadów w ostatnim 60-leciu:	18
Okres „pełny“ (1900—1959)	
Okres „zredukowany“ (1900—1902, 1904—1913, 1918—1937, 1947—1959)	
PRÓBY POSZUKIWANIA OKRESOWOŚCI W BIEGU OPADÓW	27
Analiza średnich ruchomych	27
Analiza harmoniczna	30
Okres 73-letni (1864—1936)	
Okres 95-letni (1842—1936)	
Poszukiwanie rodzaju i stopnia zależności między sumami opadów w podokresach z maksimum i minimum plam słonecznych	35
Odchylenia sum opadów lata od średnich wieloletnich w 11-letnim cyklu plam słonecznych	39
ZRÓŻNICOWANIE SUM OPADÓW I PRAWDOPODOBIENSTWO NIEDOBORÓW	
I NADMIARÓW OPADU W POLSCE W OKRESIE 1900—1959	44
Ogólny przegląd częstości miesięcznych sum opadów	44
Podział na dzielnice	55
Statystyczne opracowanie materiału	57
Określenie granic, w jakich z prawdopodobieństwem 95% mieszczą się rzeczywiste sumy opadów	60
Częstość występowania sum opadów w różnych przedziałach w poszczególnych dzielnicach	61
Częstość występowania okresów przeciętnych, suchych i wilgotnych	70
Prawdopodobieństwo występowania lat i pór roku przeciętnych, suchych i wilgotnych w dzielnicach	75
Prawdopodobieństwo występowania lat i pór roku przeciętnych, suchych i wilgotnych w Polsce nizinnej i w Karpatach Polskich oraz w całej Polsce	84
PODSUMOWANIE	89
Literatura	99
Резюме	101
Summary	107

WSTĘP

Zagadnienie wody dla życia człowieka i jego gospodarki jest sprawą pierwszorzędną wagi. Nic więc dziwnego, że wszelkie zaburzenia w jej zasobach czy obiegu wzbudzają powszechne zainteresowanie i pytania o przyczynę zakłóceń. Jak słusznie zauważa J. Lambor [17]: „... w latach ubogich w wodę znajdujemy szczególnie głośne wypowiedzi na temat postępującego stepowania... Znowu w okresach obfitych w opady mówi się dużo i pisze o oceanizacji klimatu“.

Zasoby wody w atmosferze i litosferze na całym globie ziemskim, o ile możemy sądzić przy dzisiejszym stanie wiedzy, są wielkością stałą. Różne tylko ich części spadają pod postacią opadów w określonych odcinkach czasu i różnie rozkładają się one na powierzchni globu. Są lata, gdy ilości wody opadowej na pewnych terenach nie odbiegają od normy; są takie gdy znacznie ją przewyższają, a kiedy indziej zdarzają się lata z większym lub mniejszym niedoborem opadów.

W ostatnim dziesiętku lat wystąpiło w Polsce parę lat posusznych, niezależnie od tego — przy zwiększonym zapotrzebowaniu wody — w niektórych okolicach zaczyna się odczuwać stały jej brak. Stąd wynikła potrzeba zbadania kształtowania się jednego ze składników bilansu wodnego — opadów — na terenie Polski w ciągu ostatniego stulecia. Celem niniejszego opracowania jest analiza trendu opadów, wykrycie ich tendencji w ciągu badanego okresu w różnych dzielnicach kraju. Tendencja ta może być stała na całym obszarze, ale może także świadczyć o zwiększaniu lub zmniejszaniu się ilości opadów w niektórych częściach Polski. Tendencja może zachowywać ten sam znak, może także zmieniać go w ciągu rozpatrywanego okresu. Tym problemom poświęcona jest pierwsza część niniejszej pracy.

Druga część stanowi próbę poszukiwania okresowości w przebiegu opadów w związku z zauważoną zmianą ich tendencji.

W trzeciej części poddano szczegółowej analizie częstość występowania różnych klas sum opadu w okresie 1900—1959 w różnych dzielnicach Polski w roku i w porach roku, a nawet w miesiącach. Ponadto na podstawie rachunku prawdopodobieństwa próbowano określić granice, w jakich mieszczą się rzeczywiste (prawdziwe) roczne lub sezonowe sumy opadów, oraz

ocenić prawdopodobieństwo pojawienia się lat czy pór roku pod względem opadu: przeciętnych, posusznych lub wilgotnych.

*

* * *

Zagadnienie zmian opadu w czasie i poszukiwanie ich przyczyn oraz okresowości było przedmiotem wielu prac w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat. Wymienić tu należy nade wszystko prace: W. Gorczyńskiego [8], P. J. Rychlińskiego [31], W. Okołowicza [22], J. Ostromęckiego [25], A. Kosiby [16] i J. Lambora [17]. Okres analizowany kończy się w opracowaniach W. Gorczyńskiego i P. Rychlińskiego na roku 1910, u W. Okołowicza na 1930, u J. Ostromęckiego na 1940, u J. Lambora i A. Kosiby zaś na roku 1950.

Najważniejsze dotychczas wyprowadzone wnioski można ująć w sposób następujący:

1. Brak wyraźnego związku między biegiem opadów i 11-letnim cyklem plam słonecznych (W. Gorczyński).

2. W 50-leciu 1861—1910 średnie roczne sumy opadu w Warszawie są niższe niż w 100-leciu 1811—1910, jednakże wyraźnie zmalały odchylenia przeciętne, obszerność wahań i stosunek maksimum sum opadowych do minimum tychże sum, co świadczyłoby o zmniejszeniu kontynentalizmu klimatu (P. Rychliński).

3. Zanalizowanie okresu 1851—1930 wykazuje na tle wzrastających opadów w Niemczech, Austrii, Danii i północnej części ZSSR istnienie „osi opadów malejących“, biegnącej od Berlina przez Warszawę, Lwów do Morza Czarnego (W. Okołowicz).

4. Zbadanie okresu 1851—1940 dla większej ilości stacji w Europie środkowej potwierdziło tezę o różnym znaku tendencji opadowej na tym terenie. Silny wzrost opadów zarysowuje się na Pomorzu Zachodnim, w Prusach Wschodnich i na Dolnym Śląsku, lekki wzrost — w Poznańskim, na Kujawach, w dorzeczu dolnej Wisły i na Wyżynie Małopolskiej. Obszar dotknięty spadkiem opadów obejmuje zlewnię Wisły od Torunia w górę rzeki do wód Sanu i dalej poza Lwów w kierunku południowo-wschodnim (J. Ostromęcki).

5. Wydłużenie okresu badanego w obie strony do okresu 1813—1950 nie potwierdziło spadku opadów na terenie Polski środkowej, wykazało tylko wahanie wokół średniej, ze znacznymi odchyleniami w różnych okresach (J. Lambor).

6. Po obliczeniu i wykreśleniu „średnich cyklicznych“ temperatury poszczególnych pór roku oraz sum opadowych letnich i zimowych w 11-letnim cyklu plam słonecznych okazało się, że opady nie wykazują tak wyraźnej korelacji z liczbą plam, jak temperatura, gdzie uzyskano podwójne wahnię-

cie. Niemniej jednak wysunięto tezę, że we Wrocławiu suche lata zbiegają się z latami gorącymi i przypadają w sąsiedztwie maksimum i przed minimum plam, suche zaś zimy towarzyszą raczej zimom ciepłym i występują na pół roku przed maksimum i 2—3 lata przed minimum plam (A. Kosiba).

7. Wreszcie F. Baur [1] po zbadaniu 150-letniego ciągu opadów Europy środkowej w 11-letnim cyklu plam słonecznych dopatruje się potrójnego wahnięcia opadów lata, przy czym nadmiar ich przypada: 1 rok przed i 1 rok po ekstremach oraz 3 lata po maksimum plam, a niedobór — 2 lata przed ekstremami i 2 lata po maksimum.

METODY PRACY

Ze względu na wielką zmienność opadów, przy badaniu ich biegu w czasie, konieczne jest wyrównywanie ciągów opadowych. Metodami najczęściej stosowanymi do tego celu są średnie ruchome — przesuwane — konsekwentne oraz metoda najmniejszych kwadratów. W niniejszym opracowaniu posługiwano się tą ostatnią metodą.

Wobec wielu czynników wpływających na bieg opadów w czasie, między tymi zmiennymi istnieje prawdopodobnie korelacja krzywolinijna. Jednakże dla zorientowania się w ogólnym charakterze tendencji opadowej i dla uproszczenia obliczeń porzeczano na założeniu istnienia korelacji prostoliniżnej i zestawieniu równań prostych regresji.

Zrozumiałe, że uzyskane tą drogą współczynniki regresji mogą być obarczone przypadkowością, wobec czego należało metodami statystyki teoretycznej zbadać istotność ich wartości.

W zasadzie przy opracowaniu trendu opadowego zastosowano tę samą metodę, którą posiłkował się J. Ostromęcki [25], z tą różnicą, że z powodu licznych braków w materiałach obserwacyjnych zarówno w dziesiątku lat 1931—1940, jak jeszcze bardziej w 1941—1950, operowano sumami pojedynczych lat, a nie średnimi sumami 10-letnimi.

Wydłużono również okres badany do roku 1958 i zanalizowano ciągi wszystkich stacji z tych lat, z jakich posiadano materiały. Następnie w celu uzyskania porównywalności ograniczono się do wspólnego okresu 1851—1958 dla wszystkich stacji, choć i w tym czasie liczba lat nie będzie jednakowa wobec przerw w obserwacjach. Wreszcie, już oddzielnie, zanalizowano bardziej szczegółowo 60-letni okres bieżącego stulecia 1900—1959.

MATERIAŁY

Aby należycie zobrazować stosunki opadowe na terytorium Polski w czasie, należałoby mieć do dyspozycji przynajmniej kilkadziesiąt stacji o długich ciągach obserwacyjnych i to stacji mniej więcej równomiernie rozłożo-

nych. Wprawdzie F. Baur [1] ustala 150-letnie ciągi opadowe dla szeroko pojętej Europy środkowej (obszar między półwyspami południowymi i północnymi oraz między Oceanem Atlantyckim i Niziną Wschodnio-europejską) jedynie na podstawie 10 stacji, twierdząc, że ilość ta wystarcza do scharakteryzowania opadów, przede wszystkim z punktu widzenia niedoborów i nadmiarów. Niewątpliwie jednak szczegółowa analiza tego elementu ze względu na wielką jego zmienność wymaga większej ilości punktów obserwacyjnych.

Źródła, z których czerpano dane, to: 1) materiały oryginalne Archiwum PIHM, 2) zestawienia sum opadowych z Zakładu Meteorologii i Klimatologii Ogólnej PIHM, 3) fragmenty materiałów zebranych i opracowanych przez R. Gumińskiego, 4) „Pamiętnik Fizjograficzny“, 5) „Materiały do poznania opadu...“ W. Górczyńskiego, 6) „Klimakunde“ i „Klima des Ostlandes“. Na ich podstawie zdołano zebrać materiały za okres 80—140 lat dla następujących stacji:

Bielsko	1873—1884, 1886—1900, 1911—1919, 1921—1928, 1941
Bochnia	1868—1895, 1897—1914, 1916, 1917, 1923—1926, 1949—1959
Bydgoszcz	1861—1938, 1941—1944, 1946—1959
Chojnice	1854—1890, 1892—1902, 1904—1913, 1922, 1923, 1926, 1927, 1932—1938, 1943, 1944, 1947, 1949—1959
Gdańsk	1851—1857, 1861—1911, 1913, 1918—1920, 1946—1959
Gorzów Wlkp.	1875—1879, 1881—1913, 1918—1940, 1946—1959
Iwonicz	1894—1907, 1911, 1913, 1934—1938, 1941—1943, 1948—1959
Koszalin	1851—1938, 1947—1959
Kraków	1850—1860, 1862—1959
Krynica	1878—1902, 1904—1923, 1925—1929, 1932, 1933, 1935—1937, 1939—1941, 1945—1959
Lębork	1862—1890, 1892—1901, 1904—1913, 1918—1938, 1946—1959
Olecko	1884—1913, 1917—1936, 1938, 1949—1953, 1955—1959
Olsztyn	1899—1913, 1918—1937, 1949—1959
Pilzno	1879—1882, 1886, 1887, 1890—1893, 1896—1902, 1911—1918, 1920, 1921, 1927—1937, 1940—1945, 1947—1954, 1956
Pomień	1867—1890, 1892—1897, 1899—1902, 1904—1911, 1913, 1918—1921
Poronin	1868, 1869, 1872—1880, 1883, 1885, 1904—1911, 1917, 1918, 1920—1922, 1924, 1925, 1928, 1931—1938, 1946, 1948—1959
Poznań	1848—1939, 1941—1944, 1946—1958 (lata 1935 i 1959 wyinterpolowano według Ławicy)
Puławy	1891—1942, 1945—1959
Racibórz	1848—1873, 1877—1913, 1918—1922, 1924—1940, 1947—1959
Słubice	1848—1885, 1887—1902, 1904—1913, 1918—1940, 1948, 1949, 1953—1959
Sobieszyn	1897, 1899—1909, 1911—1914, 1917—1959
Szczawnica	1883—1913, 1917—1920, 1937, 1938, 1942, 1946—1952, 1954—1959
Szczecin	1848—1892, 1894—1902, 1904—1913, 1918—1940, 1947—1959
Tarnów	1878—1881, 1883—1885, 1893—1913, 1916—1943, 1946—1959
Wadowice	1871, 1873, 1875, 1876, 1879, 1880, 1883—1886, 1892—1900, 1902, 1903, 1905—1915, 1919—1925, 1926, 1927, 1929—1937, 1948—1952, 1954—1959
Warszawa	1813—1834, 1836—1943, 1946—1959

Wrocław	1840—1938, 1940, 1946—1959
Zakopane	1896—1902, 1904—1910, 1912—1920, 1923—1959 (lata 1911, 1921 i 1922 wyinterpolowano na podstawie Poronina)
Zgorzelec	1848—1902, 1904—1913, 1918—1940, 1947—1959
Żywiec	1853, 1876—1891, 1893—1895, 1897—1911, 1920—1923, 1925—1938, 1941—1959

Z powodu licznych braków musiano zrezygnować z opracowania ciągów dla następujących stacji: Bielsko, Bochnia, Chojnice, Gdańsk, Iwonicz, Pilzno, Pomień, Poronin, Radom, Słubice, Szczawnica i Wadowice.

Rozmieszczenie stacji jest bardzo nierównomierne. Zachód Polski reprezentowany jest stosunkowo dobrze przez kilka stacji o długich ciągach obserwacyjnych, natomiast we wschodniej połowie kraju jest tylko jedna stacja czynna od roku 1884 (Olecko-Margrabowa), a od roku 1891 dochodzi druga — Puławy. Obszary górskie również mają zbyt małą ilość stacji o obserwacjach wieloletnich.

Jedynie stacja meteorologiczna przy Obserwatorium Astronomicznym w Krakowie funkcjonowała bez żadnych przerw nawet w czasie obu wojen światowych, tak że w 110-letnim (1850—1959) ciągu obserwacyjnym brak tylko jednego 1861 roku.

Warszawa — Obserwatorium Astronomiczne — może się poszczycić najdawniejszymi obserwacjami, sięgającymi 1813 roku, brak jednak obserwacji z lat: 1835, 1944 i 1945. W każdym razie ponad 100-letni ciąg (1836—1943) nie miał żadnej przerwy w obserwacjach. Jednak wobec zniszczenia materiałów oryginalnych w czasie powstania warszawskiego i luk w ich publikacji, do niektórych okresów należy odnosić się z pewną rezerwą; dotyczy to szczególnie lat 1911—1915, 1917, 1920—1922.

Wszystkie wyżej wymienione stacje, prócz Krakowa, mają przerwy w obserwacjach w przeciągu 2 do 10 lat w czasie drugiej wojny światowej. Większość stacji nie ma także ciągłości w czasie pierwszej wojny, często brak obserwacji za lata 1914—1917.

Wobec braku długoletniego ciągu obserwacyjnego dla południowo-wschodniej części naszego kraju, zwrócono się do Służby Hydrometeorologicznej ZSRR i uzyskano od Ukraińskiej Służby Hydrometeorologicznej dane dla Lwowa, które zostały wykorzystane w opracowaniu.

Rozdział I

TENDENCJE OPADÓW

Przystępując do wyznaczenia tendencji stałej (trendu) opadów, zestawiono najpierw ciąg wartości ich sum w kolejnych latach.

Jeśli oś pozioma X interpretuje czas, tj. kolejne lata, oś pionowa zaś Y — sumę roczną opadów, to łącząc empiryczne kolejne punkty wykresu, uzyskuje się linię łamaną, bardzo nieregularną. Zakładamy, że nieregularności te są wynikiem odchyłeń przypadkowych od pewnej prostej, którą nazywać będziemy prostą regresji. Zadanie polega na znalezieniu jej równania.

Przyjęcie zależności liniowej między czasem x i ilością opadów y daje prosta o równaniu:

$$y = ax + b$$

w którym współczynniki a i b należy tak dobrać, aby sumy kwadratów odchyłeń punktów empirycznych od prostej były jak najmniejsze, inaczej mówiąc: prosta ta powinna jak najlepiej przylegać do zbioru punktów empirycznych.

Niech x_i i y_i oznacza rok i ilość opadu dla i tego roku, wówczas:

$$F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2$$

oznacza badaną sumę kwadratów odchyłeń dla n lat.

W celu znalezienia a i b , które minimalizują $F(a,b)$, należy rozwiązać układ równań:

$$\frac{\partial F}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial b} = 0$$

Po dokonaniu obliczeń otrzymuje się:

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum y_i \cdot \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{oraz} \quad b = \frac{\sum x_i^2 \cdot \sum y_i - \sum x_i \cdot \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

TENDENCJA OPADÓW W OKRESIE OD POCZĄTKU OBSERWACJI DO 1958 r.

W pierwszym etapie pracy obliczono równania prostych regresji dla każdej z 12 stacji za całe okresy, z jakich są materiały obserwacyjne *in extenso*. Ponieważ pracę rozpoczęto w roku 1959, przeto okres ten zamyka się rokiem 1958.

Tabela 1

Równania prostych regresji. Okres od początku obserwacji (1813—1878) do 1958

Stacja	Liczba lat	Równanie
Lębork	81	$y = 0,4 x + 633$
Koszalin	100	$y = 1,1 x + 642$
Szczecin	99	$y = 0,9 x + 495$
Olecko	58	$y = 1,6 x + 609$
Bydgoszcz	95	$y = -0,2 x + 515$
Poznań	109	$y = 0,3 x + 496$
Warszawa	143	$y = -0,1 x + 573$
Zgorzelec	97	$y = 0,3 x + 662$
Wrocław	113	$y = 1,3 x + 471$
Racibórz	97	$y = 0,7 x + 600$
Kraków	108	$y = 0,35x + 650$
Tarnów	69	$y = -0,9 x + 745$

Liczba lat uwzględnionych waha się w szerokich granicach: od 143 (Warszawa) do 68 (Tarnów) i 58 (Olecko) (tab. 1).

Współczynniki regresji powyższych równań różnią się pod względem znaków: dla 9 stacji położonych w zachodniej i północnej części kraju są dodatnie, co świadczy o tendencji wzrostowej opadu w badanych okresach, natomiast dla 3 stacji, leżących w środkowym pasie południkowym: Bydgoszcz, Warszawa i Tarnów, są ujemne, co wskazuje na tendencję spadkową. Niestety, dla wschodniej połaci kraju brak danych.

Pozostaje otwarta sprawa oceny istotności otrzymanych wyników.

Zastosowano wzór na określenie wariancji współczynnika regresji:

$$S^2 = \frac{1}{N-2} \left\{ \sum (y_i - \bar{y})^2 - \frac{[\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right\}$$

gdzie

N — liczba lat uwzględnionych w obliczeniach,

$(x_i - \bar{x})$ — odchylenie od średniej okresu,

$(y_i - \bar{y})$ — odchylenie od średniej sumy opadu.

Mając współczynnik regresji a i wartość standardu S , obliczono U ze wzoru:

$$U = \frac{a}{S} \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Wielkość U ma rozkład normalny, a więc z tablic tego rozkładu można odczytać prawdopodobieństwo wystąpienia takiej wartości U , jaka wypadła z obliczeń opartych na obserwacjach, z przyczyn przypadkowych. Jeśli to prawdopodobieństwo będzie małe, to zgodnie z regułą praktyczną, która głosi, że w praktyce zdarzenia z małym prawdopodobieństwem są niemożliwe, nie możemy uznać, iż taka wartość U , jaką zaobserwowaliśmy, może być przypadkowa, musi więc być istotna, a co zatem idzie: tendencja istnieje; odwrotnie, gdy to prawdopodobieństwo jest duże, różnicę możemy uważać za przypadkową i tendencji nie ma.

Wyniki obliczeń U dla poszczególnych stacji i odnalezione w tablicach rozkładu normalnego prawdopodobieństwa, z jakimi obliczone U mogą zachodzić z przyczyn przypadkowych, zestawiono w tabeli 2 i przedstawiono na rycinie 1.

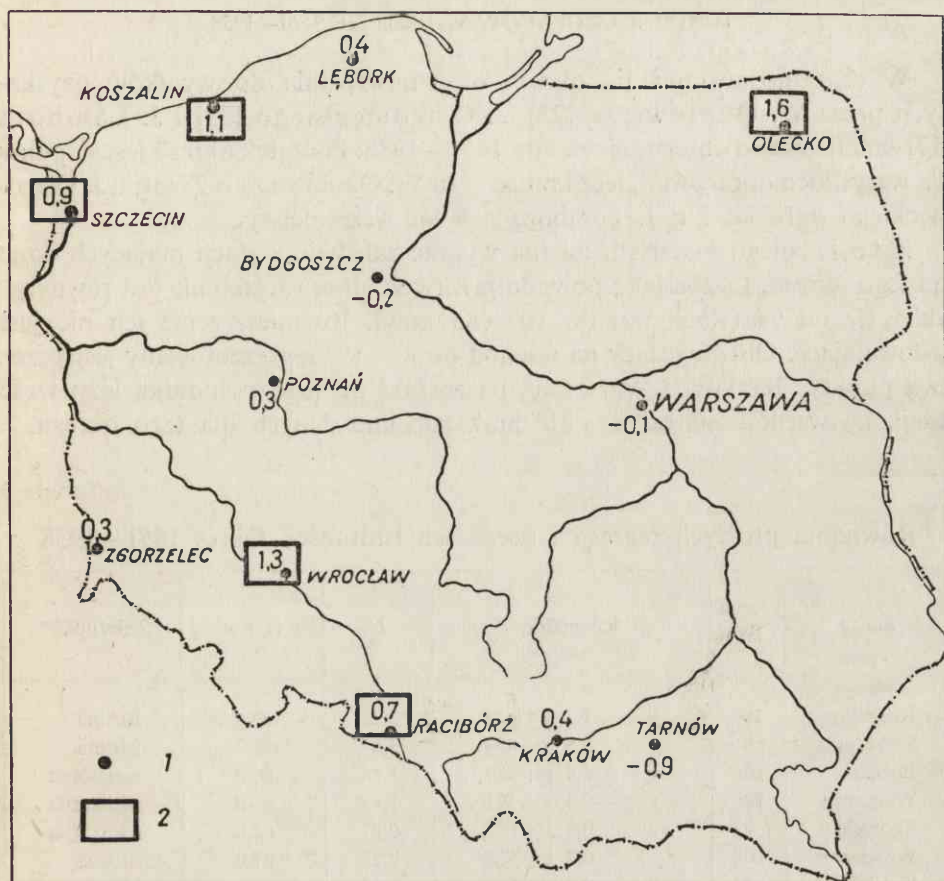
Tabela 2

Współczynniki prostych regresji i ocena ich istotności. Okres od początku obserwacji (1813—1878) do 1958

Stacja	a	U	Pr (U) w %	Zależność *
Lębork	0,4	0,92	64,0	nieistotna
Koszalin	1,1	3,3	99,9	istotna
Szczecin	0,9	3,5	99,9	istotna
Olecko	1,6	2,15	96,8	istotna
Bydgoszcz	-0,2	0,68	50,0	nieistotna
Poznań	0,3	0,4	31	nieistotna
Warszawa	-0,1	0,4	31	nieistotna
Zgorzelec	0,3	0,87	62	nieistotna
Wrocław	1,3	4,4	99,9	istotna
Racibórz	0,7	2,08	96,0	istotna
Kraków	0,35	0,94	65,0	nieistotna
Tarnów	-0,9	1,2	77,0	nieistotna

* Dla 90% stopnia ufności.

Jest rzeczą umowną ustalenie „stopnia ufności“, tj. liczby leżącej na granicy prawdopodobieństw małych i dużych. Najczęściej przyjmuje się ją równą 0,01 lub 0,05. W badaniach meteorologicznych wobec dużej zmienności analizowanych wielkości można ją powiększyć np. do 0,1 lub 0,2. Jeśli przyjmujemy stopień ufności równy 0,1, to orzeczenie istotności może być fałszywe



Ryc. 1. Współczynniki regresji i ocena istotności. Okres od początku obserwacji (1813—1878) do 1958

1 — stacje uwzględnione; 2 — zależność istotna

1 raz na 10 (10%), a jeśli 0,2, to takie orzeczenie byłoby fałszywe 1 raz na 5 (20%).

Jeśli przyjąć, że prawdopodobieństwa większe od 90% są duże, mniejsze zaś lub równe 90% uznać za małe, to wniosek jest następujący:

— dla Koszalina, Szczecina, Olecka, Wrocławia i Raciborza współczynnik regresji jest istotny, a co zatem idzie: tendencja stała (wzrostowa) jest wykazana,

— o Lęborku, Bydgoszczy, Poznaniu, Warszawie, Zgorzelcu, Krakowie i Tarnowie powiedzieć tego nie można, a więc dla tych stacji tendencja stała nie istnieje.

Ponieważ początek obserwacji na uwzględnionych stacjach waha się od roku 1813 do 1878, zatem zakres czasu obserwacji różni się o 65 lat; uniemożliwia to porównywanie współczynników regresji.

TENDENCJA OPADÓW W OKRESIE 1851—1958

W celu ujednostajnienia okresu oraz nawiązania do wyników uzyskanych przez W. Okołowicza [22], J. Ostromęckiego [25] i J. Lambora [17] zanalizowano obserwacje za lata 1851—1958. Początek okresu jest wspólny dla wszystkich opracowań, lecz koniec — u W. Okołowicza o 28 lat, u J. Ostromęckiego o 18 lat i u J. Lambora o 8 lat wcześniejszy.

Z posiadanego materiału można wybrać zaledwie 8 stacji mających dane dla tego okresu. Liczba lat z powodu przerw w obserwacjach nie jest równa — waha się od 94 (Racibórz) do 107 (Kraków). Rozmieszczenie ich nie jest zadowalające. Obszar leżący na wschód od $\lambda = 19^\circ$ reprezentowany jest przez dwa punkty: Kraków i Warszawę, na zachód od tego południka leży sześć stacji, na wschód zaś od $\lambda = 21^\circ$ brak zupełnie danych dla tego okresu.

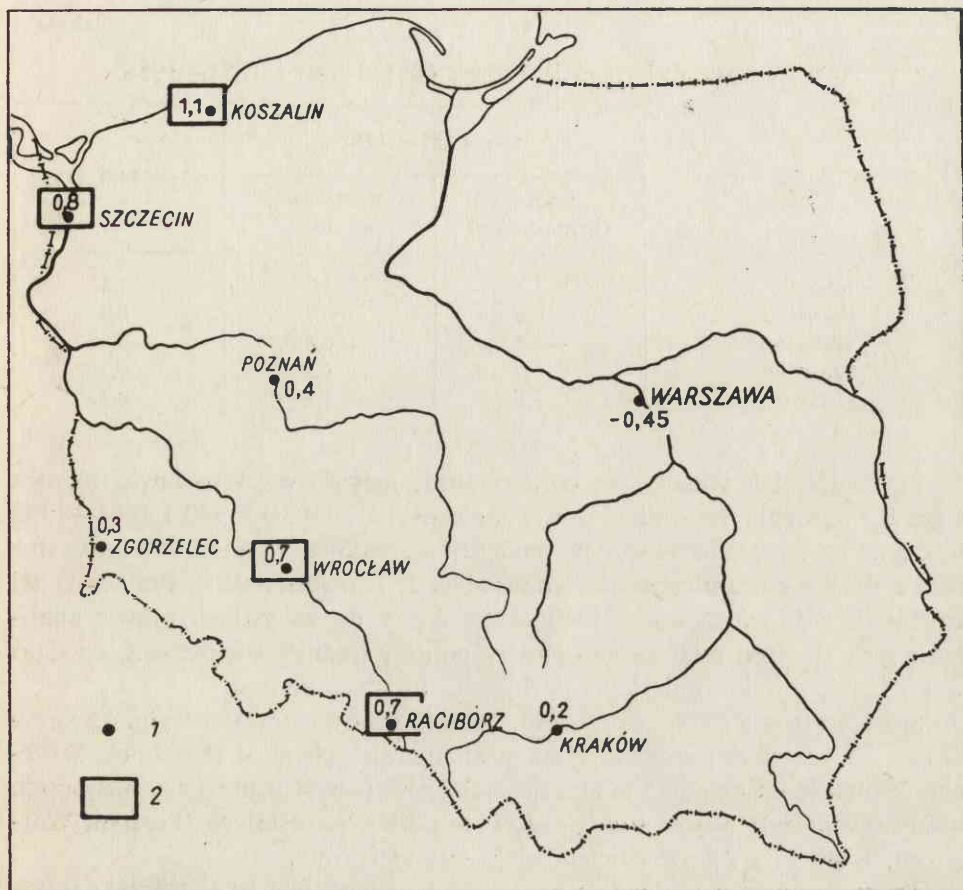
Tabela 3

Równania prostych regresji i ocena ich istotności. Okres 1851—1958

Stacja	Liczba lat	Równanie	U	Pr (U) w %	Zależność *
Koszalin	100	$y = 1,1 x + 643$	3,2	99,9	istotna
Szczecin	96	$y = 0,8 x + 499$	3,0	99,7	istotna
Poznań	106	$y = 0,4 x + 489$	1,48	86,0	nieistotna
Warszawa	106	$y = -0,45x + 591$	1,49	86,0	nieistotna
Zgorzelec	97	$y = 0,3 x + 662$	0,87	62,0	nieistotna
Wrocław	102	$y = 0,7 x + 528$	2,23	97,0	istotna
Racibórz	94	$y = 0,7 x + 602$	1,96	95,0	istotna
Kraków	107	$y = 0,2 x + 663$	0,55	42,0	nieistotna

* Dla 90% stopnia ufności.

Skrócenie okresu, jak widać z tabeli 3 i ryciny 2, nie wpłynęło na zmianę znaku tendencji. Największą zmianę wartości współczynnika regresji wykazują Wrocław i Warszawa, co jest zrozumiałe ze względu na najwydatniej skrócony okres — w Warszawie o 37 lat i we Wrocławiu o 11 lat. We Wrocławiu okres 1840—1850 należał do wyjątkowo suchych. Tu przypadało minimum najniższe (166 mm w 1842 r.) i średnia z tych 11 lat wynosi 378 wobec 545 mm dla całego okresu 1840—1958, nic więc dziwnego, że odjęcie tych kilkunastu niezwykle suchych lat wpłynęło na wyraźne złagodzenie wzrostu prostej wyrównującej. W Warszawie odjęty okres 1813—1850 należał do bardzo kapryśnych. Była tu najwyższa w całym okresie roczna suma opadu (1183 mm w 1833 r.), jak również i najniższa (371 mm w 1822 r.). Liczba lat z niedoborem opadu, w stosunku do średniej, znacznie przewyższa liczbę lat z nadmiarem



Ryc. 2. Współczynniki regresji i ocena istotności. Okres 1851—1958

1 — stacje uwzględnione; 2 — zależność istotna

(21 wobec 14), w związku z czym średnia roczna suma opadu z okresu 1813—1850 wynosi 559 mm wobec 565 mm dla całego okresu 1813—1958. W ten sposób skrócenie okresu do synchronicznego wpłynęło na podwyższenie wartości bezwzględnej współczynnika regresji, wzmagając tendencję spadkową opadu w okresie 1851—1958 w stosunku do całego okresu obserwacyjnego. Pozostałe stacje wykazują różnice we współczynnikach regresji rzędu 0,1—0,2, lub też pozostały bez zmiany. W Krakowie odjęcie jednego tylko roku złądziło tendencję wzrostową opadu, ale rok 1850 był rokiem szczególnym — o najniższej sumie rocznej (336 mm) dla całego okresu 1850—1958.

Tabela 4 daje zestawienie kilku współczynników regresji J. Ostroręckiego i w celu porównania — przeliczonych na nowo dla ściśle tego samego okresu oraz dla okresu wydłużonego do 1958 r.

Tabela 4

Współczynniki regresji. Okres 1851—1940 i 1851—1958

Stacje	Okres 1851—1940		Okres 1851—1958
	według Ostromeckiego	przeliczone na nowo	
Koszalin	1,7	1,7	1,1
Poznań	0,6	0,7	0,4
Warszawa	-0,7	-0,6	-0,45
Wrocław	1,0	1,5	0,7
Kraków	1,1	1,2	0,2

Zgodność, jak widać, jest bardzo duża, jedynie we Wrocławiu różnica sięga 0,5 mm/rok. Natomiast porównanie okresów 1851—1940 i 1851—1958 wskazuje na znaczne złagodzenie tendencji wzrostowej w ciągu 100 lat w stosunku do 80, co zgadza się z wypowiedzią J. Lambora [17]. Przyczyną tej zmiany jest dodanie okresu 1940—1958, który na wszystkich prawie analizowanych stacjach miał sumy opadów poniżej średniej wieloletniej, co dało w rezultacie zmniejszenie kąta nachylenia prostych regresji.

Stosując tę samą, co poprzednio, metodę oceny istotności wyników, używano, co następuje: spośród 8 stacji analizowanych na 4 (Koszalin, Szczecin, Wrocław i Racibórz) tendencja stała została wykazana i na wszystkich obserwowany jest wzrost sum opadowych; dla 4 pozostałych (Poznań, Warszawa, Kraków i Zgorzelec) tendencja jest nieistotna.

Trudno mówić o rozkładzie przestrzennym tendencji, skoro brak danych dla całej wschodniej połaci kraju, a Polska środkowa jest reprezentowana przez jedną stację — Warszawę.

Uzyskane wyniki dotyczące trendu opadów dla okresu około 100-letniego pokrywają się z wynikami innych autorów:

- a) zarysowuje się zróżnicowanie znaków tendencji na terenie Polski [22],
- b) utrzymuje się tendencja wzrostowa na zachodzie, a spadkowa w części środkowej [25].
- c) wobec wydłużenia okresu do 100 lat, zaznaczyło się złagodzenie tendencji [17].

TENDENCJE OPADÓW W OSTATNIM 60-LECIU

Ponieważ z jednej strony dodanie 28 lat do okresu rozpatrywanego przez J. Ostromeckiego wpłynęło wyraźnie na obniżenie wartości współczynników regresji na porównywanych stacjach, a z drugiej strony prognoza postawiona

przez tegoż autora odnośnie do tendencji opadów w okresie 1930—1970 mówi o jej zupełnej zmianie, postanowiono przeto zbadać trend opadów dla 60 lat bieżącego stulecia, w oparciu o większą liczbę stacji, by móc go bardziej sprecyzować.

Spośród materiału już znacznie bogatszego, ale dalekiego — wciąż jeszcze — od stanu zadowalającego, wybrano 28 stacji z 60-letnim okresem obserwacyjnym (1900—1959) (ryc. 4 i tab. 6). 27 z tych stacji leży na naszych terenach a 1 (Lwów) poza granicami państwa. Na zachodzie i południu Polski stacje są rozmieszczone dość równomiernie, natomiast cała wschodnia część kraju nadal jest reprezentowana bardzo słabo. Dwie wojny światowe, jakie przypadają na ten okres, spowodowały w obserwacjach krótsze lub dłuższe przerwy, od których wolne są jedynie Kraków i Zakopane (w Zakopanem brak danych w roku 1903 i pominięto rok 1902 z powodu niezgodności między materiałem posiadanym przez PIHM i opublikowanym w „Roczniku Centralnego Biura Hydrograficznego w Wiedniu“ część ombrometryczna A). W związku z tym analizowany okres waha się w granicach od 60 lat (Kraków) do 42 (Olsztyn) i 41 lat (Żywiec).

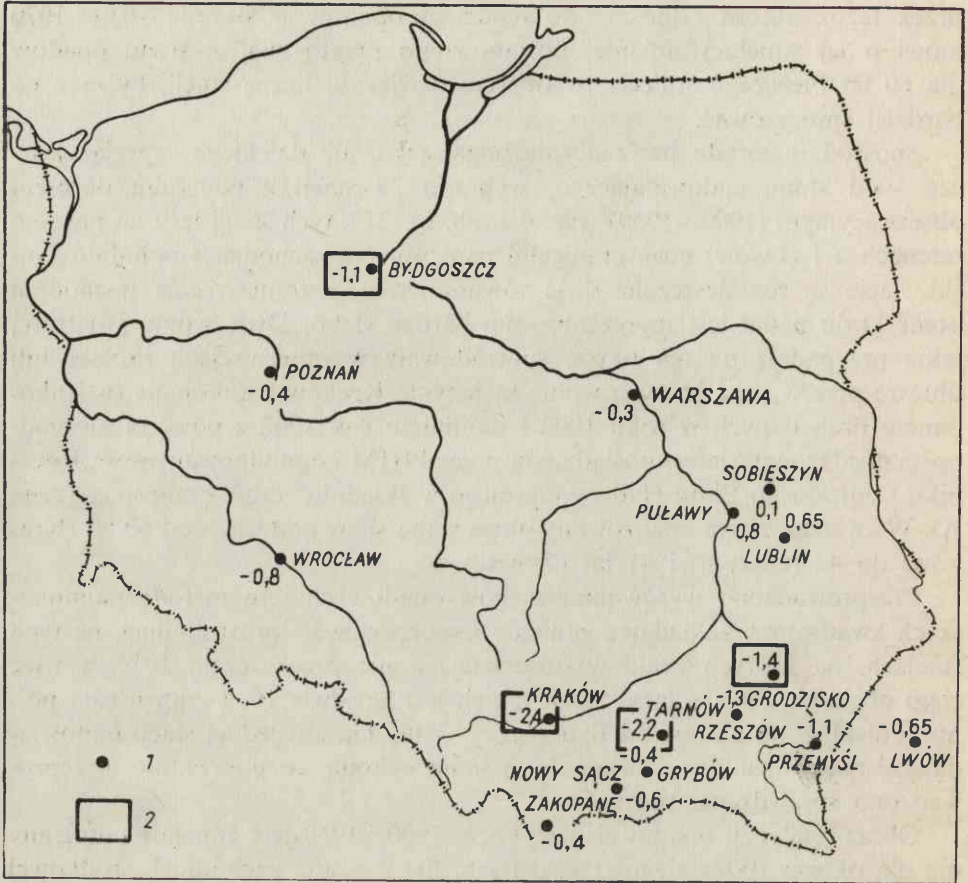
Przeprowadzono wyrównanie ciągów opadowych i tu metodą najmniejszych kwadratów, zakładając istnienie współzależności prostoliniowej, na tych stacjach, na których braki w obserwacjach nie przekraczają 10%, a więc ciągi obejmują 60—54 lata. Stacji takich jest zaledwie 16. I znowu cała północ Polski — na północ od Bydgoszczy — nie ma ani jednej stacji odpowiadającej tym warunkom. Następnie tą samą metodą, co poprzednio, przeprowadzono sprawdzenie istotności.

Obraz tendencji opadowej dla okresu 1900—1959 jest zupełnie odmienny niż dla okresu 100-letniego (ryc. 3 i tab. 5): w części zachodniej, środkowej i południowej — od Bydgoszczy i Poznania po Karpaty — współczynniki regresji są ujemne, co świadczy o zarysowującym się tu obecnie spadku sum opadowych, natomiast na Wyżynie Lubelskiej (Sobieszyn i Lublin) wobec dodatnich współczynników zaznacza się jak gdyby zwyżka opadów.

Przy porównaniu z okresem 1851—1958 widać, że Poznań, Wrocław i Kraków zmieniły znak tendencji ze wzrostowej na spadkową, Warszawa zachowała spadkową. Brak, niestety, danych dla oceny stosunków panujących na północy kraju.

Sprawa istotności wyników w okresie 60-letnim zarysowuje się jeszcze słabiej: spośród 16 stacji zbadanych stała tendencja spadkowa została wykazana tylko na 4. Tendencję wzrostową znaleziono jedynie we wschodniej części kraju, ale tu ma ona charakter przypadkowy.

Chcąc uzyskać pełniejszy obraz kształtowania się tendencji opadowej na obszarze całego kraju i uzyskać okres synchroniczny, należało dokonać pewnych cięć w obrębie analizowanych 60 lat. Przyjęto kryterium, że pomija się taki rok, w którym brak materiału na więcej niż 3 stacjach (około 10%).



Ryc. 3. Współczynniki regresji i ocena istotności. Okres 1900—1959 „pełny“
1 — stacje uwzględnione; 2 — zależność istotna

Przy takim założeniu odpadają lata: 1903, 1914—1917 i 1938—1946. Z okresu 60-letniego pozostaje tylko 46 lat i z nich na niektórych stacjach wypada jeszcze po 1—3 lata. Jakkolwiek w okresie synchronicznym, nazwanym „zredukowanym“, brak w Olsztynie 4 lat, a w Olecku i Żywcu nawet po 5 lat, to jednak te 3 stacje zachowano ze względu na ich położenie reprezentujące krańce Polski: północny, północno-wschodni i południowo-zachodni.

Aby zorientować się, jak usunięcie tych 14 lat z okresu 60-letniego wpłynęło na kształtowanie się prostych regresji, zestawiono równania z obu okresów dla paru stacji najpełniejszych:

$$\begin{aligned} \text{Kraków (60 lat)} \quad & y = -2,4x + 757 \quad \text{zależność istotna} \\ \text{(46 lat)} \quad & y = -2,0x + 753 \quad \text{zależność istotna} \end{aligned}$$

Tendencja spadkowa w obu wypadkach jest wyraźna. Wystąpiło pewne jej złagodzenie (z $-2,4$ na $-2,0$), co jest uzasadnione wyjęciem 14 lat roz-

Tabela 5

Równania prostych regresji i ocena istotności. Okres 1900—1959 „pełny“

Stacja	Liczba lat	Równanie	U	Pr (U) w %	Zależność *
Bydgoszcz	57	$y = -1,1x + 534$	1,88	94	istotna
Poznań	58	$y = -0,4x + 535$	0,58	44	nieistotna
Warszawa	58	$y = -0,3x + 568$	0,48	37	nieistotna
Sobieszyn	57	$y = 0,1x + 541$	0,13	10	nieistotna
Puławy	58	$y = -0,8x + 600$	1,19	77	nieistotna
Lublin	56	$y = 0,65x + 545$	0,97	67	nieistotna
Wrocław	54	$y = -0,8x + 599$	1,02	69	nieistotna
Kraków	60	$y = -2,4x + 757$	3,01	99,7	istotna
Tarnów	56	$y = -2,2x + 771$	2,09	96,0	istotna
Grodzisko	58	$y = -1,4x + 701$	1,63	90	istotna
Rzeszów	56	$y = -1,3x + 672$	1,57	88	nieistotna
Przemyśl	56	$y = -1,1x + 709$	1,27	80	nieistotna
Nowy Sącz	57	$y = -0,6x + 725$	0,68	50	nieistotna
Grybów	56	$y = -0,4x + 811$	0,45	35	nieistotna
Lwów	54	$y = -0,65x + 642$	0,78	56	nieistotna
Zakopane	58	$y = -0,4x + 1121$	0,26	20	nieistotna

* Dla 90% stopnia ufności.

sianych wewnątrz okresu, z których średnia suma opadu = 660 mm była niższa od średniej z całego okresu = 693 mm.

Warszawa (58 lat) $y = -0,3x + 568$ zależność nieistotna
 (46 lat) $y = -0,01x + 564$ zależność nieistotna

Tendencja spadkowa jest bardzo słaba, schodzi prawie do 0. Tu odjęto 12 lat, z których 5 w pierwszej połowie okresu daje średnią roczną sumę opadu powyżej normy (573 wobec 563 mm), zaś 7 lat odrzuconych w ostatnim dwudziestoleciu odznaczało się stosunkowo bardzo dużym niedoborem opadów (532 wobec 563 mm). Pominięcia zadziały zgodnie, dając w efekcie złagodzenie tendencji spadkowej prawie do zupełnego wyrównania ($a = -0,01$). W latach wyłączonych znalazły się dwa sąsiadujące ze sobą lata najbardziej kontrastowe z całego okresu 1900—1959. Był to rok 1941 o najwyższej sumie rocznej (763 mm) i rok 1942 o najniższej sumie rocznej (390 mm).

Bydgoszcz (57 lat) $y = -1,1x + 534$ zależność istotna
 (46 lat) $y = -1,0x + 529$ zależność nieistotna

Tu na początku okresu odjęto 5 lat o średniej rocznej sumie opadu powyżej normy (543 wobec 503 mm), a w końcu — 6 lat o średniej rocznej

sumie opadu poniżej normy (495 wobec 503 mm), co wpłynęło na lekkie złagodzenie tendencji spadkowej.

$$\begin{aligned} \text{Zakopane (58 lat)} \quad y &= -0,4x + 1121 \text{ zależność nieistotna} \\ (45 \text{ lat}) \quad y &= -0,7x + 1137 \text{ zależność nieistotna} \end{aligned}$$

Przejsie od pełnego okresu do zredukowanego odmiennie odbiło się na wartości współczynnika regresji, na początku bowiem okresu odjęto 4 lata o średniej sumie rocznej opadu poniżej normy (1032 wobec 1113 mm) a na końcu — 9 lat o średniej powyżej normy (1131 wobec 1113 mm), co w rezultacie wpłynęło na zaostrenie tendencji spadkowej.

Pominięcie 10 lat w Poznaniu, Puławach, Wrocławiu i Rzeszowie o średnich sumach rocznych opadu nieco powyżej średniej 60-letniej nie odbiło się na wartości współczynnika kierunkowego prostych regresji. W Poznaniu usunięto lata skrajne: 1939 o absolutnym maksimum (773 mm) i rok 1943 o sumie bliskiej absolutnego minimum (361 mm), niwelując ich wzajemny wpływ.

We Wrocławiu odrzucenie wysokich sum rocznych lat 1915 i 1938 zostało wyrównane przez inne lata o dużych niedoborach.

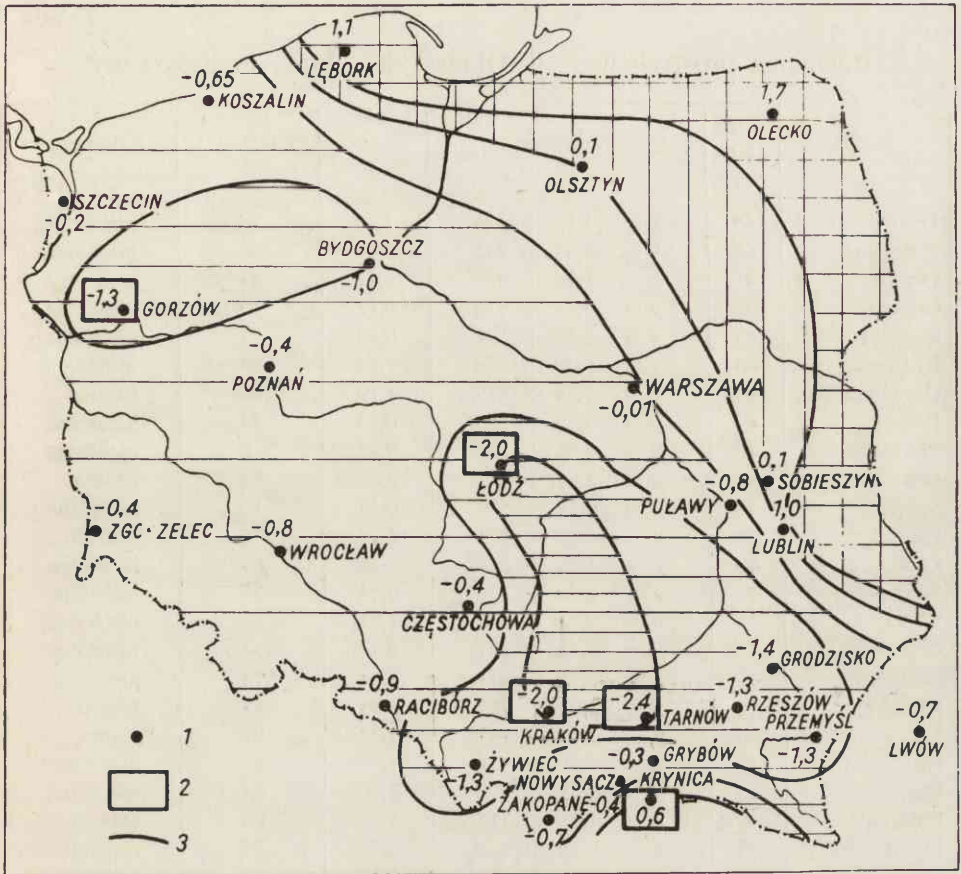
W Puławach wpływ pominięcia roku 1942 o absolutnym minimum opadu (332 mm) został zniwelowany przez sąsiednie lata z nadmiarem.

Porównanie równań prostych regresji dla okresu „pełnego“ i synchronicznego — „zredukowanego“ daje obraz prawie niezmienny, co wydaje się upoważniać do uznania okresu ograniczonego do 46 lat za dostatecznie reprezentujący tendencję opadów w ciągu 60 lat bieżącego stulecia.

W świetle poprzednio przyjętych założeń ocena istotności współczynników regresji przedstawia się następująco: tylko w 5 przypadkach (18% badanych) prawdopodobieństwo (U) przekracza 90%, a więc stała tendencja jest istotna, w tym 4 wykazują spadek (Gorzów, Łódź, Kraków i Tarnów), a 1 — wzrost (Krynica). Istotność zmiany pozostaje zatem *de facto* pod znakiem zapytania.

Analizując rycinę 4 i tabelę 6 z naniesionymi współczynnikami regresji można postawić tezę, że w Polsce zachodniej, środkowej i południowej (z wyjątkiem Krynicy) w ostatnim 60-leciu przejawia się tendencja spadkowa opadów o nasileniu od 2,4 mm do 0,2 mm/rok. Pas ciągnący się od Olsztyna poprzez Warszawę do Sobieszyna jest obszarem o prawie nie zmieniającym się opadzie (współczynniki regresji wynoszą tu od +0,1 do -0,01 mm/rok. Wreszcie część północna i wschodnia, reprezentowana przez Lębork, Olecko i Lublin, wykazuje tendencję wzrostową rzędu 1,0—1,7 mm/rok.

Zestawienie znaku tendencji dla okresu długiego (58—143 lata) i okresu krótkiego (41—46 lat) wykazuje w porównaniu z okresem długim pogłębienie się tendencji spadkowej w Bydgoszczy i Tarnowie, lekkie jej złagodzenie w Warszawie, pewne pogłębienie tendencji wzrostowej w Lęborku i Olecku,



-2,0 -1,0 0,0 +0,1 +1,0 Współczynniki

Spadkowa			Bez zmiany		Wzrostowa		Tendencja

Ryc. 4. Współczynniki regresji, ocena istotności i charakter tendencji. Okres 1900—1959 „zredukowany“

1 — stacje uwzględnione; 2 — zależność istotna; 3 — linie jednakowej zmiany opadu wyrażonej w mm/rok

a zmianę tendencji ze wzrostowej na spadkową na większości stacji w zachodniej części kraju, od wybrzeża morskiego aż po Podkarpacie.

Porównanie uzyskanych wyników z prognozą J. Ostromęckiego [25] na okres 1930—1970 wykazuje jej słuszność. Rzeczywiście na północy, zachodzie i południu Polski daje się zauważyć zniżka opadów, jedynie obszar objęty zwyżką ma nieco mniejszy zasięg, niż to przewidywał J. Ostromęcki, nie objął bowiem w całości zlewni Wisły dolnej i środkowej.

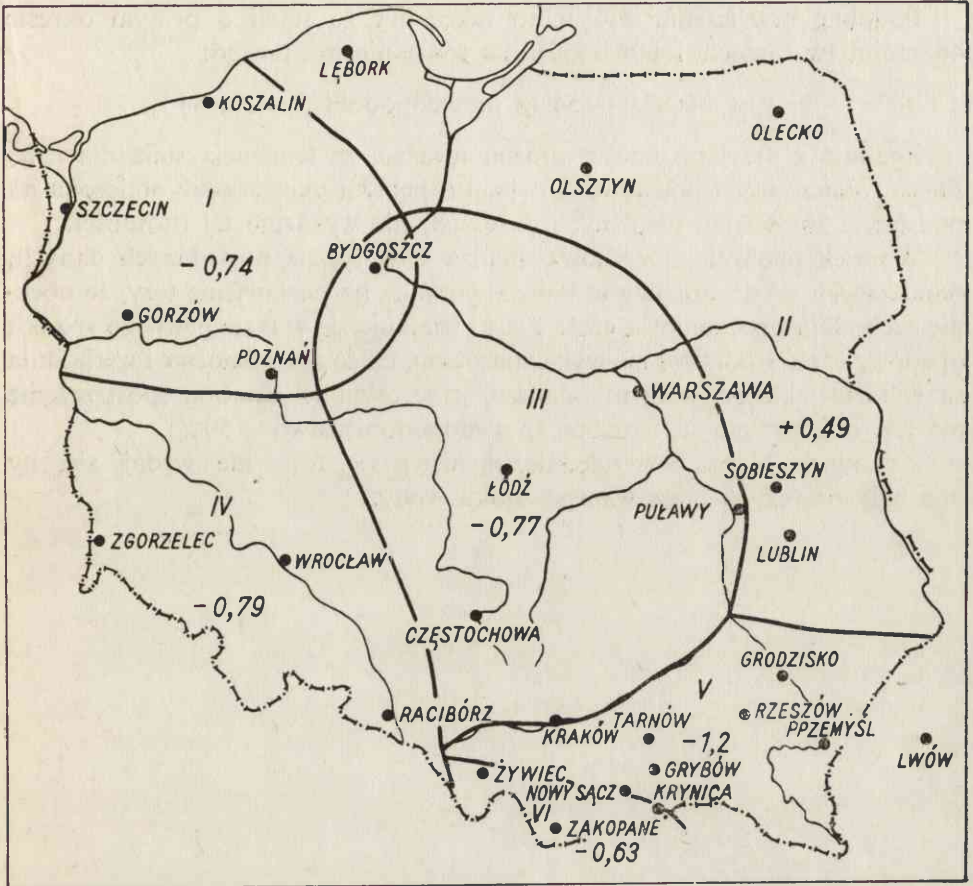
Równania prostych regresji. Okres 1900—1959 „zredukowany“

Stacja	Liczba lat	Równanie	U	Pr (U) w %	Zależność *
Lębork	45	$y = 1,1x + 636$	1,40	84	nieistotna
Koszalin	46	$y = -0,65x + 732$	0,67	50	nieistotna
Olecko	41	$y = 1,7x + 635$	1,41	84	nieistotna
Olsztyn	42	$y = 0,1x + 576$	0,12	10	nieistotna
Szczecin	46	$y = -0,2x + 561$	0,32	25	nieistotna
Bydgoszcz	46	$y = -1,0x + 529$	1,56	88	nieistotna
Gorzów Wlkp.	46	$y = -1,3x + 575$	1,79	93	istotna
Poznań	46	$y = -0,4x + 525$	0,58	44	nieistotna
Warszawa	46	$y = -0,01x + 564$	0,02	2	nieistotna
Łódź	43	$y = -2,0x + 627$	2,68	99	istotna
Sobieszyn	45	$y = 0,1x + 529$	0,13	10	nieistotna
Puławy	46	$y = -0,8x + 594$	1,16	75	nieistotna
Lublin	46	$y = 1,0x + 540$	1,46	86	nieistotna
Zgorzelec	46	$y = -0,4x + 704$	0,43	33	nieistotna
Wrocław	46	$y = -0,8x + 588$	1,01	69	nieistotna
Częstochowa	43	$y = -0,4x + 651$	0,44	34	nieistotna
Racibórz	45	$y = -0,9x + 671$	1,12	74	nieistotna
Kraków	46	$y = -2,0x + 753$	2,26	98	istotna
Tarnów	46	$y = -2,4x + 763$	2,22	97	istotna
Grodzisko	46	$y = -1,4x + 711$	1,50	87	nieistotna
Rzeszów	46	$y = -1,3x + 672$	1,40	84	nieistotna
Przemyśl	46	$y = -1,3x + 713$	1,45	85	nieistotna
Lwów	46	$y = -0,7x + 645$	0,75	55	nieistotna
Nowy Sącz	46	$y = -0,4x + 726$	0,42	33	nieistotna
Grybów	46	$y = -0,3x + 804$	0,31	24	nieistotna
Krynica	43	$y = 0,8x + 839$	1,69	91	istotna
Zakopane	45	$y = -0,7x + 1137$	0,42	33	nieistotna
Żywiec	41	$y = -1,3x + 897$	1,02	69	nieistotna

* Dla 90% stopnia ufności.

W celu zorientowania, jak kształtuje się tendencja opadowa w bieżącym stuleciu w różnych dzielnicach Polski i jakie jest prawdopodobieństwo jej istotności, dokonano podziału całego terytorium państwa na 6 części i obliczono współczynniki regresji oddzielnie dla każdej z nich, na podstawie stacji funkcjonujących na danym terenie (ryc. 5).

Największa zniżka opadu przypada na południe (bez gór), wynosząc 1,2 mm/rok z prawdopodobieństwem 89%. W Polsce zachodniej, środkowej i północno-zachodniej również widoczny jest spadek, nieco słabiej zaznaczony, rzędu 0,8 mm/rok z prawdopodobieństwem 70—83%. W górach ten-



Ryc. 5. Współczynniki regresji w różnych częściach Polski. Okres 1900—1959 „zredukowany“
 I — Polska północno-zachodnia; II — Polska północna i wschodnia; III — Polska środkowa; IV — Polska zachodnia;
 V — Polska południowa (bez gór); VI — góry
 Liczby określają wartości współczynników

dencja spadkowa jest jeszcze słabsza, wynosi 0,63 mm/rok i jest nieistotna, bo prawdopodobieństwo $< 50\%$. Na północy i wschodzie występuje wzrost około 0,5 mm/rok, również z prawdopodobieństwem $< 50\%$, a więc także jest nieistotny.

Analogiczne przeliczenia przeprowadzono również dla całej Polski, biorąc jako sumę roczną opadu średnią arytmetyczną z sum 28 rozpatrywanych stacji. Wyrównując metodą najmniejszych kwadratów uzyskano równanie prostej regresji:

$$y = -0,69x + 680,$$

przy czym prawdopodobieństwo wynosi 76%.

Podobne przeliczenie wykonano także dla 16 stacji o pełnym okresie 46-letnim (w ramach 1900—1959). Tu równanie ma postać:

$$y = -0,82x + 654 \text{ (z prawdopodobieństwem } 84\%)$$

Zgodnie z przyjętą umową można uważać, że tendencja stała dla całej Polski, obliczona na podstawie 16 stacji o pełnym okresie oraz obliczona na podstawie 28 stacji o niepełnych okresach, nie wykazuje tej istotności.

Wniosek ogólny: szczegółowa analiza statystyczna posiadanych danych, odnoszących się do opadów w Polsce, pozwala na postawienie tezy, że obecnie zachodnia i południowa część Polski znajduje się w fazie pewnego spadku opadów, część środkowa nie wykazuje zmian, część zaś północna i wschodnia są w fazie lekkiego wzrostu opadów, przy czym to ostatnie spostrzeżenie nie jest obiektywnie stwierdzone (prawdopodobieństwo $< 50\%$).

Zmiany te, biorąc bezwzględnie, są niewielkie, toteż nie wydaje się, by one były przyczyną odczuwanego braku wody.

Rozdział II

PRÓBY POSZUKIWANIA OKRESOWOŚCI W BIEGU OPADÓW

Poszukiwanie okresowości wymaga długich ciągów możliwie jednorodnych obserwacji. Wydaje się, że okres uwzględniany nie może być krótszy od 100 lat. Warunkom tym w przybliżeniu odpowiadają stacje: Koszalin, Poznań, Warszawa, Wrocław i Kraków. Ale nawet i te stacje, prócz Krakowa, mają przerwy w okresie drugiej wojny światowej.

Współczynniki regresji dla okresu 1851—1959 wynoszą: Koszalin 1,1 mm/rok, Poznań 0,4 mm/rok, Warszawa —0,45 mm/rok, Wrocław 0,7 mm/rok i Kraków 0,2 mm/rok, słowem w tym okresie jedynie Warszawa wykazuje lekką tendencję spadkową, pozostałe — wzrostową.

Współczynniki regresji dla tychże stacji, dla okresu 1900—1959 kształtują się zupełnie odmiennie: Koszalin —0,65 mm/rok, Poznań —0,4 mm/rok, Warszawa —0,01 mm/rok, Wrocław —0,8 mm/rok, Kraków —2,0 mm/rok.

Zmiana znaku tendencji z biegiem lat wewnątrz tego samego okresu wydaje się świadczyć o jakiejś okresowości, o przejściu do innej fazy.

ANALIZA ŚREDNICH RUCHOMYCH

Aby uwolnić się od silnych wahań z roku na rok, jakim podlegają sumy opadów, przeprowadzono wyrównanie ciągów metodą średnich ruchomych (konsekwentnych) trzyletnich obliczanych dwukrotnie, tzn.:

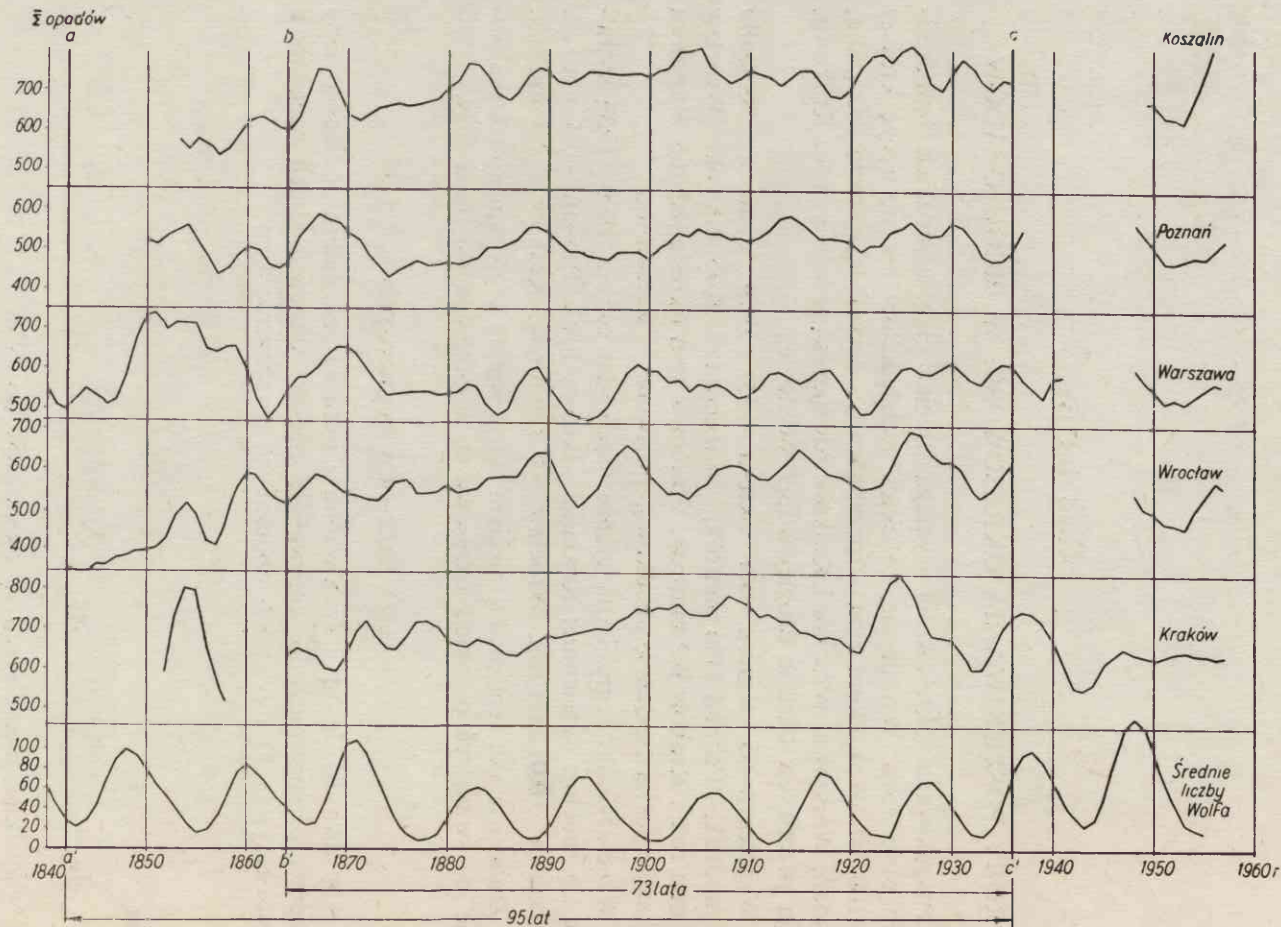
$$A_1 = \frac{a_0 + a_1 + a_2}{3}, \quad A_2 = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \dots \quad A_n = \frac{a_{n-1} + a_n + a_{n+1}}{3}$$

oraz

$$A_{II} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}, \quad A_{III} = \frac{A_2 + A_3 + A_4}{3} \dots \quad A_N = \frac{A_{n-1} + A_n + A_{n+1}}{3}$$

dla wszystkich pięciu stacji za okres 1851 do 1959.

Następnie sporządzono wykresy, nanosząc na oś odciętych czas — kolejne lata, a na oś rzędnych wyrównane średnie roczne sumy opadów (ryc. 6).



Ryc. 6. Roczne sumy opadów i średnie roczne liczby Wilfa wyrownane metodą średnich ruchomych 3-letnich. Okres 1842—1958

Tabela 7

Najwyższe i najniższe roczne sumy opadów (po wyrównaniu). Okres 1850—1959

Stacja	Maksimum najwyższe	Rok	Minimum najniższe	Rok	Amplituda
Koszalin	805	1926	532	1857	273
Poznań	585	1867	422	1874	163
Warszawa	736	1851	469	1894	267
Wrocław	699	1926	391	1850	308
Kraków	834	1925	513	1858	321

Tabela 7 pokazuje, jak kształtowały się w analizowanym okresie po wyrównaniu wartości ekstremalne.

Koszalin i Wrocław uzyskują najwyższe maksimum równocześnie w roku 1926, w Poznaniu na ten rok przypada maksimum trzeciorzędne, a w Warszawie zarysowuje się również pewna zwyżka. Kraków osiągnął swą wartość najwyższą wcześniej — w roku 1925, Warszawa i Poznań — w zupełnie innym okresie czasu. Minima wykazują dużą rozbieżność zarówno co do wielkości, jak i czasu. Amplituda najmniejsza przypada na Polskę środkową, największa na zachodnią i południową.

Ogólnie można powiedzieć, że początek okresu — lata 1850—1865 — daje obraz najbardziej niespokojny, np. w Warszawie od najwyższego maksimum w 1851 roku (736 mm) następuje w ciągu dwunastu lat prawie regularny spadek do drugorzędnego minimum (473 mm); równocześnie we Wrocławiu w tym samym czasie zarysowuje się przejście od najniższego minimum (391 mm — 1850 r.) do stosunkowo wysokich wartości w roku 1860 i 1861 (585 i 583 mm). Zupełnie inny obraz — jeszcze bardziej skrajny — daje Kraków. Tu od 1852 do 1854 roku widoczny jest wzrost o przeszło 200 mm (od 587 do 801 mm — maksimum drugorzędnego), a potem w ciągu pięciu lat (1854—1858) spadek do najniższego minimum 513 mm. Krzywe Poznania i Koszalina są stosunkowo najspokojniejsze.

Wierzchołek w latach 1867—1870 zaznacza się dość wyraźnie na czterech stacjach: Koszalin, Poznań, Warszawa i Wrocław, Kraków natomiast wykazuje wówczas zniżkę. Następne dwudziestolecie jest stosunkowo bardzo wyrównane. Z kolei zwyżka na wszystkich stacjach zarysowuje się w latach 1888—1890. Okres 1890—1936 dla stacji: Warszawa, Wrocław i Kraków wykazuje, generalnie biorąc, duże analogie w kształcie krzywych opadowych. Krzywe Koszalina i Poznania również są między sobą podobne i jeszcze bardziej wyrównane. Z ostatniego dziesiątka lat krzywe dla stacji: Koszalin, Poznań, Warszawa i Wrocław są kształtem do siebie bardzo zbliżone, jedynie Kraków odbiega od tego obrazu, dając wyjątkowo wyrównany odcinek.

Dość regularne wahania krzywej opadów dla Krakowa w okresie 1920—1948 r. oraz częściowo dla Wrocławia 1920—1939 r. nasuwają sugestię okresu jedenastoletniego — dziesięcioletniego, a więc zbliżonego do cyklu plam słonecznych. W związku z tym zdecydowano się zbadać bieg „średnich rocznych liczb Wolfa“ określających liczbę plam [20]. Ponieważ wykazują one również silne wahania z roku na rok, przeprowadzono przeto wyrównanie tą samą metodą, jaką stosowano przy ciągach opadowych. Uzyskane dane naniesiono na ten sam wykres; na odpowiednim odcinku czasowym można się dopatrzeć pewnej koincydencji tych krzywych: wydaje się, że minimum plam odpowiada niskie sumy opadów, a maksimum plam — wysokie. Powstaje pytanie, czy jednak nie jest to kwestia przypadku oraz czy ta sama sytuacja powtórzy się przy porównywaniu krzywych z innych stacji. Gdyby zależność taka istniała, współczynniki przy odpowiednich wyrazach funkcji harmonicznycch dla różnych stacji powinny być zbliżone co do wartości oraz fazy powinny być zgodne.

ANALIZA HARMONICZNA

Dla uzyskania odpowiedzi na to pytanie poddano analizie Fouriera ciągu opadowe dla wyżej wymienionych pięciu stacji i średnich rocznych liczb Wolfa za wspólny, ciągły okres 1862—1938 r. (który po wyrównaniu skrócił się do okresu 1864—1936 r., a więc obejmuje okres 73 lat). Analizę tę przeprowadzono za pomocą maszyny elektronowej.

Analiza Fouriera polega, jak wiadomo, na rozłożeniu równania krzywej na szereg funkcji harmonicznycch.

Równania dla poszczególnych ciągów mają postać:

$$f = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos \frac{2\pi}{73} x + b_1 \sin \frac{2\pi}{73} x + a_2 \cos \frac{2\pi}{73} 2x + b_2 \sin \frac{2\pi}{73} 2x + \\ + a_3 \cos \frac{2\pi}{73} 3x + b_3 \sin \frac{2\pi}{73} 3x + \dots + a_{10} \cos \frac{2\pi}{73} 10x + b_{10} \sin \frac{2\pi}{73} 10x$$

gdzie $\frac{a_0}{2}$ — średnia roczna suma opadu lub średnia liczba Wolfa, ta ostatnia mnożona przez 10.

Uzyskane w wyniku tej analizy wartości współczynników przy wyrazach kolejnych funkcji harmonicznycch dla poszczególnych stacji są zamieszczone w tabeli 8.

Okres I ($i = 1$) odpowiada 73 latom, okres II ($i = 2$) $73 : 2 = 36,5$, okres III ($i = 3$) $73 : 3 = 24,3$, okres IV ($i = 4$) $73 : 4 = 18,2$, okres V ($i = 5$) $73 : 5 = 14,6$ itd.

Wartość bezwzględna współczynników po rozwinięciu mówi o amplitudzie odpowiadających funkcji harmonicznycch, a znak — o przesunięciu fazowym.

Tabela 8

Współczynniki a_i przy \cos i b_i przy \sin dla kolejnych funkcji harmoniczych.
Okres 73 lat (1864—1936 po wyrównaniu)

i	Koszalin		Poznań		Warszawa		Wrocław		Kraków		L. Wolfa · 10	
	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i
0	1438	0	1023	0	1121	0	1158	0	1358	0	802	0
1	-24	-26	-0	-28	22	-13	-8	-24	-36	-28	66	15
2	1	-22	2	-3	-19	10	-7	-18	-0	5	7	23
3	-10	-16	19	1	3	0	1	-4	-31	-13	4	95
4	1	10	-9	20	2	5	-11	-2	-15	3	-50	54
5	3	9	-15	9	-28	5	-16	15	13	12	-38	24
6	-1	9	0	20	8	12	15	4	23	-4	212	36
7	-5	-13	-5	6	-11	4	10	21	10	-15	132	-65
8	-14	1	-13	0	0	-24	1	-23	8	-19	94	-78
9	-7	11	-0	4	2	-0	-3	8	-3	-7	8	-70
10	-18	6	-4	-0	-10	-5	-10	-7	10	2	38	-43

Współczynniki przy liczbach Wolfa wykazują dość systematyczny układ, odpowiadający z grubsza zarysom cosinusoidy. Świadczy to o istnieniu okresowości w ich przebiegu.

Współczynniki dla wszystkich stacji mają dość wysoką wartość przy $i = 1$, tj. dla okresu około 70 lat, i na ogół są zgodne w fazie.

Aby móc lepiej ocenić ich wartość, określa się tzw. zawartość i -tej harmoniczej, która mierzy się wielkością współczynnika $A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$ w rozwinięciu Fouriera:

$$f(x) = \frac{A_0}{2} + A_1 \sin(\omega x + \alpha_1) + A_2 \sin(2\omega x + \alpha_2) + \dots$$

gdzie

$$A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$$

$$(a \sin ax + b \cos ax = A \sin(ax + \alpha_0) = A \sin ax \cos \alpha_0 + A \cos ax \sin \alpha_0$$

$$\left. \begin{array}{l} A \cos \alpha_0 = a \\ A \sin \alpha_0 = b \end{array} \right\} \text{podnosimy do kwadratu i sumujemy}$$

$$A^2 = a^2 + b^2 \quad \text{tg } \alpha_0 = \frac{b}{a}$$

$$A = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \alpha_0 = \text{arc tg } \frac{b}{a}$$

amplituda przesunięcie fazowe.

Obliczono wartości A_i i oceniono α_i dla poszczególnych stacji (tab. 9).

Tabela 9

Wartości amplitudy A_i i ocena przesunięcia fazowego dla kolejnych funkcji harmoniczych. Okres 73 lat (1864—1936)

i	Koszalin		Poznań		Warszawa		Wrocław		Kraków		Liczby Wolfa · 10	
	A_i	a_i	A_i	a_i	A_i	a_i	A_i	a_i	A_i	a_i	A_i	a_i
1	35	III	28	III	26	IV	25	III	46	III	68	I
2	22	IV	4	IV	21	I	19	III	5	II/III	24	I
3	19	III	19	I	3	I/IV	4	IV	34	III	95	I
4	10	I	22	II	5	I	11	III	15	II	74	II
5	9	I	18	II	28	II	22	II	18	I	45	II
6	9	II	20	I/II	14	I	16	I	23	IV	215	III
7	14	III	8	II	12	II	23	I	18	IV	147	IV
8	14	II	13	II/III	24	III/IV	23	IV	21	IV	122	IV
9	13	II	4	I/II	2	IV/I	9	II	8	III	70	IV
10	19	II	4	II/III	11	III	12	III	10	I	57	IV

Ten sposób określenia amplitudy potwierdza poprzednie spostrzeżenie, że pierwsza harmoniczna wyróżnia się wysoką, przeważnie maksymalną amplitudą A_i i prawie jednakowym przesunięciem fazy dla wszystkich stacji, co wydaje się świadczyć o istnieniu okresu około 70-letniego. Dla liczb Wolfa największa amplituda przypada na okres VI, wynoszący około 12 lat, a więc zgodny ze znanym cyklem plam.

Następne amplitudy wykazują dość duże różnice między stacjami, trudno więc dopatrzeć się jakiejś zależności w częściach przypadkowego okresu 73-letniego.

Uznając, że okres 73-letni jest *de facto* za krótki dla tego rodzaju badań, przeprowadzono dodatkowo analogiczną analizę Fouriera dla ciągów rocznych sum opadów dla stacji Warszawa i Wrocław oraz średnich liczb Wolfa, z okresu możliwie najdłuższego, tj. 1840—1938 (po wyrównaniu 1842—1936, łącznie 95 lat).

Dodane 22 lata w Warszawie i Wrocławiu mają sumy opadów nie odznaczające się regularnością. Początek okresu (1842—1848) wyróżnia się niskimi wartościami sum opadów, szczególnie dla Wrocławia w 1844 r. przypada najniższe minimum 337 mm.

Tabela 10 zawiera współczynniki przy wyrazach kolejnych funkcji harmoniczych dla okresu 95-letniego.

Okres I odpowiada tu 95 latom, okres II ($i=2$) $95 : 2 = 47,5$, okres III ($i=3$) $95 : 3 = 31,7$, okres IV — $95 : 4 = 23,75$, okres V — $95 : 5 = 19$, okres VI — $95 : 6 = 15,8$, okres VII — $95 : 7 = 13,6$, okres VIII — $95 : 8 = 11,9$.

Tabela 10

Współczynniki a_i przy \cos i b_i przy \sin dla kolejnych funkcji harmoniczych.
Okres 95 lat (1842—1936 po wyrównaniu)

i	Warszawa		Wrocław		Liczby Wolfa · 10	
	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i
0	1142	0	1092	0	865	0
1	33	19	-43	-50	55	85
2	-11	21	-27	-41	-24	11
3	-3	7	-22	-37	-6	-3
4	-22	3	-1	-26	29	88
5	-27	-12	-10	-16	-52	40
6	-13	-39	-16	-9	-13	23
7	1	2	-5	-7	-29	23
8	14	4	7	-13	-222	101
9	-8	-5	4	5	100	-93
10	20	-16	20	-22	92	-38

I tu przystąpiono od razu do określenia zawartości i -tej harmoniczej i oceny przesunięcia fazowego (tab. 11).

Tabela 11

Wartości amplitudy A_i i ocena przesunięcia fazowego dla kolejnych funkcji harmoniczych. Okres 95 lat (1842—1936)

i	Warszawa		Wrocław		Liczby Wolfa · 10	
	A_i	a_i	A_i	a_i	A_i	a_i
1	38	I	66	III	101	I
2	24	II	49	III	26	II
3	8	II	43	III	7	III
4	22	II	26	III	93	I
5	30	III	19	III	66	II
6	41	III	18	III	26	II
7	2	I	9	III	37	II
8	15	I	15	IV	244	II
9	9	III	6	I	137	IV

Zarówno dla Warszawy, jak i dla Wrocławia amplitudy w okresie 95 letnim są znacznie większe niż w okresie 73-letnim. Amplituda maksymalna przypada w Warszawie na szóstą harmoniczną, a więc na okres około 16 lat,

a we Wrocławiu — na pierwszą o okresie 95 lat. Amplitudy dla liczb Wolfa wykazują większą rozpiętość niż w poprzednio rozpatrywanym okresie, najwyższa jej wartość i tu przypada na okres około 12 lat.

I ta następna z kolei próba nie doprowadziła do wykrycia żadnej wyraźnej zależności między średnimi rocznymi sumami opadu i średnimi liczbami plam słonecznych.

Dodatkowo wykonano jeszcze analizę harmoniczną ciągów rocznych sum opadów Warszawy i Krakowa przy pomocy analogowego analizatora harmonicznego w Dziale Prognoz Długoterminowych PIHM.

Uwzględniono cały okres istnienia stacji. Uznano, że mniejszym złem niż urywanie ciągów jest wstawienie na miejsce brakującej obserwacji bądź wartości średniej wieloletniej, bądź też wyinterpolowanej metodą stosunków. Brak danych dla Warszawy za 1835 rok i dla Krakowa za 1861 rok uzupełniono przez wstawienie średniej sumy wieloletniej, a dla Warszawy za 1944 rok — wyinterpolowanej na podstawie Puław i za 1945 rok — na podstawie Łodzi. Dzięki temu uzyskano dla Warszawy po wyrównaniu metodą średnich ruchomych ciąg 142-letni (1815—1957) i dla Krakowa 106-letni (1852—1957).

Dokonano dwojakiego rodzaju analizy:

a) obliczenia współczynników rozwinięcia Fouriera dla stałego odcinka krzywej z całego dostępnego okresu (Warszawa — 142 lata i Kraków 106 lat),

b) wyszukiwania istotnych okresów przy pomocy ciągłej analizy harmonicznego.

Rozwinięcie Fouriera dało wartości współczynników zestawione w tabeli 12.

Tabela 12

Współczynniki a_i przy \cos i b_i przy \sin oraz wartości amplitudy A_i dla Warszawy (142 lata) i Krakowa (106 lat) uzyskane za pomocą analogowego analizatora harmonicznego

i	Warszawa			Kraków		
	a_i	b_i	A_i	a_i	b_i	A_i
1	0	0	0	-50	-25	56
2	0	-38	38	18	18	25
3	8	0	8	5	0	5
4	10	5	11	12	12	17
5	12	0	12	5	-8	9

W Warszawie w 142-letnim okresie zakres wahań funkcji wynosi około 300 mm (736—447 mm); granica błędu około 10%, a więc 30 mm. Współczynnik przy drugiej harmonicznej wykracza poza granicę błędu, stąd wydaje się można przypuszczać, iż w przedziale 30—140 lat istnieje jeden okres około 70 lat o amplitudzie 38 mm.

W Krakowie w 106-letnim okresie zakres wahań funkcji wynosi również około 300 mm (834—513 mm); granica błędu około 10%, a więc 30 mm. Współczynnik przy pierwszej harmonicznej wykracza poza granicę błędu, co wydaje się świadczyć o istnieniu okresu w przedziale 53—106 lat o dość dużej amplitudzie 56 mm.

Wykonano ponadto analizę ciągłą poszczególnych odcinków krzywych. W wyniku jej wydaje się, że w Warszawie można zaobserwować okres około 16 lat z amplitudą 30 mm, a w Krakowie — około 14 lat z amplitudą 12 mm, czyli w granicach błędu.

Próby wykonane za pomocą 2 różnych maszyn elektronowych i na częściowo różnych okresach wydają się potwierdzać istnienie w biegu opadów okresu 70-letniego. Pewność będzie można uzyskać dopiero po nagromadzeniu materiału z liczby lat stanowiącej wielokrotność 70.

Wydaje się celowe przeprowadzenie analogicznych badań dla sezonowych sum opadu.

POSZUKIWANIE RODZAJU I STOPNIA ZALEŻNOŚCI MIĘDZY SUMAMI OPADÓW W PODOKRESACH Z MAKSYMUM I PODOKRESACH Z MINIMUM PŁAM SŁONECZNYCH

W literaturze klimatologicznej panują rozbieżne opinie w stosunku do kształtowania się opadów w związku z cyklem plam słonecznych: czy przy maksimum plam należy liczyć się z ich sumami podwyższonymi czy też obniżonymi.

Na zebranych materiale postanowiono przeprowadzić jeszcze jedną próbę: jak kształtują się sumy opadów w podokresach wokół maksimum i w podokresach wokół minimum plam słonecznych.

Pewną trudność sprawiało przeprowadzenie podziału na podokresy, ponieważ średnie liczby Wolfa orientujące co do ilości plam wahają się w dość szerokich granicach i przejścia od jednego ekstremum do następnego dokonują się w różnym czasie i w różny sposób.

Przyjęto założenie: kwalifikować lata w stosunku do średniej wieloletniej liczby plam słonecznych. Obliczono średnią roczną liczbę Wolfa dla okresu 1851—1957, która wyniosła 50, i do podokresów z maksimum plam zaliczono lata, w których średnia liczba Wolfa > 50 i do podokresów z minimum — w których średnia liczba Wolfa < 50 . Przy takim założeniu średnia długość podokresów wokół maksimum wynosi 4,5 lat, wahając się od 3—6 lat, a średnia długość podokresów z minimum — średnio 6,2 lat z wahaniami od 4 do 9

lat. Każdy rok analizowanego okresu przyporządkowano jednemu z podokresów w zależności od przypadającej nań liczby Wolfa. W ten sposób rozbito ciągi opadowe na 2 części związane z maksimum i z minimum płam.

Przy poszukiwaniu rodzaju i stopnia zależności między sumami opadów w podokresach z maksimum i minimum płam w różnych częściach Polski zestawiono w ten sposób ciągi stacji: Koszalin, Poznań, Warszawa, Wrocław i Kraków za okres 1851—1959.

Obliczono wariancje:

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n} \qquad \sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{Y})^2}{m}$$

gdzie:

x_i — roczna suma opadu w kolejnych latach odpowiadających maksimum płam,

y_i — roczna suma opadu w kolejnych latach odpowiadających minimum płam,

\bar{X} — średnia roczna suma opadu podokresów z maksimum płam,

\bar{Y} — średnia roczna suma opadu podokresów z minimum płam,

n — liczba lat w całym okresie przypadająca na podokresy z maksimum płam,

m — liczba lat w całym okresie przypadająca na podokresy z minimum płam.

Następnie obliczono liczbę Studenta ze wzoru:

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y})\sqrt{n+m-2} \cdot \sqrt{n \cdot m}}{\sqrt{S_x + S_y} \cdot \sqrt{n+m}}$$

gdzie

$$S_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2, \qquad S_y = \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{Y})^2$$

dla różnej liczby lat dla różnych stacji, i tak:

Koszalin $\begin{cases} n = 42 \\ m = 57 \end{cases}$, Poznań $\begin{cases} 43 \\ 61 \end{cases}$, Warszawa $\begin{cases} 45 \\ 60 \end{cases}$, Wrocław $\begin{cases} 44 \\ 57 \end{cases}$, Kraków $\begin{cases} 44 \\ 62 \end{cases}$

Po czym w tablicach znaleziono dla danego stopnia swobody $a = n + m - 2$ i obliczonej poprzednio liczby Studenta t orzeczenie, czy związek między sumami opadu tych podokresów jest istotny. W danym przypadku, przy stopniu swobody > 90 liczby Studenta $> 2,0$ spełniają stawiane warunki istotności, prawdopodobieństwo bowiem dla 4 stacji jest 0,01, a tylko dla jednej 0,05, a więc orzeczenie o istotności związku jest prawdziwe w 99—95%, związku zatem nie są przypadkowe, ale istotne.

Tabela 13 wykazuje, że wśród 5 analizowanych stacji 4 mają średnią sumę opadu w podokresie z maksimum plam nieznacznie niższą niż w podokresie z minimum; jedynie w Poznaniu stosunki układają się odmiennie.

Tabela 13

Związek między średnimi rocznymi sumami opadu w podokresach z maksimum i w podokresach z minimum plam. Okres 1853—1959

Stacja	Średnia roczna suma opadu		Kierunek zmiany	Liczba Studenta	Zależność
	przy maksimum plam w mm	przy minimum plam w mm			
Koszalin	693	702	wzrost	2,8	istotna
Poznań	517	502	spadek	6,2	istotna
Warszawa	561	568	wzrost	2,8	istotna
Wrocław	565	571	wzrost	2,2	istotna
Kraków	664	685	wzrost	7,0	istotna

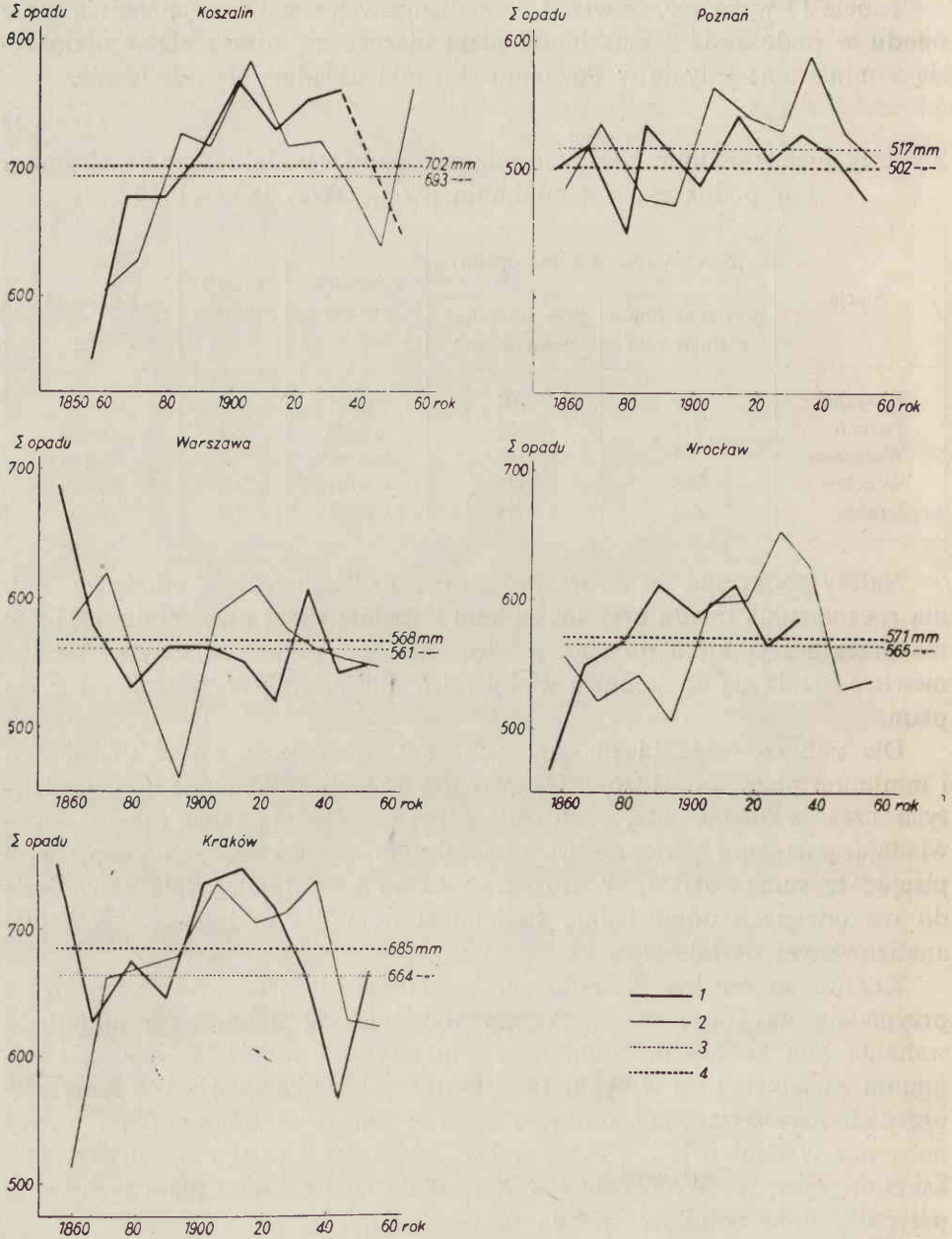
Należy podkreślić, że we wszystkich przypadkach różnice pomiędzy średnią roczną sumą opadu przy maksimum i średnią sumą przy minimum plam nie przekraczają kilku procent, a więc średnie z podokresów tylko bardzo niewiele różnią się od średnich wieloletnich obliczonych niezależnie od cyklu plam.

Dla zobrazowania biegu kolejnych sum opadowych wokół maksimum i minimum plam sporządzono wykresy dla 5 stacji, odkładając na osi odciętych czas — kolejne lata, a na osi rzędnych — średnią sumę opadu odpowiadającą danemu podokresowi z maksimum czy z minimum plam, przypisując tę sumę rokowi, w którym ekstremum wystąpiło; linie równoległe do osi odciętych odpowiadają średnim sumom dla podokresów w całym analizowanym okresie (ryc. 7).

Krzywe są bardzo niespokojne, przecinają się wielokrotnie, ekstrema przypadają na różne cykle. Poznań wyróżnia się najmniejszą amplitudą wahań obu krzywych. Największe kontrasty sum wokół maksimum i minimum zarysowują się w cyklu 1856,0—1867,2: w Warszawie i w Krakowie przypada najwyższa z całego okresu suma opadu przy minimum plam, a równocześnie w Krakowie i w Koszalinie — najniższa z całego okresu przy maksimum plam; we Wrocławiu i w Koszalinie na minimum plam tego cyklu przypada znów najniższa średnia suma opadu.

W wyniku tej próby, wydaje się, można powiedzieć, iż w przebiegu krzywych nie można dopatrzeć się prawidłowości i jednokierunkowości związku plam słonecznych z kształtowaniem się rocznych sum opadu.

Dla szczegółowej opracowywanego okresu 1900—1959 r. przeprowadzono analogiczną próbę poszukiwania zależności między sumami opadu w podokre-



Ryc. 7. Roczne sumy opadów w podokresach wokół maksimum i wokół minimum plam słonecznych (z uwzględnieniem średniej liczby Wolfa = 50). Okres 1851—1958

1 — suma opadów przy minimum plam słonecznych; 2 — suma opadów przy maksimum plam słonecznych; 3 — średnie sumy opadów przy maksimum plam słonecznych; 4 — średnie sumy opadów przy minimum plam słonecznych

sach z maksimum i w podokresach z minimum plam, ale już dla całej Polski jako dla całości. Operowano tu ciągami rocznych sum opadu, będących średnimi arytmetycznymi sumami dla kolejnych lat z 27 stacji rozszanych po całej Polsce oraz Lwowa leżącego poza jej granicami. Dobór stacji jak w rozdziale poprzednim (ryc. 4).

Średnia suma w podokresach z maksimum plam wypadła nieznacznie niższa niż w podokresach z minimum (658 wobec 661 mm), brak jednak zależności istotnej, gdyż liczba Studenta wynosi 0,7.

Wynik powyższych rozważań wydaje się potwierdzać wniosek W. Górczyńskiego [8] o braku wyraźnej zależności między całorocznymi sumami opadów i nasileniem plam słonecznych.

Wydaje się celowe kontynuowanie przedsięwziętych przez A. Kosibę [16] i F. Baura [1] prób badania biegu opadów w rozbiu na półroczia lub nawet pory roku w całym cyklu plam.

Nawiązując do pracy F. Baura [1], który w 11-letnim cyklu plam słonecznych dopatruje się „potrójnego wahnięcia“ letnich sum opadu, przeprowadzono próbę taką dla Polski.

ODCHYLENIA SUM OPADÓW LATA OD ŚREDNICH WIELOLETNICH W 11-LETNIM CYKLU PLAM SŁONECZNYCH

F. Baur stwierdza, że w Europie środkowej zwiększona częstość lat wilgotnych i bardzo wilgotnych występuje 1 rok przed ekstremami i 1 rok po ekstremach plam oraz w 3 lata po maksimum, a zwiększona częstość lat suchych i bardzo suchych — 2 lata przed ekstremami i 2 lata po maksimum plam.

Sporządzono dla Warszawy i Krakowa, jako 2 stacji o najdłuższych ciągach, tabelę obejmującą okres 1850—1959 r., przyjmując za autorem uszeregowanie lat w stosunku do kolejnych cykli plam słonecznych. Dla każdego roku wniesiono wartość odchylenia sumy opadu danego okresu letniego od średniej wieloletniej sumy, następnie podliczono osobno odchylenia dodatnie i ujemne (tab. 14).

Jak z tabeli wynika, na terenie Polski wzmożona częstość lat wilgotnych zarysowuje się wyraźnie 1 rok przed maksimum i 1 rok po maksimum, już słabiej w okresie 1 rok po minimum (10 z nadmiarem wobec 8 z niedoborem), a w okresie 1 rok przed minimum występuje jednakowa częstość lat z nadmiarem jak i z niedoborem (10 wobec 10). „Trzecie wahnięcie“ — 3 lata po maksimum — nie potwierdza się zupełnie, przypada tu bowiem zaledwie 6 okresów z nadmiarem na 12 z niedoborem.

Co się tyczy lat suchych, to wyraźnie zaznacza się wzmożona ich częstość na 2 lata przed maksimum (10 z niedoborem wobec 4 z nadmiarem) i 2 lata przed minimum (12 wobec 8), natomiast „trzecie wahnięcie“ — 2 lata po

Odchylenia sum opadów lata (VI—VIII) od średniej wieloletniej w 11-letnim

Okres	Minimum	1 rok	2 lata	3 lata	2 lata	1 rok	Maksimum
		po minimum			przed maksimum		
1843—1855							Rok 1848 Warszawa Kraków
1855—1867	1855	56	57		58	59	1860
	105	—58	42		114	—56	—3
	170	—71	8		—40	—102	—98
1867—1878	1867	68				69	1870
	—70	8				21	45
	—10	—77				—103	—35
1878—1889	1878	79	80		81	82	1883
	52	40	—48		—7	109	73
	—71	98	—116		—41	65	—25
1889—1901	1889	90	91		92	93	1894
	52	—72	70		—113	—40	—71
	—42	9	38		—38	82	16
1901—1913	1901	02	03		04	05	1906
	—6	—22	98		—127	7	—16
	47	69	261		—102	133	68
1913—1923	1913	14			15	16	1917
	39	—26			—42	46	—35
	57	—67			—21	—18	—127
1923—1933	1923	24	25		26	27	1928
	—94	27	130		25	68	—114
	—2	40	276		134	40	—138
1933—1944	1933	34			35	36	1937
	—13	76			18	97	—29
	27	73			—67	4	—20
1944—1954	1944	45				46	1947
	—	—				—24	61
	—98	—23				50	—2
1954—1965	1954	55				56	1957
	—20	7				—6	—10
	—73	133				—49	—1
Ilość odchyień	+ 4 } 8 4 } 5 } 11 6 } — 6 }	4 } 10 6 } 4 } 8 4 }	4 } 8 4 } 1 } 2 1 }	3 } 4 1 } 4 } 10 6 }	6 } 12 6 } 4 } 8 4 }	4 } 6 2 } 6 } 14 8 }	
							przewaga sezonów letnich:

* Zgodne z tezą Baura; ** Niezgodne z tezą Baura; + równa liczba niedoborów i nadmiarów.

Tabela 14

cyklu plam słonecznych w Warszawie i w Krakowie. Okres 1850—1959

1 rok	2 lata	3 lata	4 lata	3 lata	2 lata	1 rok	Minimum
po maksimum				przed minimum			
49	50 —21 —179	51 110 —91		52 —58 —45	53 164 30	54 59 167	1855 105 170
61 —7 —	62 —97 —39	63 —133 —119		64 —53 48	65 140 105	66 —95 —58	1867 —70 —10
71 165 34	72 9 181	73 —51 —106	74 —71 —60	75 —13 —17	76 —46 —39	77 —99 48	1878 52 —71
84 —93 —20	85 12 100	86 —109 —13			87 —128 —128	88 115 115	1889 —42 —42
95 —76 48	96 —48 80	97 —6 42		98 —17 —36	99 43 116	00 —4 60	1901 —6 47
07 52 31	08 —4 195	09 —27 71		10 75 5	11 —119 —178	12 —10 8	1913 39 57
18 167 58	19 137 6	20 38 49			21 —120 —128	22 —24 —38	1923 —94 —2
29 1 39	30 82 —68				31 44 33	32 5 —101	1933 —13 27
38 —21 68	39 —117 —113	40 —17 —37		41 81 —35	42 —100 —66	43 30 29	1944 — —98
48 108 —67	49 —12 13	50 —28 —115		51 —84 —75	52 —60 —85	53 —33 —24	1954 —20 —73
58 —69 20	59 34 61						
5 } 12 7 } 5 } 7 2 }	5 } 12 7 } 6 } 10 4 }	3 } 6 3 } 6 } 12 6 }	1 } 2 1 }	2 } 4 2 } 5 } 10 5 }	4 } 8 4 } 6 } 12 6 }	4 } 10 6 } 6 } 10 4 }	4 } 8 4 } 5 } 11 6 }
wilgot- nych *	wilgot- nych **	su- chych **			su- chych *	0+	

Odchylenia sum opadów lata (VI—VIII) od średniej 60-letniej w 11-letnim cyklu plam słonecznych dla Polski nizinnej i dla Podhala. Okres 1900—1959

Okres	Minimum	1 rok	2 lata	3 lata	2 lata	1 rok	Maksimum	1 rok	2 lata	3 lata	3 lata	2 lata	1 rok	Minimum
		po minimum			przed maksimum			po maksimum			przed minimum			
1889—1901														Rok Polska nizinna Podhale 1900 —11 10 1901 15 —55
1901—1913	1901 15 —55	02 19 —	03 81 —		04 —116 —242	05 22 —144	1906 27 163	07 40 126	08 39 170	09 —8 —85	10 49 54	11 —93 —	12 0 —79	1913 63 359
1913—1923	1913 63 359	14 —49 —114			15 —36 —95	16 30 —104	1917 —55 —252	18 53 103	19 43 29	20 25 162		21 —112 —	22 2 —99	1923 —40 —171
1923—1933	1923 —40 —171	24 9 57	25 77 196		26 79 143	27 75 62	1928 —94 —179	29 —39 —73	30 —17 —111			31 19 —26	32 —47 —83	1933 8 48
1933—1944	1933 8 48	34 81 359			35 —31 —143	36 2 4	1937 —4 40	38 2 221	39 —29 —73	40 —24 —22	41 36 61	42 —57 —179	43 0 —24	1944 —4 30
1944—1954	1944 —4 30	45 53 13				46 —13 —75	1947 —15 —31	48 —33 66	49 13 295	50 —42 —142	51 —78 —159	52 —68 —169	53 —1 —23	1954 —15 —123
1954—1965	1954 —15 —123	55 12 155				56 —1 —80	1957 41 —80	58 12 135	59 9 181					
Ilość odchyień	+ 3 } 6 3 } 6	5 } 9 4 } 9	2 } 3 1 } 3		1 } 2 1 } 2	4 } 6 2 } 6	2 } 4 2 } 4	5 } 10 5 } 10	4 } 8 4 } 8	1 } 2 1 } 2	2 } 4 2 } 4	1 } 1 — } 1	1 } 2 1 } 2	3 } 6 3 } 6
	— 3 } 6 3 } 6	1 } 2 1 } 2	— —		3 } 6 3 } 6	2 } 6 4 } 6	4 } 8 4 } 8	1 } 2 1 } 2	2 } 4 2 } 4	3 } 6 3 } 6	1 } 2 1 } 2	4 } 7 4 } 7	3 } 8 3 } 8	3 } 6 3 } 6
przewaga sezonów letnich:		wilgotnych *			suchych *	0 +		wilgotnych *	wilgotnych **	suchych **		suchych *	suchych **	

* Zgodne z tezą Baura; ** niezgodne z tezą Baura; + równa liczba niedoborów i nadmiarów.

maksimum — nie znajduje potwierdzenia, stosunek bowiem przypadków z niedoborem do tych z nadmiarem wynosi 10 : 12.

Analogiczną tabelę sporządzono dla okresu 1900—1959 r., z tą różnicą że operowano tu średnimi sumami letnimi dla całej Polski nizinnej (22 stacje — od Koszalina po Przemyśl) oraz osobno dla Podhala, reprezentowanego przez Zakopane (tab. 15).

Wynik jest zupełnie podobny, jak dla dłuższego okresu i 2 stacji. Potwierdza się „podwójne wahnięcie“ wzmożonej częstości nadmiaru opadów letnich w stosunku do ich niedoboru 1 rok po ekstremach (9 : 2 lub 10 : 2), natomiast 1 rok przed maksimum daje równą liczbę lat suchych i wilgotnych, a 1 rok przed minimum — nawet wyraźną przewagę lat suchych (8 wobec 2 wilgotnych i 2 przeciętnych).

W odniesieniu do lat suchych sytuacja wygląda podobnie: potwierdza się podwyższona częstość lat z niedoborem na 2 lata przed minimum (7 : 1) i 2 lata przed maksimum (6 : 2), natomiast „trzecie wahnięcie“ — 2 lata po maksimum — daje tu jeszcze wyraźniejszą przewagę lat z nadmiarem: 8 wobec 4 z niedoborem.

Hipoteza F. Baura sprawdza się w Polsce tylko częściowo, wzmożona bowiem częstość okresów letnich zbyt suchych była obserwowana jedynie 2 lata przed ekstremami, a okresów letnich zbyt wilgotnych — 1 rok po ekstremach plam słonecznych.

Rozdział III

ZRÓŻNICOWANIE SUM OPADÓW I PRAWDOPODOBIEŃSTWO NIEDOBORÓW I NADMIARÓW OPADU W POLSCE W OKRESIE 1900—1959

Po próbie oceny trendu opadów oraz poszukiwania ich okresowości czy cykliczności należy rozpatrzyć zebrany materiał opadowy z całej Polski dla wybranego, możliwie pełnego okresu w świetle analizy statystycznej, a więc: wartości średnie, ich wiarygodność (odchylenie standardowe), zmienność względną, następnie częstość sum opadowych w różnych klasach, prawdopodobieństwo występowania niedoboru i nadmiaru opadów, z uwzględnieniem różnego ich stopnia.

Dla tego rodzaju analizy wzięto pod uwagę 60-letni okres 1900—1959, uwzględniany już w rozdziale I i II. Dobór stacji pozostaje również ten sam (ryc. 4): jest to 27 punktów rozsianych, niestety, nie dość równomiernie, stanowiących zbyt małą liczbę dla pewnej i pełnej charakterystyki *régime'u* opadowego całej Polski. Ponadto na okres ten przypadają dwie wojny światowe, które przyczyniły się do przerw w obserwacjach, a więc zdekompletowania materiału i powstania luk sięgających kilku, czasem nawet kilkunastu lat.

Wydaje się, że uzyskane dane należy traktować jako próbę oceny stosunków opadowych w różnych porach roku w różnych dzielnicach Polski, opartą na jedynie dostępnym, oryginalnym materiale z okresu 60-letniego, który stanowi okres najzupełniej przypadkowo wybrany.

W pierwszym etapie zestawiono dla każdej stacji szeregi rozdzielcze miesięcznych sum opadów w klasach: 0—10, 11—20, 21—40, 41—60, 61—80, 81—100, 101—150, 151—200, > 200 mm oraz dodatkowo w klasach 0—50, 51—100 i > 100 mm w poszczególnych miesiącach minionego 60-lecia (tab. 16).

OGÓLNY PRZEGLĄD CZĘSTOŚCI MIESIĘCZNYCH SUM OPADÓW

Już pierwszy rzut oka na tabelę wykazuje duży rozrzut szeregów. Ogólnie można powiedzieć, że w Polsce północnej, środkowej, a nawet południowej aż po Beskidy miesięczne sumy opadów powyżej 200 mm stanowią przy-

Tabela 16

Częstość różnych klas opadów w poszczególnych miesiącach. Okres 1900—1959

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Łębork												
Klasa	Suma średnia w mm											
	40	33	31	40	47	64	92	82	74	62	49	53
0—10	1	4	4	—	1	—	—	1	1	2	3	2
11—20	6	5	12	4	5	2	2	—	2	4	3	8
21—40	22	25	19	22	19	7	4	4	5	8	11	6
41—60	13	10	9	15	11	14	9	4	9	14	19	14
61—80	5	2	3	5	5	10	9	18	10	6	8	9
81—100	—	2	—	1	3	10	9	8	8	7	2	3
101—150	1	—	—	—	3	4	6	9	12	6	2	5
151—200	—	—	—	—	—	—	4	3	—	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
0—50	37	41	40	34	29	17	10	5	14	17	26	24
51—100	10	7	7	13	15	26	23	30	21	24	20	18
>100	1	—	—	—	3	4	14	12	12	7	2	5
2. Koszalin												
Klasa	Suma średnia											
	49	38	35	48	47	68	86	95	79	65	56	56
0—10	1	3	3	—	1	1	—	—	—	4	2	3
11—20	3	11	12	3	5	1	1	1	—	5	4	5
21—40	14	15	20	17	17	10	5	2	6	9	11	9
41—60	22	17	11	23	16	11	9	7	13	10	14	14
61—80	7	15	6	4	7	14	16	9	8	7	11	10
81—100	3	3	—	3	3	11	8	12	13	10	5	6
101—150	2	1	—	2	3	4	8	17	10	5	6	5
151—200	—	—	—	—	—	1	5	5	3	3	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
0—50	30	35	40	34	34	17	10	6	12	20	27	23
51—100	20	12	12	16	15	31	29	25	28	25	20	24
>100	2	—	—	2	3	5	14	22	13	8	6	5
3. Szczecin												
Klasa	Suma średnia											
	39	31	33	43	46	57	78	66	48	41	39	46
0—10	—	5	4	—	—	1	—	—	1	7	3	4
11—20	3	8	10	7	1	4	—	1	6	6	6	3
21—40	28	23	23	18	25	10	9	10	14	14	16	19
41—60	15	13	7	17	16	18	9	17	14	11	17	7
61—80	2	—	5	4	1	6	12	8	9	8	6	9
81—100	1	—	—	3	4	5	6	6	4	1	—	5
101—150	—	—	—	—	—	5	11	7	1	2	1	1
151—200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
0—50	42	43	40	36	37	24	13	17	30	32	33	33
51—100	7	6	9	13	10	20	23	25	18	15	15	14
>100	—	—	—	—	—	5	13	7	1	2	1	1

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
4. Olecko												
Klasa	Suma średnia											
	41	36	35	44	47	76	97	97	55	51	4b	48
0—10	—	1	3	—	1	—	—	1	2	4	2	2
11—20	10	10	8	4	8	3	1	—	3	6	4	2
21—40	16	17	22	18	10	4	6	5	9	10	15	16
41—60	15	15	9	15	15	6	8	6	16	11	18	18
61—80	3	3	5	11	8	16	4	8	12	8	4	6
81—100	1	1	1	—	3	7	8	11	4	5	5	2
101—150	2	—	—	—	2	12	16	7	—	4	—	2
151—200	—	—	—	—	—	—	3	8	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—
0—50	31	35	39	30	28	10	9	8	21	29	29	28
51—100	14	12	9	18	17	26	18	23	25	15	19	18
>100	2	—	—	—	2	12	21	17	1	4	—	2
5. Olsztyn												
Klasa	Suma średnia											
	34	33	26	40	47	69	86	79	49	44	41	39
0—10	1	5	6	2	1	—	—	2	1	4	3	3
11—20	9	7	13	5	6	3	2	1	3	5	6	9
21—40	24	21	20	21	11	5	4	2	12	12	15	13
41—60	10	11	8	14	17	9	8	10	23	16	16	12
61—80	2	2	—	1	5	17	8	10	5	7	4	10
81—100	1	1	—	2	4	6	11	10	2	2	3	1
101—150	—	—	—	1	8	6	12	12	1	2	1	—
151—200	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
0—50	41	41	46	36	28	10	11	8	24	30	36	31
51—100	6	6	1	9	16	30	22	27	22	16	11	17
>100	—	—	—	1	2	7	15	13	1	2	1	—
6. Bydgoszcz												
Klasa	Suma średnia											
	30	25	26	36	49	54	77	63	41	34	35	34
0—10	1	6	10	2	4	—	1	3	3	10	5	4
11—20	19	21	17	10	8	1	4	2	8	7	8	10
21—40	27	23	20	27	14	15	4	10	23	18	23	24
41—60	9	8	7	16	15	27	12	17	16	18	21	18
61—80	2	—	3	3	11	9	16	12	4	6	1	2
81—100	—	—	1	1	5	4	10	7	2	—	1	1
101—150	—	—	—	—	2	3	10	8	3	—	—	—
151—200	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
0—50	52	55	52	52	35	33	16	22	44	47	45	49
51—100	6	3	6	7	22	23	31	29	12	12	14	10
>100	—	—	—	—	3	4	13	8	3	—	—	—

c. d. tab. 16

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7. Gorzów												
Klasa	Suma średnia											
	41	33	29	39	45	60	80	61	42	38	38	39
0—10	1	5	7	1	—	1	—	—	3	7	5	4
11—20	5	9	10	5	4	4	—	3	6	8	4	6
21—40	23	21	23	24	19	9	10	12	19	17	23	18
41—60	15	13	10	15	18	18	11	13	11	9	11	14
61—80	5	3	1	5	6	8	9	11	10	7	8	7
81—100	1	—	—	1	4	4	10	9	2	1	1	1
101—150	1	—	—	—	—	6	5	2	—	2	—	—
151—200	—	—	—	—	—	—	6	1	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
0—50	38	45	46	40	34	23	16	21	35	35	35	38
51—100	12	6	5	11	17	21	24	27	16	14	17	12
>100	1	—	—	—	—	7	11	3	—	2	—	—
8. Poznań												
Klasa	Suma średnia											
	33	27	28	40	53	56	78	60	44	36	35	34
0—10	—	6	4	1	4	1	1	1	2	9	5	4
11—20	13	12	17	6	6	—	1	2	7	8	7	11
21—40	33	32	26	24	14	21	9	16	17	23	28	24
41—60	9	5	9	19	16	15	13	14	22	11	12	15
61—80	2	3	1	7	9	13	13	11	8	6	7	5
81—100	1	—	1	1	3	5	10	11	4	2	—	1
101—150	—	—	—	—	6	5	7	5	—	1	1	—
151—200	—	—	—	—	1	—	6	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	50	53	52	44	31	31	16	29	37	45	46	50
51—100	8	5	6	14	21	24	31	26	23	14	13	10
>100	—	—	—	—	7	5	13	5	—	1	1	—
9. Warszawa												
Klasa	Suma średnia											
	33	31	30	39	46	63	87	71	42	37	42	38
0—10	1	4	6	—	2	1	1	1	2	9	5	2
11—20	11	13	14	11	7	2	—	2	9	9	6	8
21—40	26	28	28	23	17	14	9	10	22	16	19	28
41—60	18	12	7	19	21	14	6	10	14	15	16	11
61—80	3	2	3	5	6	11	11	15	7	6	9	6
81—100	—	—	1	1	5	9	10	11	5	4	3	4
101—150	—	—	—	—	1	7	18	9	—	—	1	—
151—200	—	—	—	—	—	1	4	1	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	53	53	52	46	39	25	13	17	40	43	37	46
51—100	6	6	7	13	19	26	24	32	19	16	21	13
>100	—	—	—	—	1	8	22	10	—	—	1	—

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
10. Łódź												
Klasa	Suma średnia											
	39	34	32	42	47	64	93	69	49	37	42	40
0—10	2	6	5	1	1	1	1	—	2	10	3	3
11—20	8	9	9	3	5	1	4	3	3	9	6	7
21—40	19	19	23	29	18	12	3	7	16	13	20	18
41—60	18	15	15	13	15	17	8	11	19	14	15	18
61—80	3	5	1	4	10	11	7	17	9	5	7	6
81—100	1	—	1	5	4	5	10	9	6	4	3	1
101—150	2	—	—	—	2	7	17	8	1	1	1	2
151—200	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
0—50	41	44	48	40	36	22	11	14	35	41	38	38
51—100	10	10	6	15	17	25	22	33	20	14	16	15
>100	2	—	—	—	2	8	23	8	1	1	1	2
11. Puławy												
Klasa	Suma średnia											
	30	28	28	40	51	66	87	79	46	43	40	37
0—10	2	10	6	1	1	1	—	1	4	8	4	1
11—20	13	11	16	5	7	2	2	1	6	11	8	12
21—40	13	28	22	27	20	11	6	7	18	9	22	21
41—60	9	8	16	19	14	14	10	12	15	17	13	19
61—80	3	3	—	6	9	14	12	8	10	6	10	6
81—100	—	—	—	1	4	9	8	15	4	4	2	—
101—150	—	—	—	1	3	9	16	14	2	3	—	—
151—200	—	—	—	—	2	—	5	1	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	55	54	54	44	34	20	14	17	37	39	38	44
51—100	5	6	6	15	21	31	24	27	20	16	21	15
>100	—	—	—	1	5	9	21	15	2	3	—	—
12. Sobieszyn												
Klasa	Suma średnia											
	23	23	23	37	48	71	83	80	44	42	39	31
0—10	8	13	10	4	—	—	—	1	4	10	6	4
11—20	23	18	17	7	7	1	2	—	9	6	12	17
21—40	22	21	26	27	19	6	5	8	19	14	15	23
41—60	5	6	6	16	17	19	14	13	11	13	9	8
61—80	1	1	—	3	10	12	9	7	6	9	12	2
81—100	—	—	—	1	4	12	12	12	7	3	3	2
101—150	—	—	—	1	2	6	15	13	2	2	—	1
151—200	—	—	—	—	—	2	—	4	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
0—50	57	56	55	50	33	19	15	15	40	37	39	50
51—100	2	3	4	8	24	31	27	26	16	18	18	6
>100	—	—	—	1	2	8	17	17	2	2	—	1

c. d. tab. 16

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
13. Lublin												
Klasa	Suma średnia											
	29	29	29	40	46	66	83	79	45	39	40	36
0—10	2	9	8	4	2	1	—	—	4	6	3	3
11—20	14	10	14	4	8	1	1	2	10	13	8	9
21—40	29	26	23	26	15	9	8	8	17	14	22	26
41—60	12	10	11	18	20	16	7	7	12	13	12	12
61—80	1	3	1	4	7	15	14	14	6	6	12	8
81—100	—	—	—	1	3	8	11	13	4	5	1	—
101—150	—	—	1	1	3	8	14	11	4	1	—	—
151—200	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
0—50	52	50	49	45	37	16	14	14	38	43	38	45
51—100	6	8	8	12	18	34	27	30	15	14	20	13
>100	—	—	1	1	3	8	16	13	4	1	—	—
14. Wrocław												
Klasa	Suma średnia											
	35	29	35	42	54	64	81	71	47	43	39	35
0—10	3	9	5	2	1	—	—	—	4	7	5	2
11—20	7	10	9	2	3	3	2	3	8	7	6	6
21—40	31	23	24	22	12	10	8	7	17	15	19	24
41—60	9	10	11	20	20	16	8	12	11	14	20	18
61—80	3	3	4	6	12	12	9	15	5	8	3	4
81—100	2	—	2	2	3	7	9	7	4	2	1	1
101—150	—	—	—	—	4	5	17	10	4	1	1	—
151—200	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
0—50	45	50	44	39	26	23	12	16	35	37	40	43
51—100	10	5	11	15	25	25	24	28	14	16	14	12
>100	—	—	—	—	4	7	19	10	5	2	1	—
15. Zgorzelec												
Klasa	Suma średnia											
	48	41	41	51	62	79	95	81	52	51	49	49
0—10	—	2	2	1	1	—	—	—	4	6	3	3
11—20	3	7	8	1	1	1	1	1	3	7	4	5
21—40	17	16	17	13	7	3	6	8	12	9	14	9
41—60	17	18	13	21	15	14	7	4	14	10	12	17
61—80	9	2	4	5	13	13	7	16	7	11	8	6
81—100	2	4	4	5	10	5	8	8	5	2	6	4
101—150	1	—	1	2	2	12	11	9	4	2	2	3
151—200	—	—	—	—	—	—	6	2	—	2	—	—
>200	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—
0—50	32	34	35	25	16	11	8	11	26	27	30	26
51—100	16	15	13	21	31	25	21	26	19	18	17	18
>100	1	—	1	2	2	13	19	12	4	1	2	3

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
16. Racibórz												
Klasa	Suma średnia											
	34	28	33	45	69	81	98	85	53	49	40	37
0— 10	3	7	3	1	1	—	—	—	1	6	2	2
11— 20	9	12	11	2	3	1	3	—	5	6	6	4
21— 40	19	19	21	18	7	4	3	5	18	14	19	26
41— 60	14	8	9	18	9	11	6	8	9	7	13	9
61— 80	3	2	4	6	15	12	7	11	8	7	7	7
81—100	—	—	—	2	7	7	7	8	2	5	2	—
101—150	—	—	—	1	4	11	15	15	6	3	—	—
151—200	—	—	—	—	2	1	5	2	—	1	—	—
> 200	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—
0— 50	40	41	40	35	17	8	7	10	29	32	36	37
51—100	8	7	8	12	25	27	19	22	14	13	13	11
> 100	—	—	—	1	6	13	22	17	6	4	—	—
17. Częstochowa												
Klasa	Suma średnia											
	39	34	36	50	58	79	95	73	51	45	44	37
0— 10	—	7	6	—	2	—	—	1	1	7	1	3
11— 20	4	5	6	2	4	2	1	2	6	6	8	7
21— 40	31	21	19	19	10	5	8	5	16	14	19	23
41— 60	9	16	14	17	15	12	7	12	15	10	15	14
61— 80	8	4	6	9	10	12	6	9	6	7	5	5
81—100	1	—	1	3	6	7	7	15	3	6	5	2
101—150	—	—	—	1	4	11	17	7	5	3	—	—
150—200	—	—	—	1	1	4	6	2	1	—	—	—
> 200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
0— 50	41	41	39	33	24	11	12	12	29	31	33	42
51—100	12	12	13	17	23	27	17	32	18	19	20	12
> 100	—	—	—	2	5	15	24	9	6	3	—	—
18. Kraków												
Klasa	Suma średnia											
	34	32	36	46	68	91	100	88	60	52	43	34
0— 10	1	7	4	3	1	1	—	—	—	6	2	1
11— 20	11	11	7	4	5	2	1	—	5	8	6	13
21— 40	28	25	28	21	9	3	4	4	13	9	20	26
40— 61	16	12	16	19	16	10	9	8	17	18	21	15
61— 80	4	3	4	8	15	11	10	16	11	8	7	4
81—100	—	2	1	4	4	11	8	15	7	4	4	1
101—150	—	—	—	1	5	15	21	12	7	7	—	—
151—200	—	—	—	—	3	6	4	5	—	—	—	—
> 200	—	—	—	—	2	1	3	—	—	—	—	—
0— 50	50	54	49	41	27	13	8	7	29	28	42	50
51—100	10	6	11	18	23	25	24	36	24	25	18	10
> 100	—	—	—	1	10	22	28	17	7	7	—	—

c. d. tab. 16

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
19. Tarnów												
Klasa	Suma średnia											
	34	32	37	49	67	93	110	90	56	55	45	37
0—10	2	3	3	—	—	—	—	1	—	5	3	3
11—20	7	9	10	7	3	1	—	1	6	7	3	6
21—40	29	28	20	15	10	4	7	4	14	9	17	25
41—60	15	13	16	18	18	10	5	10	16	13	22	16
61—80	3	3	8	8	11	10	10	11	9	12	8	5
81—100	1	1	—	7	4	12	10	9	6	4	4	2
101—150	—	—	—	—	9	15	14	15	5	7	—	—
151—200	—	—	—	1	2	3	7	6	1	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—
0—50	47	48	41	36	22	7	10	9	31	24	33	46
51—100	10	9	16	19	24	30	22	27	20	26	24	11
>100	—	—	—	1	11	20	26	21	6	7	—	—
20. Grodzisko												
Klasa	Suma średnia											
	36	35	36	49	59	77	96	85	54	48	47	38
0—10	4	5	6	—	2	1	—	—	3	4	3	3
11—20	5	5	9	7	5	2	1	—	7	11	5	6
21—40	29	28	20	21	12	4	7	7	15	11	18	26
41—60	14	15	16	15	12	16	9	12	14	15	15	15
61—80	6	6	7	11	14	11	9	14	8	11	16	9
81—100	1	—	1	1	7	10	8	6	5	3	1	—
101—150	—	—	—	3	7	12	19	13	5	2	1	—
151—200	—	—	—	1	—	3	2	5	1	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	4	1	—	—	—	—
0—50	48	46	40	37	25	15	13	10	36	28	35	44
51—100	11	13	19	18	27	29	21	28	16	27	23	15
>100	—	—	—	4	7	15	25	20	6	3	1	—
21. Rzeszów												
Klasa	Suma średnia											
	34	32	32	44	60	83	92	82	52	46	42	34
0—10	2	5	4	1	2	—	—	—	3	7	2	3
11—20	14	9	15	6	2	1	2	1	7	12	6	8
21—40	25	31	20	23	14	9	6	7	11	7	23	30
41—60	10	9	14	18	17	13	5	11	15	18	15	14
61—80	5	3	5	5	9	7	15	12	10	4	9	3
81—100	1	1	—	3	6	8	9	9	9	5	1	—
101—150	—	—	—	2	6	18	14	15	1	4	2	—
151—200	—	—	—	—	2	2	5	3	1	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
0—50	48	47	50	40	23	15	11	13	29	37	42	47
51—100	9	11	8	16	27	23	26	27	26	16	14	11
>100	—	—	—	2	8	20	21	18	2	5	2	—

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
22. Przemysł												
Klasa	Suma średnia											
	34	33	33	49	64	84	95	91	62	48	41	37
0—10	3	4	7	—	2	—	—	—	3	6	3	2
11—20	8	8	12	6	1	1	1	—	4	6	3	10
21—40	30	29	24	21	10	6	4	5	12	16	27	25
41—60	15	15	11	15	18	9	8	11	15	12	13	16
60—81	3	2	5	10	13	19	13	11	10	8	11	4
81—100	—	1	1	4	7	7	12	14	6	8	—	2
101—150	—	—	—	4	8	15	12	12	8	2	2	—
151—200	—	—	—	—	1	3	7	1	1	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—
0—50	49	51	49	36	23	12	8	10	22	33	43	47
51—100	10	8	11	20	28	30	30	31	28	23	14	12
>100	—	—	—	4	9	18	21	17	9	2	2	—
23. Żywiec												
Klasa	Suma średnia											
	44	41	46	52	82	116	119	109	68	59	50	42
0—10	—	2	4	—	—	—	—	—	1	4	2	—
11—20	7	9	4	2	1	2	1	—	3	5	2	10
21—40	17	15	13	15	6	1	3	—	5	12	16	14
41—60	16	17	16	16	12	4	6	9	17	6	17	19
61—80	8	5	5	14	5	9	7	5	7	8	6	4
81—100	1	—	6	1	13	5	5	8	9	5	4	2
101—150	1	2	2	1	10	16	13	21	7	8	3	1
151—200	—	—	—	1	3	7	11	4	—	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	6	4	2	1	—	—	—
0—50	31	38	32	28	14	5	8	3	17	24	31	33
51—100	18	10	16	20	23	16	14	19	25	16	16	16
>100	1	2	2	2	13	29	28	27	8	9	3	1
24. Grybów												
Klasa	Suma średnia											
	46	45	46	52	72	104	115	96	66	60	48	43
0—10	—	3	1	—	—	—	—	—	1	3	1	1
11—20	8	5	8	5	—	—	1	—	3	7	5	9
21—40	18	24	17	12	12	2	1	5	13	9	22	14
41—60	18	16	15	22	11	9	11	8	16	12	14	25
61—80	9	5	12	13	18	10	6	11	10	14	11	5
81—100	5	1	4	3	8	10	7	11	9	6	3	5
101—150	—	4	1	3	6	16	18	16	4	5	2	—
151—200	—	—	—	—	3	8	10	4	2	3	1	—
>200	—	—	—	—	—	3	5	2	1	—	—	—
0—50	36	38	36	32	15	7	8	8	27	23	39	40
51—100	22	16	21	23	34	24	18	27	25	28	17	19
>100	—	4	1	3	9	27	33	22	7	8	3	—

c. d. tab. 16

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
25. Nowy Sącz												
Klasa	Suma średnia											
	37	32	35	45	69	99	115	95	59	47	40	34
0—10	—	4	3	2	—	—	—	—	1	6	2	2
11—20	11	12	11	7	2	1	—	—	2	7	5	10
21—40	26	29	24	18	11	5	3	2	17	13	27	28
41—60	13	8	14	16	15	12	8	9	15	16	15	15
61—80	6	2	5	12	10	9	5	15	10	7	5	2
81—100	—	2	—	1	13	8	12	13	4	5	3	1
101—150	1	—	—	1	4	16	15	11	7	2	—	—
151—200	—	—	—	—	2	5	9	6	1	1	—	—
>200	—	—	—	—	—	1	5	1	—	—	—	—
0—50	46	52	46	35	22	9	5	5	28	33	44	51
51—100	10	5	11	21	29	26	23	34	21	21	13	7
>100	1	—	—	1	6	22	29	18	8	3	—	—
26. Krynica												
Klasa	Suma średnia											
	56	49	51	58	80	104	116	105	78	61	53	52
0—10	—	1	1	—	—	—	—	—	1	3	1	1
11—20	3	5	4	2	2	—	2	1	—	3	1	2
21—40	16	22	19	13	6	1	2	—	7	16	15	13
41—60	16	11	12	17	11	7	5	7	12	7	20	18
61—80	11	7	12	12	14	9	5	7	15	8	7	12
81—100	3	4	5	6	11	14	9	12	8	9	8	5
101—150	5	4	2	3	6	13	19	17	8	7	1	1
151—200	—	—	—	1	3	9	9	7	3	1	—	—
>200	—	—	—	—	2	1	4	3	1	—	—	—
0—50	29	34	29	26	12	5	7	5	10	25	27	25
51—100	20	16	24	24	32	26	16	22	33	21	25	26
>100	5	4	2	4	11	23	32	27	12	8	1	1
27. Zakopane												
Klasa	Suma średnia											
	50	48	60	77	118	152	177	152	99	74	60	48
0—10	1	4	1	—	—	—	—	—	1	2	1	1
11—20	5	3	4	1	—	—	—	—	—	4	1	4
21—40	18	18	10	7	3	—	—	—	3	9	10	17
41—60	17	18	16	12	5	1	1	1	10	9	26	20
61—80	7	7	11	14	7	5	4	5	10	8	8	11
81—100	7	5	9	9	9	7	5	5	10	12	2	6
101—150	3	2	6	12	18	20	15	22	14	10	10	—
151—200	—	—	—	1	9	10	14	11	6	4	—	—
>200	—	—	—	—	4	13	17	12	3	—	—	—
0—50	37	35	26	14	4	1	1	—	8	23	30	34
51—100	18	20	25	29	20	12	9	11	26	21	18	25
>100	3	2	6	13	31	43	46	45	23	14	10	—

padki odosobnione notowane w ilości 0—4 w ciągu 60 lat w poszczególnych miesiącach lata. Klasa 151—200 mm na tym obszarze występuje w półroczu letnim znacznie częściej, nie przewyższając jednak w różnych miesiącach liczby kilku przypadków na 60 lat. Inaczej rzecz się ma w Karpatach polskich, gdzie wysokie sumy opadów trafiają się częściej (do kilkunastu przypadków) i w większej liczbie miesięcy.

Niższe sumy opadów (10 mm) są zjawiskiem pospolitym, notowanym właściwie na całym obszarze Polski we wszystkich miesiącach prócz pełni lata. Największa ich frekwencja przypada na Polskę środkową (1—10 przypadków), stosunkowo mniejsza — na północną (1—6 przypadków), a najmniejsza — na Karpaty polskie (1—4 przypadki).



Ryc. 8. Dzielnice według częstości różnych klas opadów. Okres 1900—1959

I — Pojezierze Pomorskie; II — Pojezierze Mazurskie; III — Polska środkowa i zachodnia; IV — Wyżyna Lubelska; V — Nizina Śląska; VI — Przedgórze Sudeckie; VII — Wyżyna Krakowsko-Częstochowska; VIII — kotliny i niziny podkarpackie; IX — Beskidy Zachodnie; X — Beskid Sudecki; XI — Podhale

Szeregi wykazują najmniejszy rozrzut na przełomie zimy i wiosny (miesiące: II—IV), największy — latem (VI—VIII).

Najwyższe częstości w miesiącach półrocza zimowego (X—III) przypadają przeważnie na klasę 21—40 mm, natomiast w półroczu letnim wykazują znaczne rozproszenie: od 41—60 mm i 61—80 mm w pasie wielkich dolin i na pojezierzach poprzez 81—100 mm do 101—150 mm na wyżynach Lubelskiej i Krakowsko-Częstochowskiej oraz na Śląsku. W Karpatach ta ostatnia klasa powtarza się najczęściej.

W dalszym opracowaniu stałe operowanie 27 stacjami jako jednostkami nie wydaje się celowe. Bliższa analiza szeregów rozdzielczych poszczególnych miejscowości wykazuje duże analogie układu dla pewnych grup stacji przy równocześnie zachowanej odrębności innych grup. Stąd zrodziła się myśl wprowadzenia podziału na dzielnice, odpowiadające w grubych zarysach dzielnicom fizjograficznym, lecz zarysowane odmiennie niż to miało miejsce przy rozpatrywaniu tendencji opadów (ryc. 8).

PODZIAŁ NA DZIELNICE

Lębork i Koszalin reprezentują wspólnie *Pojezierze Pomorskie* przez bardzo podobny układ szeregów rozdzielczych: stosunkowo wysoki udział opadów w klasie 51—100 mm w ciągu całego roku i często notowane we wrześniu sumy miesięczne powyżej 100 mm.

Z kolei Olecko i Olsztyn, różniące się od poprzedniej dzielnicy wyższą częstością sum opadów w klasie > 100 mm w czasie pełni lata przy równocześnie znikomej powtarzalności tej klasy we wrześniu, zaliczono do *Pojezierza Mazurskiego*.

Szeregi stacji: Bydgoszcz, Gorzów, Poznań, Warszawa i Puławy, a nawet Łódź cechuje bardzo jednolity, można rzec monotony charakter, toteż utworzono z nich wspólnie dużą dzielnicę Polski środkowej. Przez 8 miesięcy roku (IX—IV) najwyższe częstości przypadają tu na klasę 21—40 mm, a jedynie w 4 miesiącach (V—VIII) przenoszą się na klasę 41—60 mm, dalej ku wschodowi na 61—80 mm, a nawet 81—100 mm.

Szczecin nasunął pewną trudność przy rejonizacji: szereg jego różni się wyraźnie od szeregu Koszalina, ma natomiast cechy zbliżone do Gorzowa i Bydgoszczy (monotonia okresu IX—IV; maksymalna frekwencja latem w klasach 41—60 i 61—80 mm oraz mała w klasie powyżej 100 mm); w związku z tym, dążąc do pewnej komasacji, zdecydowano się zaliczyć go do dzielnicy środkowej, rozszerzając ją niejako przez nazwanie *Polską środkową i zachodnią*.

Puławy pod względem rozkładu opadów mają cechy właściwe dla pasa wielkich dolin, ale równocześnie wykazują pewną analogię z *régime'm* stacji leżących dalej na wschodzie, toteż uwzględniono je po raz wtóry, zaliczając łącznie

z Sobieszynem i Lublinem do dzielnicy zwanej *Wyżyną Lubelską*. Charakterystyczne są dla niej, jako dzielnicy o cechach klimatu bardziej kontynentalnego, wyższe sumy opadu w miesiącach letnich, a niższe — w zimowych.

Nizinę Śląską reprezentuje jedna stacja — Wrocław. Generalnie szeregi jego są podobne do szeregów Polski środkowej, jednak ze względu na większy udział przypadków z sumami miesięcznymi > 100 mm i większy ich rozrzut oraz brak przypadków w klasie 0—10 mm w miesiącach VI—VIII zdecydowano się wyróżnić ją jako osobną dzielnicę.

Zgorzelec i Racibórz mają bardzo podobny układ szeregów, toteż zaliczono je wspólnie do dzielnicy nazwanej ogólnie *Przedgórzem Sudeckim*. Charakteryzuje się ona w stosunku do Niziny Śląskiej wyższą frekwencją sum opadów w klasach 51—100 mm i powyżej 100 mm w półroczu letnim przy równocześnie wyraźnym zmniejszeniu częstości w klasie poniżej 50 mm.

Z kolei szeregi Częstochowy i Krakowa wykazują duże analogie, dając asumpt do wyodrębnienia dzielnicy pod nazwą *Wyżyna Krakowsko-Częstochowska*, różniącą się od Polski środkowej wyższymi sumami miesięcznymi w ciągu całego roku, częściej notowanymi przypadkami w klasie > 100 mm oraz dużą frekwencją w klasie 41—60 mm w półroczu zimowym.

Z drugiej jednak strony Kraków ze względu na swe położenie w dolinie Wisły ciąży do naturalnego regionu nizin podkarpackich i w związku z tym wraz z Tarnowem, Rzeszowem, Grodziskiem i Przemyślem reprezentuje dzielnicę *kotlin i nizin podkarpackich*, charakteryzującą się zresztą prawie identycznym udziałem poszczególnych klas opadu jak Wyżyna Krakowsko-Częstochowska.

W szeregach stacji: Żywiec, Nowy Sącz i Grybów można dopatrzeć się pewnych analogii, a to dzięki zbliżonym wartościom średnich sum miesięcznych, dzięki stosunkowo dużej powtarzalności sum opadów powyżej 100 mm, a małej — zwłaszcza w półroczu letnim — sum opadów poniżej 50 mm. Utworzono z nich wspólnie dzielnicę pod nazwą *Beskidy Zachodnie*.

Góry są reprezentowane niedostatecznie: z terenu Sudetów nie uzyskano materiałów *in extenso* dla żadnej stacji, a z Karpat zaledwie dla dwóch: Zakopanego i Krynicy. Ponieważ szereg tej ostatniej kształtuje się odmiennie niż Nowego Sącza i Grybowa, przyjęto, że Krynica obrazuje stosunki *Beskidu Sądeckiego*; ta mała dzielnica charakteryzuje się prawie wyrównaną liczbą przypadków sum miesięcznych poniżej 50 mm i powyżej 100 mm — od paru do trzydziestu paru, z tym że w maju i we wrześniu udział obu klas jest jednakowy (10—12 przypadków), natomiast w miesiącach letnich przeważają wyraźnie sumy powyżej 100 mm, a w miesiącach X—IV — poniżej 50 mm.

Zakopane obrazuje stosunki opadowe *Podhala*. Tu zarysowuje się bardzo wysoka częstość sum powyżej 100 mm w miesiącach V—VIII (31—47 przypadków na 56—59) oraz wyjątkowo w tym okresie notowane sumy poniżej 50 mm.

W ten sposób na terytorium Polski dało się wyróżnić 11 dzielnic (ryc. 8). Ze względu na zbyt małą liczbę stacji przeprowadzenie granic między dzielnicami wydało się zbyt ryzykowne; poprzestano więc na podaniu przy nazwie każdej miejscowości numeru odpowiedniej dzielnicy.

STATYSTYCZNE OPRACOWANIE MATERIAŁU

W następnej fazie obliczono: 1) średnie roczne i sezonowe sumy opadów dla wyżej wyróżnionych 11 dzielnic, 2) odchylenia standardowe oraz 3) współczynniki zmienności. Tabela 17 zestawia uzyskane wyniki.

Analiza *średnich sum opadów* w dzielnicach potwierdza znany fakt, że najniższe sumy roczne spotykane są w pasie środkowym (550—562—576 mm), po czym wznoszą się wyraźnie w miarę wzrostu wysokości. Wśród północnych dzielnic pojeziernych Pojezierze Pomorskie ma o 60 mm wyższą średnią sumę roczną niż Pojezierze Mazurskie. Podhale uzyskuje średnio w roku dwa razy więcej opadu niż Polska środkowa.

W *zimie* (XII—II) wśród niskich średnich sum całej Polski środkowej (około 100 mm) wyróżnia się Wyżyna Lubelska wartościami najniższymi: 89 mm. Wyżyna Krakowsko-Częstochowska i kotliny podkarpackie również należą do dzielnic o niskich opadach zimowych: 106—104 mm. Ciekawe, że w analizowanym okresie najwyższa suma średnia za 3 miesiące zimowe przypada na Beskid (158 mm), a nie na Podhale (146 mm).

Na *wiosnę* (III—V) we wszystkich dzielnicach — prócz Pojezierza Pomorskiego — sumy opadów wznoszą się od kilku milimetrów (Pojezierze Mazurskie) do powyżej 100 (Podhale) w stosunku do zimy. Jedynie na Pojezierzu Pomorskim zaznacza się lekki spadek, dzięki czemu dochodzi prawie do zrównania sum opadów na obu Pojezierzach. Wyżyna Lubelska również i w tej porze roku zyskuje najmniejsze ilości wody opadowej (115 mm), Polska środkowa i zachodnia — niewiele więcej, bo tylko 117 mm. Na Nizinie Śląskiej natomiast średnia suma za 3 miesiące wiosenne dochodzi do 132 mm.

Lato (VI—VIII) w stosunku do wiosny charakteryzuje się wzrostem sum opadowych na całym terytorium Polski; największy wzrost, przekraczający 100%, notowany jest w dzielnicach wschodnich: na Pojezierzu Mazurskim (ze 121 na 252 mm) i na Wyżynie Lubelskiej (ze 115 na 231 mm), blisko 100% — na Pojezierzu Pomorskim i w Beskidach Zachodnich, a najmniejszy — rzędu 64% — na Nizinie Śląskiej (ze 132 na 216 mm).

Jesień (IX—XI) cechują średnie sumy opadu znacznie niższe niż lato; co do swej wysokości prawie dokładnie odpowiadają one średnim sumom wiosennym. Większe różnice występują jedynie na pojezierzach, gdzie opad jesienny wydatnie przewyższa opad wiosenny (Pojezierze Pomorskie różnica 69 mm, Pojezierze Mazurskie — 21 mm). Na Podhalu przeciwnie — średnia suma zyskiwana jesienią jest o 20 mm niższa niż na wiosnę.

Średnie sumy opadów, odchylenia standardowe i współczynniki zmienności dla 11 dzielnic. Rok i pory roku.
Okres 1900—1959

Dzielnice	Średnie sumy opadu ($\bar{\Sigma}$)					Odchylenia standardowe (σ)					Współczynniki zmienności ($V = \frac{\sigma}{\bar{\Sigma}} \cdot 100$)				
	Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień
Pojezierze Pomorskie	694	135	124	244	193	96,0	43,9	31,6	62,2	58,7	13,8	32,5	25,5	25,5	30,4
Pojezierze Mazurskie	634	115	121	252	142	103,1	32,1	33,6	65,5	45,6	16,3	28,0	27,8	26,0	32,0
Polska środkowa i zachodnia	550	102	117	209	121	71,7	26,0	26,6	42,6	35,4	13,0	25,5	22,7	20,3	29,3
Wyżyna Lubelska	562	89	115	231	127	83,1	23,3	33,9	56,2	45,9	14,8	26,2	29,5	24,3	36,1
Nizina Śląska	576	101	132	216	129	101,8	35,2	39,7	65,6	52,8	17,6	34,8	30,0	30,4	40,9
Przedgórze Sudeckie	675	118	151	260	147	100,0	35,0	30,1	64,4	58,4	14,8	29,6	20,0	24,8	39,7
Wyżyna Krakowsko-Częstochowska	666	106	148	264	148	101,2	28,1	50,0	74,4	54,3	15,2	26,0	33,8	28,1	36,7
Kotliny i niziny podkarpackie	673	104	146	271	150	97,9	26,6	44,7	75,4	50,4	14,5	25,6	30,6	27,8	33,6
Beskidy Zachodnie	776	121	167	322	166	109,6	35,0	50,1	88,4	59,9	14,1	28,9	30,0	27,4	36,1
Beskid Sądecki	865	158	190	323	192	139,3	46,4	57,8	113,0	68,8	16,1	29,3	30,4	35,0	35,8
Podhale	1113	146	256	480	236	194,9	49,4	74,9	141,2	87,1	17,5	33,8	29,2	29,0	36,9

Badanie istotności różnic między sumami opadów poszczególnych par sezonów przy pomocy kryterium χ^2 wykazuje wyraźną istotność ($P < 0,05$) między zimą i latem, wiosną i latem, latem i jesienią oraz zimą i wiosną, natomiast między sumami opadu wiosny i jesieni zależność jest nieistotna.

Dyspersja. Dla scharakteryzowania dyspersji użyto jej miary względnej — współczynnika zmienności, który jest wyrażonym w procentach stosunkiem odchylenia standardowego do odpowiedniej wartości średniej sumy opadu.

Roczne sumy opadu, jak wynika z zestawienia, odznaczają się największą zmiennością na Nizinie Śląskiej i na Podhalu, tu bowiem współczynnik zmienności uzyskuje najwyższe wartości (17,6 i 17,5%), a najmniej rozproszone są w Polsce środkowej, gdzie współczynnik ten wynosi 13,0%.

Sumy opadów w poszczególnych porach roku wykazują oczywiście większą zmienność niż sumy roczne i dają ciekawy obraz jej kształtowania.

W *zimie* największa zmienność przypada również na Nizinę Śląską (34,8%), niewiele niższa na Podhalu (33,8%) i Pojezierze Pomorskie (31,5%), najmniejsza — na Polskę środkową i zachodnią (25,5%) oraz kotliny i niziny podkarpackie (25,6%). Amplituda współczynnika zmienności między dzielnicami wynosi tylko 9,3% i jest najmniejsza wśród amplitud wszystkich pór roku.

Na *wiosnę* stosunki układają się odmiennie: choć amplituda współczynnika zmienności jest większa (13,8%), to jednak same jego wartości są mniejsze. W tej porze roku najwyższa zmienność sum opadowych zarysowuje się na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (33,8%), najniższa — na Przedgórzu Sudeckim (20%) i w Polsce środkowej (21,7%). Wiosenne minimum zmienności na Przedgórzu Sudeckim jest niezrozumiałe — w tej jednej porze roku tak bardzo odbiega ono zarówno od Niziny Śląskiej jak i od Przedgórza Karpackiego.

Latem najwyższy współczynnik zmienności przypada na Beskid Sądecki (35%), najniższy — ponownie na Polskę środkową i zachodnią (20,3%). Zakres wahań współczynników jest w tej porze roku największy (14,7%).

Jesień wyróżnia się spośród wszystkich pór roku największą dyspersją, współczynniki zmienności bowiem uzyskują tu wartości maksymalne. Układ podobny, jak w zimie i w roku: najwyższa zmienność przypada na Nizinę Śląską (40,5%), najniższa (29,3%) — na Polskę środkową i zachodnią.

Z przeglądu biegu rocznego współczynników zmienności w poszczególnych dzielnicach widać, że na całym terytorium Polski maksima ich przypadają na jesień, z jedynym wyjątkiem — Pojezierza Pomorskiego, gdzie występuje ono zimą. Najmniejszą zmiennością w całej Polsce północnej i środkowej łącznie z Wyżyną Lubelską oraz w Beskidach Zachodnich i na Podhalu wyróżnia się lato, na Śląsku — wiosna, a na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, w kotlinach i na nizinach podkarpackich oraz w Beskidzie Sądeckim — zima.

Amplituda roczna współczynnika zmienności jest na ogół dość wyrównana, waha się od 6,0% na Pojezierzu Mazurskim do 11,8% w Lubelskiem. Wskutek niezwykle małej zmienności na wiosnę Przedgórze Sudeckie wysoką wartością swej amplitudy (19,7%) odbiega od pozostałych dzielnic.

OKREŚLENIE GRANIC, W JAKICH Z PRAWDOPODOBIEŃSTWEM 95% MIESZCZĄ SIĘ RZECZYWISTE SUMY OPADÓW

Mając średnie sumy opadu i odchylenia przeciętne, można na podstawie 60-letniej próby liczebności oszacować nieznaną, rzeczywistą wartość średniej sumy opadu dla roku i pór roku w każdej z dzielnic, w pewnym przedziale ufności według wzoru:

$$\Phi(2) = 0,95$$

$$\Pr \left\{ \bar{X} - k \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \xi < \bar{X} + k \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right\}$$

K	$\Phi(K)$
1	0,84
2	0,95
3	0,99

gdzie \bar{X} — średnia suma opadu roczna lub sezonowa,

ξ — poszukiwana wartość średniej sumy opadu, która w przedziale odchyień od -2σ do $+2\sigma$ wystąpi z prawdopodobieństwem 95%.

Tabela 18

Granice, w jakich mieszczą się rzeczywiste roczne lub sezonowe sumy opadów w dzielnicach z prawdopodobieństwem 95%

Dzielnica	Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień
Pojezierze Pomorskie	668— 720	123—147	116—132	227—261	177—209
Pojezierze Mazurskie	604— 664	106—124	112—130	233—271	129—155
Polska środkowa i zachodnia	532— 568	95—109	110—124	198—220	114—128
Wyżyna Lubelska	540— 584	83— 95	106—124	216—246	115—139
Nizina Śląska	548— 604	91—111	121—143	198—234	115—143
Przedgórze Sudeckie	647— 703	108—128	143—159	242—278	130—164
Wyżyna Krakowsko-Częstochowska	640— 692	99—113	135—161	245—283	134—162
Kotliny i niziny podkarpackie	647— 699	97—111	134—158	251—291	137—163
Beskidy Zachodnie	748— 804	112—130	154—180	299—345	150—182
Beskid Sądecki	825— 905	145—171	174—206	290—356	173—211
Podhale	1083—1143	133—159	236—276	442—518	213—259

Dane zawarte w tabeli 18 należy interpretować następująco: w 95 przypadkach na 100 można się liczyć, że np. na Pojezierzu Pomorskim roczna suma opadu będzie się mieścić w granicach między 668 i 720 mm, suma opadu za okres zimy w granicach 123—147 mm, wiosny 116—132 mm, lata 227—261 mm i jesienią 177—209 mm i analogicznie dla każdej dzielnicy.

CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA SUM OPADÓW W RÓŻNYCH PRZEDZIAŁACH W POSZCZEGÓLNYCH DZIELNICACH

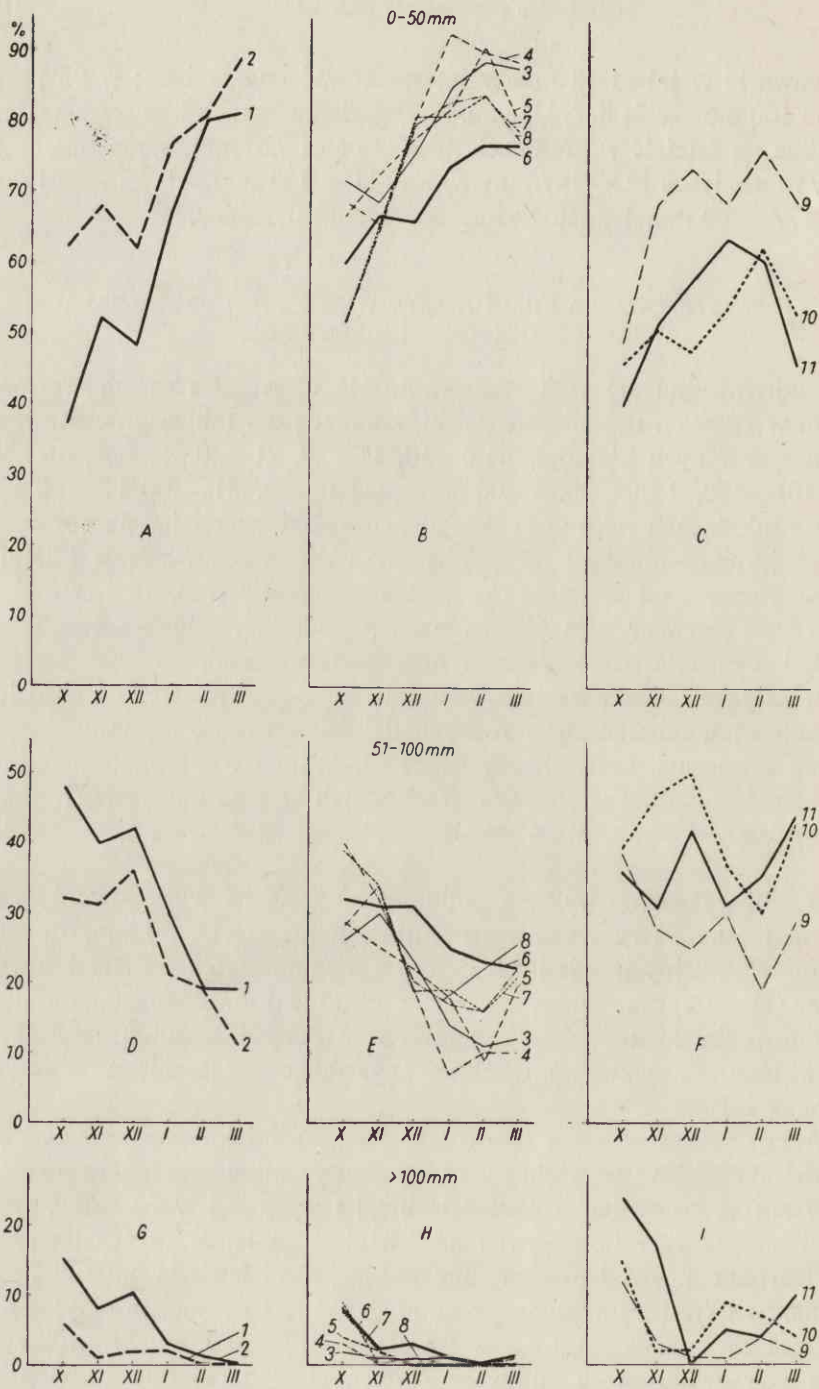
Chcąc zorientować się w kształtowaniu się częstości różnych wartości sum opadu w różnych dzielnicach Polski, sporządzono tabele procentowego udziału poszczególnych klas opadu: 0—10, 11—20, 21—40, 41—60, 61—80, 81—100, 101—150, 151—200, > 200 mm oraz 0—50, 51—100 i > 100 mm w kolejnych miesiącach roku w 11 dzielnicach Polski, rozbijając na półrocza: zimowe, obejmujące miesiące od października do marca włącznie i letnie, obejmujące miesiące od kwietnia do września włącznie (tab. 19 i 20).

Ciągi te na pierwszy rzut oka są bardzo podobne, jednak szczegółowy ich przegląd wykazuje pewne różnice między dzielnicami.

Aby uplastyczyć obraz kształtowania się opadowych szeregów rozdzielczych w kolejnych miesiącach w różnych dzielnicach, wykorzystano sposób interpretacji graficznej, zastosowany przez G. Wussowa [39], a przedstawiający częstość opadów w Prusach Wschodnich w 2 grupach stacji: przybrzeżnych i śródlądowych, dla 6 miesięcy półrocza letniego za okres 1886—1925.

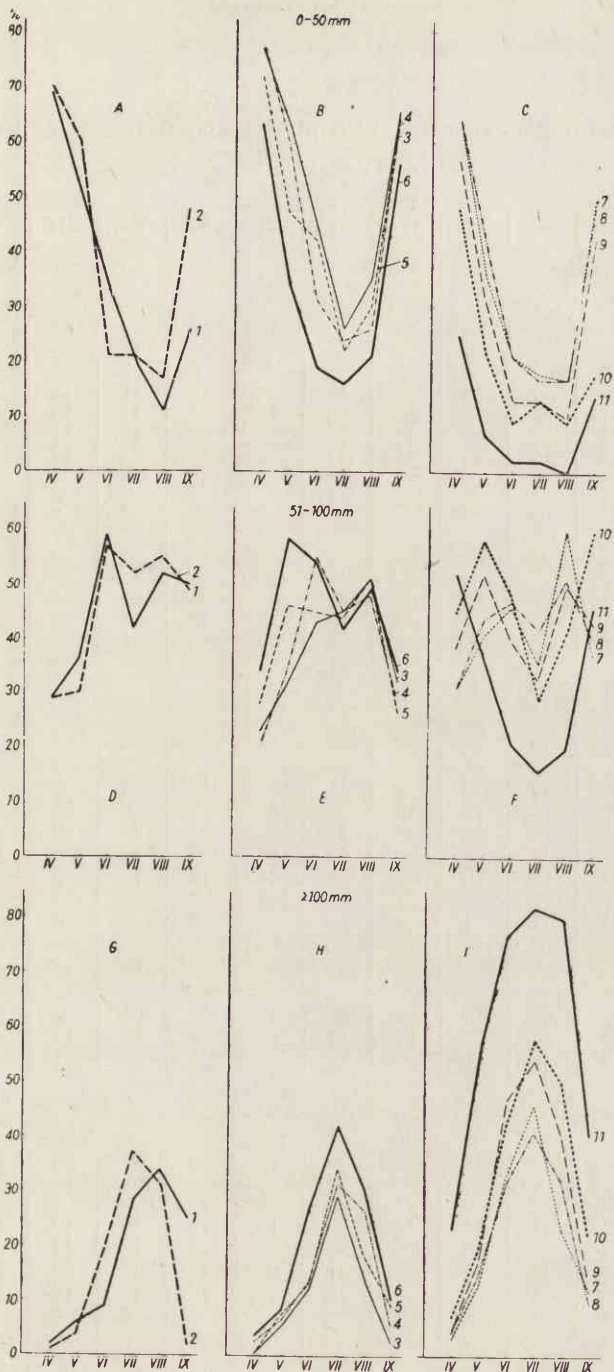
W tym celu wykonano wykresy poligonalne częstości występowania sum opadów miesięcznych (wyrażone w procentach) w klasach 0—50 mm, 51—100 i > 100 mm w kolejnych miesiącach półrocza zimowego (X—III) i półrocza letniego (IV—IX) dla różnych dzielnic. Grafiki te dobrze obrazują odmienność kształtowania się stosunków opadowych w obu półroczach oraz podkreślają indywidualność niektórych dzielnic, pozwalając na łączenie ich w pewne grupy (ryc. 9 i 10).

W *półroczu zimowym* klasa 0—50 mm jest najsilniej reprezentowana na terenie całej Polski. W pełni zimy (styczeń—luty) sumy miesięczne opadów poniżej 50 mm są notowane w Polsce nizinnej i wyżynnej w 70—80% przypadków, a na Wyżynie Lubelskiej i na Nizinie Śląskiej przekraczają nawet 90%. W Karpatach udział niskich sum opadu jest oczywiście mniejszy, niemniej jednak w okresie zimy przewyższa 50%. Od lutego, miejscami od stycznia, zaznacza się spadek częstości w tej klasie na rzecz klasy 51—100 mm. Pojezierza zarysowują swoją odmienność przez stałe narastanie liczby przypadków o niskich sumach od października aż do marca, z wyjątkiem przejścia od listopada do grudnia, kiedy to następuje ubytek częstości w tej klasie. Pojezierze Mazurskie, reprezentujące dzielnicę o cechach klimatu bardziej



Ryc. 9. Częstość miesięcznych sum opadów w różnych klasach w dzielnicach w 6 miesiącach półroczia zimowego wyrażona w % (krzywe poligonalne)

A—, D—, G—: 1 — Pojezierze Pomorskie, 2 — Pojezierze Mazurskie; B—, E—, H—: 3 — Polska środkowa, 4 — Wyżyna Lubelska, 5 — Nizina Śląska, 6 — Przedgórze Sudeckie, 7 — Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, 8 — kotliny podkarpackie; C—, F—, I—: 9 — Beskidy Zachodnie, 10 — Beskid Śląski, 11 — Podhale



Ryc. 10. Część miesięcznych sum opadów w różnych klasach w dzielnicach w 6 miesiącach półrocza letniego wyrażona w % (krzywe poligonalne)

A—, D—, G—: 1 — Pojezierze Pomorskie, 2 — Pojezierze Mazurskie; B—, E—, H—: 3 — Polska środkowa, 4 — Wyżyna Lubelska, 5 — Nizina Śląska, 6 — Przedgórze Sudeckie; C—, F—, I—: 7 — Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, 8 — kotliny podkarpackie, 9 — Beskidy Zachodnie, 10 — Beskid Śląski, 11 — Podhale

Częstość różnych klas opadów w 6 miesiącach półrocza zimowego w dzielnicach wyrażona w %

Miesiąc	X	XI	XII	I	II	III	X	XI	XII	I	II	III
Pojezierze Pomorskie							Pojezierze Mazurskie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	64	52	54	45	36	33	47	43	44	37	35	31
0—10	6	5	5	2	7	7	8	5	5	1	6	10
11—20	9	7	13	9	16	24	12	11	12	20	18	22
21—40	17	22	15	36	40	39	23	31	30	43	41	44
41—60	24	33	28	35	23	20	28	36	31	27	28	18
61—80	13	19	19	12	11	9	16	8	17	5	5	5
81—100	17	7	9	3	2	—	7	2	3	2	2	1
101—150	11	8	10	3	1	—	6	1	2	2	—	—
151—200	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	37	52	48	67	80	81	62	68	62	77	81	89
51—100	48	40	42	30	19	19	32	31	36	21	19	11
>100	15	8	10	3	1	—	6	1	2	2	—	—
Polska środkowa i zachodnia							Wyżyna Lubelska					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	38	39	38	35	30	29	41	40	35	28	27	27
0—10	16	8	6	2	11	11	14	8	5	7	18	14
11—20	15	11	15	18	21	24	17	16	22	28	22	27
21—40	28	39	39	49	45	42	21	34	40	47	42	40
41—60	24	27	26	24	19	18	25	19	23	15	14	19
61—80	11	12	10	5	4	4	12	19	9	3	4	0
81—100	4	2	3	1	—	1	7	4	1	—	—	—
101—150	2	1	1	1	—	—	4	—	0	—	—	0
151—200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	72	69	76	85	89	88	69	66	80	93	90	89
51—100	26	30	23	14	11	12	28	34	19	7	10	10
>100	2	1	1	1	—	—	3	—	1	—	—	1
Nizina Śląska							Przedgórze Sudeckie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	43	39	35	35	29	35	50	45	43	41	35	37
0—10	13	9	4	5	16	9	12	5	5	3	9	5
11—20	13	11	11	13	18	16	13	10	10	12	20	20
21—40	27	35	43	56	42	44	23	33	37	37	36	39
41—60	25	36	33	16	18	20	17	25	27	32	27	23
61—80	14	5	7	6	6	7	18	15	14	13	4	8
81—100	4	2	2	4	—	4	7	8	4	2	4	4
101—150	2	2	—	—	—	—	5	2	3	1	—	1
151—200	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0—50	67	73	78	82	91	80	60	67	66	74	77	77
51—100	29	25	22	18	9	20	32	31	31	25	23	22
>100	4	2	—	—	—	—	8	2	3	1	—	1

c. d. tab. 19

Miesiąc	X	XI	XII	I	II	III	X	XI	XII	I	II	III
Wyżyna Krakowsko-Częstochowska							Kotliny i niziny podkarpackie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	49	43	36	37	33	36	50	43	36	35	33	35
0— 10	12	2	3	1	12	9	10	4	4	4	8	8
11— 20	13	13	17	13	14	11	15	8	14	15	14	18
21— 40	20	34	43	53	41	42	18	36	45	49	48	38
41— 60	25	32	26	22	25	27	26	29	26	24	22	25
61— 80	14	11	8	10	6	9	15	18	9	7	6	10
81—100	9	8	3	1	2	2	8	3	2	1	2	1
101—150	9	—	—	—	—	—	7	2	—	—	—	—
151—200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0— 50	52	66	81	81	84	79	52	66	80	83	84	78
51—100	39	34	19	19	16	21	40	32	20	17	16	22
>100	9	—	—	—	—	—	8	2	—	—	—	—
Beskidy Zachodnie							Beskid Sądecki					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	55	46	39	42	39	42	61	53	52	56	49	51
0— 10	8	3	2	—	5	5	5	2	2	—	2	2
11— 20	11	7	17	16	16	14	5	2	4	5	9	7
21— 40	21	39	34	37	41	33	30	28	25	30	41	34
41— 60	21	28	35	28	25	27	13	38	35	30	21	22
61— 80	17	13	6	14	7	13	15	13	23	21	13	22
81—100	10	6	5	4	2	6	17	15	9	5	7	9
101—150	9	3	1	1	4	2	13	2	2	9	7	4
151—200	3	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
>200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0— 50	49	69	74	69	77	69	46	51	48	54	63	53
51—100	39	28	25	30	19	29	39	47	50	37	30	43
>100	12	3	1	1	4	2	15	2	2	9	7	4
Podhale												
Klasa	Suma średnia											
	74	60	48	50	48	60						
0— 10	4	2	2	2	7	2						
11— 20	7	2	7	9	5	7						
21— 40	15	17	29	31	32	18						
41— 60	15	45	34	29	32	28						
61— 80	14	14	18	12	12	19						
81—100	21	3	10	12	9	16						
101—150	17	17	—	5	3	10						
151—200	7	—	—	—	—	—						
>200	—	—	—	—	—	—						
0— 50	40	52	58	64	61	46						
51—100	36	31	42	31	35	44						
>100	24	17	—	5	4	10						

Tabela 20

Częstość różnych klas opadów w 6 miesiącach półrocza letniego w dzielnicach wyrażona w %

Miesiąc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Pojezierze Pomorskie							Pojezierze Mazurskie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	44	47	66	89	88	76	42	47	72	92	88	52
0—10	—	2	1	—	1	1	2	2	—	—	3	3
11—20	7	10	3	3	1	2	9	15	6	3	1	6
21—40	40	37	17	9	6	11	42	23	9	10	7	23
41—60	38	27	25	18	11	22	31	34	16	17	17	42
61—80	9	12	24	25	27	18	13	14	35	13	19	18
81—100	4	6	21	17	20	21	2	8	14	20	22	6
101—150	2	6	8	14	26	22	1	4	19	29	20	1
151—200	—	—	1	9	8	3	—	—	1	6	8	—
>200	—	—	—	5	—	—	—	—	—	2	3	1
0—50	69	64	34	20	11	26	70	60	21	21	17	48
51—100	29	30	57	52	55	49	29	36	59	42	52	50
>100	2	6	9	28	34	25	1	4	20	37	31	2
Polska środkowa i zachodnia							Wyżyna Lubelska					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	40	48	60	83	67	44	39	48	68	84	79	45
0—10	2	3	2	1	2	4	5	2	1	—	1	7
11—20	12	10	4	3	4	11	9	12	2	3	2	14
21—40	44	33	23	13	18	33	45	31	15	11	13	31
41—60	30	29	31	18	24	28	30	29	28	18	18	22
61—80	9	13	18	20	21	15	7	15	23	20	17	13
81—100	3	7	10	16	17	7	2	6	17	18	23	8
101—150	0	4	11	21	13	2	2	4	13	26	22	5
151—200	—	1	1	6	1	—	—	1	1	3	3	—
>200	—	—	0	2	—	—	—	—	—	1	1	—
0—50	77	63	45	26	35	66	78	59	31	24	26	66
51—100	23	32	43	45	51	32	20	35	55	45	48	29
>100	0	5	12	29	14	2	2	6	14	31	26	5
Nizina Śląska							Przedgórze Sudeckie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	42	54	55	81	71	47	48	66	80	97	83	53
0—10	4	2	—	—	—	7	2	2	—	—	—	5
11—20	4	5	5	4	6	15	3	4	2	4	1	8
21—40	40	22	18	15	13	32	32	14	7	9	13	31
41—60	37	37	29	15	22	21	41	25	26	14	12	24
61—80	11	22	22	16	28	9	12	29	26	15	28	15
81—100	4	5	13	16	13	7	7	18	12	16	16	7
101—150	—	7	9	30	18	7	3	6	24	27	25	10
151—200	—	—	2	4	—	2	—	2	1	11	4	—
>200	—	—	2	—	—	—	—	—	2	4	1	—
0—50	72	47	42	22	30	65	63	34	19	16	21	56
51—100	28	46	45	44	52	26	34	58	54	42	49	34
>100	—	7	13	34	18	9	3	8	27	42	30	10

c. d. tab. 20

Miesiąc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Wyżyna Krakowsko-Częstochowska							Kotliny i niziny podkarpackie					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	48	63	85	93	81	56	47	64	86	99	87	57
0—10	3	3	1	—	1	1	1	2	1	—	0	3
11—20	5	8	4	2	2	10	10	5	2	2	1	10
21—40	36	17	7	11	8	26	35	19	9	10	9	22
41—60	32	28	19	14	18	28	29	28	20	12	18	27
61—80	15	22	20	14	22	15	14	21	20	19	22	17
81—100	6	9	16	13	26	9	7	9	16	16	18	11
101—150	2	8	23	34	17	10	3	12	25	28	23	9
151—200	1	3	9	9	6	1	1	3	6	8	7	1
>200	—	2	1	3	—	—	—	1	1	5	2	—
0—50	66	36	21	18	1	51	55	41	21	17	17	50
51—100	31	41	46	36	60	37	31	44	47	42	51	40
>100	3	13	33	46	23	12	4	15	32	41	32	10
Beskidy Zachodnie							Beskid Sądecki					
Klasa	Suma średnia						Suma średnia					
	50	74	106	116	100	64	58	80	104	116	105	78
0—10	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
11—20	9	2	2	1	—	5	4	4	—	4	2	—
21—40	27	18	5	4	4	21	24	11	2	4	—	13
41—60	33	23	15	15	16	29	31	20	13	9	13	22
61—80	24	20	17	11	19	16	22	25	16	9	13	27
81—100	3	20	14	15	20	13	11	20	26	16	22	14
101—150	3	12	29	28	29	11	6	11	24	35	31	14
151—200	0	5	12	18	9	2	2	5	16	16	13	16
>200	—	—	6	8	3	1	—	—	2	7	6	2
0—50	57	31	13	13	10	43	48	22	9	13	9	18
51—100	39	52	40	33	50	43	45	58	48	29	41	60
>100	4	17	47	54	40	14	7	20	43	58	50	22
Podhale												
Klasa	Suma średnia											
	77	118	152	177	152	99						
0—10	—	—	—	—	—	2						
11—20	2	—	—	—	—	—						
21—40	13	6	—	—	—	5						
41—60	21	9	2	2	2	18						
61—80	25	13	9	7	9	18						
81—100	16	16	12	9	9	18						
101—150	21	33	36	27	39	24						
151—200	2	16	18	25	20	10						
>200	—	7	23	30	21	5						
0—50	25	7	2	2	—	14						
51—100	52	37	21	16	20	46						
>100	23	56	77	82	80	40						

ładowego, wykazuje stale wyższe częstotliwości niskich opadów niż Pojezierze Pomorskie, podlegające bardziej wpływowi atlantyckim.

Następna seria wykresów częstotliwości sum opadowych w granicach 51—100 mm daje prawie odwrócony obraz: widać wyraźny ubytek ich od jesieni do pełni zimy. Liczby przypadków w przeliczeniu na 100 lat wahają się w poszczególnych miesiącach w granicach 40—10 na nizinach, 50—30 w Karpatach. Podobnie jak w poprzedniej grupie, Pojezierza wyróżniają się odmiennym przebiegiem krzywych w porównaniu z pozostałymi dzielnicami: widoczny jest tu spadek częstotliwości od października aż do marca z jedynym odstępstwem — wzrostem od listopada do grudnia (odpowiadającym całkowicie omówionemu wyżej spadkowi w tym czasie w klasie sum opadów < 50 mm). Tu znów Pojezierze Pomorskie, zgodnie z cechami odpowiadającymi klimatowi morskemu, wykazuje wyższą liczbę przypadków niż Pojezierze Mazurskie. Krzywa dla Przedgórze Sudeckiego ma podobny charakter, tylko z małą amplitudą wahań. W innych dzielnicach Polski nizinnej i wyżynnej spadek częstotliwości sum opadowych w tej klasie kończy się w lutym (Polska środkowa, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, Nizina Śląska, kotliny i niziny podkarpackie), lub nawet w styczniu — w Lubelskiem. Karpaty wyróżniają się w tej grupie opadów wyższym udziałem częstotliwości (30—50%), jak również bardziej złożonym biegiem krzywych. Zarówno na Podhalu jak i w Beskidzie Sądeckim sumy opadów w granicach 51—100 mm notowane są najczęściej w grudniu, najrzadziej na Podhalu w styczniu i listopadzie, a w Beskidzie — w lutym.

Klasa opadów wysokich (powyżej 100 mm) w półroczu zimowym w Polsce nizinnej i wyżynnej jest reprezentowana bardzo słabo: są dzielnice, gdzie w miesiącach grudzień—luty, a nawet marzec w rozpatrywanym okresie takie sumy nie były notowane ani razu, a na jesieni (październik i listopad) stanowiły przypadki odosobnione. Nieco częściej spotykane są na pojezierzach, ale i tu frekwencja ich od 15% w październiku stale obniża się poprzez zimę ku wiosnie z charakterystycznym również w tej klasie załamaniem od listopada do grudnia; na Pojezierzu Mazurskim sumy opadów > 100 mm są obserwowane rzadziej (6—0 przypadków na 100 lat) niż na Pojezierzu Pomorskim. W Karpatach udział tej klasy opadów jest stosunkowo wyższy — na jesieni częstotliwość ich waha się około 20%, by na Podhalu w grudniu spaść do 0 i potem nieznacznie podnieść się ku wiosnie (do 10%), a w Beskidzie Sądeckim minimum częstotliwości przypada na listopad i grudzień (2%), po czym następuje wzrost w styczniu do 9% i następnie łagodny spadek, poprzez luty do marca.

Wykresy poligonalne częstotliwości sum opadowych w poszczególnych miesiącach *półroczna letniego* dla tych samych klas opadu 0—50, 51—100 i 100 mm dają, ogólnie biorąc, prawie odwrócony obraz w stosunku do półroczu zimowego; odnosi się to zwłaszcza do niskich i umiarkowanych sum opadu.

W klasie 0—50 mm zmiany z miesiąca na miesiąc są zarysowane najostrzej, szczególnie wiosną i wczesną jesienią.

Krzywe obrazujące kształtowanie się częstości niskich sum opadu w paśmie wielkich dolin łącznie z Przedgórzem Sudeckim i Wyżyną Lubelską są najbardziej regularne, wykazują dość jednostajny i szybki ubytek częstości od kwietnia do lipca, kiedy to zgodnie osiągają jej minimum, po czym lekki wzrost do sierpnia i bardzo gwałtowny do września. Na wiosnę sumy < 50 mm występują w 60—75 przypadkach na 100, aby w lipcu osiągnąć zaledwie 16—26; we wrześniu częstość ich znowu przewyższa 50%.

Na obu pojezierzach minimum częstości tej klasy przesuwa się na sierpień, uzyskując wówczas 11—17%; tu także odmiennie kształtują się stosunki na wiosnę: od kwietnia do maja spadek częstości w tej klasie jest bardzo niewielki — rzędu kilku procent, a ostro zarysowuje się przy przejściu do czerwca (rzędu 40%). Od kwietnia do lipca na Pojezierzu Mazurskim rzadziej niż na Pojezierzu Pomorskim spotyka się niskie sumy opadu, natomiast w sierpniu i wrześniu — podobnie jak w całym półroczu zimowym — częściej.

Wyżyny południowe, kotliny i niziny podkarpackie oraz góry dają znów inny obraz przebiegu: cały okres lata (VI—VIII) zaznacza się małą frekwencją w tej klasie przy bardzo małej zmianie z miesiąca na miesiąc z lekko zarysowanym minimum sierpniowym. Na wyżynach i w Beskidach niskie sumy opadu na wiosnę stanowią około 50, a latem — kilkanaście procent. Na Podhalu liczba ich jest oczywiście mniejsza — w kwietniu wynosi 25%, w czerwcu i lipcu — 2%, a w sierpniu ani razu nie była notowana w analizowanym okresie.

Wykresy klasy 51—100 mm są chyba najbardziej chaotyczne, nawet w obrębie grup dzielnic. Jednak na krzywych wszystkich dzielnic — prócz Podhala — zarysowuje się charakterystyczny, bardziej lub mniej regularny kształt litery „M” o dwóch wyraźnych maksimach częstości w czerwcu (rzadziej w maju) i w sierpniu, z trzeciorzędnym minimum w lipcu (pierwsze — i drugorzędne minimum przypada na kwiecień i wrzesień).

W Polsce środkowej liczba przypadków przeliczona na 100 lat waha się od 20—30 w kwietniu poprzez 45—55 w czerwcu, około 40 w lipcu, około 50 w sierpniu do około 30 we wrześniu.

Pojeziera i tu wyróżniają się odmiennym kształtem swych krzywych: bardzo powolny wzrost częstości na wiosnę, ostry przy przejściu do lata i lekki spadek na przełomie jesieni. Umiarkowane sumy opadów są notowane na Pojezierzu Mazurskim na wiosnę częściej niż na Pojezierzu Pomorskim, a w pełni lata — rzadziej. W dzielnicach Polski południowej charakter krzywych utrzymuje się ten sam, z tą jednak różnicą że minimum lipcowe jest przeważnie najniższe. Zakres wahań częstości wynosi 20—30%. Krzywa Podhala ma kształt paraboli z jednym minimum (16%) w lipcu i niewiele odeń różniącymi się wartościami w czerwcu i sierpniu; częstość września prawie

dorównuje kwietniowi (około 50%). Krzywa Beskidu Sądeckiego ma jeszcze inny wygląd: odcinek wiosenny odpowiada Beskidom Zachodnim oraz kotłinom i nizinom podkarpackim, a letnio-jesienny — Podhalu.

Krzywe częstości sum opadowych powyżej 100 mm we wszystkich dzielnicach mają jednolity charakter, są symetryczne; różnice występują jedynie w amplitudzie wahań i w liczbie przypadków odpowiadających wierzchołkowi.

Jedno tylko Pojezierze Pomorskie zaznacza swą indywidualność przesunięciem maksimum na sierpień i lekkim spadkiem do września. Pojezierze Mazurskie wykazuje największą analogię z Wyżyną Lubelską przez nieznaczne obniżenie powtarzalności od maksimum lipcowego do sierpnia, co znajduje wyjaśnienie w bardziej kontynentalnych cechach klimatu obu tych dzielnic.

Wykresy grupy dzielnic pasa wielkich dolin i wyżyn są bardzo symetryczne: od 0 do 3% przypadków w kwietniu wzrost najpierw powolny do maja, potem szybki do maksimum lipcowego przy 25—40% częstości, następnie ostry spadek do paru — kilku procent we wrześniu.

Krzywe Karpat polskich oraz kotlin i nizin podkarpackich odznaczają się znacznie wyższym udziałem sum opadowych tej klasy (maksimum waha się od 40 do 80% przypadków w zależności od dzielnicy) i wobec wysokich również wartości w czerwcu i sierpniu — łagodnie zarysowanym wierzchołkiem.

Porównanie wykresów G. Wussowa [39] i załączonych do niniejszej pracy dla półrocza letniego wykazuje uderzającą analogię w charakterze krzywych Pojezierza Pomorskiego i grupy „obszaru przybrzeżnego“ („Küstenland“) oraz Pojezierza Mazurskiego i grupy „obszaru śródlądowego“ („Binnenland“) — zwłaszcza w klasach < 50 i > 100 mm, jakkolwiek okresy tylko częściowo koincydują.

CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA OKRESÓW PRZECIĘTNYCH, SUCHYCH I WILGOTNYCH

Przystępując do oceny częstości pojawiania się okresów przeciętnych, suchych lub wilgotnych, obejmujących rok albo porę roku, natrafiono na trudność ilościowego określenia granic tych różnych jakościowo okresów.

Różni autorzy różnie podchodzą do tego zagadnienia. F. Zunker [Wussow, 39] ustala dla środkowych Niemiec normy oceny miesięcy okresu wegetacyjnego w sposób następujący:

przeciętne, korzystne	$\left\{ \begin{array}{l} \text{w IV, IX przy sumie opadów } 50\text{--}80 \text{ mm} \\ \text{w VI—VIII przy sumie opadów } 60\text{--}100 \text{ mm} \end{array} \right.$
suche	
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{w IV, IX przy sumie opadów } < 50 \text{ mm} \\ \text{i w VI—VIII } < 60 \text{ mm} \end{array} \right.$
wilgotne	$\left\{ \begin{array}{l} \text{w IV, IX przy sumie opadów } > 80 \text{ mm} \\ \text{i w VI—VIII } > 100 \text{ mm} \end{array} \right.$

G. Wussow [39] przy opracowywaniu częstości występowania okresów zbyt suchych i zbyt wilgotnych w półroczu letnim dla Prus Wschodnich przyjmuje:

za korzystne w IV i V sumy opadów 40—80 mm
w VI—VIII sumy opadów 50—100 mm
w IX sumy opadów 50—80 mm

Przypadki z sumami miesięcznymi niższymi uważa za suche, natomiast z wyższymi — za wilgotne.

Wyżej przytoczone kryteria autorów niemieckich rozpatrują dane dla Niziny Niemieckiej z punktu widzenia rolnictwa — ich korzystności dla głównych rodzajów upraw w półroczu letnim.

Powyższe kryteria można by z powodzeniem zastosować także dla przeważającej części naszego kraju, mającej podobne ukształtowanie terenu, gdyby przy analizie opadów ograniczyć się wyłącznie do okresu wegetacyjnego. W niniejszym opracowaniu postawiono sobie za zadanie ocenić w kontekście roku i pór roku częstość występowania okresów: przeciętnych, suchych i wilgotnych, nawet z próbą oszacowania dalej idącej gradacji.

Wobec tego poszukiwano innych rozwiązań.

W. Smosarski [35] proponuje do klasyfikacji miesięcy i lat ze względu na ilość opadów zastosować odchylenia ćwiartkowe i „uważać za normalne takie miesiące, które reprezentują przynajmniej połowę wszystkich przypadków i zajmują miejsce pośrednie“.

A. Pietkiewicz [26] wprowadza pojęcie lat i pór roku *umiarkowanych*; dla Warszawy granice odchylenia sum opadów od średnich wieloletnich wynoszą według tego autora:

dla roku umiarkowanego ± 100 mm
dla zimy umiarkowanej ± 20 mm
dla wiosny umiarkowanej ± 19 mm
dla lata umiarkowanego ± 36 mm
dla jesieni umiarkowanej ± 25 mm

Wahania większe nadają latom lub sezonom charakter „mokry“ lub „suchy“.

R. Merecki [19], zestawiając okresy suche i wilgotne w Warszawie, wprowadza następujące oszacowanie wielkości i charakteru odchylenia: procentowe odchylenie w granicach $\pm 10\%$ oznacza przez 0, odchylenia od 11 do 30% odpowiednio przez $-$ i $+$, wyższe zaś przez znaki podwojone, wyróżnia zatem okresy: 1. przeciętne — o sumach opadów w granicach 90 — 110% w stosunku do średnich sum wieloletnich, 2. suche — o sumach opadów w granicach 70—89%, 3. bardzo suche — o sumach opadu poniżej 70%, 4. wilgotne — o sumach opadu w granicach 111—130%, 5. bardzo wilgotne — o sumach opadu powyżej 130% średniej sumy wieloletniej.

A. Kosiba [14] dla Ziemi Śląskich rozpatruje specjalnie przypadki powtarzania się miesięcznych sum opadu poniżej 25% i powyżej 200% średniej wieloletniej, tzw. „normy“. Marginesowo podaje, że nie wchodzi w bliższą analizę kryterium suszy, które jest jeszcze kwestią otwartą. Zaznacza, że niektórzy autorzy przyjmują taką ocenę: w latach bardzo suchych opad stanowi 50—75% średniej sumy rocznej, w latach suchych — 75—100% średniej sumy rocznej i analogicznie w latach wilgotnych opad wynosi 100—125%, a w latach bardzo wilgotnych — opad przewyższa 125% średniej sumy rocznej.

W pracy S. S. Vishera [37] dotyczącej suszy i powodzi w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej znaleziono takie kryterium oceny: w latach najsuchszych suma opadu uzyskana w ciągu pory roku spada do 50% opadu normalnego, a w okresach najwilgotniejszych wynosi około 150% opadu średniego.

Po licznych próbach zdecydowano w niniejszym opracowaniu przyjąć następujące kryteria:

1) za rok (lub porę roku) przeciętny uważa się taki, w którym odchylenie od przeciętnej sumy wieloletniej nie przekracza 10%, zatem suma opadu mieści się w granicach 90—110% opadu normalnego,

2) suchy, gdy niedobór opadu wynosi 11—25% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 75—89% normy,

3) bardzo suchy, gdy niedobór opadu wynosi 26—50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 50—74% normy,

4) skrajnie suchy, gdy niedobór opadu przekracza 50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu spada poniżej 50% normy, i analogicznie:

5) wilgotny, gdy nadmiar opadu wynosi 11—25% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 111—125% normy,

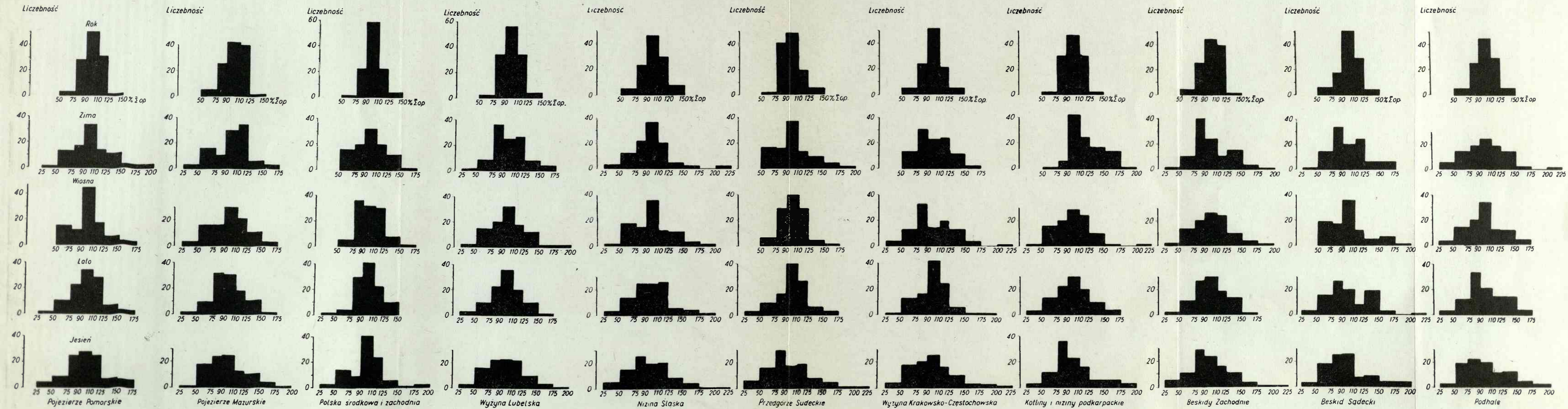
6) bardzo wilgotny, gdy nadmiar opadu wynosi 26—50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 126—150% normy,

7) skrajnie wilgotny, gdy nadmiar opadu przekracza 50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu przewyższa 150% normy.

Stosując powyższe założenia, obliczono dla każdej z 11 dzielnic częstość występowania tych różnych klas sum opadów rocznych i sezonowych w okresie 1900—1959 w liczbach bezwzględnych, a następnie wyrażono je w odsetkach.

Uzyskane wyniki przedstawiono graficznie w postaci histogramów. Ze względu na nierówność przedziałów na osi odciętych — przy ocenie niedoboru i nadmiaru opadów — zastosowano odpowiednie mnożniki w celu uzyskania powierzchni równoważnych względem sum opadów występujących w poszczególnych przedziałach (ryc. 11).

Rok. Histogramy obrazujące częstość rocznych sum opadu dla wszystkich dzielnic, z wyjątkiem Pojezierza Mazurskiego, Przedgórza Sudeckiego



Ryc. 11. Częstość sum opadów w klasach od 25 do 225% normy w dzielnicach. Rok i pory roku (histogramy)

i Beskidów Zachodnich są bardzo regularne; gdyby nakreślić krzywe liczebności, to uzyskałoby się prawie idealną krzywą Gaussa z wyraźnie zarysowanym wierzchołkiem, odpowiadającym przeciętnym sumom opadu, i symetrycznie opadającą ku niedoborom i nadmiarom.

Na Pojezierzu Mazurskim i w Beskidach Zachodnich częstość lat wilgotnych prawie dorównuje częstości lat przeciętnych, po czym następuje bardzo ostry spadek w stronę dużych nadmiarów opadu — tak że lata bardzo wilgotne są spotykane kilkakrotnie rzadziej niż bardzo suche.

Na Przedgórzu Sudeckim zarysowuje się przewaga lat suchych nad wilgotnymi, co przejawia się w łagodnym przejściu od wierzchołka w stronę niedoboru opadów.

Ani jeden rok w okresie 1900—1959 w żadnej dzielnicy nie może być zakwalifikowany jako skrajnie suchy czy skrajnie wilgotny.

Jednakże jeśli rozpatrywać wyniki obserwacji z poszczególnych stacji, to nawet w ostatnim 60-leciu sumy opadu przekroczyły tę granicę, np. w Poznaniu w 1939 r. i we Wrocławiu w 1915 r. roczna suma opadu dosięgła 150%

(Poznań $\frac{773}{513} \cdot 100$, Wrocław $\frac{822}{545} \cdot 100$). Dane z ubiegłego stulecia dostarczają przykłady jeszcze większych skrajności — i tak w Warszawie w 1833 r. suma opadu przekroczyła 200% normy ($\frac{1183}{565} \cdot 100$), a znów w Krakowie w 1850 r. osiągnęła zaledwie 50% ($\frac{336}{610} \cdot 100$), a we Wrocławiu w 1842 r. nawet tylko 30% ($\frac{166}{545} \cdot 100$).

Wśród pór roku można by przytoczyć przypadki nie mniejszych ekscentryczności.

Regularność krzywych liczebności wydaje się świadczyć o właściwie dobranych przedziałach.

Zima (XII—II). Analogicznie jak dla roku wykreślone histogramy częstości sum opadowych w wyżej określonych przedziałach dają interesujący obraz: wykres Podhala wyróżnia się niemal idealną symetrią z maksimum przypadającym na klasę opadów przeciętnych; niewiele odeń odbiegają histogramy Polski środkowej, Pojezierza Pomorskiego i Niziny Śląskiej, z pewnymi tylko zakłóceniami w grupach skrajnie suchych i skrajnie wilgotnych.

Przedgórze Sudeckie, zachowując największą częstość w tej samej klasie, cięży bardziej ku niedoborom opadu (asymetria lewa).

Na Pojezierzu Mazurskim częściej trafiają się zimy z nadmiarem opadu niż przeciętne; histogram dla tej dzielnicy jest bodaj najbardziej asymetryczny spośród wszystkich 11.

Dominanta dla Wyżyny Lubelskiej, Krakowsko-Częstochowskiej, kotlin podkarpackich i Beskidów przypada na klasę niedoboru opadów rzędu 11—25% (asymetria lewa).

Wiosna (III—V). Rzut oka na wykresy częstości różnych klas opadu w tej porze roku uwidacznia ich rozkład zbliżony do normalnego z wartością najprawdopodobniejszą w klasie opadów przeciętnych, jednak bez bardzo wyraźnej symetrii i z niezbyt regularnym przejściem od klasy do klasy. Krzywe liczebności nakreślone dla Wyżyny Lubelskiej, Przedgórze Sudeckiego i Beskidów Zachodnich oraz kotlin i nizin podkarpackich dałyby prawie idealną krzywą Gaussa. W Polsce środkowej i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej maksymalna częstość przypada na klasę niedoboru opadów w granicach 11—25%, przy czym w centrum kraju frekwencja w klasie opadów przeciętnych i z nadmiarem rzędu 11—25% prawie nie ustępuje częstości w klasie modalnej.

Lato (VI—VIII). Przegląd histogramów częstości sum opadowych w tej porze roku daje dość nieoczekiwane wyniki: na Podhalu i na Pojezierzu Mazurskim najwyższa powtarzalność sum opadowych przypada na klasę niedoboru opadów rzędu 11—25%, a na Nizinie Śląskiej — na klasę nadmiaru tegoż rzędu, przy prawie dorównującej częstości w klasach sąsiednich: opadów przeciętnych i niedoboru o wysokości 11—25%. W Beskidzie Sądeckim widoczna jest asymetria lewa — wierzchołek przypada na klasę niedoboru opadu rzędu 11—25%, ale dwie klasy: opadów przeciętnych i nadmiaru, rzędu 25—50% odznaczają się niewiele niższą częstością. Krzywe liczebności nakreślone dla pozostałych dzielnic dałyby obraz bardzo zbliżony do normalnego.

Jesień (IX—XI). Charakterystyczną cechą histogramów dla tej pory roku jest powszechny — we wszystkich dzielnicach — stosunkowo wysoki udział klas skrajnych, a więc szeroki wachlarz sum od wielkich niedoborów do wielkich nadmiarów.

Jesienne grafiki wyróżniają się też w większości dzielnic pewnego rodzaju spłaszczeniem — słabo zaznaczonym wierzchołkiem i wysokimi wartościami w klasach sąsiednich.

Polska środkowa i kotliny podkarpackie odbiegają od tego schematu, dając wyraźną przewagę częstościom opadów przeciętnych lub z lekkim ich niedoborem.

Histogram Pojezierza Pomorskiego jest najbardziej symetryczny, z największą powtarzalnością opadów przeciętnych przy prawie jej dorównującej i zupełnie wyrównanej częstości w klasie ich niedoboru i nadmiaru rzędu 11—25%.

Szeregi dla Niziny Śląskiej, Przedgórze Sudeckiego, kotlin i nizin podkarpackich oraz Karpat polskich wykazują asymetrię lewą, wierzchołki bowiem przypadają na klasę niedoboru opadów rzędu 11—25%.

PRAWDOPODOBIENSTWO WYSTĘPOWANIA LAT I PÓR ROKU PRZECIĘTNYCH,
SUCHYCH I WILGOTNYCH W DZIELNICACH

Aby zanalizować kształtowanie się prawdopodobieństwa pojawienia się lat i pór roku pod względem ilości opadów normalnych, suchych czy wilgotnych wraz z pewną oceną ich gradacji, sporządzono odpowiednie zestawienia (tab. 21).

Rok. Prawdopodobieństwo wystąpienia roku o sumie opadów przeciętnej — z niedoborami czy nadmiarami nie przekraczającymi 10% normy — waha się w granicach od 59 do 42%. Jest ono największe w pasie wielkich dolin (59—52%); rzadziej — z prawdopodobieństwem poniżej 50% — lata takie są obserwowane na Pojezierzu Mazurskim (42%), w kotlinach podkarpackich (44%), na Podhalu (45%) oraz na Śląsku (46—48%). Trudno dopatrzeć się tu jakiejś prawidłowości: dzielnice sąsiednie wykazują niejednokrotnie duże różnice w stopniu prawdopodobieństwa, np. Pojezierze Pomorskie 50% i Pojezierze Mazurskie — 42%, Nizina Śląska 46% i Polska środkowa 59%.

Zestawienie wszystkich odchyłeń ujemnych i wszystkich dodatnich — bez względu na ich wielkość — uwidacznia prawie równy ich udział — około 50%. Jedyne Nizina Śląska wyróżnia się znaczną przewagą niedoborów nad nadmiarami (61 wobec 39%).

Podobny obraz daje przegląd następnej grupy — *lat suchych i wilgotnych* (o odchyleniach w granicach 11—25%); liczba przypadków w tej klasie waha się około 20%. Trzy dzielnice wyróżniają się odmiennym stosunkiem niedoborów i nadmiarów: na Przedgórzu Sudeckim w obrębie 100 lat można się liczyć z 30 latami suchymi i tylko 14 wilgotnymi, a na Pojezierzu Mazurskim i w Beskidach Zachodnich z 19 suchymi a 30—29 wilgotnymi. Ciekawe, że w Polsce środkowej, na Wyżynie Lubelskiej i w kotlinach podkarpackich prawdopodobieństwo lat suchych i wilgotnych jest zupełnie wyrównane (17, 18 lub 23%).

Odchylenia od średnich rocznych sum opadowych rzędu 26—50% są już zjawiskiem bardzo rzadkim, nie sięgają 10%.

Interesujące jest, że w okresie 100-letnim można oczekiwać *lat bardzo suchych* w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim tylko 2, a w Karpatach, kotlinach podkarpackich i na Pojezierzu Mazurskim aż 7.

Co się tyczy *lat bardzo wilgotnych*, to największe ich prawdopodobieństwo przypada na Nizinę Śląską (9%), a najmniejsze — na pojezierza i Beskidy Zachodnie (2%).

Zima. Sumy opadu *nie odbiegające od normy* (w granicach $\pm 10\%$) trafiają się w tej porze roku od 20 do 37 razy na 100 lat. Stosunkowo najczęściej można je spotkać na Śląsku (37—36%), na Pojezierzu Pomorskim (34%) i w Polsce środkowej (32%), natomiast najrzadziej w Karpatach (20—24%) oraz na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (24%).

Prawdopodobieństwo występowania lat i pór roku o różnych kategoriach odchyień (Δ) od średnich wieloletnich sum opadów w dzielnicach wyrażone w %

Kategorie Δ		D z i e l n i c a										
		Pojezierze Pomorskie	Pojezierze Mazurskie	Polska środkowa i zachodnia	Wyżyna Lubelska	Nizina Śląska	Przedgórze Sudeckie	Wyżyna Krakowsko-Częstochowska	Kotliny i niziny podkarpackie	Beskidy Zachodnie	Beskid Sądecki	Podhale
R o k	Δ —	51	45	43	52	61	48	50	47	44	51	47
	+	49	51 *	57	46 *	39	52	48 *	53	56	49	53
	przeciętne	50	42	59	56	46	48	52	47	44	51	45
	$\Delta > 10\%$ —	25	26	19	21	23	32	25	26	25	21	26
	+	25	32	22	23	31	20	23	26	31	28	29
	$\Delta = 11-25\%$ —	21	19	17	18	17	30	18	23	19	23	19
+	23	30	17	18	22	14	16	23	29	22	22	
$\Delta = 26-50\%$ —	4	7	2	3	6	2	7	3	6	8	7	
+	2	2	5	5	9	6	7	3	2	6	7	
$\Delta > 50\%$ —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Z i m a	Δ —	51	44	51	50	54	49	50	55	59	55	51
	+	49	56	49	50	46	47 *	50	45	41	45	49
	przeciętne	34	30	32	25	36	37	24	25	24	20	24
	$\Delta > 10\%$ —	32	32	36	40	36	33	40	42	44	45	39
	+	34	38	32	35	28	30	36	33	32	34	37
	$\Delta = 11-25\%$ —	13	8	15	27	17	12	23	32	29	25	14
+	11	26	15	20	15	10	18	13	8	18	14	
$\Delta = 26-50\%$ —	17	20	21	11	15	21	17	8	13	18	18	
+	15	8	15	10	6	12	15	18	19	8	18	
$\Delta > 50\%$ —	2	4	—	2	4	—	—	2	2	2	7	
+	8	4	2	5	7	8	3	2	5	8	5	

Wiosna	Δ	-	43	58	50	57	51	48	52	53	48	56	51
		+	57	42	48*	43	49	50*	45*	42*	52	44	47*
	przeciętne		45	30	31	32	36	40	15	29	26	36	34
	$\Delta > 10\%$	-	28	36	34	36	35	30	47	37	35	37	37
		+	27	34	35	32	29	30	38	35	38	27	29
	$\Delta = 11-25\%$	-	9	12	27	15	11	22	25	15	15	15	13
	+	14	16	23	13	9	22	15	18	18	18	9	9
$\Delta = 26-50\%$	-	19	20	7	18	22	8	17	20	17	17	24	18
	+	9	14	10	15	14	6	16	13	13	13	7	15
$\Delta > 50\%$	-	—	4	—	3	2	—	5	2	3	—	4	4
	+	4	4	2	4	6	2	7	4	7	11	5	5
Lato	Δ	-	53	53	51	51	52	46	51	50	58	54	54
		+	45*	47	49	49	48	54	49	50	42	46	46
	przeciętne		34	31	41	36	24	40	42	30	30	20	21
	$\Delta > 10\%$	-	32	39	29	34	39	28	30	38	37	44	45
		+	34	30	30	30	36	32	29	33	33	36	34
	$\Delta = 11-25\%$	-	17	25	22	17	18	12	12	17	20	20	25
	+	21	14	17	15	22	20	18	15	14	6	11	
$\Delta = 26-50\%$	-	13	12	5	13	17	12	16	17	14	20	16	
	+	9	14	13	13	7	8	7	13	17	24	18	
$\Delta > 50\%$	-	2	2	2	4	4	4	2	4	3	4	4	
	+	4	2	—	2	7	4	4	5	2	6	5	
Jesień	Δ	-	49	51	43	51	52	49	55	58	59	57	56
		+	51	47*	53*	47*	48	51	43*	42	41	43	44
	przeciętne		28	25	40	23	20	18	25	23	24	26	20
	$\Delta > 10\%$	-	36	43	29	40	45	49	42	46	42	46	45
		+	36	32	31	37	35	34	33	32	33	29	36
	$\Delta = 11-25\%$	-	19	18	7	17	19	21	15	27	22	19	17
	+	19	10	18	17	15	14	12	12	12	6	9	
$\Delta = 26-50\%$	-	11	23	18	20	19	20	22	15	13	23	24	
	+	9	14	8	13	11	10	12	8	13	11	16	
$\Delta > 50\%$	-	6	2	4	3	7	8	5	4	7	4	4	
	+	8	8	5	7	9	10	9	12	8	12	11	

* Uzupełnienie do 100 stanowią przypadki sum ściśle odpowiadających średniej wieloletniej.

<http://rcin.org.pl>

Porównanie liczby odchyłeń ujemnych i dodatnich — bez względu na ich wielkość — wykazuje dla większości dzielnic prawie równy ich udział z lekką, a w Beskidach Zachodnich silniej zaznaczoną przewagą niedoborów. Odwrotnie rzecz się ma dla Pojezierza Mazurskiego, gdzie znowu zimy wilgotne w stosunku do suchych kształtują się jak 56 : 44.

Zimy suche i wilgotne (odchylenia rzędu 11—25%) są jednakowo prawdopodobne w Polsce środkowej (15%) i na Podhalu (14%); w większości dzielnic niedobory w tej porze roku notowane bywają częściej niż ich nadmiary — szczególnie dużą różnicę wykazują: Beskidy Zachodnie (29 : 8) oraz kotliny i niziny podkarpackie (32 : 13). Pojezierze Mazurskie i w tej klasie zachowuje swoją indywidualność, dając pierwszeństwo częstości nadmiarów nad niedoborami (26 : 8).

W klasie następnej, obejmującej odchylenia w granicach 26—50% sum przeciętnych, Podhale zachowuje nadal identyczny udział *zim bardzo suchych i bardzo wilgotnych* (18%, a więc wyższy niż suchych i wilgotnych), prawie równy jest też na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, Lubelskiej i na Pojezierzu Pomorskim. Na Pojezierzu Mazurskim, na Śląsku i w Beskidzie Sądeckim zimy bardzo suche są zjawiskiem znacznie częstszym niż bardzo wilgotne (5 : 2, 9 : 4).

Zimy skrajnie suche i skrajnie wilgotne (odchylenia > 50% normy) trafiają się rzadko — w ciągu 100 lat można spodziewać się co najwyżej kilku. Ciekawe, że jedynie na Podhalu liczba przypadków z niedoborem przekraczającym 50% przewyższa liczbę przypadków z takimże nadmiarem. W Polsce środkowej, na Przedgórzu Sudeckim i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej można nie liczyć się z wystąpieniem zim skrajnie suchych. Pojezierze Pomorskie, Beskid Sądecki i Przedgórze Sudeckie wykazują największe prawdopodobieństwo tych pór roku skrajnie wilgotnych — 8%.

Wiosna. Sumy opadu, zaliczone do *przeciętnych* (odchylające się od wartości średnich wieloletnich o $\leq 10\%$) pod względem frekwencji wykazują duże zróżnicowanie, osiągając na Pojezierzu Pomorskim 45%, na Śląsku 36—40%, natomiast na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej obniżając się do 15%. Ciekawe, że na Podhalu i w Beskidzie Sądeckim normalne pod względem opadu wiosny są częstsze niż w Beskidach Zachodnich i w kotlinach podkarpackich.

Zestawienie wszystkich odchyłeń ujemnych i dodatnich — bez względu na ich wielkość — wykazuje ich oscylację około 50%, z amplitudą kilku procent. Na Pojezierzu Pomorskim, Przedgórzu Sudeckim i w Beskidach Zachodnich liczba przypadków z nadmiarem opadu przeważa nad liczbą z niedoborem. We wschodniej połaci kraju (Pojezierze Mazurskie, Wyżyna Lubelska, Beskid Sądecki) dominują niedobory.

Wiosen suchych (niedobór opadu w granicach 11—25%) w ciągu 100 lat można oczekiwać tylko 9—12 na pojezierzach, 11 — na Nizinie Śląskiej,

13—15 — w Karpatach polskich, natomiast aż 27—25 w Polsce środkowej i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej.

Prawdopodobieństwo wiosen suchych jest większe niż wilgotnych w Polsce środkowej, na wyżynach południowych i w górach.

Częstość *wiosen wilgotnych* wykazuje nieco mniejsze zróżnicowanie — najrzadziej są notowane w górach i na Nizinie Śląskiej (9%), najczęściej — w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim (23—22%).

Interesujący jest fakt, że na obu pojezierzach, na Nizinie Śląskiej, na Wyżynie Lubelskiej i w Karpatach polskich prawdopodobieństwo pojawienia się *wiosen bardzo suchych* (o niedoborze opadu w granicach 26—50%) jest znacznie większe niż prawdopodobieństwo wiosen suchych (dla pojezierzy i Śląska — dwukrotnie większe), a przeciwnie — w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim wiosny bardzo suche trafiają się cztero- trzykrotnie rzadziej niż suche.

Co się tyczy *wiosen bardzo wilgotnych*, to z kolei na obu pojezierzach, w Polsce środkowej na Przedgórzu Sudeckim i w Karpatach są one notowane rzadziej niż wiosny wilgotne; w pozostałych dzielnicach jest ich nieznacznie więcej.

Rozrzut przypadków wiosen bardzo suchych i bardzo wilgotnych na obszarze całej Polski jest dość nieoczekiwany: w przeliczeniu na 100 lat liczba bardzo suchych waha się od 24 w Beskidzie Sądeckim, 22 na Nizinie Śląskiej, 20 na Pojezierzu Mazurskim do 7 tylko w Polsce środkowej i 8 na Przedgórzu Sudeckim; bardzo wilgotne są mniej zróżnicowane, zmieniając się od 16—15 na wyżynach i Podhalu do 6 na Przedgórzu Sudeckim i 7 w Beskidzie Sądeckim.

We wszystkich dzielnicach — prócz Polski środkowej i zachodniej — wiosny bardzo suche są zjawiskiem częściej notowanym niż wiosny bardzo wilgotne.

Wiosny skrajnie suchych (z niedoborem opadu > 50% sumy średniej wieloletniej) w ciągu 100 lat można nie oczekiwać na Pojezierzu Pomorskim, w Polsce środkowej, na Przedgórzu Sudeckim i w Beskidzie Sądeckim; w pozostałych dzielnicach pojawiają się w liczbie od 2 (Nizina Śląska) do 5 (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska).

Wiosny skrajnie wilgotne sygnalizowane są we wszystkich dzielnicach z powtarzalnością od 2 (Polska środkowa i zachodnia) do 11% (Beskid Sądecki).

Lato. Częstość okresów letnich o sumach opadu *nie odbiegających od normy* jest dość zróżnicowana: najmniejsza, w ilości 20—21—24 w przeliczeniu na 100 lat, przypada na Karpaty polskie i Nizinę Śląską, a największa, w ilości 42—41—40 przypadków, jest notowana na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim.

Z zestawienia wszystkich odchyłeń ujemnych i dodatnich — bez względu na ich wielkość — widać, że we wszystkich dzielnicach — prócz Przedgórza

Sudeckiego — lata z niedoborem lekko przewyższają lata z nadmiarem opadu. Największa różnica przypada na Beskidy Zachodnie (58 wobec 42), gdy tymczasem w sąsiadujących kotlinach występuje całkowite zrównanie.

Prawdopodobieństwo pojawienia się *lat suchych* (niedobór opadu w granicach 11—25%) jest największe — rzędu 25—20% — w Karpatach, na Pojezierzu Mazurskim i w Polsce środkowej, a najmniejsze — rzędu 12% — na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej i na Przedgórzu Sudeckim.

Częstość *lat wilgotnych* waha się w jeszcze szerszym zakresie: od 22—21% na Nizinie Śląskiej i Pojezierzu Pomorskim do 6% w Beskidzie Sądeckim.

Ciekawe, że lata suche są notowane częściej niż wilgotne w Karpatach, w pasie wielkich dolin i na Pojezierzu Mazurskim.

Lata bardzo suche (niedobór 26—50% średniej sumy wieloletniej) są wyjątkowo rzadko spotykane w środkowej części Polski (5 razy na 100 lat), w pozostałych dzielnicach liczby ich są dość wyrównane, wahając się od 12 (Przedgórze Sudeckie) do 20% (Beskid Sądecki).

Lata bardzo wilgotne wykazują nieznacznie wyższą frekwencję niż bardzo suche, wahając się od 24% (Beskid Sądecki) do 7% (Nizina Śląska i Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). W Karpatach, w Polsce środkowej i na Pojezierzu Mazurskim notowane są one częściej niż bardzo suche. Na Śląsku i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej liczba przypadków z dużym niedoborem znacznie przewyższa liczbę z takim nadmiarem.

Lata skrajnie suche (z niedoborem > 50%) aczkolwiek są zjawiskiem bardzo rzadkim, to jednak notowanym we wszystkich dzielnicach w ilości 2—4 przypadków na 100 lat.

Lata skrajnie wilgotne spotykane są niewiele częściej — maksymalnie do 7% na Nizinie Śląskiej, a w Polsce środkowej w analizowanym okresie 1900—1959 opad ani razu nie dosięgnął tej granicy.

Jesień z przeciętną sumą opadu wyróżniają się wysoką frekwencją jedynie w Polsce środkowej (40%), w pozostałych dzielnicach wahają się w dość ciasnych granicach: od 28% na Pojezierzu Pomorskim do 18% na Przedgórzu Sudeckim.

Zestawienie wszystkich odchyłeń ujemnych i dodatnich — bez względu na ich wielkość — ujawnia i tu oscylację około 50%, z tym że w większości dzielnic Polski przeważają lata z niedoborem, jedynie w centrum kraju, na Pojezierzu Pomorskim i Przedgórzu Sudeckim jest przeciwnie. Godzien uwagi jest fakt, że największa nadwyżka przypadków z niedoborem występuje w Polsce południowej.

Prawdopodobieństwo *jesieni suchych* (o niedoborze opadu 11—25% sumy wieloletniej) jest dość wysokie — rzędu 15% (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska) — 27% (kotliny podkarpackie), z wyjątkiem Polski środkowej, gdzie wynosi tylko 7%.

Jesienie wilgotne są zjawiskiem rzadziej spotykanym niż suche — mogą trafić się od 6—9 (w Karpatach) do 19 razy (Pojezierze Pomorskie) w ciągu 100 lat.

Tę porę roku charakteryzuje wysoki udział niedoboru opadu w granicach 26—50% — toteż w wielu dzielnicach notowano więcej przypadków *jesieni bardzo suchych* niż suchych. Powtarzalność ich jest przeważnie rzędu 18—24%, tylko na Pojezierzu Pomorskim i w Beskidach Zachodnich spada do 11—13%.

Jesienie bardzo wilgotne — pod względem częstości prawie dotrzymują miejsca jesieniom wilgotnym — przypada ich od 8 (kotliny i niziny podkarpackie) do 16 (Podhale) w przeliczeniu na 100 lat. W całej Polsce liczba ich jest mniejsza, często nawet dwukrotnie, niż jesieni bardzo suchych.

Jesienie skrajnie suche (niedobór > 50% sumy wieloletniej) są również zjawiskiem bardzo rzadkim, notowanym zaledwie 2—8 razy w ciągu 100 lat. Ciekawe, że stosunkowo najczęstsze są one na Śląsku, w Beskidach Zachodnich i na Pojezierzu Pomorskim.

Wbrew pozorom, *jesienie skrajnie wilgotne* trafiają się znacznie częściej niż skrajnie suche. Frekwencja ich waha się od 5 do 12%, bywa 3-krotnie (kotliny i niziny podkarpackie), a nawet 4-krotnie (Pojezierze Mazurskie) wyższa niż jesieni skrajnie suchych.

Dla pełniejszego zobrazowania kształtowania się prawdopodobieństw różnych kategorii niedoborów i nadmiarów opadu w kolejnych porach roku, w poszczególnych dzielnicach, sporządzono tabelę 22 zestawiając te same dane, co w tabeli 21, tylko zgrupowane ze względu na wielkość odchyień.

Pierwszy fragment tabeli przedstawia powtarzalność w procentach wszystkich ujemnych odchyień od średnich wieloletnich — bez względu na ich wielkość. Dokładnie 75% wartości (33 na 44) przewyższa liczbę 50 (odpowiadającą połowie przypadków), stąd płynie wniosek, że w różnych częściach Polski niedobory opadów wszelkich kategorii są zawsze bardziej prawdopodobne niż ich nadmiary. Przewagi niedoborów we wszystkich porach roku można oczekiwać na Nizinie Śląskiej oraz w Karpatach. Większy lub mniejszy niedostatek opadu notowany jest najczęściej w zimie na Nizinie Śląskiej, na wiosnę — na Pojezierzu Mazurskim i w Lubelskim, latem — na Pojezierzu Pomorskim a jesienią — na południu Polski. W środku kraju od zimy do lata włącznie prawdopodobieństwo niedoborów i nadmiarów jest całkowicie wyrównane, a jedynie jesienią przeważają nadmiary.

Jeśli idzie o pory roku *przeciętne* pod względem ilości opadów, to powtarzalność ich waha się w granicach od 45% (Pojezierze Pomorskie — wiosną) do 15% (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska — wiosną). Na przeważającym obszarze Polski lato jest porą roku, w której stosunkowo najczęściej (42—30%) występują opady utrzymujące się w normie. Na Pojezierzu Po-

morskim, Nizinie Śląskiej i w Karpatach maksimum częstości ich (45—34%) przynosi się na wiosnę. Jesień odznacza się najmniejszym udziałem przeciętnych sum opadowych.

Prawdopodobieństwo *suchych* pór roku (32—7%) jest nieznacznie większe niż *wilgotnych* (26—6%).

Suchych zim można się spodziewać najczęściej na południu Polski, z wyjątkiem Podhala, i na Wyżynie Lubelskiej (32—25%), suchych wiosen — w Polsce środkowej i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (27—25%), suchych lat — na Pojezierzu Mazurskim i na Podhalu (25%), wreszcie jesieni — na Śląsku i Pojezierzu Pomorskim (22—19%).

Wilgotne zimy są najprawdopodobniejsze na Pojezierzu Mazurskim, wyżynach południowych i w Beskidzie Sądeckim (26—18%), takie wiosny — w Polsce środkowej, na Przedgórzu Sudeckim, w kotlinach podkarpackich i w Beskidach Zachodnich (23—18%), wilgotne lata — w zachodniej części Polski (22—20%). Wilgotne jesienie trafiają się stosunkowo najczęściej na Pojezierzu Pomorskim i w pasie wielkich dolin (19—18%), natomiast na południu uzyskują minimum częstości w tej grupie opadów.

Zakres wahań prawdopodobieństwa pór roku *bardzo suchych* i *bardzo wilgotnych* jest niemal identyczny (24—5% i 25—6%), ale rozrzut między dzielnicami — bardzo różny.

Bardzo suche zimy pojawiają się stosunkowo najczęściej w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim (21%), takie wiosny — na pojezierzach, Nizinie Śląskiej i w Beskidzie Sądeckim (19—24%), a jesienie — na wschodzie kraju i w Karpatach (20—24%). Lata o dużym niedoborze opadów nigdzie nie górują nad innymi, takimiż porami roku.

Bardzo wilgotne zimy najczęściej spotkać można w Karpatach oraz w kotlinach i na nizinach podkarpackich (19—18%), takie wiosny — na wschodzie kraju, na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej i Nizinie Śląskiej (16—14%), a także lata — w Karpatach (24—17%).

Ciekawy jest rozkład prawdopodobieństw bardzo wilgotnych pór roku na pojezierzach: na Pomorskim 15% przypada na zimę, a po 9% na pozostałe pory, na Mazurskim natomiast — 8% na zimę, a po 14% na pozostałe.

Porównanie prawdopodobieństw pór roku *skrajnie suchych* i *skrajnie wilgotnych* wskazuje na większy udział tych ostatnich (0—8% i 0—12%).

W ciągu 100 lat można oczekiwać, że niedobór opadu przekraczający 50% normy nie zdarzy się ani razu w Polsce środkowej i na Przedgórzu Sudeckim zarówno w zimie, jak i na wiosnę, ponadto na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej zimą oraz na Pojezierzu Pomorskim i w Beskidzie Sądeckim wiosną. Znow nadmiar opadu tego rzędu może nie być spodziewany latem jedynie w Polsce środkowej i zachodniej.

Skrajnie suche zimy, wiosny i lata pojawiają się z dość wyrównanym prawdopodobieństwem (2—5%) na Pojezierzu Mazurskim, wyżynach południo-

Tabela 22

Prawdopodobieństwo występowania pór roku przeciętnych, suchych, wilgotnych, bardzo suchych, bardzo wilgotnych, skrajnie suchych i skrajnie wilgotnych w dzielnicach wyrażone w %

Kategoria	Dzielnica											
	Pora roku	Pojezierze Pomorskie	Pojezierze Mazurskie	Polska środkowa i zachodnia	Wyżyna Lubelska	Nizina Śląska	Przedgórze Sudeckie	Wyżyna Krakowsko-Częstochowska	Kotliny i niziny podkarpackie	Beskidy Zachodnie	Beskid Sadecki	Podhale
$\Delta < 0$ bez względu na wielkość	Zima Wiosna Lato Jesień	51 43 54 49	44 58 53 52	51 51 51 45	50 57 51 52	54 51 52 52	51 49 46 49	50 54 51 56	55 56 50 58	59 48 58 59	55 56 54 57	51 52 54 56
Przeciętne	Zima Wiosna Lato Jesień	34 45 34 28	30 30 31 25	32 31 41 40	25 32 36 23	36 36 24 20	37 40 40 18	24 15 42 25	25 29 30 23	24 26 30 24	20 36 20 26	24 34 21 20
Suche	Zima Wiosna Lato Jesień	13 9 17 19	8 12 25 18	15 27 22 7	27 15 17 17	17 11 18 19	12 22 12 22	23 25 12 15	32 15 17 27	29 15 20 22	25 13 20 19	14 15 25 17
Wilgotne	Zima Wiosna Lato Jesień	11 14 21 19	26 16 14 10	15 23 17 18	20 13 15 17	15 9 22 15	10 22 20 14	18 15 18 12	13 18 15 12	8 18 14 12	18 9 6 6	14 9 11 9
Bardzo suche	Zima Wiosna Lato Jesień	17 19 13 11	20 20 12 23	21 7 5 18	11 18 13 20	15 22 17 19	21 8 12 20	17 17 16 22	8 20 17 15	13 17 14 13	18 24 20 23	18 18 16 24
Bardzo wilgotne	Zima Wiosna Lato Jesień	15 9 9 9	8 14 14 14	15 10 13 8	10 15 13 13	6 14 7 11	12 6 8 10	15 16 7 12	18 13 13 8	19 13 17 13	8 7 24 11	18 15 18 16
Skrajnie suche	Zima Wiosna Lato Jesień	2 — 2 6	4 4 2 2	— — 2 4	2 3 4 3	4 2 4 7	— — 4 8	— 5 2 5	2 2 4 4	2 3 3 7	2 — 4 4	7 4 4 4
Skrajnie wilgotne	Zima Wiosna Lato Jesień	8 4 4 8	4 4 2 8	2 2 — 5	5 4 2 7	7 6 7 9	8 2 4 10	3 7 4 9	2 4 5 12	5 7 2 8	8 11 6 12	5 5 5 11

wych i w Karpatach. Stosunkowo najpowszechniej i najczęściej notowane są skrajnie suche jesienie (2—8%).

Wśród skrajnie wilgotnych pór roku największe prawdopodobieństwo ich wystąpienia na terytorium całej Polski grupuje się jesienią (5—12%).

Nizina Śląska i Przedgórze Sudeckie odznaczają się największą kontrastowością — tu bowiem występuje wysoka i wyrównana liczba jesieni skrajnie suchych (7 i 8%) i skrajnie wilgotnych (9 i 10%). W Karpatach i kotlinach podkarpackich natomiast stosunek skrajnie wilgotnych jesieni do tychże skrajnie suchych wynosi 3 : 1, na Pojezierzu Mazurskim nawet 4 : 1.

Zbadano przy pomocy kryterium χ^2 , z uwzględnieniem odpowiedniej liczby stopni swobody, istotność różnic w częstości występowania różnych kategorii niedoborów i nadmiarów opadu w roku i w poszczególnych porach roku.

Uważając pas wielkich dolin za region najbardziej charakterystyczny dla naszego kraju, przeprowadzono badanie istotności różnic w częstości występowania niedoborów i nadmiarów opadu między Polską środkową i pozostałymi 10 dzielnicami.

Dla rozkładu częstości w roku różnice są jedynie istotne między Polską środkową i Pojezierzem Mazurskim, dla pozostałych zaś dzielnic — nieistotne.

Analiza różnic w częstości różnych kategorii odchyień sum opadów od średnich wieloletnich wśród pór roku wykazuje, że są one mniej wyraźne między Polską środkową i dzielnicami sąsiadującymi niż między centrum i peryferiami południowymi. Oba pojezierza różnią się istotnie ($P < 0,05$) od Polski środkowej tylko wiosną i jesienią, Nizina Śląska i Wyżyna Krakowsko-Częstochowska — wiosną i latem, Wyżyna Lubelska — jedynie wiosną, a Przedgórze Sudeckie — jesienią. Wszystkie dzielnice południowe — począwszy od kotlin i nizin podkarpackich a skończywszy na Podhalu — wyróżniają się wysoką wartością χ^2 we wszystkich porach roku, świadcząc zatem o istnieniu wyraźnych różnic w kształtowaniu się częstości poszczególnych kategorii niedoborów i nadmiarów opadu w Polsce środkowej i południowej.

PRAWDOPODOBIENSTWO WYSTĘPOWANIA LAT I PÓR ROKU PRZECIĘTNYCH, SUCHYCH I WILGOTNYCH W POLSCE NIZINNEJ I W KARPATACH POLSKICH ORAZ W CAŁEJ POLSCE

Analiza prawdopodobieństw pojawiania się pór roku o określonym stopniu niedoboru czy nadmiaru opadów w różnych dzielnicach Polski nie wyróżnia żadnej z nich pod względem niedostatku lub obfitości wód opadowych. Obraz jest pogmatwany i nieraz zaskakujący, uderza np. przewaga jesieni

z nadmiarem opadu w centrum Polski, a z niedoborem na jej południu; wysoka liczba przeciętnych zim i wiosen, a niska — lat i jesieni na Nizinie Śląskiej; częste suche zimy i bardzo suche wiosny w Beskidach; silnie zarysowana kontrastowość jesieni wobec wysokiej częstości przypadków skrajnie suchych i skrajnie wilgotnych na terenie całej Polski. Przykłady można by mnożyć, ale dalsze różnicowanie nie prowadzi do celu. Chodzi raczej o generalizację wyników, o podsumowanie ich dla pewnych większych jednostek, powiązanych wspólnymi cechami.

Wzniesienie nad poziom morza można uważać za jeden z czynników wiodących dla wysokości sum opadowych. Pytanie czy wywiera ono wpływ na kształtowanie się częstości różnych ich stopni?

Aby na to pytanie odpowiedzieć, przeprowadzono próbę zestawienia wyników osobno dla stacji nizinnych oraz osobno dla podgórskich i górskich. Za granicę między nimi przyjęto wysokość 300 m n. p. m. W związku z tym 22 stacje z 8 poprzednio wyróżnionych dzielnic, począwszy od pojezierzy na północy a skończywszy na kotlinach i nizinach podkarpackich na południu, będą wspólnie reprezentować Polskę nizinną, a 5 stacji z 3 pozostałych — Karpaty polskie.

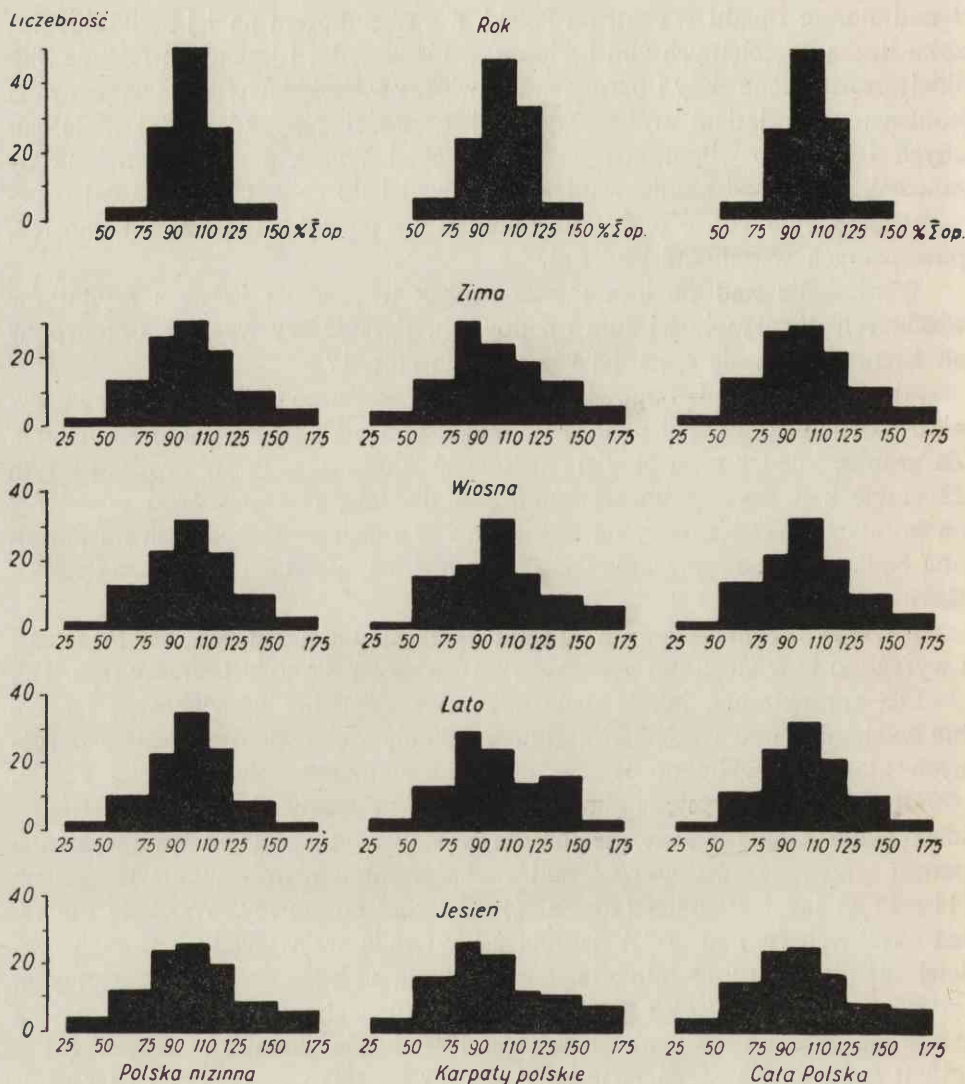
Dla tak skomasowanych dzielnic dokonano przeliczeń częstotliwości i wyrażono je w stosunku procentowym oraz wykreślono histogramy (ryc. 12).

Dla sprawdzenia, jak te dwie odmienne dziedziny oddziałują na siebie wzajemnie pod względem kształtowania się częstości sum opadów w różnych klasach, wykonano jeszcze analogiczne przeliczenia dla całej Polski.

Histogramy wykreślone dla *Polski nizinnej* aż zadziwiają swoją symetrią — idealną dla roku i prawie idealną dla wiosny i lata; jesień i zima wykazują pewną przewagę niedoborów nad nadmiarami zarówno w klasie małych (11—25%) jak i średnich (26—50%) odchyień od normy. W klasie odchyień skrajnych (ponad 50%) nadmiary występują we wszystkich porach częściej niż niedobory. Dominanta stale przypada na klasę opadów przeciętnych.

W *Karpatach polskich* histogram dla roku zachowuje symetrię z pewną przewagą nadmiarów nad niedoborami w klasie odchyień małych (11—25%); analogiczna sytuacja jest dla wiosny — tylko z wyraźniej zarysowanymi niedoborami. Zimą, latem i jesienią dominanta przenosi się na klasę małych niedoborów i histogramy są o wiele mniej regularne.

W histogramach dla *całej Polski* przejawia się dominujący wpływ części nizinnej, bowiem zarówno dla roku, jak i dla wszystkich sezonów dominanta przypada na klasę opadów przeciętnych z zachowaniem bardzo wyraźnej symetrii w roku, wiosną i latem. Górski *régime* jesienny i zimowy wycisnął swe piętno na grafiku całej Polski, podnosząc frekwencję w klasie małych niedoborów prawie do zrównania z dominantą. W klasie odchyień skrajnych we wszystkich porach roku widoczna jest przewaga nadmiarów nad niedoborami.



Ryc. 12. Częstość sum opadów w klasach od 25 do 175% normy. Polska nizinna, Karpaty polskie oraz cała Polska. Rok i pory roku (histogramy)

Po omówieniu graficznego obrazu rozkładu sum opadów w nizinnej części Polski i w Karpatach polskich oraz w całej Polsce wydaje się celowe przedstawienie tych samych danych w formie prawdopodobieństwa pojawienia się przypadków lat czy sezonów przeciętnych, suchych i wilgotnych w przeliczeniu na 100 lat (tab. 23).

W Polsce nizinnej szereg rozdzielczy rocznych sum opadowych jest doskonale symetryczny: w ciągu 100 lat można oczekiwać 50 lat o opadach

Tabela 23

Prawdopodobieństwo występowania lat i pór roku przeciętnych, suchych i wilgotnych w Polsce nizinnej i w Karpatach polskich oraz w całej Polsce wyrażone w %

		Polska nizinna					Karpaty polskie				
Kategoria		Pora roku					Pora roku				
		Rok	Zima	Wio- sna	Lato	Jesień	Rok	Zima	Wio- sna	Lato	Jesień
Przeciętne		50	30	32	35	26	46	23	32	24	23
$\Delta > 10\%$	—	24	37	35	33	39	24	42	35	42	45
	+	25	33	33	32	34	29	34	32	34	33
$\Delta = 11-25\%$	—	20	19	17	17	18	17	22	14	22	20
	+	20	16	16	18	15	24	13	12	10	9
$\Delta = 26-50\%$	—	4	16	16	13	16	7	16	19	16	20
	+	5	12	13	11	11	5	15	12	20	14
$\Delta > 50\%$	—	—	2	2	3	5	—	4	2	4	5
	+	—	5	4	3	8	—	6	8	4	10
		Cała Polska									
Kategoria		Pora roku									
		Rok	Zima	Wio- sna	Lato	Jesień					
Przeciętne		49	28	32	32	25					
$\Delta > 10\%$	—	24	38	35	35	42					
	+	26	33	32	33	33					
$\Delta = 11-25\%$	—	19	20	16	18	18					
	+	21	15	15	16	13					
$\Delta = 26-50\%$	—	5	16	17	14	19					
	+	5	13	12	13	11					
$\Delta > 50\%$	—	—	2	2	3	5					
	+	—	5	5	4	9					

nie odbiegających od normy, po 20 lat suchych i wilgotnych oraz po 4—5 bardzo suchych i bardzo wilgotnych.

We wszystkich 4 porach roku prawdopodobieństwo pojawienia się przypadków z nadmiarem opadu (wszystkie odchylenia $> 10\%$) jest całkowicie wyrównane, stanowiąc niemal dokładnie 33% ; ten sam stosunek jest zachowany dla przypadków z niedoborem i z opadem normalnym w okresie wiosen i lat; natomiast jesienią i zimą występuje wzrost liczby niedoborów kosztem przypadków z opadem przeciętnym ($39 : 26$ jesienią i $37 : 30$ zimą).

Wyrównanie między porami roku utrzymuje się i w następnych klasach. W ciągu 100 lat można liczyć się z 19—17 sezonami suchymi a 18—15 wilgotnymi, 16—13 bardzo suchymi i 13—11 bardzo wilgotnymi.

W klasie odchyień powyżej 50% od sumy wieloletniej powtarzalność przypadków z nadmiarem jest stosunkowo znacznie wyższa niż z niedoborem: w okresie 100 lat można oczekiwać 2 zim i wiosen oraz 5 jesieni skrajnie suchych, a 5 zim, 4 wiosen i aż 8 jesieni skrajnie wilgotnych; okresy letnie skrajnie suche i skrajnie wilgotne pojawiają się z jednakowym prawdopodobieństwem 3% .

Na *południu Polski* w przekroju rocznym zmniejsza się nieco prawdopodobieństwo lat o przeciętnych sumach opadu (46%) na rzecz wilgotnych (29%).

Podobnie jak na nizinach, we wszystkich czterech porach roku powtarzalność nadmiarów opadu (wszystkie odchylenia $> 10\%$) jest bardzo wyrównana, osiągając $32—34\%$. Zimą, latem i jesienią zarysowuje się jeszcze ostrzejszy niż na nizinach wzrost częstości niedoborów kosztem ubytku przypadków z opadem normalnym ($45 : 23$ jesienią i $42 : 23$ zimą). Tylko wiosną jest zachowana równowaga między ilością przypadków z opadem przeciętnym, jego nadmiarem i niedoborem.

Wśród pór roku suchych widoczne jest duże zróżnicowanie: w okresie 100 lat można oczekiwać takich wiosen 14, a pozostałych pór roku 20—22. Prawdopodobieństwo sezonów wilgotnych jest dość wyrównane: od 13% zimą do 9% jesienią.

Ciekawe jest w tym regionie przejście do następnej klasy, obejmującej odchylenia rzędu $26—50\%$: o ile liczba bardzo suchych jesieni jest taka sama jak suchych (20), zim i lat zmniejsza się z 22 do 16, o tyle liczba wiosen bardzo suchych wzrasta z 14 na 19 w ciągu 100 lat. Inaczej z bardzo wilgotnymi: prawdopodobieństwo zim, lat i jesieni bardzo wilgotnych w stosunku do wilgotnych wzrasta, jedynie prawdopodobieństwo takich wiosen utrzymuje się na tym samym poziomie.

W klasie odchyień powyżej 50% od normy przewaga nadmiarów nad niedoborami zarysowuje się jeszcze jaskrawiej niż na nizinach: w ciągu 100 lat należy się liczyć ze skrajnie suchymi 2 wiosnami, 4 zimami i 5 jesieniami, a skrajnie wilgotnymi 6 zimami, 8 wiosnami i aż 10 jesieniami. Liczba

skrajnie suchych czy wilgotnych okresów letnich jest i tu bardzo wyrównana (4).

Porównanie kształtowania się różnic częstości wyróżnionych klas niedoborów i nadmiarów opadu między Polską niziną a Karpatami polskimi wykazuje zarówno dla roku, jak i dla wszystkich pór roku nieistotność tych różnic.

Zestawienie prawdopodobieństw dla *całej Polski* w przekroju rocznym wykazuje — podobnie jak na równinach — wysoką przewagę przeciętnych sum opadów (49%) i lekką nadwyżkę nadmiarów nad niedoborami (26 wobec 24).

Wśród pór roku wiosna i lato zachowują identyczny i prawie idealny stosunek 1 : 1 : 1 między przypadkami z opadem normalnym, z niedoborami i z nadmiarami. W jesieni i w zimie wzrasta prawdopodobieństwo niedoborów kosztem ubytku przypadków z opadem przeciętnym (42 : 25 jesienią i 38 : 28 zimą); na tej zmianie układu zaważył region górski ze swym specyficznym wysokim udziałem niedoborów.

Liczba sezonów suchych i bardzo suchych jest prawie wyrównana (20—16 wobec 19—14), podobnie wilgotnych (16—13) i bardzo wilgotnych (13—11).

W klasie odchyień powyżej 50% normy we wszystkich porach roku więcej należy się liczyć z okresami nadmiernie wilgotnymi (4—9) niż nadmiernie suchymi (2—5). Jesienie są najbardziej ekscentryczne, bowiem w ciągu 100 lat można oczekiwać łącznie aż 14 przypadków z odchyleniami przekraczającymi 50% opadu wieloletniego (w tym 5 posusznych i 9 skrajnie wilgotnych), a tylko 7 zim, tyłuż wiosen i lat.

Wydaje się że wyżej przeprowadzone rozważania nie potwierdzają rozpowszechnionego przekonania o wzmożonej ostatnio częstości susz. Nie zmniejszone ilości wody opadowej, lecz zmiany w innych elementach bilansu wodnego oraz sposoby użytkowania wody przy naturalnych i sztucznie powodowanych zmianach stosunków hydrologicznych, można by raczej uważać za przyczyny braku wody, boleśnie odczuwanego przez naszą gospodarkę.

PODSUMOWANIE

1. Przeprowadzono badanie tendencji opadów przy założeniu istnienia korelacji prostoliniowej między czasem i sumami opadu, wyprowadzając równania prostych regresji.

2. W pierwszej próbie uwzględniono cały materiał — od początku istnienia stacji, który dla 12 z nich poddanych analizie waha się w dość szerokim zakresie: początek obserwacji przypada na lata od 1813 (Warszawa) do 1878 (Tarnów), koniec — zgodnie dla wszystkich na rok 1958.

Współczynniki regresji dla 3 stacji: Bydgoszcz, Warszawa i Tarnów są ujemne, zatem sumy opadów wykazują lekką tendencję spadkową (—0,1 — —0,9 mm/rok).

Współczynniki regresji dla 9 stacji: Łęborg, Koszalin, Szczecin, Olecko, Poznań, Zgorzelec, Wrocław, Racibórz i Kraków — przeciwnie — są dodatnie, zatem na tym terenie sumy opadów mają tendencję wzrostową (0,3 — 1,6 mm/rok).

Przeprowadzone badanie istotności wyników wykazało, że zależność między sumami opadu i czasem jest istotna tylko dla 5 stacji (Koszalin, Olecko, Szczecin, Wrocław i Racibórz) — wszystkie z tendencją wzrostową przy założeniu „stopnia ufności“ = 0,1, tzn. orzeczenie istotności może być fałszywe 1 raz na 10 (10%) (tabela 1 i 2, ryc. 1).

3. Dla ujednostajnienia okresu oraz nawiązania do wyników W. Okołowicza, J. Ostromęckiego i J. Lambora, którzy zajmowali się tym zagadnieniem, zanalizowano dane dla okresu 1851—1958.

Tu 8 stacji spełnia w przybliżeniu warunek jednakowej długości okresu, wahając się od 107 (Kraków) do 94 lat (Racibórz), spośród nich 7: Koszalin, Szczecin, Poznań, Zgorzelec, Wrocław, Racibórz i Kraków zachowuje tendencję wzrostową, a jedynie Warszawa — spadkową.

Jeśli idzie o istotność orzeczenia, to tylko dla Koszalina, Szczecina, Wrocławia i Raciborza tendencja stała jest wykazana, o pozostałych tego powiedzieć nie można (tab. 3 i ryc. 2).

Uzyskane wyniki są zgodne z tezą W. Okołowicza, mówiącą o istnieniu różnego znaku tendencji opadowej na terenie Polski w okresie 1851—1930.

Zarysowuje się również duża zgodność z wynikami J. Ostromęckiego dla okresu 1851—1940: na zachodzie i południu widoczna jest tendencja wzrostowa, w dorzeczu Wisły środkowej (reprezentowanej wprawdzie obecnie tylko przez Warszawę) — spadek, dla północy i wschodu, niestety, brak danych.

Dodanie rocznych sum opadów z okresu 1940—1958, z których większość jest niższa od przeciętnych sum wieloletnich, przyczyniło się do złagodzenia tendencji wzrostowej, co zgadza się z tezą J. Lambora.

4. Wpływ ostatniego 20-lecia na złagodzenie wiekowej tendencji opadów sugeruje jakąś głębszą zmianę w *régime'ie* opadowym w ciągu bieżącego stulecia — przejście do innej fazy jakiegoś okresu. W związku z tym zbadano szczegółowiej okres ostatnich 60 lat na podstawie większej liczby stacji (ryc. 4).

Analiza trendu opadów przeprowadzona w oparciu o 16 stacji z możliwie pełnym okresem (60—54 lata) wykazuje zupełną zmianę obrazu: tylko we wschodniej części kraju (Lublin, Sobieszyn) utrzymuje się nadal tendencja wzrostowa (0,1 — 0,65 mm/rok), pozostałe stacje — od Bydgoszczy na północy po Zakopane na południu — mają ujemne współczynniki regresji (−0,3 — −2,4 mm/rok), a więc zarysowuje się tu tendencja spadkowa. Jednakże istotność związku jest bardzo słaba: przy zachowaniu 90% ufności

tylko dla 4 (Bydgoszcz, Grodzisko, Tarnów i Kraków) jest ona wykazana (tab. 5 i ryc. 3).

5. W celu powiększenia liczby stacji — zwłaszcza dla północnej części Polski — i uzyskania okresu synchronicznego, który nazwano „zredukowanym“, dokonano pewnych cięć w obrębie analizowanego okresu, odrzucając lata, z których brakowało materiału na więcej niż 3 stacjach (około 10%); w ten sposób odpadły lata: 1903, 1914—1917 i 1938—1946, ale dzięki temu ilość punktów badanych wzrosła do 27 na terytorium Polski i — 1 spoza jej granic (Lwów).

Obraz uzyskany po zbadaniu współczynników regresji dla większej liczby stacji o zredukowanym okresie w porównaniu z poprzednim, przedstawiającym wyniki dla 16 stacji o pełnym okresie 60-letnim zachowuje zasadniczo ten sam charakter: w północno-zachodniej, zachodniej i południowej części Polski (z wyjątkiem Krynicy) utrzymuje się nadal tendencja spadkowa ($-0,2$ — $-2,0$ mm/rok), w pasie środkowym ciągnącym się od Olsztyna poprzez Warszawę, Sobieszyn i zapewne dalej ku południo-wschodowi nie zarysowuje się żadna zmiana w ilościach opadu ($-0,1$ — $0,0$ — $0,1$ mm/rok), natomiast w części północnej, reprezentowanej przez Lębork i Olecko, oraz we wschodniej, reprezentowanej przez Lublin, zaznacza się tendencja wzrostowa ($1,7$ — $1,0$ mm/rok).

Sprawa istotności wyników przedstawia się nadal słabo: zaledwie w 5 przypadkach (18%) prawdopodobieństwo U przekracza 90%, a więc w Gorzowie, Łodzi, Krakowie i Tarnowie tendencja spadkowa, a w Krynicy — tendencja wzrostowa jest wykazana (tab. 6 i ryc. 4).

Porównanie uzyskanych wyników z prognozą J. Ostromęckiego na okres 1930—1970 wykazuje jej słuszność: rzeczywiście stwierdza się niżkę opadów na północo-zachodzie, zachodzie i południu kraju, a jedynie obszar objęty wzrostem ma nieco mniejszy zasięg, nie obejmuje bowiem całej zlewni Wisły dolnej i środkowej.

6. W celu określenia kształtowania się tendencji opadów i stopnia jej istotności w poszczególnych częściach Polski, dokonano obliczenia współczynników prostych regresji dla 6 jej części na podstawie stacji funkcjonujących na ich terenie: najsilniejszy spadek zarysowuje się na południu Polski (bez Karpat), wynoszący średnio $-1,2$ mm rok; w północno-zachodniej, zachodniej i środkowej części Polski oraz w górach — niżka poniżej $1,0$ mm/rok, wreszcie część północna i wschodnia wykazuje lekką tendencję wzrostową — rzędu $0,5$ mm/rok (ryc. 5).

7. Podobnie zestawiono jeszcze równania prostych regresji dla całej Polski, przyjmując za sumę roczną opadu każdego roku średnią arytmetyczną z sum opadu 28 rozpatrywanych stacji ze zredukowanego okresu oraz 16 stacji z pełnego okresu 60-letniego i w wyniku uzyskano ujemne współczynniki regresji, świadczące o lekkiej niżce opadów — poniżej $1,0$ mm/rok.

Orzeczenie istotności jest jednak we wszystkich częściach oraz w całej Polsce poniżej przyjętego stopnia ufności (0,1), a więc nie można uważać, że tendencja wzrostowa lub spadkowa jest realna.

8. Wydaje się więc, że te niewielkie i słabo potwierdzone statystycznie zmiany opadu nie są przyczyną odczuwanego braku wody.

II

1. Próby poszukiwania okresowości rozpoczęto od zanalizowania ciągów sum opadów rocznych, wyrównanych metodą średnich ruchomych 3-letnich, obliczonych dwukrotnie za okres 1851—1959. Sporządzono wykresy (ryc. 6).

Krzywe Krakowa za lata 1920—1948 i Wrocławia za lata 1920—1939 sugerują istnienie okresu 10—11-letniego. Wobec czego zestawiono średnie roczne liczby Wolfa, określające liczbę plam słonecznych, przeprowadzając analogiczne wyrównanie ich i nanosząc na wykresy.

2. W celu sprawdzenia, czy istnieje jakaś zależność między rocznymi sumami opadu i liczbą plam na słońcu oraz czy można doszukać się jakiejś okresowości w wahaniach opadu, poddano ciągi opadów dla stacji: Koszalin, Poznań, Warszawa, Wrocław i Kraków oraz ciąg liczb Wolfa za wspólny, pełny okres 1862—1938 (po wyrównaniu 1864—1936, a więc obejmujący 73 lata) analizie Fouriera, za pomocą maszyny elektronowej.

Rozłożono równania kolejnych krzywych opadowych na funkcje harmoniczne, uwzględniając 10 wyrazów, a więc schodząc aż do okresów 7-letnich. Tabela 8 zestawia współczynniki a_i przy cos i b_i przy sin dla wszystkich stacji i wszystkich 10 harmonicznich.

Aby móc lepiej ocenić ich wartość, określono tzw. zawartość i -tej harmonicznej, która mierzy się wielkością współczynnika A_i w rozwinięciu Fouriera:

$$f(x) = \frac{A_0}{2} + A_1 \sin(\omega x + a_1) + A_2 \sin(2\omega x + a_2) + \dots$$

gdzie

$$A_i = a_i^2 + b_i^2 \text{ — amplituda;}$$

$$a_i = \arctg \frac{b_i}{a_i} \text{ — przesunięcie fazowe.}$$

Analiza amplitud i przesunięć fazowych (tabela 9) wykazuje, że pierwsza harmoniczna wyróżnia się wysoką, przeważnie maksymalną amplitudą oraz prawie zgodnym przesunięciem fazowym na wszystkich badanych stacjach, co wydaje się świadczyć o istnieniu okresu około 70-letniego. Dla liczb Wolfa

największa amplituda przypada na szóstą harmoniczną, tj. okres około 12-letni, co zgadza się ze znanym 11-letnim cyklem plam słonecznych.

3. Podobną analizę Fouriera wykonano dla możliwie najdłuższych ciągów rocznych sum opadu i liczb Wolfa, a mianowicie dla Warszawy i Wrocławia za okres 1840—1938 (po wyrównaniu 1842—1936, tj. 95 lat) (tab. 10).

Obliczone zawartości i -tej harmonicznego (tab. 11) wykazują na ogół wyższe wartości amplitudy niż w okresie 73-letnim. W Warszawie maksymalna amplituda przypada na szóstą harmoniczną, a więc okres około 16 lat, a we Wrocławiu — na pierwszą, a więc około 90 lat. Dla liczb Wolfa najwyższa amplituda występuje przy ósmej harmonicznego, co odpowiada okresowi około 12 lat.

4. Tytułem próby dokonano jeszcze rozłożenia krzywych sum opadowych dla Warszawy za okres 1813—1959 (142 lata po wyrównaniu) i dla Krakowa za okres 1850—1959 (106 lat po wyrównaniu), przy pomocy analogowego analizatora harmonicznego w Dziale Prognoz Długoterminowych PIHM. (Braki w obserwacjach uzupełniono na podstawie sąsiednich stacji, metodą stosunków).

W 142-letnim ciągu Warszawy współczynniki (tab. 12) uzyskane za pomocą analizatora analogowego pozwoliły na obliczenie amplitudy, która przy drugiej harmonicznego wykracza poza granicę błędu ($A_2 = 38$ mm, granica błędu około 30 mm), a więc i tu wydaje się, że można założyć istnienie okresu około 70-letniego.

W 106-letnim ciągu Krakowa największa amplituda, przewyższająca granicę błędu ($A_2 = 38$ mm, granica błędu — około 30 mm), przypada na pierwszą harmoniczną, a więc w przedziale 53—106 lat można podejrzewać istnienie okresu, być może, pokrywającego się z okresem zarysowującym się dla Warszawy, wynoszącym około 70 lat.

5. Na podstawie analizy ciągłej poszczególnych odcinków powyższych krzywych wydaje się, że można w Warszawie przypuszczać istnienie okresu około 16-letniego, a w Krakowie — około 14-letniego.

6. Pewność co do istnienia okresu 70-letniego, jaki ujawnił się przy 2 różnych zastosowaniach analizy harmonicznego, wydaje się, będzie można użyć, gdy liczba lat obserwacji będzie stanowić wielokrotność 70.

7. W celu sprawdzenia, czy w 11-letnim cyklu plam słonecznych występują średnio niższe czy też wyższe roczne sumy opadu w pobliżu maksimum plam niż w pobliżu minimum, przeprowadzono podział cyklów na lata, kwalifikując je do podokresów wokół maksimum lub wokół minimum plam, w zależności od dodatnich lub ujemnych odchyień liczby Wolfa danego roku od średniej wieloletniej tejże liczby Wolfa.

Podzielono w ten sposób ciągi opadowe dla stacji: Koszalin, Poznań, Warszawa, Wrocław i Kraków za lata 1851—1957 na podokresy.

W celu sprecyzowania rodzaju i stopnia zależności między sumami opadów w tych podokresach obliczono wariancje i liczby Studenta, po czym dla danego stopnia swobody i obliczonej liczby Studenta określono z tablic orzeczenie co do istotności znalezionej zależności.

Dla wszystkich 5 analizowanych stacji stwierdzono zależność istotną, przy czym w Koszalinie, Warszawie, Wrocławiu i Krakowie przy maksimum plam roczne sumy opadu są nieznacznie niższe niż przy minimum, a w Poznaniu — przeciwnie — wyższe (tabela 13).

Aby lepiej zobrazować kształtowanie się sum opadu wokół maksimum i minimum plam, sporządzono wykresy dla wszystkich 5 stacji, odkładając na osi odciętych kolejne lata, a na osi rzędnych — średnią roczną sumę opadu, odpowiadającą danemu podokresowi z maksimum lub z minimum, przyporządkowując ją temu rokowi, w którym ekstremum wystąpiło. Krzywe są skomplikowane, przecinają się wielokrotnie, wartości skrajne sum przypadają i na różne cykle, i na różne podokresy (ryc. 7).

8. Analogiczna próba wykonana dla całej Polski za okres 60-letni wykazała również nieznacznie niższą sumę przy maksimum niż przy minimum, ale orzeczenie co do istotności związku wypadło negatywnie.

9. Wynik ten w zasadzie potwierdza wniosek W. Górczyńskiego o braku wyraźnej zależności między rocznymi sumami opadu i nasileniem plam.

10. Poddano również sprawdzeniu hipotezę F. Baura, mówiącą o istnieniu trzykrotnego wahnięcia letnich sum opadów w 11-letnim cyklu plam słonecznych, na materiale przeszło 100-letnim dla 2 stacji Warszawa i Kraków oraz na materiale 60-letnim dla Polski nizinnej (operowano tu średnimi sumami opadów letnich dla 22 stacji — od Koszalina po Przemyśl) i dla Podhala, reprezentowanego przez Zakopane.

F. Baur stawia tezę, że w Europie środkowej wzmożona częstość sezonów letnich wilgotnych występuje 1 rok przed ekstremami i 1 rok po ekstremach oraz 3 lata po maksimum plam, a zwiększona częstość sezonów letnich suchych — 2 lata przed ekstremami i 2 lata po maksimum.

Badanie dla Warszawy i Krakowa wykazało (tab. 14), że:

a) wzmożona częstość sezonów letnich wilgotnych zarysowuje się wyraźnie 1 rok przed maksimum i 1 rok po maksimum, już nieco słabiej 1 rok po minimum, a równie często notowane są nadmiary jak i niedobory 1 rok przed minimum,

b) lata nadmiernie suche zdarzają się wyraźnie częściej 2 lata przed maksimum i 2 lata przed minimum, natomiast trzecie wahnięcie — 2 lata po maksimum nie znajduje potwierdzenia.

Analogiczny wynik uzyskano dla Polski nizinnej i dla Podhala za okres 1900—1959 (tab. 15):

a) widać wzmożoną częstość nadmiaru opadów letnich 1 rok po maksimum i 1 rok po minimum, natomiast 1 rok przed maksimum liczba nadmiarów

i niedoborów wyrównuje się, a nawet 1 rok przed minimum ma przewagę lat suchych,

b) co się tyczy lat suchych, to podwyższona częstość lat z niedoborem występuje na 2 lata przed minimum i 2 lata przed maksimum, natomiast 2 lata po maksimum dwukrotnie częściej notowano lata z nadmiarem niż z niedoborem.

11. Teza Baura sprawdza się w Polsce tylko częściowo, wzmożona bowiem częstość okresów letnich zbyt suchych była obserwowana jedynie 2 lata przed ekstremami oraz okresów letnich zbyt wilgotnych — 1 rok po ekstremach płam słonecznych.

III

1. Analiza szeregów rozdzielczych miesięcznych sum opadu podzielonych na klasy: 0—10, 11—20, 21—40, 41—60, 61—80, 81—100, 101—150, 151—200, > 200 mm oraz 0—50, 51—100 i > 100 mm dla poszczególnych stacji (tabela 16) doprowadziła do wykrycia pewnych analogii w ich układzie i w związku z tym nasunęła sugestię łączenia ich w pewne grupy odpowiadające w przybliżeniu dzielnicom fizjograficznym.

Na tej podstawie wydzielono 11 dzielnic: Pojezierze Pomorskie, Pojezierze Mazurskie, Polska środkowa i zachodnia, Wyżyna Lubelska, Niziny Śląska, Przedgórze Sudeckie, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, kotliny i niziny podkarpackie, Beskidy Zachodnie, Beskid Sądecki i Podhale (ryc. 8).

2. Obliczono średnie roczne i sezonowe sumy opadów dla wyżej wymienionych dzielnic i poddano je badaniu z punktu widzenia wiarygodności (odchylenie standardowe) oraz stopnia rozproszenia (współczynnik zmien-

$$\text{ności} = V = \frac{\text{odch. stand.}}{\text{śr. suma op.}} \cdot 100) \text{ (tabela 17).}$$

Zbadano istotność różnic między sumami opadów poszczególnych pór roku, stosując kryterium χ^2 . Wyraźną istotność ($P < 0,05$) znaleziono między zimą i latem, wiosną i latem, latem i jesienią oraz zimą i wiosną, natomiast między wiosennymi i jesiennymi sumami opadów zależność jest nieistotna.

Największą zmiennością rocznych sum opadu wyróżnia się Nizina Śląska i Podhale (ponad 17%), a najmniejszą — Polska środkowa (13%).

Pory roku charakteryzuje oczywiście większa zmienność — wśród nich wiosna ma najniższe wartości współczynników zmienności (34—20%), a jesień — najwyższe (40,5—29%).

Jesienią i zimą — podobnie jak w roku — Nizinę Śląską cechuje największe rozproszenie, a Polskę środkową — najmniejsze. Wiosną współczynnik zmienności osiąga najwyższą wartość na Wyżynie Krakowsko-Często-

chowskiej, najniższą zaś — na Przedgórzu Sudeckim. Latem maksimum jego przypada na Beskid Sądecki, a minimum — na Polskę środkową.

3. Mając średnie sumy opadu i odchylenia przeciętne, wykonano próbę oszacowania nieznannej, rzeczywistej wartości średniej sumy opadu dla roku i pór roku w każdej z dzielnic w przedziale ufności 95%. Wyniki tej próby są zawarte w tabeli 18.

4. Wykresy poligonalne częstości występowania sum opadów miesięcznych (w procentach) w klasach 0—50, 51—100, > 100 mm, wykonane osobno dla półrocza zimowego i letniego (ryc. 9 i 10), wykazują odmienność kształtowania się frekwencji w pewnych grupach dzielnic, a więc na pojezierzach, w szeroko zakreślonej Polsce środkowej — łącznie z wyżynami południowymi i kotlinami podkarpackimi oraz w Karpatach polskich.

5. Przed przystąpieniem do oceny prawdopodobieństwa pojawiania się lat czy pór roku pod względem opadu przeciętnych, suchych i wilgotnych należało przyjąć kryteria podziału ich, a więc ustalić granice między nimi.

Po licznych próbach przyjęto, jak następuje:

przeciętny jest rok (lub pora roku), gdy odchylenie od średniej sumy wieloletniej nie przekracza 10%, czyli suma opadu mieści się w granicach 90—110% opadu normalnego,

suchy, gdy niedobór opadu wynosi 11—25% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 75—89% normy,

bardzo suchy, gdy niedobór opadu wynosi 26—50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 50—74% normy,

skrajnie suchy, gdy niedobór opadu przekracza 50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu spada poniżej 50% normy,

i analogicznie:

wilgotny, gdy nadmiar opadu wynosi 11—25% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 111—125% normy,

bardzo wilgotny, gdy nadmiar opadu wynosi 26—50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu stanowi 126—150% normy,

skrajnie wilgotny, gdy nadmiar opadu przekracza 50% średniej sumy wieloletniej, czyli suma opadu przewyższa 150% normy.

Rycina 11 oraz tabele 21 i 22 przedstawiają uzyskane wyniki.

6. Regularność krzywych liczebności wydaje się świadczyć o właściwie dobranych przedziałach.

Rok. Prawdopodobieństwo wystąpienia lat o przeciętnej sumie opadu jest wysokie, waha się w różnych dzielnicach od 59% (Polska środkowa) do 43% (Pojezierze Mazurskie).

Odchylenia dodatnie i ujemne rzędu 11—25% w stosunku do średniej wieloletniej są w większości dzielnic wyrównane, oscylując około 20%, jedynie na Pojezierzu Mazurskim i w Beskidach Zachodnich spotykane są

częściej lata wilgotne niż suche, natomiast na Przedgórzu Sudeckim suche 2 razy częściej niż wilgotne.

Powtarzalność lat bardzo suchych i bardzo wilgotnych jest niewielka i wyrównana (2—9%).

W zestawieniu wszystkich niedoborów i wszystkich nadmiarów, przewyższających 10% opadu średniego wieloletniego, uderza prawie zupełnie wyrównana rozpiętość frekwencji w 4 porach roku: zimą i latem waha się ona w granicach 28—45%, wiosną 27—47%, a jesienią 29—50%.

Zima. Sumy opadu nie odbiegające od normy są obserwowane najczęściej na Śląsku (37—36%). W Polsce środkowej i południowej przeważają, i to dość znacznie, niedobory (36—54%), na obu Pojezierzach — nadmiary (34—38%).

Wiosna. Wysoka częstość przeciętnych pod względem opadu wiosen występuje na zachodzie (Pojezierze Pomorskie i Śląsk 45—36%); przewaga niedoborów zarysowuje się we wschodniej części Polski (Pojezierze Mazurskie i Wyżyna Lubelska — 36%), na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (47%) i w Karpatach (37%). Polska środkowa i Wyżyna Krakowsko-Częstochowska wyróżnia się znów wysokim udziałem wiosen wilgotnych (35—38%).

Lato. Przeciętne pod względem ilości opadu lata trafiają się najczęściej w Polsce środkowej, w Lubelskiem, na Przedgórzu Sudeckim i na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (36—42%), natomiast na Pojezierzu Mazurskim, na Nizinie Śląskiej i w Karpatach wyraźnie przeważają lata z niedoborem (39—45%). Na Pojezierzu Pomorskim frekwencja lat przeciętnych, z nadmiarem i z niedoborem (32—34%) jest doskonale wyrównana.

Jesień. Jedyne Polska środkowa wyróżnia się wysoką częstością jesieni przeciętnych (40%); w pozostałych dzielnicach udział sum opadu nie odbiegających od normy w tej porze roku jest wyjątkowo niski (18—28%) przy równocześnie wysokiej frekwencji niedoborów (36—50%). Nadmiary opadów są bardzo wyrównane (29—37%).

7. Analiza powtarzalności lat czy pór roku pod względem opadu przeciętnych, suchych lub wilgotnych dla poszczególnych dzielnic w obrębie okresu 60-letniego daje dość chaotyczny obraz.

Dla oceny istotności różnic w częstości występowania różnych kategorii niedoborów i nadmiarów opadu w roku i w jego porach zastosowano kryterium χ^2 . Uważając pas wielkich dolin za region najbardziej charakterystyczny dla naszego kraju, przeprowadzono badanie tej istotności między Polską środkową i pozostałymi 10 dzielnicami. Różnice okazały się jedynie istotne między Polską środkową i Pojezierzem Mazurskim.

8. Aby dojść do pewnych uogólnień, zestawiono wyniki osobno dla Polski nizinnej oraz dla Beskidów i Podhala łącznie, przyjmując za granicę izohipsę 300 m. W ten sposób 22 stacje — począwszy od Koszalina aż do Przemyśla —

reprezentują Polskę nizinną, a 5 stacji — Żywiec, Nowy Sącz, Grybów, Krynica i Zakopane — Karpaty polskie.

Rycina 12 i tabela 23 wykazują wręcz nieoczekiwane wyrównanie pór roku o przeciętnych sumach opadu oraz wszystkich z niedoborami i nadmiarami w Polsce nizinnej, natomiast w Polsce południowej (na obszarze wzniesionym ponad 300 m n. p. m.) zwraca uwagę przewaga przypadków z niedoborem kosztem tych z opadem przeciętnym — zwłaszcza latem, jesienią i zimą.

Prawdopodobieństwo pór roku skrajnie wilgotnych jest prawie dwukrotnie wyższe niż skrajnie suchych.

Badanie istotności różnic częstości wyróżnionych klas niedoborów i nadmiarów opadu między Polską nizinną a Karpatami przy pomocy kryterium χ^2 wykazało, że różnice te zarówno dla roku jak i dla wszystkich pór roku są nieistotne.

9. Analogiczne zestawienie dla całej Polski uwidacznia w przekroju rocznym wysoką przewagę przeciętnych sum opadu (49%) i lekką nadwyżkę nadmiarów nad niedoborami (26 : 24).

Wśród pór roku wiosna i lato dają identyczny i prawie całkowicie wyrównany stosunek 1 : 1 : 1 między przypadkami z opadem normalnym, z niedoborami i nadmiarami. W jesieni i w zimie wzrasta liczba niedoborów kosztem ubytku przypadków z opadem przeciętnym (42 : 25 jesienią, 38 : 28 zimą).

Liczby sezonów suchych i bardzo suchych oraz wilgotnych i bardzo wilgotnych są prawie równe.

W klasie odchyień najwyższych (powyżej 50%) we wszystkich porach bardziej należy liczyć się z okresami nadmiernie wilgotnymi (4—9) niż nadmiernie suchymi (2—5). Jesienie są najbardziej skrajne — w przeliczeniu na 100 lat można oczekiwać łącznie aż 14 przypadków z odchyleniami powyżej 50% średniej sumy wieloletniej (w tym 5 posusznych i 9 skrajnie wilgotnych), a tylko 7 zim, wiosen i lat najbardziej ekscentrycznych.

10. W świetle powyższych rozważań ogólnie utarte przekonanie o wzmożonej ostatnio częstości susz nie znajduje potwierdzenia, a przyczyny boleśnie odczuwanego przez naszą gospodarkę braku wody — wydaje się — należałoby szukać nie w zmniejszonej ilości opadów, lecz w innych elementach bilansu wodnego oraz w sposobach użytkowania wody przy naturalnych i sztucznie powodowanych zmianach stosunków hydrologicznych.

*Katedra Kl matologii
Instytutu Geograficznego
Uniwersytetu Warszawskiego*

LITERATURA

- [1] Baur F., Die Sommerniederschläge Mitteleuropas in den letzten 1¹/₂ Jahrhunderten und ihre Beziehungen zum Sonnenfleckenzyklus. Akad. Verlagsges. Geest, Leipzig 1959.
- [2] Bondy F., Droughts in New Zealand. N. Z. Meteor. Service. Meteor. Office Note Nr 34 (Reprinted from N. Z. J. Sci. Sec. B, Vol. 32, Nr 2, (Christchurch) 1950.
- [3] Brooks C. E. P. and Glasspoole J., British Floods and Droughts, I edit., London 1928.
- [4] Бучинский И. Е. — О засухах на Русской равнине за последнее тысячелетие. Суховеи, их происхождение и борьба с ними. Акад. Наук СССР, Институт Географии, Москва 1951.
- [5] Coronas J., The extraordinary Drought in the Philippines. Dep. of the Inter.-Weather Bureau Manila 1912.
- [6] Dammann W., Nasse und trockene Perioden im Harz in Abhängigkeit von der Wetterlage. Reichsamt für Wetterdienst-Wiss. Abh., Bd 2, Nr 8, Berlin 1937.
- [7] Gorczyński W., O opadach w Warszawie. Odbitka ze Spr. z Pos. TNW, Wyd. Mat.-Przyr., rok 4, z. 8, Warszawa 1911.
- [8] Gorczyński W., O zmienności opadu według obserwacji warszawskich od 1803 r. Odbitka ze Spr. z Pos. TNW, Wyd. Mat.-Przyr., rok 4, z. 9, Warszawa 1911.
- [9] Gorczyński W., Materiały do poznania opadów w Królestwie Polskim (1901—1910) z dodatkiem o opadach w Warszawie (1803—1910). TNW, III Wyd. Nauk Mat.-Przyr., Komisja Meteorol., Warszawa 1912.
- [10] Hellmann G., Über die Vertheilung der Niederschläge in Norddeutschland. S. B. preuss. Akad. Wiss. 28, Berlin 1914.
- [11] Hohendorf E., Dotychczasowe metody obliczeń dzielnika opadowego a metoda średnich 10-letnich. Studia Soc. Sci. Torunensis, Sec. A, Vol. 2, Nr 1, Toruń 1949.
- [12] Horwitz L., Jeszcze o osobliwych wahanich klimatycznych w Europie, Prace Geofiz., r. 6, z. 7, Warszawa 1929.
- [13] Jaeger F., Trocknet Afrika aus? Geogr. Zeitschr., Bd 49, H. 1/2, Leipzig 1943.
- [14] Kosiba A., Klimat Ziem Śląskich. Instytut Śląski, Katowice—Wrocław 1948.
- [15] Kosiba A., Zagadnienie bilansu wilgoci na Śląsku w świetle zmian wilgotności względnej. Przegl. Meteorol. i Hydrolog., r. 5, z. 3/4, Warszawa 1952.
- [16] Kosiba A., Zagadnienie współczesnych oscylacji klimatycznych. Czas. Geogr., t. 20, z. 1—4, Wrocław 1949.
- [17] Lambor J., Stepowienie środkowych obszarów Polski. Prace Państw. Inst. Hydrolog.-Meteorol. z. 34, Warszawa 1954.
- [18] Марков К. К. — Высыхает ли Средняя и Центральная Азия? Вопросы Географии. Сборник 24. Научные сборники Московского филиала Геогр. Общ. СССР. Москва 1951.
- [19] Merecki R., Klimatologia Ziem Polskich. Warszawa 1914.
- [20] Mergentaler J., Słońce. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa 1958.
- [21] Okołowicz W., Uwagi o zmianie klimatu. Gosp. Wodna, r. 8, Nr 9, Warszawa 1948.
- [22] Okołowicz W., Z zagadnień zmian klimatu. Przegl. Geogr. t. 21, z. 3/4, Warszawa 1948.
- [23] Omer-Cooper J., Desiccation. The march of desert has occurred in the well-watered countries of Europe. (Reprinted from „Veld Trust News“, Vol. 4, Nr 9, Bloemfontein 1948.
- [24] Ostromecki J., Zagadnienie rośliny w gospodarce wodnej. Gosp. Wodna, r. 6, Nr 1/2, Warszawa 1946.
- [25] Ostromecki J., Wiekowe wahania opadów w północnych zlewniach środkowej Europy. Gosp. Wodna, r. 8, Nr 4, Warszawa 1948.
- [26] Pietkiewicz A., Stosunki opadu atmosferycznego w Warszawie. Pam. Fiz., t. 9, Warszawa 1889.

- [27] Polackówna M., Wahania klimatyczne w Polsce w wiekach średnich. Prace Geogr. E. Romera, Lwów 1925.
- [28] Romer E., Geograficzne rozmieszczenie opadów atmosferycznych w krajach karpackich. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. A. U., t. 29, Kraków 1894.
- [29] Romer E., Nowy przyczynek do metod klimatologii. Kosmos, t. 21, Lwów 1896.
- [30] Romer E., O współczesnej oceanizacji klimatu europejskiego. Przegl. Geogr., t. 21, z. 1/2, Warszawa 1947.
- [31] Rychliński J. P., Wahania opadów w Polsce. Wiad. Meteorol. 1923, Nr 2, Warszawa 1923.
- [32] Rychliński J. P., O wieloletnich średnich wysokościach rocznych opadów w Warszawie. Prace Meteorol. i Hydrograf. 1927, z. 4, Warszawa 1927.
- [33] Селянинов Г. Т. — Агрономическое понимание засухи и суховея и их распространение на Европейской территории СССР. Суховеи, их происхождение и борьба с ними. Акад. Наук СССР, Институт Географии, Москва 1951.
- [34] Sikorski W., Czy kraj nasz wysycha? Warszawa 1910.
- [35] Smosarski W., Temperatura i opady na Pomorzu podług obserwacji wieloletnich. Roczn. Nauk Roln., t. 9, Poznań 1923.
- [36] Stenz E., Charakterystyka klimatologiczna suszy ze szczególnym uwzględnieniem suszy r. 1951. Przegl. Meteorol. i Hydrolog. r. 5, z. 3/4, Warszawa 1952.
- [37] Visher S., Droughts and Floods in United States. Econ. Geogr., Vol. 19, Nr 1, Worchester 1943.
- [38] Wiszniewski W., Klimatologiczna charakterystyka suszy w Polsce w r. 1951. Przegl. Meteorol. i Hydrolog., r. 5, z. 3/4, Warszawa 1952.
- [39] Wussow G., Die Häufigkeit zu nasser und zu trockener Sommermonate (Regenklemmen) in Ost Preussen. Ber. preuss. met. Inst. in J. 1925. Veröff. preuss. met. Inst. Nr 335, Berlin 1926.
- [40] Wussow G., Die Häufigkeit zu nasser und zu trockener Sommermonate im mittleren Norddeutschland. Abh. Bd 9, Nr 4, Veröff. preuss. met. Inst. Nr 366, Berlin 1929.
- [41] Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd 2, Reichsamt für Wetterdienst, Berlin 1939.
- [42] Klima des Ostlandes, Bd 2, Reichsamt für Wetterdienst, Berlin—Riga 1944.

София Качоровска

ОСАДКИ В ПОЛЬШЕ В МНОГОЛЕТНЕМ РАЗРЕЗЕ

Резюме

В первой части работы проводится исследование тренда осадков — их тенденции и ее знака. Ряды сумм осадков выравниваются методом наименьших квадратов при предположении учитывающей существование простолинейной корреляции между периодом времени и годовыми суммами осадков.

В период времени, считая с самого начала наблюдений (1813—1878) до 1958 года, на 12 исследованных станций, 3 из них расположенные в центральной Польше показывают легкую тенденцию к понижению (0,1—0,9 мм/год), 9 — расположенных в северной, западной и южной области страны — к повышению (0,3—1,6 мм/год).

Проверка знаменательности результатов показала, что зависимость между периодом времени и суммами осадков является существенным признаком только для 5 станций и у них всех существует тенденция к повышению — при учёте предположения степени доверия 0,1 (рис. 1).

Чтобы установить связь с результатами работ В. Околовича [22], И. Остроменцкого [25] и Ю. Лямбора [17] анализируются ряды сумм осадков за период с 1851—1958 г. Среди 8 исследованных станций, 7 сохранили тенденцию к повышению и 1 к понижению, из них только 4 обнаружили определение знаменательности (рис. 2).

Чтобы проиллюстрировать изменения в характере тенденции осадков в период последнего двадцатилетия более подробно исследовался период времени с 1900—1959 г. на основании 16 станций с „полным“ периодом наблюдений и 28 станций с „редуцированным“ периодом (1900—1902, 1904—1913, 1918—1937, 1946—1959) (рис. 3 и 4).

В „полном“ периоде тенденция к повышению удерживается только в восточной части страны; весь запад, центр и юг обнаруживают понижение. Знаменательность связи очень слабая — обнаружилась только для 4 станций (рис. 3).

В „редуцированном“ периоде тенденция к понижению проявляется в северо-западной, западной и южной Польше (—0,2 — —2,0 мм/год), в центральной полосе тянущейся вдоль от Ольштына через Варшаву, Сопоты и вероятно дальше на юго-восток, не показывает никакого изменения (—0,1 — +0,1), но на севере и востоке страны появляется тенденция к повышению (1,7—1,0 мм/год). Знаменательность результатов показывается лишь только для 5 станций (рис. 4).

Рис. 5 представляет результаты формирования тенденции в разных частях Польши. Обнаруживается легкая убыль осадков в западной, центральной

и южной Польше, незначительное повышение на севере и востоке. Значительность результатов везде ниже принятой степени доверия.

Вторая часть работы посвящена попыткам поисков периодичности.

Ряды годовых сумм осадков, выравненные методом скальзящих средних трехлетних, для 5 станций показаны на графике (рис. 6). Кривые для Кракова (1920—1948) и для Вроцлава (1920—1939) сугерируют существование 10—11-летнего периода.

Учитывая это применяется гармоничный анализ к выравненным рядам годовых сумм осадков и средних чисел Вольфа за общий период 1862—1938. Вычисления были проведены электронной машиной. Максимальная амплитуда осадков соответствует первой гармонической, что указывает на существование приблизительно 70-летнего периода (таб. 8, 9).

Такой же самый анализ был проведен для осадков и средних чисел Вольфа за 95-летний период (1842—1936) для Варшавы и Вроцлава. В Варшаве довольно ясно вырисовывается период приблизительно 16 лет, во Вроцлаве — 90 лет (таб. 10, 11).

Независимо от того кривая сумм осадков для Варшавы за период 142 лет и для Кракова за период 106 лет была разложена с помощью аналогового гармонического анализатора в Государственном Гидрологическо-Метеорологическом Институте. И здесь подтверждается предположение существования периода приблизительно 70-летнего для обеих станций, а также приблизительно 16-летнего в Варшаве и 14-летнего в Кракове (таб. 12).

Кроме того исследовано формирование сумм годовых осадков в подпериодах вблизи максимума и вблизи минимума солнечных пятен (таб. 13 и рис. 7), но не обнаружилась ясная связь между этими явлениями. Возможно, что при исследовании этой связи в более коротких периодах (например в сезонах) получилась бы другая картина.

Проверено гипотезу Ф. Баура [1], согласно которой 11-летний цикл солнечных пятен совмещает в себе 3 колебания летних сумм осадков. По данным настоящей работы можно обнаружить только 2 колебания. Исследуется формирование отклонений от средних многолетних сумм осадков летнего периода для 100-летних рядов Варшавы и Кракова, а также для 60-летних низменной Польши и Подгалья в циклах солнечных пятен. Повышенная повторяемость избытка летних осадков проявляется за 1 год перед максимумом, на 1 год после максимума и на 1 год после минимума солнечных пятен. Повышенная повторяемость недобора летних осадков наблюдается за 2 года перед минимумом и за 2 года перед максимумом солнечных пятен (таб. 14 и 15).

В третьей части работы рассматривается вопрос различия в сумме осадков на территории Польши, при этом вероятность проявления их недобора и избытка.

Прежде всего обстоятельно анализируются распределительные ряды сумм осадков для отдельных месяцев для 27 наблюдательных станций (таб. 16). Эти исследования привели к выделению следующих 11 районов: Поморское поозерье, Мазурское поозерье, центральная и западная Польша, Люблинская возвышенность, Силезская низменность, Судетское предгорье, Краковско-Ченстоховская возвышенность, Предкарпатская низменность, Западные Бескиды, Сондецкий Бескид и Подгале (рис. 8).

Средние годовые и сезонные суммы осадков для вышеупомянутых районов исследуются с точки зрения их достоверности и степени их рассеяния (таб. 17).

Совершается попытка оценки действительных средних сумм годовых и сезонных осадков для каждого района с вероятностью 95% (таб. 18).

Сопоставляется частота сумм осадков для месяцев зимнего и летнего полугодья (таб. 19 и 20) в классах 0—50, 51—100 и >100 мм для 11 районов и делаются полигональные графики (рис. 9 и 10).

Принимаются следующие критерии для оценки годов и сезонов в зависимости от суммы осадков:

средние, когда отклонения от средней многолетней суммы не превышают $\pm 10\%$.

сухие или влажные, когда отклонения от средней многолетней колеблются в границах $\pm 11-25\%$,

очень сухие или очень влажные, когда отклонения от средней многолетней колеблются в границах $\pm 26-50\%$,

крайне сухие или крайне влажные, когда отклонения от средней многолетней превышают $\pm 50\%$.

Таб. 21 и 22 показывает повторяемости вышеуказанных категорий, вычисленные по отношению к 100-летию, сопоставленные по сезонам или же сгруппированные на основании размеров отклонений. Картина формирования повторяемости годичных и сезонных сумм осадков в выделенных категориях 11 районов представлена в гистограммах (рис. 11). На их основании трудно говорить о том, какой из районов выделяется по отношению недобора или избытка воды доставленной осадками.

Чтобы представить результаты исследований для некоторых более крупных физико-географических единиц, связанных общими признаками, за ведущий фактор принимается высота над уровнем моря. Изогипса 300 м является границей между низменной Польшей и польскими Карпатами. Сопоставляются данные 22 наблюдательных станций, отвечающих 8 выше выделенным районам, представляющих низменную Польшу, а также 5 наблюдательных станций из остальных 3 районов, представляющих Бескиды и Подгале; результаты даются в таб. 23 и на рис. 12. Здесь же представлены подсчёты для всей Польши.

На основании этого формулируются следующие выводы:

1. Исследование тенденций осадков на территории Польши может свидетельствовать о том, что небольшие и слабо подтвержденные статистически изменения осадков не являются причиной ощущаемого недостатка воды.

2. Анализ повторяемости средних, сухих и влажных годовых периодов и отдельных сезонов вместе с оценкой их градации в 11 районах Польши в 60-летний период дает довольно хаотическую картину. В обобщении недоборы берут верх по отношению к количеству случаев, тогда как избытки — по отношению к интенсивности осадков.

3. Сопоставление повторяемости средних, сухих и влажных годовых периодов и сезонов для низменной Польши, а также для польских Карпат показывает:

а) выравнивание количества сезонов со средними суммами осадков, а также всех сезонов с избытками и недоборами на территории низменной Польши,

б) перевес случаев с недоборами над средними — главным образом летом, осенью и зимой в южной Польше.

4. Аналогичное сопоставление для всей Польши показывает:

а) крупный перевес средних сумм осадков и легкий избыток избытка по отношению к недоборам в годовом разрезе,

б) отлично выравненное отношение между случаями с нормальными осадками, с недоборами и избытками весной и летом,

в) увеличение количества недоборов за счёт убытка средних осенью и зимой,

г) в классе наибольших отклонений ($> 50\%$) во всех сезонах чаще всего случаются периоды чрезмерно влажные, чем чрезмерно сухие. Осени показывают самые крайние случаи.

5. Причины повсеместно ощущаемого недостатка воды, кажется, следует искать не в пониженном количестве осадков, а в изменении других элементов водного баланса, а также в способе использования воды, на что влияют: изменение гидрологических условий страны, которое является следствием естественного развития гидрологических явлений, а также искусственного воздействия человека.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ

Рис. 1. Коэффициенты регрессии и оценка знаменательности. Период времени от начала наблюдений (1813—1878) до 1958

I — станции в учете; *2* — существенная зависимость

Рис. 2. Коэффициенты регрессии и оценка знаменательности. Период времени 1851—1958

I — станции в учете; *2* — существенная зависимость

Рис. 3. Коэффициенты регрессии и оценка знаменательности. Период времени 1900—1959 „полный“

I — станции в учете; *2* — существенная зависимость

Рис. 4. Коэффициенты регрессии, оценка знаменательности и характер тенденции. Период времени 1900—1959 „редуцированный“

I — станции в учете; *2* — существенная зависимость; *3* — линии одинаковой изменчивости осадков выраженной в мм/год

Рис. 5. Коэффициенты регрессии в разных частях Польши. Период времени 1900—1959 „редуцированный“

I — Северо-Западная Польша; *II* — Северная и Восточная Польша; *III* — Центральная Польша; *IV* — Западная Польша; *V* — Южная Польша (без горной области); *VI* — Горная область.

Числа определяют величину коэффициентов

Рис. 6. Годовые суммы осадков и средние годовые числа Вольфа выравненные методом трехлетних скользящих средних. Период времени 1842—1958

Рис. 7. Годовые суммы осадков в подпериодах вблизи максимума и вблизи минимума солнечных пятен (с учетом среднего числа Вольфа = 50). Период времени 1851—1958

1 — Суммы осадков при минимуме солнечных пятен; *2* — Суммы осадков при максимуме солнечных пятен; *3* — Средние суммы осадков при максимуме солнечных пятен; *4* — Средние суммы осадков при минимуме солнечных пятен

Рис. 8. Районы по повторяемости различных классов осадков. Период времени 1900—1959 „редуцированный“

I — Поморское поозерье; *II* — Мазурское поозерье; *III* — Центральная и западная Польша; *IV* — Люблинская возвышенность; *V* — Силезская низменность;

VI — Судетское предгорье; *VII* — Краковско-Ченстоховская возвышенность; *VIII* — Предкарпатская низменность; *IX* — Западные Бескиды; *X* — Сондецкий Бескид; *XI* — Подгале

Рис. 9. Повторяемость месячных сумм осадков в различных классах в отдельных районах в 6-ти месяцах зимнего полугодья, выраженная в % (полигональные кривые) *A—, D—, G—*: 1 — Поморское поозерье, 2 — Мазурское поозерье; *B—, E—, H—*: 3 — Центральная Польша, 4 — Люблинская возвышенность, 5 — Силезская низменность, 6 — Судетское предгорье, 7 — Краковско-Ченстоховская возвышенность, 8 — Предкарпатская низменность; *C—, F—, I—*: 9 — Западные Бескиды, 10 — Сондецкий Бескид, 11 — Подгале

Рис. 10. Повторяемость месячных сумм осадков в различных классах в отдельных районах в 6-ти месяцах летнего полугодья, выраженная в % (полигональные кривые) *A—, D—, G—*: 1 — Поморское поозерье, 2 — Мазурское поозерье; *B—, E—, H—*: 3 — Центральная Польша, 4 — Люблинская возвышенность, 5 — Силезская низменность, 6 — Судетское предгорье; *C—, F—, I—*: 7 — Краковско-Ченстоховская возвышенность, 8 — Предкарпатская низменность, 9 — Западные Бескиды, 10 — Сондецкий Бескид, 11 — Подгале

Рис. 11. Повторяемость сумм осадков в классах от 25 до 225% нормы в отдельных районах. Год и сезоны. (Гистограммы)

Рис. 12. Повторяемость сумм осадков в классах от 25—175% нормы для низменной Польши и польских Карпат а также для территории всей Польши. Гистограммы

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Уравнения прямых регрессии. Период времени от начала наблюдений (1813—1878) до 1958
- Таблица 2. Коэффициенты прямых регрессии и оценка их знаменательности. Период времени от начала наблюдений (1813—1878) до 1958
- Таблица 3. Уравнения прямых регрессии и оценка их знаменательности. Период времени 1851—1958
- Таблица 4. Коэффициенты регрессии. Период времени 1851—1940 и 1851—1958
- Таблица 5. Уравнения прямых регрессии и оценка их знаменательности. Период времени 1900—1959 „полный“
- Таблица 6. Уравнения прямых регрессии и оценка их знаменательности. Период времени 1900—1959 „редуцированный“
- Таблица 7. Максимальные и минимальные суммы осадков (после выравнивания методом скользящих средних). Период времени 1850—1959
- Таблица 8. Коэффициенты: a_i при \cos и b_i при \sin для очередных гармонических функций. Период времени 73 года (1864—1936)
- Таблица 9. Величина, амплитуды A_i и оценка фазового продвижения. Период времени 73 года (1864—1936)
- Таблица 10. Коэффициенты a_i при \cos и b_i при \sin для очередных гармонических функций. Период времени 95 лет (1842—1936)
- Таблица 11. Величина амплитуды A_i и оценка фазового продвижения. Период времени 95 лет (1842—1936)
- Таблица 12. Коэффициенты a_i при \cos и b_i при \sin а также величины амплитуд для Варшавы и Кракова полученные с применением аналогового гармонического анализатора

- Таблица 13. Взаимная связь между средними годовыми суммами осадков в подпериодах времени с максимум и в подпериодах времени с минимум солнечных пятен. Период времени 1853—1959
- Таблица 14. Отклонения летних сумм осадков от средней многолетней для Варшавы и Кракова в 11-тилетних циклах солнечных пятен. Период времени 1850—1959
- Таблица 15. Отклонения летних сумм осадков от средней многолетней для низменной Польши и для Подгалья в 11-тилетних циклах солнечных пятен. Период времени 1900—1959
- Таблица 16. Повторяемость различных классов осадков в отдельных месяцах на 27 наблюдательных станциях. Период времени 1900—1959.
- Таблица 17. Средние суммы осадков годовые и сезонные. Стандартные отклонения. Коэффициенты изменчивости для 11 районов. Год и сезоны. Период времени 1900—1959
- Таблица 18. Границы, в которых помещаются действительные суммы осадков годовые и сезонные в районах с вероятностью 95%
- Таблица 19. Повторяемость различных классов осадков в 6-ти месяцах зимнего полугодья в 11-ти районах, выраженная в %
- Таблица 20. Повторяемость различных классов осадков в 6-ти месяцах летнего полугодья в 11-ти районах, выраженная в %
- Таблица 21. Вероятность проявления лет и сезонов с различными категориями отклонений от средних сумм осадков в %
- Таблица 22. Вероятность проявления сезонов средних, сухих, влажных, очень сухих, очень влажных, крайне сухих и крайне влажных в отдельных районах в %
- Таблица 23. Вероятность проявления лет и сезонов средних, сухих и влажных на территории низменной Польши и в польских Карпатах а также на территории всей Польши в %

ZOFIA KACZOROWSKA

PRECIPITATION IN POLAND IN LONG-PERIOD AVERAGES

Summary

In the first part of this paper, the author investigates the trend of precipitation, its tendencies and its plus and minus sign. She smoothes the series of the sums of precipitation by the method of least squares, assuming a straight-line correlation to exist between time and yearly amounts of precipitation.

During the period from establishing climatic stations (1813—1878) until 1958, among the 12 investigated stations three situated in Central Poland disclose a slight tendency of decrease (-0.1 — -0.9 mm/year), whereas nine stations situated in the Northern, Western and Southern part of the country showed a tendency of increase (0.3 — 0.6 mm/year).

Verification of the validity of these results revealed the interdependence between time and total precipitation to be essential at 5 stations only, all of them showing a tendency of increase, — presupposing a confidence level equalling 0.1 (Fig. 1).

In order to tie up with investigations made by W. Okołowicz [22], J. Oströmęcki [25] and J. Lambor [17], the author additionally analyzed the series of total precipitation for the 1851—1958 period. Among 8 investigated stations, 7 maintained a tendency of increase and 1 of decrease, whereof only 4 proved the validity of this determination (Fig. 2).

In order to illustrate the changes in the character of precipitation tendency during the recent 20-year period, the author investigated in closer detail the period from 1900 to 1959 on the basis of observations of 16 full-period stations and 28 stations with a „reduced“ period of observations (1900—1902, 1904—1913, 1918—1937, 1946—1959 (Fig. 4).

During the full period, a tendency of increase was maintained solely in the Eastern part of the country, whereas the whole West, Centre and South shows a tendency of decrease. The validity of correlation proved very feeble, and has been established for 4 stations only (Fig. 3).

During the „reduced“ period of observations there occurred in North-western, Western and Southern Poland a tendency of decrease (-0.2 —

–2.0 mm/year); the central zone extending from Olsztyn via Warszawa to Sobieszyn and, probably, further Southeastwards shows no change (–0.1 — +0.1 mm/year), whereas in the North and East of Poland a tendency of increase may be observed (1.7—1.0 mm/year). The validity of these results has been established for 5 stations only (Fig. 4).

Fig. 5 presents the results of trends developing in different parts of Poland, together with an estimation of their validity. A slight decrease in precipitation has been determined in Western, Central and Southern Poland and a negligible increase in Northern and Eastern Poland; the probability is everywhere below the assumed measure expectancy.

The second part of the paper deals with attempts at determining periodicity.

The series of annual amounts of precipitation, observed by 5 stations, smoothed by the method of 3-year moving averages, have been shown on a graph (Fig. 6). The curves for Kraków (1920—1948) and Wrocław (1920—1939) suggest the existence of a 10- to 11-year period.

The smoothed series of annual amounts of precipitation and of mean Wolf indices (for the number of sunspots) for the period from 1862 to 1938 were therefore subjected to a harmonic analysis by the use of an electronic computer. The highest amplitude for precipitation coincided with the first harmonic, — a fact indicating the existence of a 70-year periodicity (Tables 10 and 11).

A similar analysis of series of precipitation and mean Wolf indices was made for a 95-year period (after smoothing, years 1842—1936) for Warszawa and Wrocław. For Warszawa a 16-year period distinctly appears, for Wrocław — a period of approximately 90 years.

Moreover, the curves of total precipitation for Warszawa for a period of 142 years (after interpolation and smoothing) and for Kraków for 106 years were investigated by an analogous harmonic analyzer in the State Hydrological-Meteorological Institute. This analysis confirmed the assumption of a period of approximately 70 years for both stations, and of a 16-year period for Warszawa and a period of about 14 years for Kraków (Table 12).

Subsequently, an investigation was made of the trends of annual total precipitation in sub-periods showing sunspot maxima and minima (Table 13 and Fig. 7); here, however, no distinct correlation has been observed. It seems advisable to change here from annual to seasonal amounts of precipitation.

The author also verified the F. Baur [1] hypothesis according to which a threefold fluctuation in the amounts of summer precipitation occurs in the 11-year sunspot cycle. She investigated the trend of deviations from mean long-period amounts of summer precipitation for 100-year series for Warszawa and Kraków, as well as for 60-year series for the Polish Lowland and

for Podhale in sunspot cycles. An increased frequency of excess of summer precipitation was revealed 1 year before and 1 year after a sunspot maximum, and 1 year after a sunspot minimum. An increased frequency of deficiency of summer precipitation occurred 2 years before a sunspot minimum and 2 years before a sunspot maximum (Tables 14 and 15).

In the third part of the paper the author studied the differentiation in total precipitation in Poland, and the probability of the occurrence of an excess or a deficiency of precipitation.

First, she analyzed in detail the individual series of total precipitation of 27 stations (Table 16). This investigation led to the differentiation of the following regions: the Pomeranian Lake District, the Masurian Lake District, Central and Western Poland, the Lublin Plateau, the Silesian Lowland, the Sudeten Foreland, the Kraków—Częstochowa Plateau, the Subcarpathian Lowland, the Western Beskides, the Sącz Beskides, the Podhale region (Fig. 8).

The annual and seasonal means of the amounts of precipitation for each of the regions mentioned above were investigated as to their probability and their degree of scattering (Table 17).

The author made an attempt of estimating the real („true“) means of total precipitation per year and per its seasons, for each of the regions, in the confidence interval of 95% (Table 18).

She also compared the frequencies of total precipitation for the winter months and summer months (Tables 19 and 20) in ranges: 0—50, 51—100, and > 100 mm for the 11 regions, and prepared suitable polygonal graphs (Figures 9 and 10).

With regard to the amounts of precipitation, the author assumed the following criteria for the estimation of years and seasons:

average:	when the deviations from the long-period mean amount do not exceed $\pm 10\%$
dry or wet:	when the deviations from the long-period mean amount fluctuate within the range of $\pm 11—25\%$
very dry or very wet:	when the deviations from the long-period mean amount fluctuate within the range of $\pm 26—50\%$
extremely dry or extremely wet:	when the deviations from the long-period mean amount exceed $\pm 50\%$.

Tables 21 and 22 contain the frequencies of the above classes, computed for a 100-year period and grouped according to seasons, and alternatively, according to magnitude of deviations. An illustration of the frequencies of annual and seasonal amounts of precipitation in the distinguished classes, occurring in the 11 regions, is shown in histograms (Fig. 11). On their basis one can hardly speak of any of the regions as being outstanding, as far as shortage or excess of precipitation is concerned.

In order to present the results of certain larger physiographic units linked by common features, their altitude a. s. l. has been taken as chief criterion. The 300 m. isohypse constitutes the boundary between the „Polish Lowland“ and the „Polish Carpathians“. The author compared data from 22 stations representing 8 of the above discussed regions, embracing the Polish Lowland, and from 5 stations from the remaining regions embracing the Beskides and Podhale, and presented these data in Table 23 and Figure 12 Here, she also added her computation comprising all of Poland.

On the basis of the above research, the author puts forth the following conclusions:

1. The investigation of the trends of precipitation in Poland seems to indicate that the insignificant and statistically poorly corroborated difference in precipitation fails to be the cause of the apparent water shortage.

2. The analysis of the frequency of average, dry and wet years and seasons, including their gradation, observed during a 60-year period in the 11 regions of Poland, yields a rather chaotic picture. Generally speaking, water deficiency predominates as to the number of instances, while water excess — as to intensity.

3. The comparison of the frequency of average, dry and wet years and seasons for the Polish Lowland and for the mountains indicates:

a) equality in the number of seasons with average amounts of precipitation, as well as all dry and wet seasons to exist in the Polish Lowland,

b) a preponderance of instances of deficiencies over averages — especially during summer, autumn and winter — to exist in Southern Poland.

4. An analogous comparison for all of Poland shows:

a) a high predominance of average amounts of precipitation and a slight prevalence of excesses over deficiencies in the yearly average,

b) during spring and summer, a proportion exactly balanced between instances of deficiency and excess,

c) during autumn and winter, an increase in the number of deficiencies in precipitation against a decrease in instances of average precipitation,

d) in the class of highest deviations ($> 50\%$), excessively wet periods occur in all seasons more frequently than excessively dry periods. The autumn is the season of greatest contrasts.

5. It seems that the cause of the commonly felt shortage of water should be looked for not in a decrease of precipitation but rather in changes within other elements of the water balance, as well as in the manner of water utilization in view of changes in hydrological conditions brought about by natural or artificial agencies.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Coefficients of regression and estimation of validity. Period from beginning of observations (1813—1878) up to 1958
I — stations taken into account; 2 — essential interdependence
- Fig. 2. Coefficients of regression and estimation of validity. Period from 1851 to 1958.
I — stations taken into account; 2 — essential interdependence
- Fig. 3. Coefficients of regression and estimation of validity. „Full“ period from 1900 to 1959
I — stations taken into account; 2 — essential interdependence
- Fig. 4. Coefficients of regression, estimation of validity and character of tendency. „Reduced“ period from 1900 to 1959
I — stations taken into account; 2 — essential interdependence; 3 — lines of identical change of precipitation expressed in mm/year
- Fig. 5. Coefficients of regression and estimation of validity in different parts of Poland. „Reduced“ period from 1900 to 1959
I — Northwestern Poland; *II* — Northern and Eastern Poland; *III* — Central Poland; *IV* — Western Poland; *V* — Southern Poland (without mountains); *VI* — Mountains. Numbers defining values of coefficients
- Fig. 6. Annual total precipitation and mean annual Wolf indices, smoothed by the method of 3-year moving averages. Period from 1842 to 1958
- Fig. 7. Annual total precipitation in subperiods surrounding sunspot maxima and sunspot minima (taking into account the mean Wolf index = 50). Period from 1851 to 1958
I — total precipitation at minimum of sunspots; 2 — total precipitation at maximum of sunspots; 3 — mean sums of precipitation at maximum of sunspots; 4 — mean sums of precipitations at minimum of sunspots
- Fig. 8. Regions grouped according to their frequency of total precipitation in the various classes
I — the Pomerian Lake District, *II* — the Masurian Lake District, *III* — Central and Western Poland, *IV* — the Lublin Plateau, *V* — the Silesian Lowland, *VI* — the Sudeten Foreland, *VII* — the Kraków—Częstochowa Plateau, *VIII* — the Subcarpathian Lowland, *IX* — the Western Beskides, *X* — the Sącz Beskides, *XI* — the Podhale region
- Fig. 9. Frequency of monthly total precipitation in various classes, for the individual regions, for the 6 winter months, in per cent values (Polygonal curves)
A—, D—, G—: 1 — the Pomerian Lake District, 2 — the Masurian Lake District; *B—, E—, H—*: 3 — Central Poland, 4 — the Lublin Plateau, 5 — the Silesian Lowland, 6 — the Sudeten Foreland, 7 — the Kraków—Częstochowa Plateau, 8 — the Subcarpathian Lowland, *C—, F—, I—*: 9 — the Western Beskides, 10 — the Sącz Beskides, 11 — the Podhale region
- Fig. 10. Frequency of monthly total precipitation in various classes, for the individual regions, for the 6 summer months, in per cent values (Polygonal curves)
A—, D—, G—: 1 — the Pomerian Lake District, 2 — the Masurian Lake District; *B—, E—, H—*: 3 — Central Poland, 4 — the Lublin Plateau, 5 — the Silesian Lowland, 6 — the Sudeten Foreland; *C—, F—, I—*: 7 — the Kraków—Częstochowa Plateau, 8 — the Subcarpathian Lowland, 9 — the Western Beskides, 10 — the Sącz Beskides, 11 — the Podhale region
- Fig. 11. Frequency of total precipitation in classes from 25 to 225% of mean values, for the individual regions. Year and seasons (Histograms)
- Fig. 12. Frequency of total precipitation in classes from 25 to 175% of mean values, for the Polish Lowland and the Polish Carpathians, and for all of Poland. Year and seasons (Histograms)

LIST OF TABLES

- Table 1. Equations of straight-line regression. Period from beginning of observations (1813—1878) up to 1958
- Table 2. Coefficients of straight-line regression and estimation of their validity. Period from beginning of observations up to 1958
- Table 3. Equations of straight-line regression and estimation of their validity. Period from 1851 to 1958
- Table 4. Coefficients of regression. Periods: 1851—1940 and 1851—1958
- Table 5. Equations of straight-line regression and estimation of their validity. „Full“ period from 1900 to 1959
- Table 6. Equations of straight-line regression and estimation of their validity. „Reduced“ period from 1900 to 1959
- Table 7. Highest and lowest amounts of precipitation (after smoothing by method of moving averages). Period from 1850 to 1959
- Table 8. Coefficients a_i for cos, and b_i for sin for successive harmonic functions. Period 73 years (from 1864 to 1936)
- Table 9. Values of amplitude A_i and estimation of phase shifting. Period 73 years (from 1864 to 1936)
- Table 10. Coefficients a_i for cos, and b_i for sin for successive harmonic functions. Period 95 years (from 1842 to 1936)
- Table 11. Values of amplitude A_i and estimation of phase shifting. Period 95 years (from 1842 to 1936)
- Table 12. Coefficients a_i for cos, and b_i for sin, and values of amplitude A_i for Warszawa (142 years) and Kraków (106 years) computed by means of analogous harmonic analyzer
- Table 13. Interrelation between mean annual total precipitation and subperiods with sunspot maxima and subperiods with sunspot minima. Period from 1850 to 1959
- Table 14. Deviations of summer total precipitation from long-period mean during 11-year sunspot cycles, for Warszawa and Kraków. Period from 1850 to 1959
- Table 15. Deviations of amounts of summer precipitation from long-period mean during 11-year sunspot cycles, for the Polish Lowland and Podhale. Period from 1900 to 1959
- Table 16. Frequency of precipitation of various classes in individual months, observed at 27 stations. Period from 1900 to 1959
- Table 17. Mean total precipitation, standard deviations, coefficients of variation for 11 regions; for years and seasons
- Table 18. Limits defining factual annual and seasonal total precipitation in 11 regions with 95% probability
- Table 19. Frequency of precipitation of various classes during the 6 winter months in the individual regions, in per cent values
- Table 20. Frequency of precipitation of various classes during the 6 summer months in the individual regions, in per cent values
- Table 21. Probability of occurrence of years and seasons with various categories of deviations from mean long-period total precipitation for the individual regions, in per cent values
- Table 22. Probability of occurrence of average, dry, wet, very dry, very wet, extremely dry and extremely wet seasons for the individual regions, in per cent values
- Table 23. Probability of occurrence of average, dry and wet seasons for the Polish Lowland, the Polish Carpathians, and for all of Poland, in per cent values

Cena zł 28,—