

POLSKA  
AKADEMIA  
NAUK

PL ISSN 0012—5032

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

JAN TAMULEWICZ

TAKSONOMICZNE PODSTAWY  
TYPOLOGII REŻIMU  
OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH  
NA PRZYKŁADZIE  
POJEZIERZA POMORSKIEGO  
I NIZINY WIELKOPOLSKIEJ



ROK 1982

ZESZYT 3-4

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK · ŁÓDŹ  
ZAKŁAD NARODOWY IM. OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**WYKAZ ZESZYTÓW**  
**PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ**  
za ostatnie lata

**1976**

- 1 Modele w geografii fizycznej, s. 151, zł 24,—
- 2 Modele dyfuzji i łańcuchy Markowa w analizie przestrzennej, s. 124, zł 24,—
- 3-4 Metody matematyczne w badaniach struktury przestrzennej rolnictwa, s. 151, zł 48,—

**1977**

- 1 Zdjęcia i obrazy satelitarne w badaniach środowiska geograficznego, s. 147, zł 24,—
- 2 Przestrzenne modele symulacyjne, s. 153, zł 24,—
- 3 Integracja systemu planowania oraz rozwój miast w Europie Zachodniej, s. 120, zł 24,—
- 4 Badanie i zbieranie map. Przegląd historyczny, s. 78, zł 24,—

**1978**

- 1 Ekologia krajobrazu, s. 123, zł 24,—
- 2 Geografia zastosowań ekonomicznych, s. 95, zł 24,—
- 3-4 Teoria biegunów wzrostu, s. 254, zł 48,—

**1979**

- 1 Metodyka nauczania geografii, s. 165, zł 24,—
- 2 Metody sformalizowane w badaniach geokompleksów, s. 107, zł 24,—
- 3 Wybrane podstawy filozoficzne geografii współczesnej, s. 177, zł 24,—
- 4 Geografia jako nauka, s. 144, zł 24,—

**1980**

- 1 Wybrane problemy geografii miast, s. 135, zł 24,—
- 2 Teledetekcja środowiska geograficznego, s. 203, zł 24,—
- 3 Klęski żywiołowe a rozwój gospodarczy krajów Trzeciego Świata, s. 135, zł 24,—
- 4 Metody ilościowe w geografii transportu, s. 153, zł 24,—

**1981**

- 1 Współczesne kierunki metodologiczne w geografii Trzeciego Świata, s. 169, zł 24,—
- 2-3 Geografia społeczna, s. 155, zł 24,—
- 4 Problemy geografii rozwoju, s. 180, zł 24,—

TAKSONOMICZNE PODSTAWY  
TYPOLOGII REŻIMU  
OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH  
NA PRZYKŁADZIE  
POJEZIERZA POMORSKIEGO  
I NIZINY WIELKOPOLSKIEJ

POLISH ACADEMY OF SCIENCES  
INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND SPATIAL ORGANIZATION

---

THE TAXONOMIC FOUNDATIONS  
OF PRECIPITATION REGIME TYPOLOGY:  
A STUDY OF THE POMERANIAN  
LAKE DISTRICT  
AND THE GREAT POLAND LOWLAND



YEAR 1982

FASC. 3-4

---

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK · ŁÓDŹ  
ZAKŁAD NARODOWY IM. OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

<http://rcin.org.pl>

POLSKA  
AKADEMIA  
NAUK

---

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

JAN TAMULEWICZ

TAKSONOMICZNE PODSTAWY  
TYPOLOGII REŻIMU  
OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH  
NA PRZYKŁADZIE  
POJEZIERZA POMORSKIEGO  
I NIZINY WIELKOPOLSKIEJ



ROK 1982

ZESZYT 3-4

---

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK · ŁÓDŹ  
ZAKŁAD NARODOWY IM. OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

<http://rcin.org.pl>

## KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny: Jerzy Grzeszczak

Sekretarz Redakcji: Zuzanna Siemek

Członkowie Redakcji: Maria Ciechocińska, Kazimierz Klimek,  
Wanda Spryszyńska, Władysława Stola, Andrzej Żeromski

Adres Redakcji:

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-921 Warszawa

Redaktor Wydawnictwa: Hanna Jurek

Redaktor techniczny: Maciej Szłapka

*Printed in Poland*

Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo. Wrocław 1982.  
Nakład: 370 egz. Objętość: ark. wyd. 6,60, ark. druk. 5,63 + 2 wkl.,  
ark. A<sub>1</sub> – 7. Papier druk. sat. kl. IV, 70 g, 70×100. Oddano do  
składania 30 X 1981. Podpisano do druku. 30 IX 1982. Druk ukończo-  
no w październiku 1982. Wrocławska Drukarnia Naukowa.  
Zam. 461/81 – H-7 – Cena zł 60.–

## SPIS TREŚCI

|  |    |
|--|----|
| Przedmowa . . . . .  | 7  |
| Wprowadzenie . . . . .   | 9  |
| Cel pracy i metody badań . . . . .   | 12 |
| Materiał źródłowy . . . . .  | 13 |
| Klasyfikacja typologiczna reżimu opadów atmosferycznych w świetle metod taksonomii numerycznej . . . . .                                   | 15 |
| Wstępny etap opracowania materiałów pluwiometrycznych na tle podstawowych pojęć typologicznych . . . . .                                   | 15 |
| Metoda dendrytu wrocławskiego . . . . .  | 20 |
| Weryfikacja wyników badań metodą składowych głównych Hotellinga . . . . .  | 22 |
| Próba klasyfikacji typologicznej opartej na funkcji gęstości oraz funkcji potencjału . . . . .   | 26 |
| Typy reżimu opadów atmosferycznych na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej oraz ich charakterystyka . . . . .           | 33 |
| Struktura sezonowa reżimu opadów atmosferycznych . . . . .   | 52 |
| Koncentracja sezonowa oraz częstość pojawiania się w ciągu roku typów reżimu opadów atmosferycznych . . . . .                              | 52 |
| Występowanie sezonów opadowych na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej . . . . .  | 63 |
| Typy struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych . . . . .   | 73 |
| Uwagi końcowe . . . . .  | 81 |
| Bibliografia . . . . .   | 84 |
| The taxonomic foundations of precipitation regime typology: a study of the Pomeranian Lake District and the Great Poland Lowland . . . . . | 88 |
| Таксономические основы типологии режимов атмосферных осадков на примере Померанского поозерья и Великопольской низменности . . . . .       | 90 |





## PRZEDMOWA

Prezentowana praca dotyczy opadów atmosferycznych. Autor proponuje nieco odmienne spojrzenie na sposób charakterystyki tego elementu pogody. Praca powstała w Zakładzie Klimatologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, w ramach studiów poświęconych analizie stosunków klimatycznych Polski Północno-Zachodniej metodami kompleksowymi, wpływającymi z idei klimatologii kompleksowej, ale rozumianej i traktowanej znacznie szerzej niż to czynili jej prekursorzy. Głównym jej założeniem jest jednoczesne rozpatrywanie całego zespołu (kompleksu) wskaźników mniejszej lub większej liczby elementów pogody, celem uzyskania w miarę pełnej charakterystyki pogody jako podstawowego elementu klimatu.

W prezentowanej pracy koncepcja jednoczesnej analizy kilku wskaźników przeniesiona została na grunt jednego elementu pogody, jakim jest między innymi opad atmosferyczny. Podobnie jak typ pogody stanowi syntezę zjawisk fizycznych zachodzących w atmosferze, tak typ reżimu opadów atmosferycznych jest kompleksowym ujęciem charakterystyki opadów atmosferycznych, a więc jednego elementu pogody. W wyniku spełnienia wymogów kompleksowej charakterystyki stosunków opadowych znalazła się w niniejszej pracy typologiczna klasyfikacja reżimu opadów atmosferycznych.

Koncepcja charakterystyki stosunków opadowych metodą kompleksową oraz zastosowane do realizacji zasadniczych celów badawczych metody ilościowe, w znacznym stopniu ograniczające subiektywizm osiągniętych wyników końcowych, sprawiają, iż do wielokrotnie już poruszanej w literaturze klimatologicznej problematyki opadów atmosferycznych, ta praca wnosi wiele istotnych i nowych wartości. Jest to odmienne od dotychczasowych spojrzenie na zagadnienie charakterystyki reżimu opadów atmosferycznych.

*Alojzy Woś*



## WPROWADZENIE

Znajomość szczegółowej charakterystyki opadów atmosferycznych ma ważne znaczenie dla wielu dyscyplin naukowych oraz praktycznej działalności człowieka. W poznaniu reżimu opadów atmosferycznych szczególna rola przypada naukom geograficznym. Według Okołowicza (1969), „... opad stanowi ostatnie z ogniw ogólnego obiegu wody w przyrodzie, w tym jego wycinku, którym interesują się nauki o atmosferze. Jednocześnie, jest on pierwszym ogniwem tej części cyklu, którą zajmuje się hydrologia”. Zapewne nieco przesady jest w twierdzeniu Flohna (1954), że „... wgłębianie się w bardziej szczegółowe zjawiska klimatu możliwe jest tylko przy pomocy dwóch składników klimatycznych: opadów i zjawisk fenologicznych”, jednak trudno zaprzeczyć, iż opady atmosferyczne stanowią jeden z ważniejszych elementów meteorologicznych.

Ranga tego elementu w klimatologii wynika dodatkowo chociażby z faktu, iż większość dociekań klimatologów, zmierzająca do syntez typologicznych klimatu oraz jego podziałów regionalnych, uwzględnia opady atmosferyczne. Klasycy badań z zakresu typologii klimatu, formułując założenia swoich klasyfikacji typologicznych klimatu oraz kryteria jego podziałów regionalnych, właśnie opadom atmosferycznym przypisują istotne znaczenie. Takie stanowisko reprezentowali: Köppen (1919) — twórca pojęcia „typ klimatu”, a następnie De Martonne (1926), Thornthwaite (1931) i Gorczyński (1934).

Zasadnicza część niniejszej pracy została także poświęcona opadom atmosferycznym. Praca ma pewien aspekt poznawczy, jako że jej część analityczna zawiera charakterystykę stosunków opadowych na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej (Polska Północno-Zachodnia), a także charakter przeglądowy, przedstawiono w niej bowiem pewne rozważania metodologiczne. Bardziej szczegółowe zarysowanie celu i zakresu niniejszego opracowania wymaga na wstępie kilku uwag wprowadzających.

Obserwacje szybkiego postępu w rozwoju współczesnych badań naukowych pozwalają na wyrażenie opinii, że o rozwoju danej dyscypliny naukowej przesądzają zwykle dwa aspekty. Pierwszy, to stan warsztatu metodologicznego, na który składają się — najogólniej biorąc — teorie i koncepcje naukowe a także metody oraz techniki badawcze. Drugi aspekt wiąże się ściśle z zadaniami i celami badawczymi, których osiągnięcia domagają się od przedstawicieli nauki potrzeby praktyki. Cele badawcze, podobnie jak i stosowane metody ich realizacji, mogą stanowić kryteria

wyróżniania w danej dyscyplinie naukowej wielu jej węższych kierunków badawczych.

W obrębie klimatologii, w zależności od celu badań, wyróżnia się takie jej kierunki, jak klimatologię ogólną, klimatologię regionalną i klimatologię stosowaną (Okołowicz 1969). Klimatologia ogólna zmierza do poznania procesów kształtujących różne typy klimatu w pewnym oderwaniu od konkretnych obszarów. Celem klimatologii regionalnej jest uzyskanie informacji o klimacie danego miejsca bądź obszaru. Wykrycie przestrzennego zróżnicowania cech klimatycznych stwarza możliwość dokonania regionalizacji klimatycznej. Poszczególne działy klimatologii stosowanej korespondują z wieloma naukami niegeograficznymi (technicznymi, rolniczymi, medycznymi itp.). Oznacza to mniej lub bardziej ściśle zapotrzebowanie naukowe lub praktyczne, wysuwane z zewnątrz pod adresem klimatologii podstawowej.

Z punktu widzenia stosowanych metod badawczych w ramach klimatologii wyróżnia się dyscypliny, które nie pozostają w sprzeczności z wyłonionymi, ze względu na cele i zadania badawcze. Podstawą badań stosunków klimatycznych w najwcześniejszym rozwiniętym kierunku klimatologii, nazwanym klasycznym, jest analiza wartości średnich miesięcznych i rocznych poszczególnych elementów meteorologicznych. Z przeświadczenia, iż analiza kolejnych elementów meteorologicznych nie prowadzi do uzyskania konkretnej całości jaką jest pogoda, w połowie lat dwudziestych rodzi się koncepcja klimatologii kompleksowej (Howe 1925; Nichols 1925; Switzer 1925; Fiedorov 1932). Jej przedstawiciele, konstruując i analizując typy pogód, zakładali, że określenie frekwencji i powtarzalności różnych typów pogody prowadzi do uzyskania możliwie realnego obrazu stosunków klimatycznych. Opracowana przez Bjerknesa i jego współpracowników teoria frontów, dała Bergeronowi podstawy do przedstawienia w 1930 r. założeń klimatologii dynamicznej. Analiza średniego pola wiatrów pozwala na charakterystykę mas powietrznych, a ta z kolei, zgodnie z sugestią Bergerona, umożliwia badanie cech klimatu. Ujmując retrospektywnie rozwój kierunków badawczych klimatologii, najmłodszy jest kierunek nastawiony na przyczynowe badanie zachowania się poszczególnych elementów meteorologicznych w określonych warunkach cyrkulacji atmosferycznej. Zgodnie z propozycją Jacobsa (1946), kierunek ten przeszedł do literatury pod nazwą „klimatologii synoptycznej”.

W związku z odmiennym ujmowaniem zjawisk klimatycznych, różny będzie charakter wyników badań prowadzonych w ramach poszczególnych kierunków klimatologii. Wydaje się, iż tak jak potrzebne są kompleksowe syntezy klimatu, tak również konieczne są studia nad pojedynczymi elementami meteorologicznymi. Względy praktyki w wielu przypadkach preferują właśnie analizę pojedynczych elementów meteorologicznych.

Zgodzić się trzeba z poglądem Okołowicza (1969), że najpełniejszą jest charakterystyka klimatu, uzyskana metodami właściwymi klimatologii kompleksowej, jako że „... składnikiem klimatu jest pogoda ..., a nie jej osobno traktowane charakterystyki ...”. Ten sam autor zauważa dalej, że najczęściej posługujemy się uśrednionymi wielkościami poszczególnych elementów meteorologicznych „... i o-

trzymujemy tą drogą wyniki zupełnie zadowalające niektóre potrzeby, zwłaszcza praktyczne”.

Na celowość rozwoju metod badawczych w „klimatologii elementów” uwagę zwracali między innymi Gumiński (1950) i Hess (1966). Odnotować należy i to, że obiektywnie rzecz biorąc osiągnięcia na tym polu, mimo dużych tradycji, dalekie są od doskonałości. Zatem, jak postuluje Okołowicz (1969), „... ten stan wymaga dalszych poszukiwań coraz lepszych środków i metod badawczych”. Odpowiedź na pytanie, w jakiej postaci powinny być przedstawiane poszczególne elementy meteorologiczne jest trudna i w dalszym ciągu pozostaje sprawą otwartą. Hess (1966), uwzględniając szeroki wachlarz poglądów, jakie na ten temat przewijają się w literaturze, stwierdza, że zdania dotyczące tej kwestii były i są podzielone, a dyskusja nad tym problemem jest w dalszym ciągu bardzo żywa.

Powyższe uwagi wskazują na istnienie potrzeby rozwoju warsztatu metodologicznego w każdej dziedzinie klimatologii.

Praca dotyczy wyłącznie opadów atmosferycznych. Zaproponowano w niej nieco odmienne spojrzenie na sposób charakterystyki tego elementu meteorologicznego. Pewne propozycje metodologiczne zawarte w opracowaniu mogą być wykorzystane w przypadku analizy innych elementów meteorologicznych.

Trudno wymienić w tym miejscu chociażby część prac z bogatego katalogu piśmiennictwa, w których za przedmiot badań obierano opady atmosferyczne. Ogólnie można stwierdzić, że zagadnienie poznania stosunków opadowych rozwiązywano zazwyczaj poprzez analizę poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych.

Najczęściej analizowana jest suma opadów atmosferycznych (Paszyński 1955; Chomicz 1959; Karasiński 1959; Kaczorowska 1962, 1967; Romer 1962a; Schmuck 1962; Kołodziej 1965; Chomicz, Sadowski 1967; Malicki 1968; Andersson 1969, 1970; Michna, Paczos 1969, 1972; Kikuchi 1970; Zinkiewicz 1970; Khalili 1973 i in.).

Wiele prac dotyczy częstości dni z opadem i częstości dni o różnych wartościach sumy dobowej (m.in.: Murray, Miles 1965; Wiszniewski 1965; Michna 1969/70; Olechnowicz-Bobrowska 1970; Kikuchi 1973; Wallace 1975).

Część badaczy za główny cel swoich opracowań obrała zagadnienia związane z natężeniem i intensywnością opadów. Do nich należą: Chomicz (1951), Karwowski (1963), Wołoszyn (1964), Gameson, Quaife (1965), Taraszkiewicz (1965), Madany (1972), Jackson (1974), Kosiba (1974), Liwanowa (1974), Kotrnc (1976) i inni.

W jeszcze innych publikacjach spotkać można uwagi dotyczące trwałości opadów (Hipkins, Robillard 1964; Dhar, Ramchandran 1970; Jackson 1975; Tamulewicz 1975).

Niektóre z wymienionych wyżej prac, mimo że omawiają głównie jeden ze wskaźników opadowych, dodatkowo charakteryzują także inne wskaźniki pluwiometryczne. Można przyjąć, że opady atmosferyczne charakteryzuje się zazwyczaj omawiając jeden wybrany wskaźnik lub kolejno kilka wskaźników.

## CEL PRACY I METODY BADAŃ

Głównym problemem badawczym pracy jest próba kompleksowego ujęcia charakterystyki stosunków opadowych panujących na Pojezierzu Pomorskim i Nizinie Wielkopolskiej. Praca zawiera analizę opadów atmosferycznych uwzględniającą wiele wskaźników pluwiometrycznych. W literaturze przedmiotu spotyka się liczne przykłady takiej analizy stosunków opadowych, która polega na omówieniu kolejno kilku wskaźników pluwiometrycznych (Karasiński 1959; Murray, Miles 1965; Hess 1967; Michna, Paczos 1968; Morgan 1971; Kosiba 1972 i inni). Fakt ten nie przesądza jeszcze o kompleksowej charakterystyce opadów. We wspomnianych pracach mamy do czynienia jedynie z szerszym ujęciem analizy opadów, a nie z ich charakterystyką kompleksową sensu stricto. Kompleksowe podejście winno łączyć za sobą jednocześnie, a nie równoległe tylko uwzględnienie wielu wskaźników. Takie podejście do interpretacji złożonych zjawisk leży u podstaw założeń teoretycznych klimatologii kompleksowej. Jej twórcy: Howe (1925), Nichols (1925), Switzer (1925), Fiedorov (1932), a także liczni zwolennicy tego kierunku (Czubukow 1949; Bagdasarjan 1962; Woś 1970 i inni), posługując się typami pogód, właśnie typ pogody uważają za kompleksowy przejaw fizycznego stanu atmosfery. W ten sposób, analizując typy pogód, charakteryzują one stosunki klimatyczne, gdyż — jak (nie bez racji) zauważa Durst — (1951) „... klimat jest syntezą pogody”.

Podjęta w opracowaniu próba jednoczesnej analizy kilku wskaźników pluwiometrycznych pozwala na typologiczne ujęcie reżimu opadów atmosferycznych. Wydaje się, że podobnie jak typ pogody stanowi syntezę całości zjawisk fizycznych, zachodzących w atmosferze, tak typ reżimu opadów atmosferycznych jest kompleksowym ujęciem charakterystyki opadów atmosferycznych, a więc jednego elementu meteorologicznego. W spełnieniu wymogów kompleksowej charakterystyki stosunków opadowych winna się zatem znaleźć właśnie typologiczna klasyfikacja opadów atmosferycznych. Słuszne jest bowiem stwierdzenie Kalesnika (1964), że „... typ jest uogólnieniem, zawierającym charakterystyczne rysy pewnej grupy przedmiotów i zjawisk”.

Pod pojęciem stosowanego powszechnie w pracy terminu „reżim opadów atmosferycznych” autor rozumie całość zjawisk pluwiometrycznych ujętych kompleksowo (analizowanych jednocześnie), charakteryzującą stosunki opadowe danych obiektów badawczych. Obiektem badawczym w takim rozumieniu może być zarówno konkretna miejscowość (stacja meteorologiczna), jak również dowolna jednostka czasowa typu dekady, miesiąca, roku itp. W przypadku tej pracy za podstawowe obiekty badawcze przyjęto okresy pięciodniowe (pentady).

Ponadto, oprócz charakterystyki wyróżnionych typów reżimu opadów oraz przedstawienia zasięgu przestrzennego tych typów, w pracy znajduje się analiza struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych. Strukturę sezonową reżimu opadowego należy rozumieć jako układ i wzajemne relacje w przebiegu rocznym sezonów z opadami o określonym typie reżimu opadów atmosferycznych.

Wreszcie, jako efekt wcześniejszych ustaleń, dokonany został podział terytorium Polski Północno-Zachodniej na obszary jednorodne w zakresie struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych.

Wydaje się, że opracowanie, zawierające analizę opadów atmosferycznych zgod-

nie z naszkicowanym wyżej schematem, ma bardziej bogaty zasób informacji o całości stosunków pluwialnych, aniżeli w sytuacji, kiedy omawiane są kolejno poszczególne wskaźniki opadowe. Możliwość poznania struktury sezonowej reżimu opadów oraz przestrzennego zróżnicowania tej struktury pozwala na praktyczne wykorzystanie wyników przeprowadzonych badań.

Istotnym problemem badawczym jest dyskusja pewnych propozycji metodologicznych, wskazujących na nowe możliwości, rysujące się przed tą częścią klimatologii, która w swoich poszukiwaniach badawczych zmierza do kompleksowego traktowania istniejącej rzeczywistości.

Osiągnięcie celu podjętych badań wymagało przede wszystkim zastosowania wielu metod statystyki matematycznej, ze szczególnym uwzględnieniem metod taksonomii numerycznej. Określenie zakresu użytych metod — poczynając od najprostszych obliczeń statystycznych, a kończąc na stosunkowo skomplikowanych algorytmach, rozwiązywanych przy zastosowaniu elektronicznych technik obliczeniowych — podyktowane było chęcią uzyskania pełnej, kompleksowej charakterystyki opadów. Wszelkie obliczenia, wymagające zastosowania maszyn liczących, wykonano w Laboratorium Elektronicznej Techniki Obliczeniowej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Z uwagi na objętość materiału liczbowego nie wszystkie ważne wyniki wykonanych obliczeń mogą zostać przedstawione w tej pracy. Za przykład można tu podać, wieńczącą wstępny etap badań, macierz odległości, zawierającą blisko 20,5 miliona wyrażeń liczbowych (4526 do potęgi drugiej). Z tego względu jedynie znikomą część wyników obliczeń udało się przedstawić w formie zestawień tabelarycznych. Dla części otrzymanych rezultatów przewidziano interpretację geometryczną. Formułując wnioski, dotyczące relacji zachodzących pomiędzy wartościami cech diagnostycznych wyróżnionych typów reżimu opadów atmosferycznych, posłużono się testem zgodności Kołmogorowa-Smirnowa. Z kolei zasięgi występowania wyróżnionych typów reżimu opadów na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej zilustrowano stosując odpowiednie metody kartograficzne.

#### MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY

Podstawowe źródło informacji o stosunkach pluwialnych stanowiły materiały archiwalne IMGW oraz dane zawarte w rocznikach *Opadów atmosferycznych*. W pracy uwzględniono niemal wszystkie stacje i posterunki meteorologiczne położone na obszarze badań, dla których istniały pełne, nieprzerwane serie codziennych pomiarów i obserwacji pluwiometrycznych za okres dwudziestolecia 1951—1970. W pojedynczych przypadkach, kiedy w bezpośrednim sąsiedztwie znajdowały się dwie stacje z kompletnym materiałem pomiarowym, w trosce o równomierne rozmieszczenie stacji na badanym obszarze, uwzględniono tylko jedną z nich.

W materiale źródłowym z 1951 r. zdarzały się nieliczne luki (brak miesiąca, dekady itp.) związane z pierwszą fazą organizacji i rozbudowy sieci obserwacyjnej ówczesnego PIHM. W takich przypadkach analizowano opady atmosferyczne, posługując się wartościami obliczonymi dla okresu 19 lat.

Ostatecznie uwzględniono 62 stacje i posterunki meteorologiczne (ryc. 1). Przy-



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji i posterunków meteorologicznych  
The distribution of meteorological stations and posts

jęte w pracy metody badawcze wymagały ustalenia kolejności wszystkich stacji; uszeregowano je według położenia geograficznego — zgodnie z wartościami ich współrzędnych geograficznych (por. ryc. 5).

Autor serdecznie dziękuje doc. dr. hab. A. Wosiowi i prof. dr. hab. K. Rotnickiemu za dyskusję nad problemami pracy, doc. dr. hab. M. Krzyśce i mgr. L. Mierzynskiemu za możliwość konsultacji podczas wykonywania obliczeń, mgr T. Jan-kowskiej-Gmerek za pomoc we wstępnych pracach obliczeniowych a mgr G. Pin-czak za pomoc w pracach kreślarskich.



# KLASYFIKACJA TYPOLOGICZNA REŻIMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W ŚWIETLE METOD TAKSONOMII NUMERYCZNEJ

## WSTĘPNY ETAP OPRACOWANIA MATERIAŁÓW PLUWIOMETRYCZNYCH NA TLE PODSTAWOWYCH POJĘĆ TYPOLOGICZNYCH

Jak już wspomniano, zasadniczym celem pracy jest klasyfikacja typologiczna reżimu opadów atmosferycznych. Pojęcie typu reżimu opadów, które przewija się w pracy, jest konstrukcją pojęciową odmienną aniżeli pojęcie typu pogody, a więc to pojęcie, które przed 50 laty legło u podstaw założeń klimatologii kompleksowej i tkwi do dzisiaj w literaturze w nie zmienionej niemal formie. Określenie „typ reżimu opadów” koresponduje ściśle z pojęciami typologicznymi wypracowanymi na gruncie taksonomii geograficznej. Uzasadniona wydaje się zatem potrzeba nieco szerszego opisu tych ostatnich pojęć.

We współczesnej metodologii nauk zwraca się uwagę na fakt, że wyróżnianie typów i posługiwanie się pojęciami typologicznymi wiąże się zwykle z nadaniem im charakteru wzorca, według którego porządkuje się elementy (obiekty) rozpatrywanego zbioru przedmiotów. Szczegółowo pojęcia związane z teorią typologii na gruncie taksonomii geograficznej wyjaśniają między innymi Domański (1964), Wysocki (1965), Chojnicki (1970). Zgodnie z ustaleniami tych autorów, typ (przedmiot wzorcowy) lub pojęcie typologiczne jest wyznacznikiem tych własności, ze względu na które rozpatruje się poszczególne przedmioty i porównując je ze wzorcem, charakteryzuje się przez stwierdzenie ich mniejszego lub większego podobieństwa do niego. Wzorzec ten nazywa się typem empirycznym, jeśli został wyróżniony spośród empirycznie danych elementów określonego zbioru. Typ może mieć charakter idealny, jeśli stanowi konstrukcję pojęciową i jest wyposażony w pewien zespół cech oraz nie musi być nawet opisany przez żaden z występujących w zbiorze obiektów (Chojnicki, Czyż 1973).

Pojęcie typu może być dwójako interpretowane również z punktu widzenia stosowanych w geografii metod taksonomicznych. Jak wynika z rozważań Wysockiego (1965), metody indywidualizujące, operując pojęciem wzajemnej odległości punktów indywidualnych w danym zbiorze, typem nazywają zespół wartości cech, który realizuje się w danym miejscu przestrzeni wielowymiarowej części niej niż w każdym innym miejscu bezpośrednio z nim sąsiadującym. W języku geometrycznym będzie

to miejsce większego skupiania punktów indywidualnych. Metody statystyczne z kolei, stosując pojęcie częstości powtarzania się zespołów cech w zbiorze, za typ uznają taki zespół cech, którego częstość realizacji w danym miejscu przestrzeni wielowymiarowej jest większa, aniżeli wynikałoby to ze statystycznego przypadku. W ujęciu geometrycznym będzie to miejsce nadwyżki punktów indywidualnych.

Zagadnienie typologii w ujęciu numerycznym sprowadza się do dwóch rodzajów klasyfikacji. W metodzie bezwzorcowej chodzi o klasyfikację, w której brak jest ustalonego wzorca typu w zbiorze obiektów. Metody wzorcowe natomiast zmiernają do poklasyfikowania badanej populacji na podstawie uprzednio przyjętych wzorców między typy (Chojnicki 1970).

Przystępując do nakreślonego w pracy celu badawczego, sformułowano wiele założeń istotnych z punktu widzenia obranej procedury badawczej. Określenie stopnia zróżnicowania stosunków opadowych danego obszaru wymaga przeprowadzenia odpowiednich badań empirycznych. Ustalono, że charakterystyka opadów atmosferycznych ujęta będzie kompleksowo za pomocą analizy wielocechowej. Założono wreszcie, iż wynikiem końcowym zastosowanej procedury badawczej będzie wyróżnienie typów reżimu opadowego oraz ich charakterystyka.

Spośród procedur typologicznych najwięcej zwolenników wśród geografów ma klasyfikacja typologiczna. Jevous (1960) w swoich *Zasadach nauki*, mimo że przeciwstawia sobie klasyfikowanie i różnicowanie, powiada, iż klasyfikacja polega na wykrywaniu podobieństw o wszelkich stopniach ogólności, przy jednoczesnym wyznaczeniu punktów, w których zaczyna się różnica.

Klasyfikacja typologiczna pociąga za sobą sporo problemów, z których najbardziej istotnymi są: ustalenie podstawowej jednostki badawczej, dobór cech diagnostycznych, określenie kryteriów klasyfikacji, wybór metody klasyfikacji, krytyczna ocena wyników otrzymanych w rezultacie zastosowania danej metody klasyfikacyjnej.

Z uwagi na charakter poruszonej problematyki oraz specyfikę ujęcia metodologicznego celu badań, za podstawowe jednostki badawcze przyjęto jednostki czasowe. Wcześniejsze próby autora, dotyczące zastosowania metod taksonomicznych („drzewo połączeń” Berry’ego) w odniesieniu do jednostek czasowych (dekad), przyniosły obiecujące rezultaty (Tamulewicz 1975, 1976). Z powodzeniem metody taksonomiczne (dendryt wrocławski) stosował Woś (1977a, 1977b) w pracach na temat struktury sezonowej klimatu. Wyniki wspomnianych prób pozwalają wnosić o przydatności tych metod również do badań nad typologią reżimu opadów atmosferycznych.

O wyborze konkretnej jednostki czasowej przesądza zazwyczaj cel opracowania, jego skala, a czasami względy metodyczne (np. potrzeba porównania otrzymanych wyników z wynikami opracowań wykonanymi już wcześniej bądź gdzie indziej). Przy ustalaniu wyjściowej jednostki czasowej muszą być brane pod uwagę także ograniczenia związane z technikami obliczeniowymi stosowanych metod ilościowych, jak również ze stopniem generalizacji czasowej, połączonym ze stratą informacji. Krótsze okresy zapewniają większą „wierność” w przedstawianiu badanego zjawiska, lecz z drugiej strony powodują wzrost liczby elementów zbioru.

Powyższe względy, a także cel badań oraz charakter materiałów wyjściowych, spowodowały, że za podstawowe jednostki badawcze przyjęto okresy pięciodniowe (pentady). Dla każdej stacji meteorologicznej wyróżniono w roku 73 pentady, co dla obszaru badań (62 stacje) daje zbiór 4526 obiektów badawczych.

Przechodząc do zagadnienia doboru odpowiednich cech diagnostycznych należy zauważyć, że metodologia nie określa jednoznacznie kryteriów doboru tych cech. Domański (1964), przedstawiając strukturę pojęć klasyfikujących i typologicznych, pod pojęciem cech diagnostycznych rozumie te własności przedmiotu (obiektu), według których różni się on od przedmiotu należącego do innego typu lub jest podobny do przedmiotu należącego do tego samego typu. Wymogi statystyki wobec cech diagnostycznych sprowadzają się według tegoż autora do tego, aby cechy były:

- 1) konstytucjonalne, nieprzypadkowe; ich doniosłość winna być relatywizowana zależnie od punktu widzenia przeprowadzonej typologii,
- 2) niezbyt liczne (duża liczba uwzględnionych cech może zacierać różnice między typami),
- 3) niezbyt ściśle skorelowane z sobą; jako, że dodanie cechy skorelowanej nie zaostrza odrębności typów i mało wzbogaca ich treść,
- 4) rozproszone przestrzennie; aby zapewnić reprezentatywność typów.

Niektórzy autorzy uważają, że uwzględnione cechy powinny charakteryzować się znaczną zmiennością wartości w całej badanej populacji (Wysocki 1966; Jedut 1970).

Uwzględniając powyższe postulaty wybrano pięć wskaźników pluwiometrycznych, które uznano za cechy diagnostyczne, charakteryzujące reżim opadowy każdej z 4526 pentad. Są to: suma opadów wyrażona w milimetrach, częstość dni z opadem wyrażona w procentach, obfitość opadów, liczbowo wyrażona przez liczbę milimetrów opadu przypadającą na średni dzień z opadem, liczba dni z opadem bardzo słabym ( $\leq 1,0$  mm) wyrażona w procentach, liczba dni z opadem silnym i bardzo silnym (powyżej 10,0 mm) wyrażona w procentach.

Suma opadów, najczęściej analizowany wskaźnik opadowy, oznacza w przybliżeniu ilość wody, jaka z opadów atmosferycznych dociera do powierzchni terenu.

Częstość dni z opadem, oprócz znaczenia sensu stricto, jest pośrednim nośnikiem informacji o trwałości opadów. Wzrost częstości dni z opadem powoduje bowiem wzrost prawdopodobieństwa wystąpienia opadów w ciągu kilku kolejnych dni.

Obfitość opadów — wyznaczona w podany wyżej sposób — jest odpowiednikiem wskaźnika, dla którego Kosiba (1972) proponuje termin „średnia wydajność dnia opadowego”. W pewnym sensie obfitość opadów wyraża ich natężenie.

Wreszcie liczba dni z opadem bardzo słabym ( $\leq 1,0$  mm) oraz liczba dni z opadem silnym i bardzo silnym dotyczy frekwencji pojawiania się dni charakterystycznych.

Każdy z dobranych wskaźników pluwiometrycznych charakteryzuje jakościowo inny wycinek reżimu opadów, jednoczesne zaś analizowanie wszystkich cech daje możliwość kompleksowej oceny reżimu opadów atmosferycznych. Należy dodać, że wybrane cechy mają niewątpliwy aspekt praktyczny. Ponadto mają one charak-

ter ilościowy, spełniając tym samym postulat mierzalności wskaźników. Fakt stonkowo łatwego wyliczenia obranych cech (wystarcza jedynie rejestr codziennych spostrzeżeń pluwiometrycznych) powoduje to, że można je uznać za powszechnie dostępne.

Wartości wszystkich cech przyjętych do dalszych rozważań obliczone zostały jako wartości średnie za okres 1951–1970. W celu likwidacji wpływu, możliwych w tym okresie, znacznych odchyień od stanu przeciętnego, wszystkie wartości cech w poszczególnych pentadach każdej stacji meteorologicznej wyrównano za pomocą trzykrotnych średnich konsekwentnych (ruchomych).

Kolejne zagadnienie to określenie kryteriów klasyfikacji. Kryterium klasyfikacji może być podobieństwo lub różnica badanych obiektów w zakresie uwzględnionych cech (Domański 1964). Określenie stopnia podobieństwa bądź zróżnicowania porównywalnych obiektów, jak również metoda uchwycenia granicy poszczególnych klas typologicznych, nie są jednoznaczne i stwarzają na ogół trudności. Kryteria klasyfikacji pozostają w ścisłym powiązaniu z wyborem odpowiednich metod klasyfikacji.

Badania typologiczne reżimu opadów atmosferycznych na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej przeprowadzono przy zastosowaniu metod analizy wielocechowej i technik obliczeniowych wypracowanych na podstawie taksonomii numerycznej. Metody taksonomii numerycznej opierają się na liczbowym oszacowaniu podobieństwa między jednostkami i prowadzą do porządkowania tych jednostek na podstawie ich podobieństwa (Chojnicki 1970):

Dla osiągnięcia postawionego w pracy celu należało dokonać wyboru metody klasyfikacyjnej uwzględniającej wiele cech, a więc wielowymiarowej oraz bezwzorcowej, a więc takiej, w której brak jest z góry ustalonego wzorca grupy, czyli typu.

Przewodni problem pracy polega na tym, aby wychodząc ze zbioru 4526 jednostek czasowych — pentad, z których każda opisana została zespołem pięciu cech, wyznaczyć pewne podzbiory pentad, maksymalnie jednorodne (wewnętrznie podobne) ze względu na dany zespół cech. Wyznaczone podzbiory stanowiłyby klasy typologiczne reżimu opadów atmosferycznych. Wytknięty cel badawczy pozwala osiągnąć zastosowanie procedur klasyfikacji w ujęciu taksonomicznym.

Metoda rozwiązywania taksonomicznego problemów klasyfikacji ma, zgodnie z sugestią Chojnickiego i Czyż (1973), postać algorytmu o charakterze uniwersalnym, który uwzględni cztery zasadnicze czynności: opracowanie macierzy informacji, redukcję przestrzeni wielowymiarowej, estymację podobieństwa badanych obiektów, grupowanie lub podział logiczny.

Punktem wyjścia w obranej procedurze typologicznej jest geograficzna macierz informacji. Stanowi ona uporządkowany zbiór zdarzeń geograficznych. Zdarzeniem w badaniach geograficznych jest występowanie zjawiska o określonej wielkości i lokalizacji (por. Chojnicki, Czyż 1973). Stworzenie macierzy informacji sprowadza się do przyporządkowania każdej obserwacji  $y_1, y_2, \dots, y_n$  charakteryzujących ją zmiennych  $x_1, x_2, \dots, x_m$ . Wymiar macierzy uzależniony jest od liczby jednostek oraz cech diagnostycznych opisujących te jednostki.

W niniejszej pracy pentady ze wszystkich stacji meteorologicznych stanowią zbiór elementów macierzy (4526 pentad). Obrane cechy diagnostyczne pełnią funkcję zmiennych (5 wskaźników pluwiometrycznych). Utworzona macierz informacji pierwotnej zawiera w ten sposób 22 630 różnych sytuacji ( $4526 \times 5$ ), które stanowią zbiór informacji o stosunkach opadowych panujących na obszarze Polski Północno-Zachodniej. Utworzenie takiej macierzy zamyka wstępny etap badań

Macierz informacji pierwotnej można rozłożyć na pewną, zgodną z liczbą wskaźników, liczbę niezależnych składowych, tworzących w interpretacji geometrycznej wiązkę prostopadłych osi w przestrzeni wielowymiarowej. Dzięki temu możliwy staje się pomiar odległości pomiędzy poszczególnymi obiektami. Możemy wówczas porównywać obiekty zbioru w celu określenia ich wzajemnej bliskości. Poszczególne pentady traktujemy w tym przypadku jako punkty w pięciowymiarowej przestrzeni. Współrzędne każdego punktu to odpowiednie wartości poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych. Fakt przyjęcia metody odległości geometrycznej w przestrzeni wielowymiarowej pociąga za sobą konieczność doprowadzenia wszystkich wymiarów przestrzeni, czyli wartości wskaźników do postaci porównywalnej. Celowi temu służy standaryzacja danych wyjściowych. Ma ona postać translacji, polegającej na wyrażeniu wartości danego wskaźnika w liczbie odchyień standardowych.

W pracy standaryzowano wszystkie cechy (wskaźniki) na podstawie wzoru:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{s_j},$$

(dla opracowywanego  
zbioru pentad)

$$\begin{array}{ll} i = 1, 2, \dots, n & 1, 2, \dots, 4526 \\ j = 1, 2, \dots, m & 1, 2, 3, 4, 5, \end{array}$$

gdzie:

$z_{ij}$  — wartość zmiennej standaryzowanej  $j$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu,

$x_{ij}$  — wartość oryginalna  $j$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu,

$s_j$  — odchylenie standardowe  $j$ -tej cechy dla całego zbioru obiektów.

W ten sposób każda pentada została opisana przez zmienne standaryzowane (niemianowane), pozostające do siebie w takiej samej relacji jak zmienne oryginalne przed standaryzacją. W wyniku takiej transformacji pierwotna macierz informacji została przekształcona w macierz tego samego stopnia, ale złożoną z wartości zmiennych standaryzowanych.

Następny krok stosowanej procedury badawczej — estymacja wielocechowa podobieństwa badanych obiektów — może być dokonany przy zastosowaniu wybranych miar podobieństwa, takich jak współczynniki odległości, współczynniki asocjacji oraz współczynniki korelacji (por. Chojnicki, Czyż 1973).

W opracowaniu zdecydowano się na zastosowanie współczynników odległości, będących miarą podobieństwa opartą na pojęciu odległości w geometrii analitycznej, między punktami wielowymiarowej przestrzeni euklidesowej. Bliskie położe-

nie obiektów (pentad) w przestrzeni oznacza duże ich podobieństwo, oddalanie się zaś obiektów oznacza zmniejszanie się podobieństwa. W ten sposób stopień podobieństwa został niejako przełożony na wartość odległości. W tym ujęciu grupowanie obiektów w podzbiory jednorodne sprowadza się na wstępie do obliczenia odległości geometrycznej w przestrzeni wielowymiarowej, zgodnie z formułą:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{kj})^2},$$

$$i \neq k = 1, 2, \dots, n,$$

$$j = 1, 2, \dots, m,$$

gdzie:

- $d_{ik}$  — odległość między  $i$ -tym i  $k$ -tym obiektem w przestrzeni  $m$ -wymiarowej,
- $z_{ij}$  — standaryzowana wartość  $j$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu,
- $z_{kj}$  — standaryzowana wartość  $j$ -tej cechy dla  $k$ -tego obiektu.

Stosując tę formułę obliczono odległości każdej pentady badanego zbioru w odniesieniu do każdej pozostałej pentady zbioru. Wyniki obliczeń ułożono następnie w macierz odległości stopnia  $4526 \times 4526$ . Macierz ta zawiera pełną informację o relacjach podobieństwa pomiędzy wszystkimi pentadami zbioru. Pierwotna przestrzeń wielowymiarowa została zatem zredukowana przez agradację cech bez straty informacji o relacjach między obiektami zbioru. Stanowiąca podstawę estymacji podobieństwa macierz odległości operuje bowiem odległością uzyskaną z pełnego zakresu wartości obranych wskaźników pluwiometrycznych.

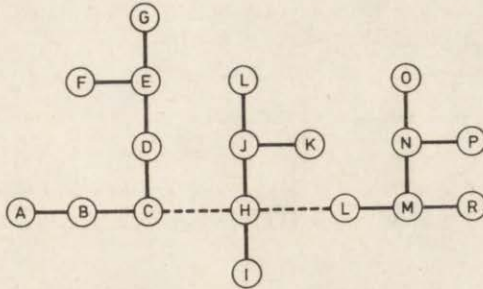
Opisany dotąd tok postępowania jest wspólny dla wielu taksonomicznych metod grupowania. Utworzona, w podany wyżej sposób, macierz odległości może być wykorzystana przy klasyfikacji zbioru między innymi metodą Czekanowskiego, dendrytem wrocławskim (por. Jedut 1970) lub za pomocą opracowanej przez Berry'ego (1961) metody drzewa połączeń czy wreszcie techniką zaproponowaną przez Coxa (por. Haggett, Chorley 1969). W dalszych etapach każda z tych metod ma odrębny sposób grupowania jednostek podobnych.

#### METODA DENDRYTU WROCŁAWSKIEGO

Po utworzeniu macierzy odległości przystąpiono do grupowania zbioru 4526 pentad w podzbiory jednorodne. Do tego celu wybrano metodę dendrytu wrocławskiego, której idea została stworzona przez grupę wrocławskich matematyków (Florek i in. 1951). Najogólniej biorąc ta wielokrotnie stosowana w różnych dyscyplinach naukowych metoda (między innymi Górski i in. 1968; Hellwig 1968; Młynarczyk 1970; Jedut 1971; Pluta 1975; Woś 1977a) polega na porządkowaniu obiektów zgodnie z zasadą bezpośredniego podobieństwa, co w języku geometrycznym oznacza najmniejszą odległość (Wysocki 1965).

Przez dendryt rozumie się linię, łączącą każdy obiekt z jego najbliższym sąsiadem. Budując najkrótszy dendryt należy każdy obiekt zbioru łączyć z najbliższym

mu obiektem tego zbioru. Przy połączeniu dendrytowym możemy połączyć kilka obiektów z jednym, jeśli wykazują one właśnie z nim bezpośrednie podobieństwo (ryc. 2).



Ryc. 2. Dendryt wrocławski (schemat)  
The Wrocław dendrite (scheme)

Z uwagi na to, że dendryt uwzględnia jedynie najkrótsze odległości między obiektami, nie stanowi zatem graficznego obrazu rozmieszczenia obiektów w przestrzeni wielowymiarowej. Tym niemniej obiekty znajdujące się na wspólnej linii dendrytowej uważa się za podobne do siebie, czyli należące do tej samej klasy typologicznej (Parysek 1976). Podział zbioru na podzbiory opiera się na kryterium odległości krytycznej w dendrycie. Ten sposób podziału dendrytu polega na jego rozerwaniu w miejscach, w których długość odcinka łączącego sąsiednie obiekty przekracza odległość krytyczną. Wartościami odległości krytycznych mogą być wartości nawiązujące do średniej odległości w dendrycie oraz odchylenia standardowego tych odległości, co jest zasadne z punktu widzenia statystyki matematycznej (Hellwig 1968). Najczęściej za wartość krytyczną przyjmuje się wielkość równą  $\bar{d} + 2Sd$ , gdzie  $\bar{d}$  jest średnią odległością w dendrycie, a  $Sd$  — odchyleniem standardowym odległości w dendrycie. Jeśli przyjąć, że w przypadku schematu przedstawionego na rycinie 2 obliczoną odległość krytyczną przekraczają odległości między obiektami C i H oraz między obiektami H i L, to w myśl powyższych założeń otrzymamy trzy podzbiory, grupujące odpowiednio 7 obiektów (A—G), 5 obiektów (H—K) oraz 6 obiektów (L—R).

Dla analizowanego zbioru 4526 pentad utworzono dendryt zgodnie z naszkicowaną wyżej procedurą. Średnia odległość połączeń dendrytowych wynosiła w nim 0,1616, odchylenie standardowe odległości w dendrycie natomiast równe było 0,1154. Następnie dokonano podziału dendrytu, stosując kryterium odległości krytycznej  $\bar{d} + 2Sd$ , równej w tym przypadku 0,3924. Analizowany zbiór został w ten sposób podzielony na 10 podzbiorów obejmujących zdecydowaną większość pentad oraz sporo podzbiorów, składających się w większości przypadków z pojedynczych pentad. Uznano za stosowne włączenie tych ostatnich podzbiorów do podzbiorów o większej liczbie obiektów, zgodnie z zasadą najbliższego sąsiedztwa. Ostatecznie wydzielone podzbiory pentad, stanowiące w myśl przyjętych założeń metodologicznych klasy typologiczne reżimu opadów atmosferycznych, liczyły kolejno 1054, 875, 696, 488, 456, 353, 266, 164, 120 i 54 pentady.

## WERYFIKACJA WYNIKÓW BADAŃ METODĄ SKŁADOWYCH GŁÓWNYCH HOTELLINGA

Wyniki klasyfikacji typologicznej dokonanej za pomocą metody dendrytowej postanowiono następnie zweryfikować. Możliwość testowania wyników badań uzyskanych metodami taksonomicznymi stwarzają metody redukcji przestrzeni wielocechowej, takie jak analiza czynnikowa bądź analiza składowych głównych Hotellinga. Interesująca i szczególnie przydatna do tego celu jest metoda składowych głównych. Założenia metodologiczne tej metody znajdują się między innymi w pracach Andersona (1975), Daultrey'a (1976), Racine'a i Reymonda (1977) oraz Ratajczaka (1977).

Za pomocą metody składowych głównych przestrzeni wielowymiarową możemy określić mniejszą liczbą wymiarów. Pierwotny zbiór zmiennych możemy tą metodą sprowadzić do znacznie mniejszej liczby zmiennych hipotetycznych zwanych składowymi głównymi. Te nowe zmienne zawierają podstawową informację o cechach oryginalnych, co pozwala odnosić relacje występujące w nowym wymiarze przestrzennym na zbiór informacji oryginalnych.

Punktem wyjścia w analizie składowych głównych jest macierz obserwacji  $X$ , w której wektory kolumnowe zawierają obserwacje charakteryzujące dany obiekt ze względu na zmienne  $x_1, x_2, \dots, x_m$ .

$$X = \begin{matrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{matrix}$$

Z macierzy tej tworzymy macierz kowariancji o wymiarach  $m \cdot m$  ( $m$  — liczba cech). Elementy macierzy kowariancji obliczamy na podstawie wzoru:

$$S_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Y_{ij} Y_{ik} - \left[ \frac{(\sum_{i=1}^n Y_{ij})(\sum_{i=1}^n Y_{ik})}{n} \right],$$

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, n \quad (1, 2, \dots, 4526), \\ j, k &= 1, 2, \dots, m \quad (1, 2, 3, 4, 5), \end{aligned}$$

gdzie:

- $S_{jk}$  — element  $j$ -tego wiersza i  $k$ -tej kolumny macierzy kowariancji,
- $Y_{ij}$  — wartość  $j$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu,
- $Y_{ik}$  — wartość  $k$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu.

• Obliczona dla zbioru analizowanych pentad macierz kowariancji przyjęła postać:



$$\begin{array}{rcccccc}
 & 8,003 & 2,939 & 3,410 & -6,640 & 6,315 & 05 \\
 & 2,939 & 48,670 & -2,296 & 26,279 & -0,808 & 38 \\
 S = & 3,410 & -2,296 & 1,692 & -5,010 & 2,959 & 02 \\
 & -6,640 & 26,279 & -5,010 & 28,064 & -6,753 & 91 \\
 & 6,315 & -0,808 & 2,959 & -6,753 & 5,867 & 22
 \end{array}$$

Zadaniem metody składowych głównych jest zastąpienie zmiennych wyjściowych ich kombinacjami liniowymi, a więc nowymi zmiennymi o specjalnych własnościach. Nowe zmienne nazywa się składowymi głównymi i zapisuje się w postaci:

$$Y = A'X,$$

gdzie:  $Y$  oznacza macierz nowych zmiennych,  $A'$  jest macierzą ortonormalnych wektorów własnych macierzy  $S$ ,  $X$  jest macierzą obserwacji.

Przekształcenie to jest możliwe po rozwiązaniu równania wyznacznikowego

$$|S - \lambda I| = 0,$$

gdzie:  $S$  jest macierzą kowariancji o wymiarach  $m \cdot m$ ,  $\lambda$  jest pierwiastkiem charakterystycznym równania wyznacznikowego, a  $I$  jest macierzą jednostkową o wymiarach  $m \cdot m$ .

Równanie to jest wielomianem stopnia  $m$  ze względu na niewiadomą  $\lambda$  — ma więc  $m$  pierwiastków, które można uporządkować w ten sposób, że  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$ . Ponieważ każdemu pierwiastkowi  $\lambda_i$  odpowiada ortonormalny wektor własny  $A_i$ , dlatego zmienna  $Y_i$ , uzyskana z równania  $Y = A'X$ , ma maksymalną wartość  $\lambda_1$  i jest nazywana pierwszą składową główną. Zmiennej  $Y_2$  odpowiada wartość  $\lambda_2$  i nazwana jest drugą składową główną. Łatwo zauważyć że składowych głównych jest tyle, ile zmiennych wyjściowych.

Z geometrycznego punktu widzenia transformacja danych oryginalnych w składowe główne jest rotacją (obrotom) osi współrzędnych do nowego układu współrzędnych którymi są składowe główne. Widać to na schemacie przedstawionym na rycinie 3.

Punkt  $d_j$  umieszczony jest w układzie dwóch zmiennych  $x_1$  i  $x_2$ . Po wyprowadzeniu nowych osi rzut  $d_j$  na oś  $y_1$  określa wartość pierwszej składowej ( $y_{1j}$ ), a rzut  $d_j$  na oś  $y_2$  określa wartość drugiej składowej ( $y_{2j}$ ). W przypadku gdy opisana metoda służy do redukcji wyjściowej macierzy obserwacji, pojawia się problem liczby nowych zmiennych, które należy uwzględnić w dalszym postępowaniu badawczym.

Jak już wspomniano, każdemu pierwiastkowi  $\lambda_i$  odpowiada wektor kolumnowy  $A_i$ , taki że:

$$|S - \lambda I| A_i = 0 \quad \text{lub} \quad SA_i = \lambda_i A_i.$$

Ponieważ wektory  $A_1, A_2, \dots, A_m$  są ortonormalne, czyli

$$A'_i A_i = 1; \quad A'_i A_j = 0 \quad \text{dla } i \neq j$$

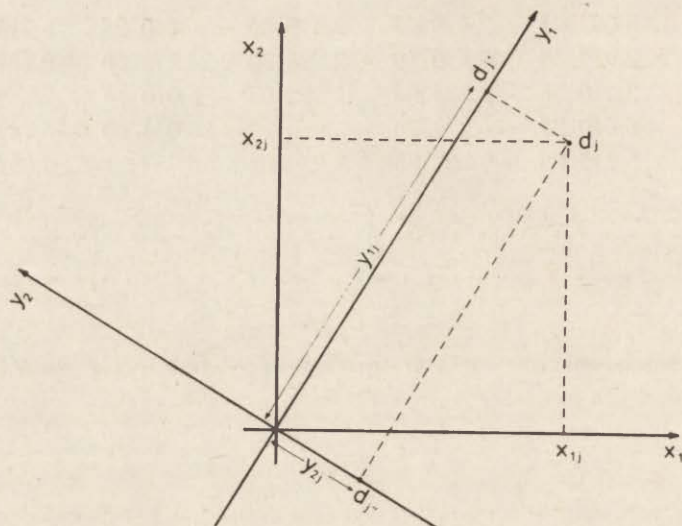
i spełniają równanie  $|S - \lambda I| A_i = 0$  zachodzi zatem:

$$A'_i S A_i = \lambda_i; \quad A'_i S A_j = 0 \quad \text{dla } i \neq j,$$

$$I = A_1 A'_1 + A_2 A'_2 + \dots + A_m A'_m$$

oraz

$$S = \lambda_1 A_1 A'_1 + \lambda_2 A_2 A'_2 + \dots + \lambda_m A_m A'_m.$$



Ryc. 3. Transformacja współrzędnych oryginalnych w składowe główne (schemat wg Daultrey'a 1976 — zmieniony)

A transformation of the original co-ordinates into principal components (scheme after Daultrey 1976 — modified)

To ostatnie wyrażenie nazywane jest dekompozycją spektralną macierzy  $S$  i odgrywa istotną rolę w metodzie składowych głównych (Ratajczak 1977). Wynika z niego, że udział wariancji i kowariancji pierwszej składowej w macierzy  $S$  możemy określić przez wyrażenie  $\lambda_1 \mathbf{A}_1 \mathbf{A}'_1$ , co powoduje, że wyrażenie  $S - \lambda_1 \mathbf{A}_1 \mathbf{A}'_1 = \sum_{i=2}^m \lambda_i \mathbf{A}_i \mathbf{A}'_i$ , i jest miarą reszt wariancji i kowariancji, pozwalając w ten sposób określić udział pozostałych składowych. Ponieważ  $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m = \text{ślad macierzy } S$  ( $\text{tr}S$ ) = = ogólna wariancja macierzy  $S$ , można więc  $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m$  traktować jako udział poszczególnych składowych w ogólnej zmienności macierzy  $S$ . O ilości informacji pierwotnej, zachowanej w kolejnych składowych głównych, decyduje iloraz:

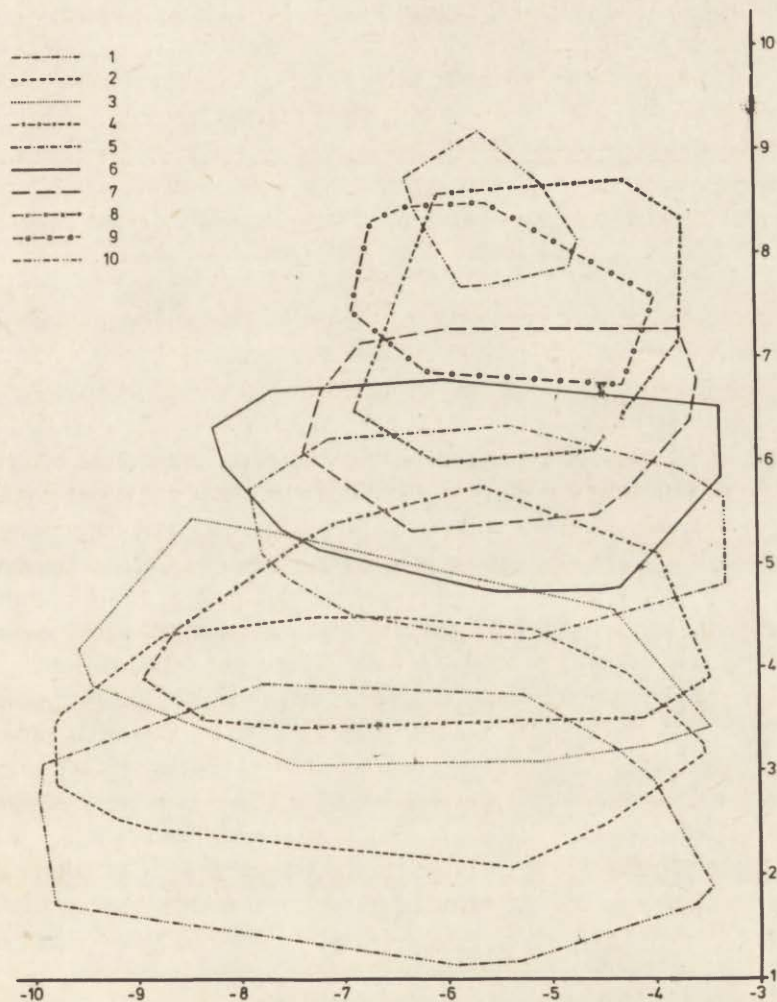
$$\frac{\lambda_i}{\text{tr}S} \cdot 100, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Otrzymujemy w ten sposób procentowy udział poszczególnych składowych w zmienności macierzy  $S$ . Algorytm obliczeń jest taki, że powyższy ciąg jest malejący, a zatem  $\frac{\lambda_1}{\text{tr}S} \cdot 100$  ma zawsze wartość najwyższą.

Analizowany w pracy zbiór pentad dla kolejnych równań wyznacznikowych miał następujące pierwiastki charakterystyczne:  $\lambda_1 = 67,37811$ ,  $\lambda_2 = 21,68429$ ,  $\lambda_3 = 2,91561$ ,  $\lambda_4 = 0,35896$ ,  $\lambda_5 = 0,06095$ . Uwzględniając te wartości, można łatwo obliczyć odsetek informacji pierwotnej, która została zawarta w kolejnych składowych głównych. Poszczególne składowe główne wyjaśniają zmienność ba-

danej populacji pentad w następujących odsetkach: 1-składowa — 72,92%, 2-składowa — 23,47%, 3-składowa — 3,16%, 4-składowa — 0,39%, 5-składowa — 0,07%.

Dwie pierwsze składowe główne zawierają łącznie 96,39% informacji zawartej w pierwotnej macierzy obserwacji. Cały badany zbiór pentad można więc ze stosunkowo dużą wiernością odwzorować w układzie dwóch pierwszych składowych, a zatem na płaszczyźnie. W tej sytuacji można także przyjąć, że płaszczyzna określona tym układem została tak dopasowana (ustawiona) w przestrzeni wielocechowej, iż zniekształcenia wzajemnych odległości między pentadami, związane z rzutowaniem pentad na płaszczyznę, pochłaniają jedynie nieco ponad 3% zmienności całego zbioru

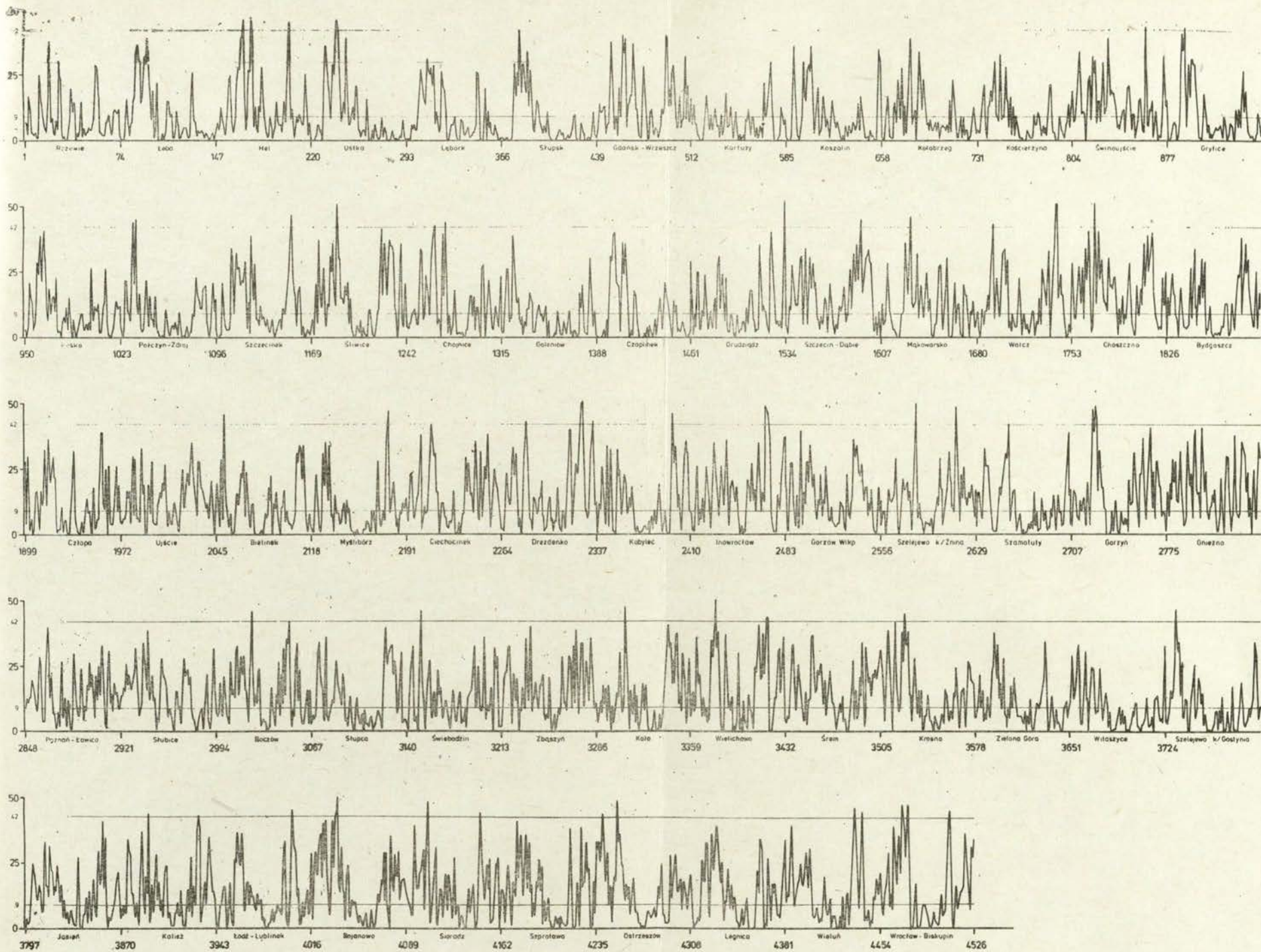


Ryc. 4. Lokalizacja w układzie składowych głównych typów reżimu opadów uzyskanych metodą dendrytu wrocławskiego:

1–10 — granice powierzchni skupiających pentady uzyskanych typów reżimu

Precipitation regimes types distinguished by Wrocław dendrite plotted in principal components space:

1–10 — the boundaries of the regime types



Ryc. 5. Gęstość otoczenia pentad  
Pentad surrounding density

pentad. Stwierdzenie to pociąga za sobą konsekwencje dla przyjętej procedury badawczej. Podzbiory pentad, wyróżnione wcześniej za pomocą dendrytu wrocławskiego, zostały umieszczone na płaszczyźnie zgodnie ze współrzędnymi dwóch pierwszych składowych głównych. Na rycinie 4 zaznaczono te powierzchnie, na których występują pentady poszczególnych podzbiorów. Każdy z dziesięciu wieloboków otrzymano w taki sposób, że połączono skrajne pentady danej klasy typologicznej, bacząc, aby kąty wewnętrzne wieloboków były zawsze mniejsze od  $90^\circ$ .

Otrzymano dzięki temu nieco uproszczony obraz, przedstawiający relacje podobieństwa, w rozumieniu odległości geometrycznej, zachodzące pomiędzy pentadami stanowiącymi tę samą klasę typologiczną, jak również pomiędzy pentadami poszczególnych klas typologicznych. Zwraca uwagę duża rozciągłość niektórych klas typologicznych, co powoduje, że pentady tej samej klasy typologicznej są niejednokrotnie bardziej odległe od siebie niż pentady należące do dwóch i to niekoniernie sąsiadujących ze sobą podzbiorów. W myśl przyjętego założenia, że odległość geometryczna stanowi miarę wzajemnego podobieństwa, należy stwierdzić, iż część pentad wchodząca w skład tej samej klasy typologicznej jest mniej podobna do siebie, aniżeli do pentad innych klas typologicznych. Taka ocena prowadzi do wniosku, że dokonana przy zastosowaniu metody dendrytowej klasyfikacja 4526 pentad nie doprowadziła do utworzenia podzbiorów jednorodnych z punktu widzenia odległości geometrycznej jako miary podobieństwa.

Powyższe rozważania wskazują, że metoda dendrytu wrocławskiego nie daje pełnego obrazu przestrzeni wielowymiarowej. Wynika to zresztą z założeń metodologicznych samej metody. Metoda ta uwzględnia jedynie najkrótsze odległości pomiędzy obiektami zbioru i na podstawie łańcucha połączeń w dendrycie wiemy jedynie to, że sąsiednie ogniwa są do siebie podobne. Nie wiemy natomiast, w jakiej relacji do siebie pozostają obiekty przedzielone dwoma, trzema itp. obiektami. Wzrost liczby połączeń, siłą faktu, powoduje postępującą utratę podobieństwa. Przy liczbie połączeń rzędu kilku tysięcy mogą zaistnieć przypadki umieszczenia na wspólnej gałęzi dendrytu obiektów mało już do siebie podobnych.

Ogólnie należy stwierdzić, że metoda dendrytowa nie stanowi, obiektywnie rzecz biorąc, zbyt precyzyjnego narzędzia badawczego w przypadku zastosowania do klasyfikacji licznych zbiorowości. Testowanie wyników klasyfikacji przy użyciu składowych głównych powinno doprowadzić do tego, aby podzbiory jednorodne — z punktu widzenia odległości geometrycznej — grupowały pentady leżące w układzie dwóch pierwszych składowych na powierzchniach zbliżonych kształtem do koła. Można się tego spodziewać tym bardziej, że w naszym przypadku utrata informacji, związana z transformacją cech w dwie pierwsze składowe główne, jest znikoma.

#### PRÓBA KLASYFIKACJI TYPOLOGICZNEJ OPARTEJ NA FUNKCJI GĘSTOŚCI ORAZ FUNKCJI POTENCJAŁU

Wobec faktu uzyskania niezbyt zachęcających rezultatów badań przy zastosowaniu metody dendrytowej, podjęto dalsze poszukiwania mające na celu znalezienie metody lub wypracowanie algorytmu procedury prowadzącej do rozwiązania kwestii postawionych w [pracy/rcin.org.pl](http://rcin.org.pl)

Z punktu widzenia stosowanych w geografii indywidualizujących metod taksonomicznych, typem nazywa się zespół wartości cech, który realizuje się w danym miejscu przestrzeni wielowymiarowej częściej niż w każdym innym miejscu z nim sąsiadującym (Wysocki 1965). W języku geometrycznym będzie to zatem miejsce większego skupiania się punktów indywidualnych. Przyjęcie takiej definicji typu skłoniło autora do poszukiwania metody, której algorytm byłby analogiczny do stosowanego w metodach analizy skupień.

Procedura grupowania przy zastosowaniu tych metod obejmuje zwykle dwa stadia (Chojnicki, Czyż 1973): wyodrębnienie jąder skupień i alokację pozostałych obiektów zbioru do tych jąder (rdzeni).

W literaturze przedmiotu brakuje jakiegoś uniwersalnego wzorca bądź też powszechnie stosowanej metody pozwalającej na wyodrębnienie jąder skupień. Wydaje się, że za takie rdzenie można uznać te pentady, wokół których skupia się względnie duża liczba innych pentad. Wyodrębnienie pentad — jąder skupień jest możliwe po określeniu miejsc przestrzeni wielowymiarowej o dużym zagęszczeniu pentad. W tym celu zaproponowano pewną funkcję „gęstości otoczenia” dla wszystkich pentad zbioru. Zliczono mianowicie liczbę pentad znajdujących się w otoczeniu każdej pentady, co pozwoliło na określenie gęstości otoczeń poszczególnych pentad.

Pojęcie otoczenia jest dość różnie definiowane w pracach poruszających zagadnienia gęstości bądź też koncentracji. Jak wynika z przeglądu metod badania koncentracji zjawisk punktowych w geografii osadnictwa, dokonanego przez Kostrubca (1972), gęstość tych zjawisk może być badana na jednostkach powierzchni o różnym kształcie (najczęściej kolistym) i różnej wielkości. Wybór odpowiedniej jednostki (pola) podstawowej jest zatem sprawą w pewnym sensie arbitralną.

Za jednostkę „otoczenia” przyjęto przestrzeń wokół każdej pentady zbioru ograniczoną promieniem o długości równej  $\bar{d} + 2Sd$ , gdzie  $\bar{d}$  oznacza średnią odległość wyliczoną ze zbioru najkrótszych odległości między pentadami (z macierzy odległości),  $Sd$  zaś jest odchyleniem standardowym tych odległości. Obliczenia wykazały, że w wyznaczonych w taki sposób otoczeniach poszczególnych pentad znajdowało się od 0 do 56 innych pentad (ryc. 5). Następnie identyfikując wszystkie pentady, których otoczenia zawierały kolejno co najmniej 42, 39, 36, ..., 15, 12, 9 pentad uzyskiwano pewne zbiory pentad o danej gęstości otoczenia.

W tym miejscu wyłania się zagadnienie lokalizacji tych zbiorów pentad w przestrzeni wielowymiarowej. Nie jest bowiem obojętne czy pentady o danej gęstości otoczenia znajdują się w jednym tylko miejscu przestrzeni, stanowiąc jeden tylko zbiór jednorodny (podobny w sensie odległości geometrycznej), czy też zlokalizowane są w kilku miejscach przestrzeni, tworząc w ten sposób kilka podzbiorów jednorodnych. Ze względu na stosunkowo małą liczebność zbiorów pentad o gęstościach otoczeń od 42 do 9, podziału poszczególnych zbiorów na podzbiory dokonano za pomocą metody dendrytowej. Wyniki licznych zastosowań tej metody wskazują, że jest ona przydatną do klasyfikacji niezbyt licznych zbiorowości (Hellwig 1968; Młynarczyk 1970; Jedut 1971; Pluta 1975; Woś 1977a i in.).

Stosując metodę dendrytową do podziału kolejno każdego z 12 wyróżnionych zbiorów pentad (o gęstościach otoczeń od 42 do 9), w poszczególnych przypadkach uzyskiwano od 1 do 4 podzbiorów jednorodnych. Wśród 12 zbiorów znalazły się

zatem takie, których pentady stanowią jedno tylko skupienie w przestrzeni wielowymiarowej oraz takie, które „rozpadają się” na 4 podzbiory jednorodne.

Dla przykładu weźmy zbiór pentad o gęstości otoczenia „39”. Okazuje się, że spośród wszystkich 4526 pentad, 103 pentady posiadają tę właśnie gęstość otoczenia. Cechą wspólną pentad wyróżnionego zbioru jest taka sama gęstość otoczeń. Nie wiadomo natomiast, jak przedstawia się podobieństwo tych pentad w zakresie uwzględnionych wskaźników pluwiometrycznych. Po zastosowaniu metody dendrytu okazało się, że zbiór pentad o gęstości otoczenia „39” dzieli się na trzy podzbiory jednorodne, liczące 94, a następnie 5 oraz 4 pentady (ryc. 6). Trafność podziału potwierdza lokalizacja podzbiorów w układzie składowych głównych, przedstawiona na rycinie 6; pentady każdego z trzech podzbiorów skupiają się bowiem w różnych miejscach przestrzeni wielowymiarowej.

Analogicznie postępowano ze wszystkimi zbiorami pentad, wyróżnionymi na kolejnych poziomach gęstości otoczeń. Efekty tej klasyfikacji przedstawiono na rycinie 7. Zaznaczono na niej, w układzie dwóch pierwszych składowych głównych, położenie każdego podzbioru pentad wyróżnionego za pomocą metody dendrytowej na kolejnych poziomach gęstości otoczeń. Te wszystkie podzbiory, które zaznaczyły się jako rozłączne (samodzielne) na przynajmniej dwóch kolejnych poziomach gęstości otoczeń, z uwagi na ich dużą „autonomiczność” (odrębność), uznano za jądra skupień. Wyznaczają one te miejsca w przestrzeni wielowymiarowej, które cechuje większa koncentracja pentad aniżeli w innych miejscach przestrzeni. Wykryto siedem takich jąder (ryc. 8).

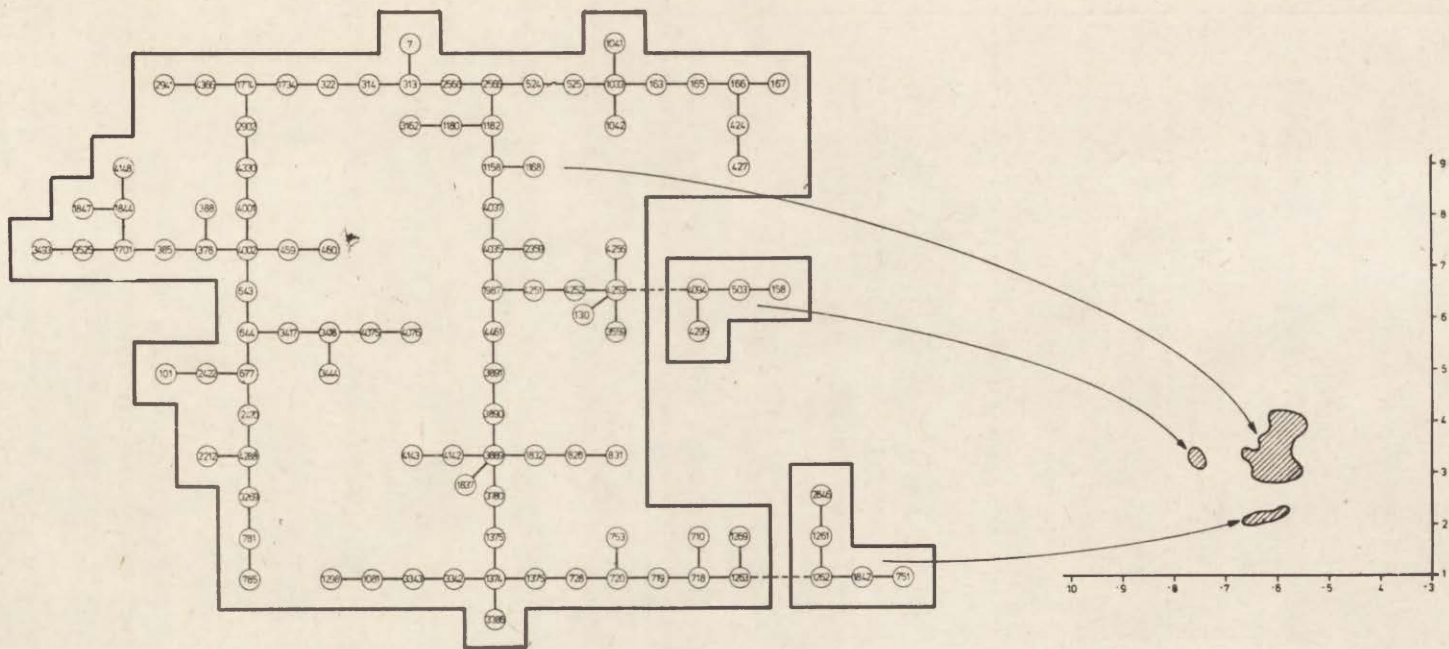
Po wyznaczeniu jąder skupień przystąpiono do sklasyfikowania pozostałych pentad zbioru. Wykorzystano do tego celu funkcje potencjałowe. Ogólną teorię wspomnianych funkcji można znaleźć między innymi w obszernej pracy Ajzermana i in. (1970). Wiele podstaw teoretycznych pojęcia modelu potencjału sformułował Chojnicki (1966) w swoim studium monograficznym poświęconym krytycznej ocenie wartości poznawczej i zastosowania modeli grawitacji oraz potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych.

W opracowaniu przyjęto algorytm klasyfikacji zaproponowany przez Krzyśkę i Stolarskiego (1976). Ogólnie, przez sklasyfikowanie obiektu należy rozumieć określenie jego przynależności do jednej z danych populacji  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$ . W naszym przypadku należało rozklasyfikować zbiór pentad, dokonując ich alokacji, zgodnie z wielkością potencjału, do jednego z siedmiu utworzonych poprzednio jąder skupień. W tym celu wykorzystano funkcję potencjałową o postaci:

$$P(x, y) = [1 + \alpha d^2(x, y)]^{-1},$$

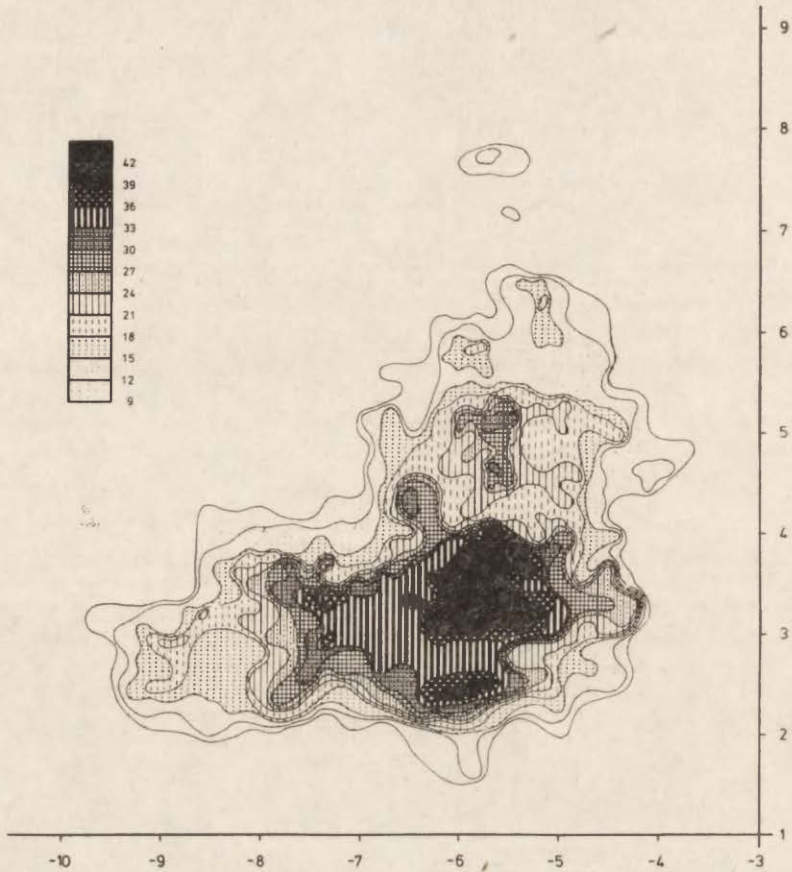
gdzie  $d(x, y)$  jest odległością euklidesową w przestrzeni między punktami  $x$  i  $y$ , natomiast  $\alpha$  stanowi odpowiednio dobraną stałą dodatnią.

Powyższa funkcja wyraża wpływ punktu  $y$  na punkt  $x$ . Zależy ona od  $x$  i  $y$  tylko przez odległość  $d(x, y)$ . Funkcja ta jest wszędzie dodatnia i przyjmuje wartość maksymalną, gdy  $x = y$  (punkty znajdują się w tym samym miejscu przestrzeni) oraz maleje do zera, gdy  $d(x, y) \rightarrow \infty$ .



Ryc. 6. Schemat podziału zbioru pentad o gęstości otoczenia „39” oraz lokalizacja podzbiorów jednorodnych w układzie składowych głównych  
 The division of the set of pentads with a surrounding density of “39”, and the location of the homogeneous subsets in principal components space





Ryc. 7. Lokalizacja w układzie składowych głównych zbiorów pentad o różnej gęstości otoczeń  
 The localization of sets of pentads characterized by various surrounding densities in principal components space

Chcąc przydzielić daną pentadę do któregoś z jąder skupień, musimy określić potencjał każdego jądra w stosunku do klasyfikowanej pentady. Z uwagi na fakt, że wyróżnione jądra nie są jednoelementowe (tworzy je pewien zbiór pentad) wprowadzamy następującą funkcję:

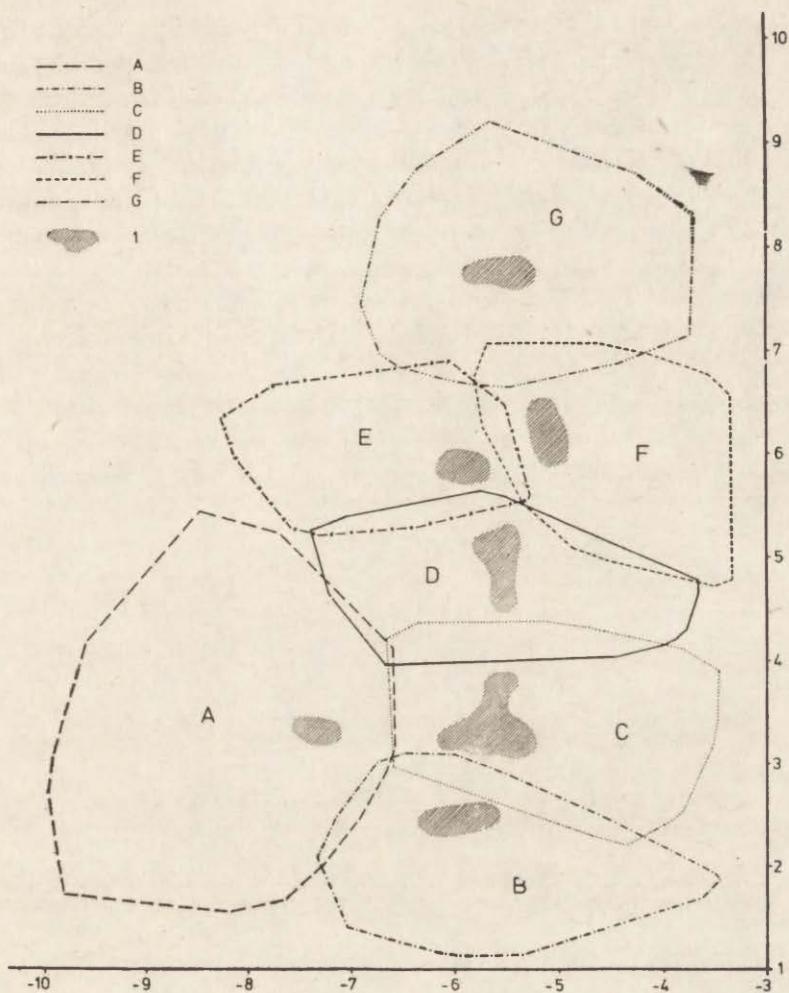
$$z_i(x) = \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} P(x, y),$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$(i = 1, 2, \dots, 7)$$

$n$  — ilość pentad tworzących jądro  $\pi_i$ .

Funkcję  $z_i(x)$  nazywać będziemy potencjałem  $i$ -tego jądra. Wartość  $i$ -tego potencjału w punkcie  $x_0$  interpretuje się jako miarę związku pentady  $x_0$  z jądrem  $\pi_i$ .



Ryc. 8. Lokalizacja w układzie składowych głównych typów reżimu uzyskanych za pomocą proponowanej metody:

A–G – granice powierzchni skupiających pentady uzyskanych typów reżimu; 1 – położenie jąder skupień

The location of precipitation regime types in principal components space obtained using the proposed method

A–G – the boundaries of the regime types; 1 – cluster core locations

Decyzję o zaklasyfikowaniu pentady  $x_0$  do jednego z  $m$  jąder  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$  ( $m = 7$ ) podejmuje się na podstawie wartości potencjałów  $z_1(x_0), z_2(x_0), \dots, z_m(x_0)$ . Oznacza to, że jeśli:

$$z_i(x_0) > z_j(x_0) \quad \text{dla } i, j = 1, 2, \dots, m \quad j \neq i,$$

to pentadę  $x_0$  klasyfikujemy, czyli przydzielamy do jądra  $\pi_i$ . Przyjmujemy zatem zasadę, że pentadę  $x_0$  klasyfikujemy do tego jądra, którego potencjał jest maksymalny w stosunku do danej pentady.

Obliczając potencjał każdego jądra w stosunku do każdej pentady podzielono, zgodnie z podaną wyżej zasadą, zbiór 4526 pentad na siedem podzbiorów (klas typologicznych). Podobnie, jak w przypadku wyników uzyskanych metodą dendrytową, również i tutaj zweryfikowano wyniki dokonanej klasyfikacji typologicznej za pomocą metody składowych głównych. Rezultaty testowania przedstawia rycina 8. Widać, że otrzymane klasy typologiczne (A, B, C, D, E, F, G) reprezentowane są przez pentady zlokalizowane na zwartych powierzchniach i tylko minimalnie nakładających się na siebie.

Porównanie wyników klasyfikacji otrzymanych przy zastosowaniu metody dendrytu wrocławskiego oraz przy zastosowaniu proponowanej wyżej procedury klasyfikacyjnej prowadzi do jednoznacznego wniosku, iż w przypadku licznych zbiorów i przy zastosowaniu odległości geometrycznej jako miary podobieństwa, bardziej adekwatne rezultaty daje druga metoda, której algorytm bierze pod uwagę odpowiednio skonstruowaną funkcję gęstości otoczenia oraz funkcję potencjałową.

## TYPY REŻIMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA OBSZARZE POJEZIERZA POMORSKIEGO I NIZINY WIELKOPOLSKIEJ ORAZ ICH CHARAKTERYSTYKA

Zgodnie z przyjętą i przedstawioną w poprzednim rozdziale procedurą metodologiczną, zbiór 4526 pentad został podzielony na siedem podzbiorów spełniających warunek rozłączności, gdyż poszczególne podzbiory nie mają pentad wspólnych, oraz warunek zupełności, jako że suma pentad w podzbiorach jest identyczna z sumą klasyfikowanego zbioru. Podzbiory te, co wykazano wcześniej, można traktować jako grupy pentad podobnych w zakresie zespołu przyjętych cech diagnostycznych. Grupy te możemy uznać za klasy typologiczne skupiające pentady, z których każda bardziej ciąży do swojego jądra skupienia aniżeli do jądra innego.

Wartości wskaźników pluwiometrycznych pentad, należących do poszczególnych klas typologicznych, charakteryzują jednocześnie pewne zespoły stosunków opadowych występujących na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej. Można dalej przyjąć, że pentady poszczególnych klas typologicznych reprezentują pewne typy reżimu opadów atmosferycznych. Poszczególne typy reżimu opadów, zaznaczające się na Pojezierzu Pomorskim i Nizinie Wielkopolskiej, oznaczono kolejnymi literami alfabetu — A, B, C, D, E, F, G.

Przechodząc do charakterystyki wyróżnionych typów reżimu opadów atmosferycznych, należy zauważyć, że poszczególne typy są podzbiorami o różnej liczebności. Wyłonione typy reżimu opadowego grupują:

|                      |        |
|----------------------|--------|
| typ A — 1198 pentad  | 26,4%  |
| typ B — 448 pentad   | 9,9%   |
| typ C — 1004 pentady | 22,2%  |
| typ D — 801 pentad   | 17,7%  |
| typ E — 353 pentady  | 7,8%   |
| typ F — 433 pentady  | 9,6%   |
| typ G — 289 pentad   | 6,4%   |
| razem 4526 pentad    | 100,0% |

Zwraca uwagę spore zróżnicowanie liczebności otrzymanych klas typologicznych. Blisko połowa spośród 4526 pentad należy bądź do typu A, bądź do typu C reżimu opadowego. Z kolei niecałe 34% stanowią pentady, w których opady atmosferyczne charakteryzuje jeden spośród czterech typów reżimu B, E, F bądź G. Najmniej liczny w tej grupie jest typ G, skupiający zaledwie nieco ponad 6% poddanych

klasyfikacji pentad. Pośrednią z uwagi na liczebność klasę typologiczną stanowią pentady z opadami o reżimie typu D (17,7%).

Zakładając, że typy reżimu opadów ujmują sumarycznie pewien kompleks zjawisk stanowiących o całokształcie stosunków opadowych, należy zauważyć, iż relacje podobieństwa lub zróżnicowania, występujące między typami reżimu, sprowadzają się w praktyce do analogicznych relacji zachodzących między poszczególnymi wskaźnikami pluwiometrycznymi. Statystyczny obraz tych relacji zawiera odpowiednie zestawienie (tab. 1). Wynika z niego wyraźnie fakt istnienia stosunkowo dużych różnic w wartościach poszczególnych wskaźników, obliczonych osobno dla każdego typu reżimu opadów.

Tabela 1

Wskaźniki pluwiometryczne oraz ich zmienność w typach reżimu opadów atmosferycznych  
Pluviometric indices and their variation in the types of precipitation regime

| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation regime | Suma opadów w mm<br>Total precipitation in mm |       | Częstość dni z opadem w %<br>Frequency of days with precipitation in % |       | Obfitość opadów w mm na średni dzień z opadem<br>Precipitation amounts — average mm precipitation per day with precipitation |       | Liczba dni z opadem ≤ 1,0 mm w %<br>Number of days with precipitation ≤ 1,0 mm in % |       | Liczba dni z opadem powyżej 10,0 mm w %<br>Number of days with precipitation above 10,0 mm in % |       |
|---|---|-------|--|-------|--|-------|---|-------|---|-------|
|   | $\bar{x}$                                     | $\nu$ | $\bar{x}$  | $\nu$ | $\bar{x}$  | $\nu$ | $\bar{x}$   | $\nu$ | $\bar{x}$   | $\nu$ |
| A   | 6,5   | 21,0  | 51   | 9,7   | 2,6  | 19,2  | 22  | 17,2  | 2   | 60,4  |
| B   | 4,8   | 17,7  | 38   | 10,4  | 2,4  | 12,2  | 16  | 15,1  | 1   | 59,8  |
| C   | 6,2   | 12,5  | 38   | 10,8  | 3,3  | 11,6  | 13  | 20,3  | 2   | 32,9  |
| D   | 8,6   | 9,3   | 41   | 11,0  | 4,3  | 10,6  | 12  | 20,6  | 4   | 18,8  |
| E   | 11,2  | 8,6   | 46   | 8,6   | 4,9  | 9,7   | 14  | 15,6  | 6   | 14,5  |
| F   | 10,9  | 10,8  | 38   | 10,1  | 5,7  | 9,3   | 9   | 21,3  | 6   | 16,4  |
| G   | 14,5  | 8,7   | 46   | 9,0   | 6,4  | 10,1  | 11  | 21,8  | 9   | 12,3  |

$\bar{x}$  — wartość średnia;  $\nu$  — współczynnik zmienności  $\left( \frac{\text{odchylenie standardowe} \cdot 100\%}{\text{wartość średnia}} \right)$

$\bar{x}$  — mean value;  $\nu$  — coefficient of variation  $\left( \frac{\text{standard deviation} \cdot 100\%}{\text{mean value}} \right)$

Średnie pentadowe sumy opadów mogą kształtować się na poziomie od 4,8 mm w typie reżimu B do 14,5 mm w pentadach należących do typu reżimu oznaczonego symbolem G. Stosunkowo mała popularność pentady, jako podstawowej jednostki czasowej, powoduje to, że wartości sum opadów (zawarte w tab. 1) mogą nie przemawiać dostatecznie sugestywnie na rzecz dużego zróżnicowania między typami reżimu w zakresie sum opadów. Zakładając występowanie w ciągu roku tylko jednego typu reżimu opadów, otrzymalibyśmy wówczas następujące wartości rocznych

sum opadów dla poszczególnych typów reżimu: A — 474 mm; B — 350 mm; C — 453 mm; D — 628 mm; E — 818 mm; F — 796 mm; G — 1058 mm. Wartości te wymownie wskazują na znaczne różnice wartości sum opadów w kolejnych typach reżimu opadów atmosferycznych.

Drugi z przyjętych w opracowaniu wskaźników — częstość dni z opadem — jest cechą diagnostyczną, którą wyróżnia stosunkowo małe zróżnicowanie w obrębie poszczególnych typów reżimu. Najmniejsza częstość dni z opadem wynosi 38% i występuje jako wartość średnia aż w trzech typach reżimu (B, C i F). Najwięcej dni z opadem obserwuje się w pentadach należących do typu reżimu A. Ich przeciętna frekwencja wynosi 51%.

W odniesieniu do następnej cechy diagnostycznej, jaką jest obfitość opadów, obserwuje się między typami reżimu relacje podobne do tych, jakie występowały w przypadku średnich sum opadów. To znaczy, że w pentadach z opadami o reżimie typu B na średni dzień z opadem przypada najmniejsza suma opadu (2,4 mm). Najbardziej obfite opady są charakterystyczne dla pentad, które cechuje reżim opadów typu G (6,4 mm na średni dzień z opadem).

Wreszcie dwa ostatnie wskaźniki pluwiometryczne odnoszą się do liczby dni charakterystycznych. Częstość dni z opadem bardzo słabym ( $\leq 1,0$  mm) zmienia się od 9%, w pentadach należących do typu F, do 22% w przypadku pentad, których opady atmosferyczne są zgodne z reżimem opadowym oznaczonym symbolem A. Z kolei dni z opadem silnym i bardzo silnym (powyżej 10,0 mm) sporadycznie pojawiają się w pentadach typu B (1%) oraz A i C (po 2%). Największa frekwencja dni z opadem powyżej 10,0 mm notowana jest w pentadach tworzących klasę typologiczną reżimu opadów, oznaczoną symbolem C.

Uwzględniając wartości wskaźników pluwiometrycznych, przedstawione w tabeli 1, można podjąć próbę słownej charakterystyki wyróżnionych typów reżimu opadów. Ta ogólna charakterystyka jest relatywna, prezentuje bowiem dany typ na tle wyróżnionych w pracy siedmiu typów reżimu stosunków pluwiometrycznych.

Typ reżimu A skupia pentady o małych sumach opadów, największej częstości dni z opadem, małej obfitości opadów, największej liczbie dni z opadem bardzo słabym oraz małej liczbie dni z opadem silnym i bardzo silnym.

Pentady o opadach z reżimem oznaczonym symbolem B charakteryzuje najmniejsza suma opadów, najmniejsza częstość dni z opadem, najmniejsza obfitość opadów, duża liczba dni z opadem słabym oraz najmniejsza liczba dni z opadem powyżej 10,0 mm. Typ reżimu B można uznać za typ ekstremalnych, w tym przypadku minimalnych, wartości poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych.

Typ reżimu C grupuje pentady o małych sumach opadów, najmniejszej częstości dni z opadem, małej obfitości opadów, umiarkowanej liczbie dni z opadem bardzo słabym oraz małej liczbie dni z opadem silnym i bardzo silnym.

Dla pentad z opadami o typie reżimu D charakterystyczne są umiarkowane sumy opadów, mała częstość dni z opadem, umiarkowana obfitość opadów oraz umiarkowane liczby dni z opadem bardzo słabym, a także silnym i bardzo silnym. Jest to zatem typ umiarkowanych wartości poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych.

Typ reżimu E można określić jako typ reżimu o dużej sumie opadów oraz umiarkowanych wartościach pozostałych wskaźników opadowych.

Typ reżimu F cechuje duża suma opadów, najmniejsza częstość dni z opadem, duża obfitość opadów, najmniejsza liczba dni z opadem bardzo słabym oraz umiarkowana liczba dni z opadem powyżej 10,0 mm.

Wreszcie typ reżimu opadów oznaczony symbolem G skupia pentady o największej sumie opadów, umiarkowanej częstości dni z opadem, największej obfitości opadów, małej liczbie dni z opadem bardzo słabym oraz największej liczbie dni z opadem silnym i bardzo silnym.

Należy zaznaczyć, że uzyskany powyżej obraz zróżnicowania między typami w zakresie wartości średnich jest zaledwie pewnym przybliżeniem różnic między wartościami faktycznie występującymi. Pojawia się w ten sposób kwestia oceny zmienności wartości cech diagnostycznych w poszczególnych typach. Zmienność faktycznych wartości cech w obrębie każdego typu reżimu opadów można ująć jedną z wielu istniejących i stosowanych miar zmienności, jak chociażby wskaźnik zmienności (Gregory 1970). Nie analizując szczegółowo tego zagadnienia można stwierdzić, że w tym przypadku obliczone wskaźniki zmienności wskazują na podobny stopień rozproszenia wartości wokół średniej, tak dla wszystkich typów, jak i dla wszystkich niemal cech (tab. 1). Jedynie dni z opadem powyżej 10,0 mm wykazują stosunkowo duże różnice w wartości wskaźnika zmienności. Rozproszenie wokół wartości średnich, wyrażone wielkością wskaźnika zmienności, oscyluje w przypadku tej cechy od 12,3% w typie reżimu G do około 60% w typach A oraz B.

Z wartości wskaźnika zmienności, przytoczonych w tabeli 1, wynika dodatkowo jeszcze jedno bardzo istotne stwierdzenie, a mianowicie, że zmienność w obrębie poszczególnych typów jest dla wszystkich cech mniejsza aniżeli zmienność, jaką wykazują wskaźniki pluwiometryczne w przypadku traktowania wszystkich typów jako jednego sumarycznego zbioru pentad. Przyjmuje się powszechnie, że zadowalająca (trafnie dobrana) jest taka procedura typologiczna, w wyniku której otrzymane podzbiory jednorodnie wykazują zawsze mniejszą wariancję wewnątrz podzbioru niż wariancja międzygrupowa (por. Chojnicki, Czyż 1973; Racine, Raymond 1977).

Porównano wyłonione typy reżimu na rycinie 9, na której uwzględniono rozkłady wartości kolejnych wskaźników pluwiometrycznych, zgodnie z wynikami obliczeń umieszczonymi w tabelach 2–6. Dla każdej cechy ustalono odpowiednie przedziały wartości, a następnie obliczono liczebności tych przedziałów, osobno dla każdego typu reżimu opadowego. Uzyskano w ten sposób rozkłady częstości (w %) pojawiania się faktycznych wartości poszczególnych wskaźników. Swoiste różnice obserwuje się w lokalizacji histogramów na osi wartości przedziałów klasowych poszczególnych wskaźników. Z wyjątkiem częstości dni z opadem, we wszystkich pozostałych wskaźnikach położenie histogramów zmienia się wyraźnie z typu na typ. Zmiana tego położenia jest tak znamienna, że można ją zapisać niemal w postaci funkcji. Fakt ten dodatkowo potwierdza odrębność wyróżnionych typów reżimu opadów.

## Pentady o różnych częstościach dni z opadem

## Pentads by frequency of precipitation days

| Częstość dni<br>z opadem w %<br>Frequency of<br>days with precipi-<br>tation in % | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |       |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
|---|--|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
|   | A  |       | B   |       | C    |       | D   |       | E   |       | F   |       | G   |       |
|   | a  | b     | a   | b     | a    | b     | a   | b     | a   | b     | a   | b     | a   | b     |
| 23  |  |       | 3   | 0,7   |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 24–25   |  |       | 1   | 0,2   |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 26–27   |  |       | 1   | 0,2   | 7    | 0,7   |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 28–29   |  |       | 4   | 0,9   | 25   | 2,5   | 1   | 0,1   |     |       | 3   | 0,7   |     |       |
| 30–31   |  |       | 17  | 3,8   | 46   | 4,6   | 16  | 2,0   |     |       | 16  | 3,7   | 1   | 0,3   |
| 32–33   |  |       | 36  | 8,1   | 80   | 8,0   | 43  | 5,4   |     |       | 37  | 8,5   | 1   | 0,3   |
| 34–35   |  |       | 57  | 12,7  | 115  | 11,5  | 44  | 5,4   |     |       | 53  | 12,2  | 3   | 1,0   |
| 36–37   |  |       | 75  | 16,7  | 171  | 17,1  | 95  | 11,8  |     |       | 60  | 13,9  | 8   | 2,8   |
| 38–39   |  |       | 97  | 21,7  | 184  | 18,4  | 115 | 14,4  | 6   | 1,6   | 85  | 19,6  | 9   | 3,1   |
| 40–41   | 1  | 0,1   | 72  | 16,1  | 186  | 18,6  | 138 | 17,2  | 24  | 6,8   | 85  | 19,6  | 17  | 5,9   |
| 42–43   | 19   | 1,6   | 58  | 13,0  | 113  | 11,3  | 125 | 15,6  | 62  | 17,6  | 56  | 12,9  | 34  | 11,8  |
| 44–45   | 124  | 10,3  | 26  | 5,8   | 68   | 6,8   | 109 | 13,6  | 76  | 21,5  | 26  | 6,0   | 57  | 19,7  |
| 46–47   | 198  | 16,6  | 1   | 0,2   | 9    | 0,9   | 64  | 8,0   | 69  | 19,5  | 11  | 2,5   | 57  | 19,7  |
| 48–49   | 186  | 15,5  |     |       |      |       | 41  | 5,1   | 59  | 16,7  | 1   | 0,2   | 61  | 21,1  |
| 50–51   | 175  | 14,6  |     |       |      |       | 5   | 0,6   | 32  | 9,1   |     |       | 29  | 10,0  |
| 52–53   | 146  | 12,2  |     |       |      |       | 5   | 0,6   | 11  | 3,1   |     |       | 7   | 2,4   |
| 54–55   | 117  | 9,7   |     |       |      |       |     |       | 3   | 0,9   |     |       | 2   | 0,7   |
| 56–57   | 94   | 7,9   |     |       |      |       |     |       | 3   | 0,8   |     |       | 1   | 0,3   |
| 58–59   | 72   | 6,0   |     |       |      |       |     |       | 5   | 1,4   |     |       |     |       |
| 60–61   | 31   | 2,6   |     |       |      |       |     |       | 2   | 0,6   |     |       | 2   | 0,7   |
| 62–63   | 18   | 1,5   |     |       |      |       |     |       | 1   | 0,3   |     |       |     |       |
| 64–65   | 9  | 0,8   |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 66–67   | 6  | 0,6   |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 68  | 2  | 0,2   |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| Razem — Total   | 1198   | 100,0 | 448 | 100,0 | 1004 | 100,0 | 801 | 100,0 | 353 | 100,0 | 433 | 100,0 | 289 | 100,0 |

a — liczba pentad; b — odsetek

a — number of pentads; b — percentage



## Pentady o różnych sumach opadów

## Pentads by total precipitation

| Suma opadów<br>w mm<br>Total precipita-<br>tion in mm | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |      |     |      |     |      |     |      |    |      |    |      |    |      |
|---|--|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|------|----|------|----|------|
|   | A  |      | B   |      | C   |      | D   |      | E  |      | F  |      | G  |      |
|   | a  | b    | a   | b    | a   | b    | a   | b    | a  | b    | a  | b    | a  | b    |
| < 3,1   |  |      | 8   | 1,7  |     |      |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 3,1— 3,5  |  |      | 39  | 8,8  |     |      |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 3,6— 4,0  | 15   | 1,3  | 60  | 13,4 | 1   | 0,1  |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 4,1— 4,5  | 48   | 4,0  | 121 | 26,9 | 16  | 1,6  |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 4,6— 5,0  | 101  | 8,4  | 133 | 29,6 | 51  | 5,1  |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 5,1— 5,5  | 138  | 11,4 | 67  | 15,0 | 138 | 13,8 |     |      |    |      |    |      |    |      |
| 5,6— 6,0  | 163  | 13,7 | 20  | 4,5  | 205 | 20,5 | 3   | 0,3  |    |      |    |      |    |      |
| 6,1— 6,5  | 187  | 15,7 |     |      | 232 | 23,2 | 3   | 0,3  |    |      |    |      |    |      |
| 6,6— 7,0  | 162  | 13,6 |     |      | 203 | 20,3 | 4   | 0,5  |    |      |    |      |    |      |
| 7,1— 7,5  | 144  | 12,1 |     |      | 120 | 12,0 | 40  | 4,9  |    |      |    |      |    |      |
| 7,6— 8,0  | 89   | 7,5  |     |      | 37  | 3,7  | 138 | 17,3 |    |      | 4  | 0,9  |    |      |
| 8,1— 8,5  | 62   | 5,1  |     |      | 1   | 0,1  | 191 | 23,8 |    |      | 3  | 0,6  |    |      |
| 8,6— 9,0  | 25   | 2,0  |     |      |     |      | 171 | 21,2 |    |      | 18 | 4,1  |    |      |
| 9,1— 9,5  | 25   | 2,0  |     |      |     |      | 148 | 18,5 | 3  | 0,9  | 33 | 7,6  |    |      |
| 9,6—10,0  | 20   | 1,9  |     |      |     |      | 78  | 9,7  | 33 | 9,4  | 47 | 10,9 |    |      |
| 10,1—10,5   | 12   | 1,1  |     |      |     |      | 19  | 2,3  | 57 | 16,1 | 57 | 13,1 |    |      |
| 10,6—11,0   | 3  | 0,3  |     |      |     |      | 6   | 0,7  | 73 | 20,6 | 64 | 14,7 |    |      |
| 11,1—11,5   | 2  | 0,2  |     |      |     |      |     |      | 59 | 16,7 | 68 | 15,7 |    |      |
| 11,6—12,0   | 2  | 0,2  |     |      |     |      |     |      | 52 | 14,8 | 52 | 12,0 |    |      |
| 12,1—12,5   |  |      |     |      |     |      |     |      | 35 | 9,8  | 50 | 11,6 | 6  | 2,0  |
| 12,6—13,0   |  |      |     |      |     |      |     |      | 25 | 7,1  | 28 | 6,4  | 25 | 8,6  |
| 13,1—13,5   |  |      |     |      |     |      |     |      | 11 | 3,1  | 8  | 1,8  | 43 | 14,9 |
| 13,6—14,0   |  |      |     |      |     |      |     |      | 5  | 1,4  | 1  | 0,2  | 46 | 15,9 |

|                      |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
|----------------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| 14,1–14,5            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 45         | 15,7         |
| 14,6–15,0            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 48         | 16,7         |
| 15,1–15,5            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 18         | 6,3          |
| 15,6–16,0            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 21         | 7,2          |
| 16,1–16,5            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 17         | 5,8          |
| 16,6–17,0            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 8          | 2,6          |
| 17,1–17,5            |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 5          | 1,7          |
| > 17,5               |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 7          | 2,3          |
| <b>Razem – Total</b> | <b>1198</b> | <b>100,0</b> | <b>448</b> | <b>100,0</b> | <b>1004</b> | <b>100,0</b> | <b>801</b> | <b>100,0</b> | <b>353</b> | <b>100,0</b> | <b>433</b> | <b>100,0</b> | <b>289</b> | <b>100,0</b> |

a – liczba pentad; b – odsetek  
a – number of pentads; b – percentage

## Pentady o różnej obfitości opadów

## Pentads by precipitation amounts

| Obfitość opadów<br>w mm na średni<br>dzień z opadem<br>Precipitation<br>amounts — average<br>mm precipitation<br>per day with<br>precipitation | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |      |     |      |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
|--|--|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|------|----|-----|---|-----|
|  | A  |      | B   |      | C   |      | D   |      | E  |      | F  |     | G |     |
|  | a  | b    | a   | b    | a   | b    | a   | b    | a  | b    | a  | b   | a | b   |
| 1,5  | 4  | 0,3  |     |      |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 1,6—1,7  | 39   | 3,3  | 7   | 1,5  |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 1,8—1,9  | 88   | 7,4  | 35  | 7,8  |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 2,0—2,1  | 132  | 11,0 | 63  | 14,0 |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 2,2—2,3  | 171  | 14,3 | 111 | 24,8 |     |      |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 2,4—2,5  | 176  | 14,7 | 123 | 27,5 | 4   | 0,4  |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 2,6—2,7  | 164  | 13,7 | 71  | 15,8 | 56  | 5,6  |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 2,8—2,9  | 142  | 11,9 | 30  | 6,7  | 132 | 13,2 |     |      |    |      |    |     |   |     |
| 3,0—3,1  | 112  | 9,4  | 8   | 1,8  | 187 | 18,7 | 1   | 0,1  |    |      |    |     |   |     |
| 3,2—3,3  | 89   | 7,4  |     |      | 194 | 19,4 | 4   | 0,5  |    |      |    |     |   |     |
| 3,4—3,5  | 58   | 4,8  |     |      | 183 | 18,3 | 22  | 2,7  |    |      |    |     |   |     |
| 3,6—3,7  | 17   | 1,5  |     |      | 130 | 13,0 | 81  | 10,1 | 2  | 0,6  |    |     |   |     |
| 3,8—3,9  | 5  | 0,5  |     |      | 57  | 5,7  | 110 | 13,7 | 11 | 3,1  |    |     |   |     |
| 4,0—4,1  | 1  | 0,1  |     |      | 38  | 3,8  | 126 | 15,7 | 16 | 4,6  |    |     |   |     |
| 4,2—4,3  |  |      |     |      | 11  | 1,1  | 117 | 14,6 | 16 | 4,5  |    |     |   |     |
| 4,4—4,5  |  |      |     |      | 11  | 1,1  | 114 | 14,3 | 38 | 10,8 | 1  | 0,2 |   |     |
| 4,6—4,7  |  |      |     |      | 1   | 0,1  | 87  | 10,8 | 42 | 11,9 | 2  | 0,4 | 2 | 0,7 |
| 4,8—4,9  |  |      |     |      |     |      | 71  | 8,9  | 59 | 16,7 | 11 | 2,5 |   |     |
| 5,0—5,1  |  |      |     |      |     |      | 52  | 6,5  | 60 | 17,0 | 31 | 7,1 | 1 | 0,3 |

|                      |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
|----------------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| 5,2–5,3              |             |              |            |              |             |              | 13         | 1,6          | 49         | 13,8         | 62         | 14,3         | 7          | 2,4          |
| 5,4–5,5              |             |              |            |              |             |              | 3          | 0,2          | 30         | 8,5          | 77         | 17,8         | 16         | 5,6          |
| 5,6–5,7              |             |              |            |              |             |              |            |              | 18         | 5,1          | 69         | 16,0         | 25         | 8,7          |
| 5,8–5,9              |             |              |            |              |             |              |            |              | 9          | 2,5          | 60         | 13,9         | 23         | 7,9          |
| 6,0–6,1              |             |              |            |              |             |              |            |              | 1          | 0,3          | 34         | 7,9          | 35         | 12,1         |
| 6,2–6,3              |             |              |            |              |             |              |            |              | 1          | 0,3          | 32         | 7,4          | 40         | 13,8         |
| 6,4–6,5              |             |              |            |              |             |              |            |              | 1          | 0,3          | 19         | 4,3          | 31         | 10,7         |
| 6,6–6,7              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 13         | 3,0          | 31         | 10,7         |
| 6,8–6,9              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 10         | 2,3          | 29         | 10,0         |
| 7,0–7,1              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 6          | 1,4          | 22         | 7,6          |
| 7,2–7,3              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 4          | 1,0          | 10         | 3,4          |
| 7,4–7,5              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 1          | 0,2          | 5          | 1,7          |
| 7,6–7,7              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              | 1          | 0,2          | 4          | 1,3          |
| 7,8–7,9              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 1          | 0,3          |
| 8,0–8,1              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 2          | 0,6          |
| 8,2–8,3              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 1          | 0,3          |
| 8,4–8,5              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 3          | 1,0          |
| 8,6                  |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              | 1          | 0,3          |
| <b>Razem – Total</b> | <b>1198</b> | <b>100,0</b> | <b>448</b> | <b>100,0</b> | <b>1004</b> | <b>100,0</b> | <b>801</b> | <b>100,0</b> | <b>353</b> | <b>100,0</b> | <b>433</b> | <b>100,0</b> | <b>289</b> | <b>100,0</b> |

a – liczba pentad; b – odsetek

a – number of penta's; b – percentage

Pentady o różnej częstotliwości dni z opadem bardzo słabym  
 Pentads by days with very little precipitation

| Częstość dni<br>z opadem $\leq 1,0$ mm<br>w %<br>Frequency of days<br>with precipitation<br>$\leq 1,0$ mm in % | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |      |    |      |     |      |     |      |    |      |    |      |    |      |
|--|--|------|----|------|-----|------|-----|------|----|------|----|------|----|------|
|  | A  |      | B  |      | C   |      | D   |      | E  |      | F  |      | G  |      |
|  | a  | b    | a  | b    | a   | b    | a   | b    | a  | b    | a  | b    | a  | b    |
| 4  |  |      |    |      |     |      |     |      |    |      | 8  | 1,8  |    |      |
| 5  |  |      |    |      |     |      | 2   | 0,2  |    |      | 8  | 1,8  | 2  | 0,7  |
| 6  |  |      |    |      | 3   | 0,3  | 4   | 0,5  |    |      | 27 | 6,2  | 8  | 2,8  |
| 7  |  |      | 1  | 0,2  | 14  | 1,4  | 18  | 2,2  |    |      | 45 | 10,4 | 11 | 3,8  |
| 8  |  |      | 1  | 0,2  | 29  | 2,9  | 28  | 3,5  | 1  | 0,3  | 78 | 18,0 | 23 | 8,0  |
| 9  |  |      |    |      | 68  | 6,8  | 61  | 7,6  | 1  | 0,3  | 90 | 20,8 | 32 | 11,1 |
| 10   |  |      | 1  | 0,2  | 94  | 9,4  | 72  | 9,0  | 14 | 4,0  | 78 | 18,0 | 49 | 17,0 |
| 11   |  |      | 6  | 1,3  | 92  | 9,2  | 96  | 12,0 | 15 | 4,2  | 61 | 14,1 | 46 | 15,9 |
| 12   |  |      | 15 | 3,3  | 119 | 11,9 | 135 | 16,9 | 60 | 17,0 | 26 | 6,0  | 41 | 14,2 |
| 13   | 1  | 0,1  | 25 | 5,6  | 130 | 12,9 | 113 | 14,1 | 61 | 17,3 | 10 | 2,3  | 33 | 11,4 |
| 14   | 9  | 0,8  | 51 | 11,4 | 152 | 15,1 | 111 | 13,9 | 79 | 22,4 | 2  | 0,5  | 29 | 10,0 |
| 15   | 15   | 1,3  | 52 | 11,6 | 128 | 12,7 | 81  | 10,1 | 43 | 12,2 |    |      | 10 | 3,5  |
| 16   | 42   | 3,5  | 84 | 18,8 | 86  | 8,6  | 41  | 5,1  | 38 | 10,8 |    |      | 2  | 0,7  |
| 17   | 54   | 4,5  | 56 | 12,5 | 60  | 6,0  | 22  | 2,7  | 21 | 5,9  |    |      | 1  | 0,3  |
| 18   | 98   | 8,2  | 68 | 15,2 | 25  | 2,5  | 11  | 1,4  | 8  | 2,3  |    |      |    |      |
| 19   | 117  | 9,8  | 46 | 10,3 | 4   | 0,4  | 2   | 0,2  | 4  | 1,1  |    |      | 1  | 0,3  |
| 20   | 143  | 11,9 | 18 | 4,0  |     |      | 3   | 0,4  | 3  | 0,8  |    |      | 1  | 0,3  |
| 21   | 125  | 10,4 | 16 | 3,6  |     |      | 1   | 0,1  | 5  | 1,4  |    |      |    |      |
| 22   | 94   | 7,8  | 6  | 1,3  |     |      |     |      |    |      |    |      |    |      |

|              |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| 23           | 83          | 6,9          | 1          | 0,2          |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 24           | 93          | 7,8          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 25           | 78          | 6,5          | 1          | 0,2          |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 26           | 81          | 6,8          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 27           | 63          | 5,3          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 28           | 41          | 3,4          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 29           | 24          | 2,0          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 30           | 23          | 1,9          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 31           | 7           | 0,6          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 32           | 3           | 0,3          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 33           | 3           | 0,3          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| 34           | 1           | 0,1          |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |
| <b>Razem</b> | <b>1198</b> | <b>100,0</b> | <b>448</b> | <b>100,0</b> | <b>1004</b> | <b>100,0</b> | <b>801</b> | <b>100,0</b> | <b>353</b> | <b>100,0</b> | <b>433</b> | <b>100,0</b> | <b>289</b> | <b>100,0</b> |
| <b>Total</b> |             |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |              |            |              |

a – liczba pentad; b – odsetek

a – number of pentads; b – percentage

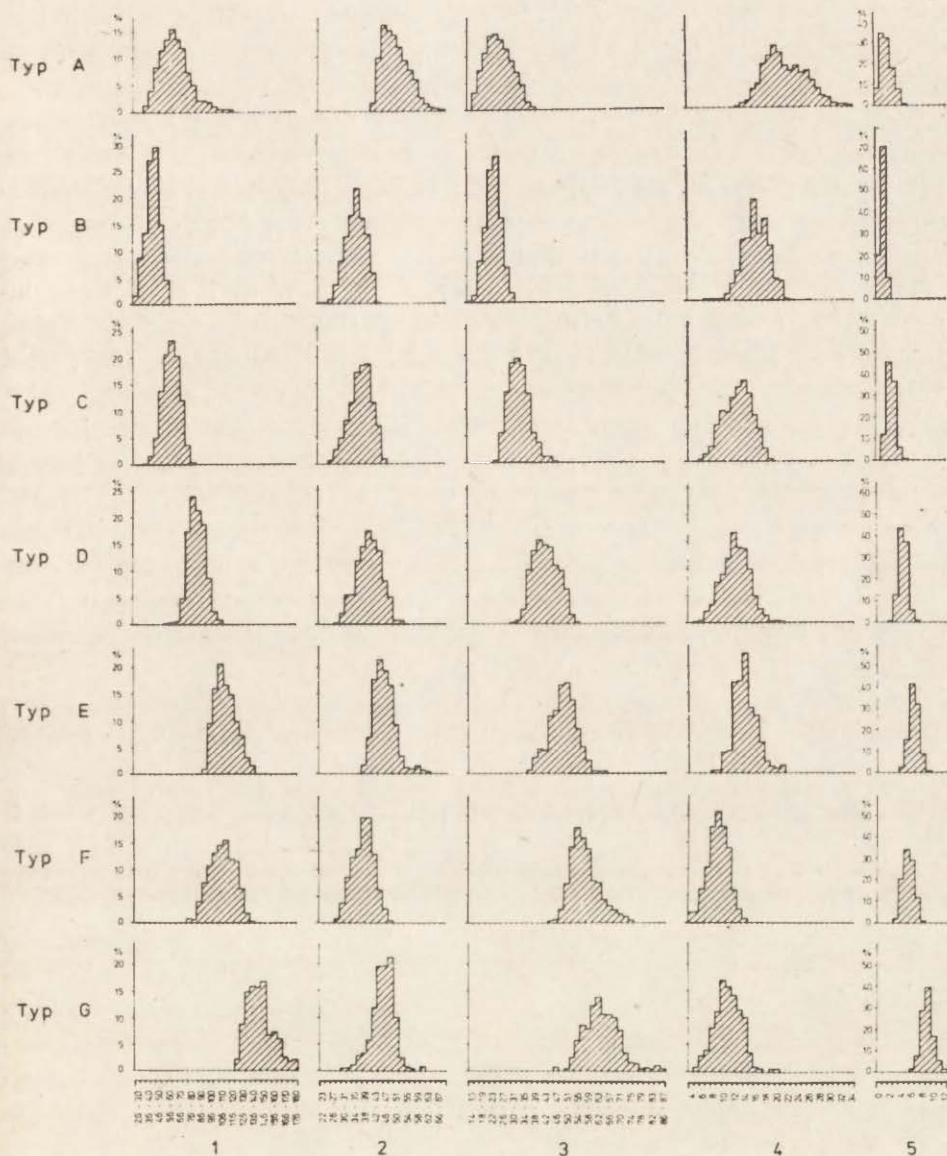
Tabela 6

Pentady o różnej częstości dni z opadem silnym i bardzo silnym  
Pentads by days with heavy and very heavy precipitation

| Częstość dni z opadem > 10,0 mm w %<br>Frequency of days with precipitation > 10,0 mm in % | Typy reżimu opadów – Types of precipitation regime |       |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
|--|--|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
|  | A  |       | B   |       | C    |       | D   |       | E   |       | F   |       | G   |       |
|  | a  | b     | a   | b     | a    | b     | a   | b     | a   | b     | a   | b     | a   | b     |
| 0  | 8,2  | 8,2   | 90  | 20,1  |      |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 1  | 34,3   | 34,3  | 315 | 70,3  | 118  | 11,8  |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 2  |  | 32,1  | 43  | 9,6   | 457  | 45,5  | 5   | 0,6   |     |       |     |       |     |       |
| 3  |  | 17,3  |     |       | 365  | 36,4  | 101 | 12,6  |     |       |     |       |     |       |
| 4  |  | 7,3   |     |       | 61   | 6,1   | 348 | 43,4  | 8   | 2,3   | 8   | 1,8   |     |       |
| 5  |  | 0,7   |     |       | 3    | 0,3   | 298 | 37,2  | 54  | 15,3  | 89  | 20,6  |     |       |
| 6  |  |       |     |       |      |       | 46  | 5,7   | 147 | 41,6  | 150 | 34,6  | 4   | 1,4   |
| 7  |  |       |     |       |      |       | 2   | 0,2   | 113 | 32,0  | 128 | 29,6  | 21  | 7,3   |
| 8  |  |       |     |       |      |       |     |       | 30  | 8,5   | 53  | 12,2  | 83  | 28,7  |
| 9  |  |       |     |       |      |       |     |       | 1   | 0,3   | 4   | 0,9   | 114 | 39,4  |
| 10   |  |       |     |       |      |       |     |       |     |       | 1   | 0,2   | 47  | 16,3  |
| 11   |  |       |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       | 16  | 5,5   |
| 12   |  |       |     |       |      |       |     |       |     |       |     |       | 4   | 1,4   |
| Razem<br>Total   | 1198   | 100,0 | 448 | 100,0 | 1004 | 100,0 | 801 | 100,0 | 353 | 100,0 | 433 | 100,0 | 289 | 100,0 |

a – liczba pentad; b – odsetek

a – number of pentads; b – percentage



Ryc. 9. Częstość pojawiania się kolejnych wartości wskaźników pluwiometrycznych:

1 – suma opadów w mm; 2 – częstość dni z opadem w  $\%$ ; 3 – obfitość opadów w mm na średni dzień z opadem;  
4 – liczba dni z opadem bardzo słabym w  $\%$ ; 5 – liczba dni z opadem silnym w  $\%$

Frequency of occurrence of the values of individual indices

1 – total precipitation in mm; 2 – frequency of days with precipitation in  $\%$ ; 3 – precipitation amounts in mm precipitation per day with precipitation; 4 – number of days with very little precipitation in  $\%$ ; 5 – number of days with heavy precipitation in  $\%$

Pamiętać jednakże musimy i o tym, że obraz wzajemnych relacji między typami, przedstawiony na rycinie 9, nie odpowiada wyczerpująco na pytanie w jakiej mierze, do jakiego stopnia wyłonione typy reżimu są do siebie podobne lub niepodobne



w zakresie poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych. Odpowiedź na postawione pytania sprowadza się do ustalenia w sposób wymierny relacji podobieństwa bądź oszacowania stopnia różnicy między typami.

W statystyce matematycznej występuje wiele metod przydatnych w tego typu analizie porównawczej. Jednym z przypadków wnioskowania statystycznego na ten temat jest testowanie hipotez statystycznych. Hipotezy statystyczne, będące sformułowanymi przypuszczeniami dotyczącymi rozkładów, mogą być weryfikowane za pomocą testów statystycznych. Rodzaj użytego testu zależy od postaci postawionej hipotezy zerowej, to znaczy bezpośrednio sprawdzanej. W wyniku testowania hipotezę zerową ( $H_0$ ) możemy przyjąć bądź odrzucić. Informacje szerzej rozwijające to zagadnienie znajdują się w licznych podręcznikach statystyki (Fisz 1958; Greń 1975; Boczarow 1976 i in.).

Poniżej zastosowano test zgodności Kołmogorowa-Smirnowa. Należy on do rodziny testów nieparametrycznych, dla których wartość statystyki zależy jedynie od relacji „mniejszości” między wynikami obserwacji (Konys, Wagner 1974). Hipoteza zerowa  $H_0$  w teście tym zakłada, iż badana cecha w porównywanych populacjach (typach reżimu opadów) ma jednakowy rozkład. Analizowane rozkłady wyrażone są za pomocą dystrybuanty, czyli funkcji, której wartości równe są prawdopodobieństwu tego, że zmienna (cecha) przyjmuje wartość mniejszą od określonej liczby, powiedzmy  $x$  (Pawłowski 1966).

Posługując się testem Kołmogorowa-Smirnowa zbadano, dla każdej cechy, wzajemną zgodność rozkładów wartości cech we wszystkich typach reżimu opadów atmosferycznych. Odrzucenie hipotezy  $H_0$  oznacza, że porównywane pary typów reżimu nie są zgodne (podobne) pod względem rozkładów wartości opisującego je wskaźnika pluwiometrycznego. Łatwo zauważyć, że wyniki testowania pozwalają ponadto na sformułowanie pewnych wniosków co do „trafności” wyboru algorytmu przeprowadzonej klasyfikacji typologicznej.

Zgodnie z zaproponowanym przez Konysa i Wagnera (1974) algorytmem obliczania statystyki  $\lambda$  Smirnowa, punktem wyjścia w metodzie rachunkowej są stabilizowane liczebności kolejnych przedziałów wartości uwzględnionych cech diagnostycznych, tak jak jest to pokazane w tabelach 2–6. Z kolei, zgodnie ze wzorem rekurencyjnym, wyznaczamy liczebności skumulowane oddzielnie dla każdego porównywanego typu reżimu opadów. Następnie obliczamy wartości empirycznych dystrybuant dla każdego typu oddzielnie

$$Fn_k(x) = \frac{n_{k, sk}}{n_k} \quad k = 1, 2, \dots, 7 \text{ (typy A, B, \dots, C),}$$

gdzie:

$n_{k, sk}$  oznacza skumulowane aż do przedziału klasowego  $x_j$  liczebności,  $n_k$  zaś jest całkowitą liczebnością danego typu.

Dla porównywanych typów reżimu opadów obliczamy z kolei bezwzględną wartość różnicy:

$$Fn_k(x) - Fn_p(x) \quad k, p = 1, 2, \dots, 7 \quad k \neq p.$$

Do dalszych obliczeń wyznaczamy statystykę  $D$ , która jest maksymalną wartością różnicy między dystrybuantami empirycznymi.

$$D = \max |Fn_k(x) - Fn_p(x)| \quad k, p = 1, 2, \dots, 7 \quad k \neq p.$$

Ostatecznie wyznaczamy wartość statystyki  $\lambda$  Smirnowa według formuły:

$$\lambda = D\sqrt{n}, \quad \text{gdzie: } n = \frac{n_k n_p}{n_k + n_p}.$$

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa służy do weryfikowania hipotezy zerowej  $H_0$ , która zakłada, że badana cecha w obu porównywanych typach reżimu opadów ma jednakowy rozkład na ustalonym poziomie istotności. W tym celu wyznaczamy wartość krytyczną  $\lambda$  Smirnowa na podstawie rozkładu Kołmogorowa  $Q_{(\lambda)}$

$$Q_{(\lambda)} = (-1)^k \exp(-2k^2 \lambda^2).$$

W praktyce korzysta się z obliczonych i stabilizowanych wartości  $Q_{(\lambda)}$  dla różnych  $\lambda$ . Ostatecznie przyjmujemy poziom istotności  $\alpha$  i weryfikujemy hipotezę  $H_0$ . Odrzucamy  $H_0$ , gdy:

$$1 - \alpha < [Q_{(\lambda)}]^{k-1},$$

przyjmujemy ją zaś, jeśli

$$1 - \alpha \geq [Q_{(\lambda)}]^{k-1},$$

gdzie  $Q_{(\lambda)}$  jest wartością dystrybuanty rozkładu Kołmogorowa w punkcie  $\lambda$ .

Przykład obliczania statystyki  $D = \max |Fn_k(x) - Fn_p(x)|$ , zgodnie z podanym wyżej schematem, przeprowadzono dla cechy drugiej (częstość dni z opadem) w formie stabilizowanej. Otóż chcemy zbadać na poziomie 0,0001 czy typy reżimu opadów atmosferycznych oznaczone symbolami B i C mają zgodne rozkłady częstości dni z opadem. Wychodząc z danych zawartych w tabeli 3, wyznaczamy  $D$ , zgodnie z obliczeniami zamieszczonymi w tabeli 7.

Uzyskana w taki sposób wartość  $D$  wynosi 0,0387. Wartość statystyki  $\lambda$  Smirnowa wynosi zatem

$$\lambda = D\sqrt{n} \quad \lambda = 0,0387 \sqrt{\frac{448 \cdot 1004}{448 + 1004}}$$

$$\lambda = 0,6811.$$

Odczytana z tablicy rozkładu Kołmogorowa wartość krytyczna  $Q_{(\lambda)}$  dla  $\lambda = 0,6811$  wynosi 0,2576. Wobec tego, że

$$1 - \alpha = 0,9999 > 0,2576 = [Q_{(\lambda)}]^{k-1},$$

nie ma przeto podstaw do odrzucenia hipotezy  $H_0$ , że częstość dni z opadem ma taki sam rozkład w typie reżimu B, jak i w typie reżimu C.

Analogiczne obliczenia wykonane zostały dla pozostałych 104 kombinacji par typów reżimu opadów (dla każdej cechy po 21 par w relacji „każdy z każdym”). Wyniki obliczeń statystyki  $\lambda$  Smirnowa zawierają tabele 8–12.

Przykład numeryczny obliczania statystyki  $D$   
Numerical example of statistics  $D$  estimation

| Częstość dm<br>z opadem w %<br>Frequency of<br>days with pre-<br>cipitation in %<br>$x_j$ | Liczebność — Number of<br>ranges |                   |           |           | $F_{n_1}(x)$ | $F_{n_2}(x)$ | $ F_{n_1}(x) - F_{n_2}(x) $ |
|---|----------------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------------------|
|   | Typ B<br>$n_{1j}$                | Typ C<br>$n_{2j}$ | $n_{1ks}$ | $n_{2sk}$ |              |              |                             |
| 23  | 3                                | 0                 | 3         | 0         | 0,0067       |              | 0,0067                      |
| 24—25   | 1                                | 0                 | 4         | 0         | 0,0089       |              | 0,0089                      |
| 26—27   | 1                                | 7                 | 5         | 7         | 0,0112       | 0,0096       | 0,0043                      |
| 28—29   | 4                                | 25                | 9         | 32        | 0,0201       | 0,0318       | 0,0117                      |
| 30—31   | 17                               | 46                | 26        | 78        | 0,0580       | 0,0777       | 0,0197                      |
| 32—33   | 36                               | 80                | 62        | 158       | 0,1384       | 0,1573       | 0,0189                      |
| 34—35   | 57                               | 115               | 119       | 273       | 0,2656       | 0,2719       | 0,0063                      |
| 36—37   | 75                               | 171               | 194       | 444       | 0,4330       | 0,4422       | 0,0092                      |
| 38—39   | 97                               | 184               | 291       | 628       | 0,6495       | 0,6255       | 0,0240                      |
| 40—41   | 72                               | 186               | 363       | 814       | 0,8103       | 0,8107       | 0,0004                      |
| 42—43   | 58                               | 113               | 421       | 927       | 0,9620       | 0,9233       | 0,0387 $D$ —max             |
| 44—45   | 26                               | 68                | 447       | 995       | 0,9978       | 0,9910       | 0,0068                      |
| 46—47   | 1                                | 9                 | 448       | 1004      | 1,0000       | 1,0000       | 0,0000                      |
|   | 448                              | 1004              |           |           |              |              |                             |

Tabela 8

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa dla sumy opadów atmosferycznych  
Smirnov's  $\lambda$  statistic for total precipitation

|  |   | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |       |       |       |       |       |       |
|--|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |   | A  | B     | C     | D     | E     | F     | G     |
| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation<br>regime | A |  | 12,69 | 3,86  | 16,28 | 15,85 | 16,28 | 15,33 |
|  | B |  |       | 13,16 | 16,90 | 14,04 | 14,82 | 13,24 |
|  | C | 1  |       |       | 19,14 | 16,22 | 17,29 | 15,04 |
|  | D |  |       | 20    |       | 13,48 | 12,32 | 14,48 |
|  | E |  |       |       |       |       | 19,24 | 10,80 |
|  | F |  |       | 19    |       | 21    |       | 11,74 |
|  | G |  |       |       |       |       | 2     | 3     |

dla wszystkich typów — 21,09  
for all types

W tabelach 8—12, pod przekątną podano po 3 pary typów najmniej (1, 2, 3) oraz najbardziej zróżnicowanych (19, 20, 21) między sobą. Podkreślono te wartości statystyki  $\lambda$ , które powodują, że nie odrzucamy hipotezy  $H_0$  zakładającej zgodność rozkładów.

In tables 8—12 the three pairs of types differing least (1, 2, 3), and most (19, 20, 21) between one another are marked below the diagonal. The values of statistic  $\lambda$  permitting the acceptance of the null hypothesis  $H_0$ , that the distributions do not differ, are underlined.

Tabela 9

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa dla częstości dni z opadem  
Smirnov's  $\lambda$  statistic for frequency of precipitation days

|   |   | Typy reżimu opadów – Types of precipitation regime |       |       |       |       |       |       |
|---|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |   | A  | B     | C     | D     | E     | F     | G     |
| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation regime | A |  | 16,68 | 21,26 | 16,10 | 6,53  | 15,94 | 6,34  |
|   | B | 20   |       | 0,68  | 4,39  | 10,21 | 0,95  | 9,13  |
|   | C | 21   | 1     |       | 5,30  | 11,79 | 0,94  | 10,19 |
|   | D | 19   |       |       |       | 7,50  | 3,67  | 6,80  |
|   | E |  |       |       |       |       | 9,73  | 0,74  |
|   | F |  |       | 3     |       |       |       | 8,67  |
|   | G |  |       |       |       | 22    |       |       |

dla wszystkich typów – 16,68  
for all types

Tabela 10

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa dla obfitości opadów  
Smirnov's  $\lambda$  statistic for precipitation amounts

|   |   | Typy reżimu opadów – Types of precipitation regime |      |       |       |       |       |       |
|---|---|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |   | A  | B    | C     | D     | E     | F     | G     |
| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation regime | A |  | 5,67 | 12,62 | 19,76 | 15,59 | 17,05 | 14,59 |
|   | B |  |      | 15,03 | 16,91 | 14,04 | 14,82 | 13,24 |
|   | C |  |      |       | 15,87 | 14,64 | 17,41 | 15,02 |
|   | D | 21   |      |       |       | 7,53  | 14,80 | 14,12 |
|   | E |  |      |       | 2     |       | 8,23  | 10,40 |
|   | F | 19   |      | 20    |       | 3     |       | 6,12  |
|   | G |  |      |       |       |       | 1     |       |

dla całości – 20,96  
for all types

Tabela 11

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa dla liczby dni z opadem bardzo słabym  
Smirnov's  $\lambda$  statistic for days with very little precipitation

|   |   | Typy reżimu opadów – Types of precipitation regime |       |       |       |       |       |       |
|---|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |   | A  | B     | C     | D     | E     | F     | G     |
| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation regime | A |  | 11,27 | 20,33 | 19,59 | 13,90 | 17,71 | 14,68 |
|   | B |  |       | 8,59  | 9,78  | 6,17  | 13,64 | 9,82  |
|   | C | 21   |       |       | 2,36  | 3,42  | 10,63 | 4,73  |
|   | D | 20   |       | 1     |       | 4,10  | 9,40  | 3,54  |
|   | E |  |       | 2     |       |       | 11,48 | 6,36  |
|   | F | 19   |       |       |       |       |       | 4,42  |
|   | G |  |       |       | 3     |       |       |       |

dla wszystkich typów – 18,16  
for all types

Statystyka  $\lambda$  Smirnowa dla liczby dni z opadem silnym i bardzo silnym  
Smornov's  $\lambda$  statistic for days with heavy and very heavy precipitation

|   |   | Typy reżimu opadów – Types of precipitation regime |      |       |       |       |       |       |
|---|---|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |   | A  | B    | C     | D     | E     | F     | G     |
| Typy reżimu opadów<br>Types of precipitation regime | A |  | 8,65 | 7,17  | 17,24 | 16,00 | 17,37 | 15,24 |
|   | B | 3  |      | 13,83 | 16,85 | 14,05 | 14,83 | 13,25 |
|   | C | 2  |      |       | 16,99 | 15,76 | 17,04 | 14,99 |
|   | D | 20   |      |       |       | 11,93 | 11,97 | 14,29 |
|   | E |  |      |       |       |       | 0,67  | 10,40 |
|   | F | 21   |      | 19    |       | 1     |       | 10,25 |
|   | G |  |      |       |       |       |       |       |

dla wszystkich typów – 20,03

for all types

Okazuje się, że w odniesieniu do sum opadów atmosferycznych, obfitości opadów oraz liczby dni z opadem bardzo słabym, poszczególne typy reżimu nie wykazują między sobą zupełnie podobieństwa w zakresie rozkładów wartości tych wskaźników pluwiometrycznych. Natomiast w przypadku częstości dni z opadem, identyczność rozkładu obserwowanych wartości wykazują typy reżimu B, C oraz F. Identyczne rozkłady częstości dni z opadem wykazują ponadto typy reżimu F i G. W przypadku liczby dni z opadem powyżej 10,0 mm wzajemną zgodność rozkładu mają typy reżimu oznaczone symbolami E i F.

W tych wszystkich przypadkach, w wyniku testowania nie odrzucono hipotezy  $H_0$ , zakładającej zgodność rozkładów. W pozostałych sytuacjach wynik testu odrzuca hipotezę zerową na poziomie 0,0001, co oznacza, że prawdopodobieństwo popełnienia błędu pierwszego rodzaju, polegającego na odrzuceniu hipotezy prawdziwej, jest praktycznie równe zeru.

Skoro w większości przypadków nastąpiło odrzucenie hipotezy  $H_0$ , to faktem bezspornym jest wyraźne zróżnicowanie poszczególnych typów reżimu. Przyjęty algorytm klasyfikacji typologicznej pozwolił na wydzielenie klas typologicznych, które cechuje zróżnicowany stopień nasilenia wartości poszczególnych wskaźników pluwiometrycznych.

Warto w tym miejscu podkreślić jeszcze jedną kwestię. W tabelach 8–12 dodatkowo podane zostały wartości statystyki  $\lambda$  Smirnowa, obliczone dla poszczególnych cech, przy założeniu, iż rozkłady tych cech są zgodne w odniesieniu do wszystkich siedmiu typów reżimu rozpatrywanych jednocześnie. Większa wartość statystyki  $\lambda$  oznacza, w porównaniu z mniejszą wartością tej statystyki, przypadek większego wzajemnego zróżnicowania między typami.

Największą wartość (21,09) statystyka  $\lambda$  przybiera w przypadku sumy opadów. Można powiedzieć, że wobec tego ta właśnie cecha, posiadając najmniej podobne rozkłady, najlepiej różnicuje typy reżimu opadowego. Zbliżone wartości  $\lambda$  mają

jeszcze: obfitość opadów (20,96) oraz liczba dni z opadem powyżej 10,0 mm (20,03). Wskaźnikiem pluwiometrycznym najslabiej różnicującym wyłonione klasy typologiczne reżimu opadów jest częstość dni z opadem. Obliczona wartość statystyki  $\lambda$  Smirnowa dla tej cechy jest najmniejsza i wynosi 16,68.

## STRUKTURA SEZONOWA REŻIMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Zagadnienie poznania zmienności stosunków pogodowych oraz ustalenie cykliczności tych zmian są w klimatologii traktowane jako kwestie nader ważkie. Każda próba uchwycenia sezonowości w przebiegu rocznym pojedynczych elementów meteorologicznych lub ich zespołów jest swego rodzaju uogólnieniem, pewną syntezą klimatyczną. Podobnie jest także w przypadku sezonowej charakterystyki opadów atmosferycznych — niezależnie od tego czy analiza dotyczyć będzie rocznego przebiegu sum opadów (Mitosek, Kołodziej 1966; Malicki 1970), częstości dni z opadem (Mitosek, Kołodziej 1969), czy też innych, bardziej wyszukanych i skomplikowanych wskaźników i miar w rodzaju opadów efektywnych (Wells 1971) lub powtarzalności nasilenia opadów (Gramzow, Henry 1972).

Wiele istotnych uwag zagadnieniu sezonowości poświęca Woś (1977a) w interesującej pracy na temat struktury sezonowej klimatu Niziny Wielkopolskiej i Pojezierza Pomorskiego. Zawarta w tym opracowaniu analiza struktury sezonowej klimatu obejmuje takie zagadnienia, jak wyróżnienie sezonów klimatycznych oraz zarys ich cech, omówienie czasu trwania oraz dat początku i końca sezonów, a także określenie typów struktury sezonowej klimatu wraz z uwzględnieniem ich przestrzennego zróżnicowania.

### KONCENTRACJA SEZONOWA ORAZ CZĘSTOŚĆ POJAWIANIA SIĘ W CIĄGU ROKU TYPÓW REŻIMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Identyfikacja wszystkich pentad w każdym z siedmiu typów reżimu opadów pozwoliła na chronologiczne uporządkowanie pentad we wszystkich branych pod uwagę stacjach meteorologicznych. Uwzględniając przynależność do klas typologicznych oraz przyjmując zasadę, że liczebność zwartej czasowo grupy pentad nie może być mniejsza od trzech, sporządzono dla poszczególnych miejscowości odpowiednie diagramy wstęgowe, będące obrazem podziału roku na pewne odcinki czasu (ryc. 10). Oznacza to, że opady atmosferyczne w każdym takim sezonie cechuje duża jednorodność sum opadów, częstości dni z opadem, obfitości opadów, liczby dni z opadem bardzo słabym oraz liczby dni z opadem silnym i bardzo silnym. Na diagramach wstęgowych umieszczono daty początku oraz czas trwania kolejnych sezonów reżimu opadów atmosferycznych. Fakt przynależności pentad początku i końca

roku kalendarzowego do tych samych typów spowodował to, że diagramy wykreślono w ten sposób, aby homogeniczne typologicznie pentady stanowiły jeden zwarty odcinek czasu. W przypadku kreślenia diagramów w układzie 1 styczeń—31 grudnia otrzymalibyśmy bardzo często złudzenie występowania jednego sezonu więcej w ciągu roku.

Dodatkowego wyjaśnienia wymaga kwestia jednorodności otrzymanych sezonów opadowych. Zdecydowaną większość sezonów tworzą pentady z opadami o jednym tylko typie reżimu opadów. Na przykład, sezon oznaczony symbolem A składa się wyłącznie z pentad o typie reżimu opadów A, sezon B składa się wyłącznie z pentad o typie reżimu B itd. W kilku jednakże przypadkach zaistniały sytuacje, w których kilka kolejnych pentad należało do różnych klas typologicznych. Dysponowano wynikami obliczeń zawierającymi wartości potencjałów wszystkich siedmiu jąder skupień w stosunku do każdej pentady. Wyniki tych obliczeń podane zostały w ujęciu względnym, to znaczy, że suma wszystkich siedmiu potencjałów w stosunku do danej pentady wynosiła 100%. Istniała zatem możliwość wglądu w system ciężenia danej pentady do poszczególnych jąder. Ułatwiło to między innymi wyznaczenie granic sezonów. W przypadku różnic w wartościach potencjałów nieraz rzędu ułamka procentu można było dokonać po prostu przeklasyfikowania pentady. Można przyjąć, że dla większości sezonów granice wyznaczono w taki sposób, iż kończyły się pentady z jednym typem reżimu i zaczynały się pentady z innym typem reżimu opadowego.

Prezentowane diagramy wskazują na występowanie w poszczególnych miejscowościach różnej liczby sezonów z opadami o określonym typie ich reżimu. W związku z tym na niektórych obszarach Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej pewne typy reżimu opadów nie pojawiają się w ogóle, a z kolei w innych częściach obszaru badań te same typy mogą pojawiać się dwukrotnie w ciągu roku. Bliższa analiza tego zagadnienia przedstawiona została w dalszej części pracy.

Z ryciny 10 wynika ponadto fakt istnienia znacznych różnic przestrzennych w zakresie dat początku pojawiania się opadów o reżimie tego samego typu. Obserwuje się również znaczną rozpiętość czasu trwania tych samych sezonów na obszarze Polski Północno-Zachodniej.

Powyższe ustalenia potwierdzają znaną powszechnie opinię o stosunkowo dużej zmienności czasowej i terytorialnej opadów atmosferycznych. Wielokrotnie wykazywano, że reżim opadów atmosferycznych bywa kształtowany bądź ulega modyfikacjom pod wpływem takich zmiennych przestrzennie komponentów środowiska geograficznego, jak: stosunki morfometryczne (Dąbski 1959; Romer 1962a; Wójtowicz 1966; Hess 1968; Chomicz 1974), szata roślinna (Paszyński 1955), jeziorność terenu (Okołowicz, Stopa 1964), sąsiedztwo akwenów morskich (Wielbińska 1962), charakter lokalnej cyrkulacji atmosferycznej (Olechnowicz-Bobrowska 1970).

Tym niemniej istnieją i dają się zauważyć pewne znamienne cechy sezonowego pojawiania się poszczególnych typów reżimu opadów na terenie Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej. Odpowiednie zestawienie, zawarte w tabeli 13, oraz syntetyczne diagramy, przedstawione na rycinie 11, pozwalają prześledzić to zagadnienie nieco dokładniej. Na wspomnianych diagramach, za pomocą kresko-



Tabela 13

Koncentracja typów reżimu opadów atmosferycznych w przebiegu rocznym na obszarze Polski Północno-Zachodniej (w %)

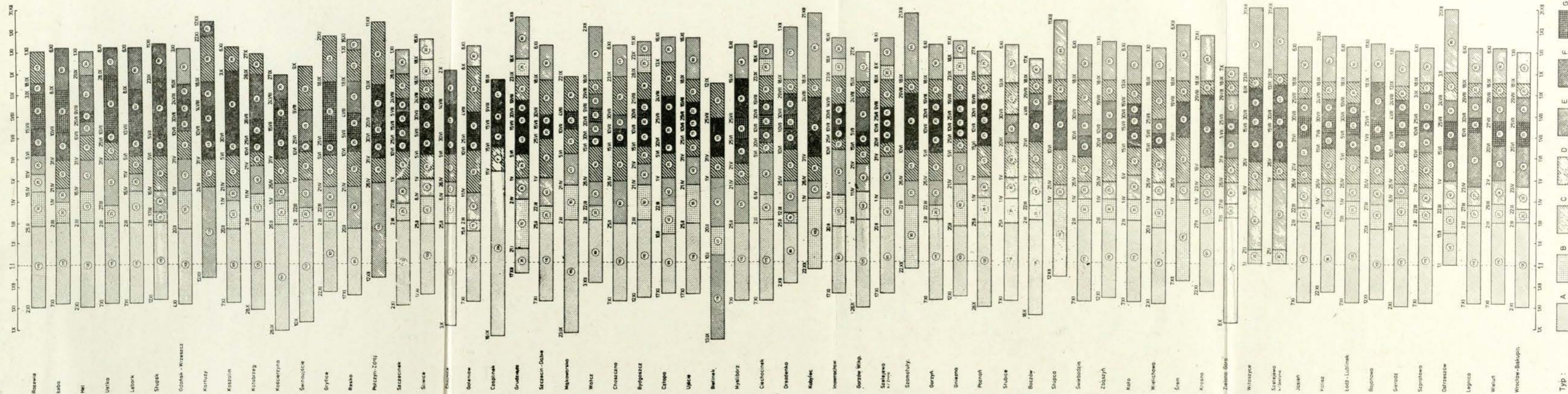
The concentration of types of precipitation regime in a year — cycle in North-Western Poland (in %)

| Pentady<br>Pentads | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |      |     |     |     |     |      |
|--------------------|--|------|-----|-----|-----|-----|------|
|                    | A  | B    | C   | D   | E   | F   | G    |
|                    | 2  | 3    | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    |
| 1                  | 4,4  | 1,3  | 0,3 |     |     |     |      |
| 2                  | 4,4  | 1,3  | 0,3 |     |     |     |      |
| 3                  | 4,4  | 1,5  | 0,2 |     |     |     |      |
| 4                  | 4,4  | 1,5  | 0,2 |     |     |     |      |
| 5                  | 4,3  | 1,3  | 0,4 |     |     |     |      |
| 6                  | 4,3  | 1,3  | 0,4 |     |     |     |      |
| 7                  | 4,3  | 1,3  | 0,4 |     |     |     |      |
| 8                  | 4,3  | 1,3  | 0,4 |     |     |     |      |
| 9                  | 4,2  | 1,5  | 0,4 |     |     |     |      |
| 10                 | 4,1  | 1,8  | 0,4 |     |     |     |      |
| 11                 | 3,5  | 3,2  | 0,4 |     |     |     |      |
| 12                 | 2,3  | 5,8  | 0,6 |     |     |     |      |
| 13                 | 0,2  | 10,6 | 1,1 |     |     |     |      |
| 14                 | 0,1  | 10,9 | 1,1 |     |     |     |      |
| 15                 | 0,1  | 10,8 | 1,2 |     |     |     |      |
| 16                 | 0,1  | 10,6 | 1,3 |     |     |     |      |
| 17                 | 0,1  | 8,4  | 2,3 |     |     |     |      |
| 18                 | 0,1  | 7,1  | 2,8 |     |     |     |      |
| 19                 | 0,1  | 3,4  | 4,5 |     |     |     |      |
| 20                 | 0,1  | 2,3  | 5,0 |     |     |     |      |
| 21                 | 0,1  | 1,7  | 5,1 | 0,1 |     |     |      |
| 22                 | 0,2  | 0,9  | 5,3 | 0,2 |     |     |      |
| 23                 | 0,2  |      | 4,6 | 1,5 | 0,4 |     |      |
| 24                 | 0,2  |      | 2,7 | 3,9 | 0,6 |     |      |
| 25                 | 0,2  |      | 1,4 | 5,4 | 1,2 |     |      |
| 26                 | 0,2  |      | 2,1 | 4,9 |     |     |      |
| 27                 |  |      | 1,3 | 5,7 | 1,3 |     |      |
| 28                 |  |      | 1,3 | 5,6 | 1,3 | 0,1 |      |
| 29                 |  |      | 1,0 | 5,7 | 1,6 | 0,4 |      |
| 30                 |  |      | 1,0 | 5,5 | 1,6 | 0,9 |      |
| 31                 |  |      | 0,5 | 4,9 | 1,9 | 2,7 |      |
| 32                 |  |      | 0,1 | 4,0 | 1,9 | 5,1 |      |
| 33                 |  |      |     | 2,9 | 2,2 | 7,1 |      |
| 34                 |  |      |     | 2,5 | 2,2 | 8,0 |      |
| 35                 |  |      |     | 1,2 | 1,9 | 9,5 | 1,4  |
| 36                 |  |      |     | 0,5 | 2,6 | 9,3 | 2,8  |
| 37                 |  |      |     | 0,4 | 3,0 | 8,0 | 4,8  |
| 38                 |  |      |     | 0,2 | 3,5 | 6,1 | 7,6  |
| 39                 |  |      |     |     | 3,9 | 3,1 | 12,7 |
| 40                 |  |      |     |     | 3,2 | 3,8 | 12,3 |

| 1              | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 41             |       |       |       |       | 4,0   | 2,0   | 14,3  |
| 42             |       |       |       | 0,2   | 4,0   | 3,1   | 11,9  |
| 43             |       |       |       | 0,7   | 3,9   | 6,0   | 6,0   |
| 44             |       |       |       | 1,0   | 4,5   | 6,0   | 4,6   |
| 45             |       |       |       | 1,2   | 5,6   | 5,5   | 3,5   |
| 46             |       |       |       | 1,5   | 6,2   | 5,0   | 2,8   |
| 47             |       |       |       | 2,7   | 5,6   | 3,1   | 3,2   |
| 48             |       |       |       | 4,0   | 4,6   | 1,8   | 2,5   |
| 49             |       |       |       | 5,2   | 2,6   | 1,1   | 2,5   |
| 50             |       |       |       | 5,5   | 2,2   | 1,1   | 2,1   |
| 51             |       |       |       | 5,5   | 3,2   | 0,9   | 1,5   |
| 52             |       |       | 0,5   | 5,2   | 3,3   | 0,2   | 1,5   |
| 53             | 0,1   | 0,4   | 2,9   | 2,7   | 1,7   | 0,1   | 1,0   |
| 54             | 0,2   | 1,3   | 3,3   | 1,6   | 1,9   |       | 0,7   |
| 55             | 0,2   | 1,5   | 3,5   | 1,2   | 1,7   |       | 0,3   |
| 56             | 0,3   | 1,5   | 3,6   | 1,2   | 1,3   |       |       |
| 57             | 0,5   | 1,3   | 3,7   | 1,0   | 1,3   |       |       |
| 58             | 0,5   | 1,3   | 3,8   | 0,9   | 1,3   |       |       |
| 59             | 0,6   | 0,2   | 4,2   | 0,9   | 1,3   |       |       |
| 60             | 0,7   |       | 4,3   | 0,7   | 1,3   |       |       |
| 61             | 0,9   |       | 4,2   | 0,6   | 1,3   |       |       |
| 62             | 1,5   |       | 3,6   | 0,4   | 1,3   |       |       |
| 63             | 3,0   |       | 2,3   | 0,2   | 0,3   |       |       |
| 64             | 3,3   |       | 1,9   | 0,2   |       |       |       |
| 65             | 3,8   |       | 1,3   | 0,2   |       |       |       |
| 66             | 4,0   |       | 1,1   | 0,1   | 0,3   |       |       |
| 67             | 4,0   |       | 1,1   | 0,1   | 0,3   |       |       |
| 68             | 4,2   |       | 0,9   | 0,1   | 0,3   |       |       |
| 69             | 4,2   | 0,2   | 0,8   | 0,1   | 0,3   |       |       |
| 70             | 4,2   | 0,4   | 0,9   |       | 0,1   |       |       |
| 71             | 4,3   | 0,4   | 0,8   |       |       |       |       |
| 72             | 4,3   | 0,9   | 0,6   |       |       |       |       |
| 73             | 4,3   | 0,9   | 0,6   |       |       |       |       |
| Razem<br>Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

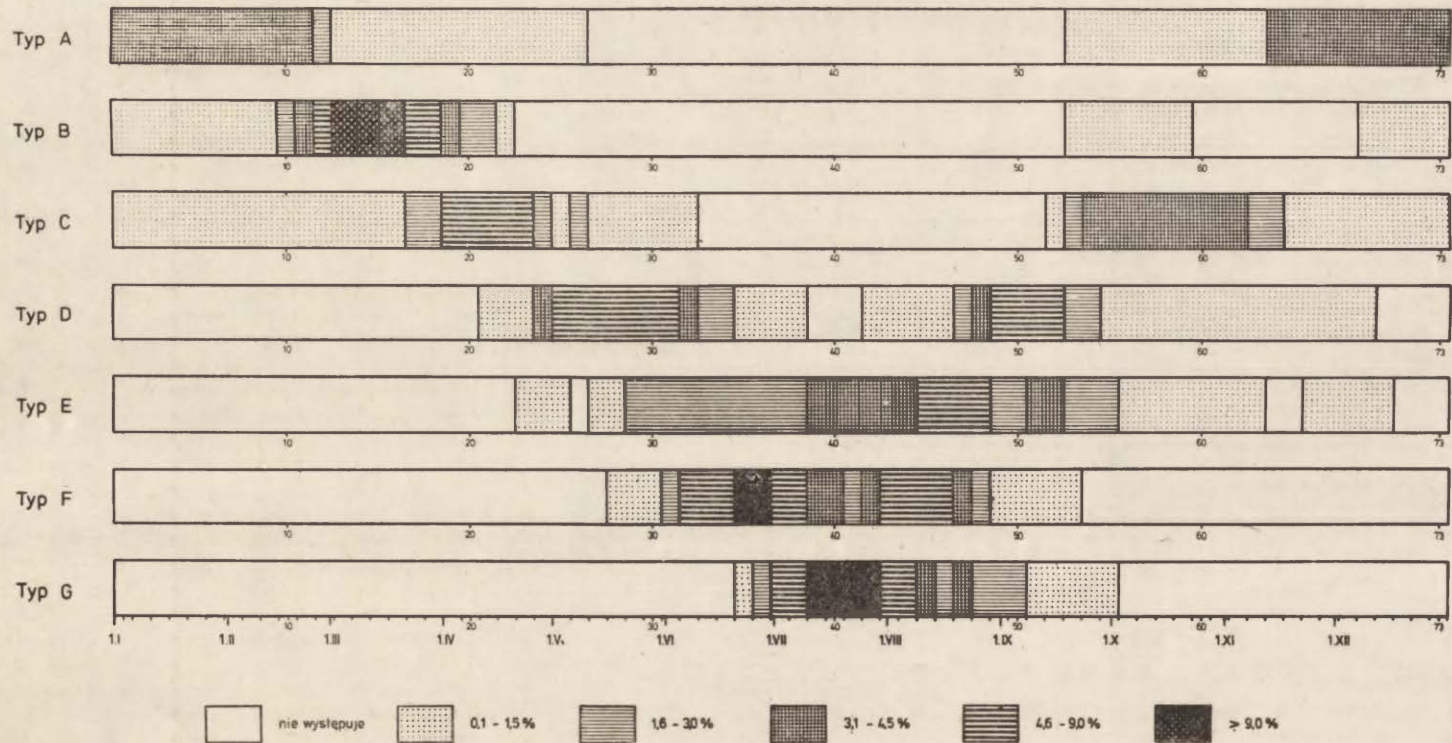
wania, zaznaczono stopień koncentracji typów reżimu opadów w przebiegu rocznym. Całkowitą liczebność danego typu przyjęto za 100%, a więc dla typu reżimu A będzie to 1198 pentad, dla typu B — 448 pentad itd. Jeśli na przykład 15-tej pentadzie roku w typie reżimu B przypisano wartość 10,8% (por. tab. 9), to wartość ta oznacza, iż spośród 448 pentad tego typu, pojawiających się w ciągu roku na obszarze badań, 47 to właśnie 15 pentada roku obejmująca okres od 12 do 16 marca.

Przystępując do rozpatrzenia tego zagadnienia należy pamiętać o różnej liczebności poszczególnych klas typologicznych. Niekoniecznie duża koncentracja pentad jednego typu reżimu opadów musi oznaczać jego dominowanie w tym okresie na obszarze badań. Może zaistnieć sytuacja, gdy określone pentady roku na więk-



Ryc. 10. Struktura sezonowa reżimu opadów w poszczególnych stacjach meteorologicznych. W kółkach podano czas trwania sezonów (w dniach)  
 The seasonal structure of precipitation regime for particular meteorological stations. Circles include duration of precipitation seasons (in days)

Taksonomiczne podstawy...



Ryc. 11. Koncentracja typów reżimu opadów w ciągu roku na obszarze Polski Północno-Zachodniej  
 Concentration of types of precipitation regime during the year in North-Western Poland

szości stacji meteorologicznych będą reprezentowane przez klasę typologiczną, która w porównaniu z innymi ma w tym okresie mniejszy stopień koncentracji, lecz — jako zbiór pentad — większą liczebność.

Dla poznania rocznego przebiegu typów reżimu opadów nieodzowną staje się także znajomość częstości pojawiania się w kolejnych pentadach roku poszczególnych typów reżimu opadów (tab. 14; ryc. 12). Podstawę do całościowego rozpatrzenia tego zagadnienia daje dopiero analiza uwzględniająca wyniki obliczeń zawartych w tabelach 13 i 14, a przedstawionych graficznie na rycinach 11 oraz 12.

Opady atmosferyczne o typie reżimu A na obszarze badań pojawiać się mogą w okresie od początku trzeciej dekady września do końca pierwszej dekady maja (ryc. 11). Ten typ reżimu opadów nie wykazuje zdecydowanej koncentracji w tym okresie. Najwięcej spośród 1198 pentad typu reżimu A to pentady z okresu od 7 listopada do 24 lutego. Na te pentady roku przypada po 3,1—4,5% z ogólnej liczby pentad typu reżimu A. Należy zauważyć, że w tym ostatnim okresie roku jest to typ reżimu dominujący na obszarze badań; jego częstość pojawiania się na tle częstości pojawiania się w tym okresie innych typów jest zdecydowanie największa i kształtuje się wówczas na poziomie nieco ponad 80% (tab. 14; ryc. 12). Opady o typie reżimu A uznać można za charakterystyczne dla okresu zimowego.

Typ reżimu opadów, oznaczony symbolem B, pojawia się w okresie od około 7 grudnia do końca drugiej dekady kwietnia, a oprócz tego może pojawiać się również od około 18 września do około 22 października. Najczęściej pentadami należącymi do typu reżimu B są 13, 14, 15 i 16 pentady roku. Łącznie stanowią one ponad 40% ogółu pentad z opadami o reżimie typu B (tab. 13, ryc. 11). Właśnie w tym okresie roku ten typ reżimu opadów jest powszechny na całym badanym obszarze. Opady atmosferyczne o typie reżimu B uważać można za typowe dla miesiąca marca.

W porównaniu z innymi typami reżim opadów typu C zaznacza się w największej liczbie pentad roku. Brak opadów o typie reżimu C obserwuje się jedynie w okresie od drugiej dekady czerwca do końca pierwszej dekady września. Najczęściej (4,6—9,0%) wśród pentad tego typu reżimu opadów spotkać można pentady z okresu 1—25 kwietnia. Należy zauważyć, że typ reżimu C jest w ciągu roku dwukrotnie typem dominującym na całym badanym obszarze. W kwietniu jego częstość pojawiania się wynosi od 73,9 do 87,2%. Podobna frekwencja tego typu reżimu zaznacza się ponadto w okresie od końca drugiej dekady września do około 6 listopada (tab. 14, ryc. 12).

Od drugiej dekady kwietnia do końca pierwszej dekady grudnia mogą pojawiać się opady o typie reżimu D. Największa koncentracja pentad tej klasy typologicznej obejmuje okres pierwszej połowy września (4,6—9,0%). Podobnie jak w przypadku typu reżimu C, również opady o typie reżimu D przeważają dwukrotnie w ciągu roku. Jeden okres dominowania typu reżimu D trwa od około 26 kwietnia do około 9 czerwca, drugi zaś wyznaczają daty 24 sierpień i 17 wrzesień.

W okresie od trzeciej dekady kwietnia do połowy grudnia na obszarze badań pojawiają się opady atmosferyczne o reżimie, którego liczbowe charakterystyki są zgodne z wartościami wskaźników pluwiometrycznych, znamionymi dla typu reżimu E. W tej liczącej 353 pentady klasie typologicznej stosunkowo najczęściej

Częstość pojawiania się w ciągu roku w poszczególnych typach reżimu opadów atmosferycznych na obszarze Polski Północno-Zachodniej (w %)

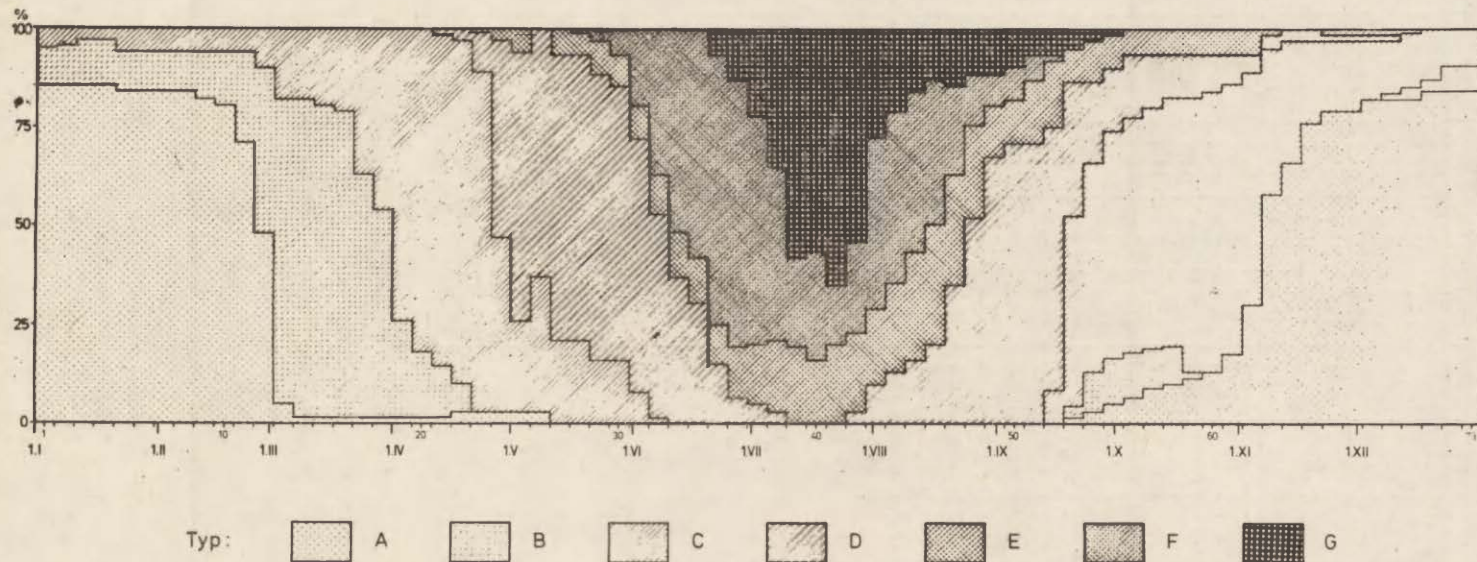
The annual frequency of particular types of precipitation regime in North-Western Poland (in %)

| Pentady<br>Pentads | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |      |      |      |      |      |      | Razem<br>Total | Typ o największej częstości<br>Most frequent type |
|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|----------------|---|
|                    | A  | B    | C    | D    | E    | F    | G    |                |   |
| 1                  | 2  | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9              | 10  |
| 1                  | 85,5   | 9,7  | 4,8  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 2                  | 85,5   | 10,0 | 4,5  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 3                  | 85,5   | 11,3 | 3,2  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 4                  | 85,5   | 11,3 | 3,2  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 5                  | 83,9   | 9,7  | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 6                  | 83,9   | 9,7  | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 7                  | 83,9   | 9,7  | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 8                  | 83,9   | 9,7  | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 9                  | 82,3   | 11,3 | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 10                 | 80,6   | 13,0 | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 11                 | 71,0   | 22,6 | 6,4  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 12                 | 47,7   | 42,6 | 9,7  |      |      |      |      | 100,0          | A   |
| 13                 | 4,8  | 77,4 | 17,8 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 14                 | 1,6  | 80,6 | 17,8 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 15                 | 1,6  | 79,0 | 19,4 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 16                 | 1,6  | 77,4 | 21,0 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 17                 | 1,6  | 61,3 | 37,1 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 18                 | 1,6  | 52,3 | 46,1 |      |      |      |      | 100,0          | B   |
| 19                 | 1,6  | 24,5 | 73,9 |      |      |      |      | 100,0          | C   |
| 20                 | 1,6  | 16,1 | 82,3 |      |      |      |      | 100,0          | C   |
| 21                 | 1,6  | 12,9 | 83,9 | 1,6  |      |      |      | 100,0          | C   |
| 22                 | 3,2  | 6,4  | 87,2 | 3,2  |      |      |      | 100,0          | C   |
| 23                 | 3,2  |      | 75,8 | 19,0 | 1,9  |      |      | 100,0          | C   |
| 24                 | 3,2  |      | 43,6 | 50,0 | 3,2  |      |      | 100,0          | D   |
| 25                 | 3,2  |      | 22,9 | 67,7 | 6,2  |      |      | 100,0          | D   |
| 26                 | 3,2  |      | 33,9 | 62,9 |      |      |      | 100,0          | D   |
| 27                 |  |      | 21,0 | 72,6 | 6,4  |      |      | 100,0          | D   |
| 28                 |  |      | 21,0 | 71,6 | 6,4  | 1,0  |      | 100,0          | D   |
| 29                 |  |      | 16,1 | 72,6 | 8,1  | 3,2  |      | 100,0          | D   |
| 30                 |  |      | 16,1 | 69,4 | 8,1  | 6,4  |      | 100,0          | D   |
| 31                 |  |      | 8,1  | 62,9 | 9,7  | 19,3 |      | 100,0          | D   |
| 32                 |  |      | 1,6  | 51,6 | 9,7  | 37,1 |      | 100,0          | D   |
| 33                 |  |      |      | 37,1 | 11,3 | 51,6 |      | 100,0          | F   |
| 34                 |  |      |      | 30,6 | 11,3 | 58,1 |      | 100,0          | F   |
| 35                 |  |      |      | 14,8 | 9,7  | 69,1 | 6,4  | 100,0          | F   |
| 36                 |  |      |      | 6,3  | 13,0 | 67,7 | 13,0 | 100,0          | F   |
| 37                 |  |      |      | 5,2  | 14,8 | 58,1 | 21,9 | 100,0          | F   |
| 38                 |  |      |      | 3,2  | 17,7 | 44,2 | 34,9 | 100,0          | F   |
| 39                 |  |      |      |      | 19,4 | 22,6 | 58,0 | 100,0          | G   |

| 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|----|
| 40 |      |      |      |      | 16,1 | 27,4 | 56,5 | 100,0 | G  |
| 41 |      |      |      |      | 20,3 | 14,5 | 65,2 | 100,0 | G  |
| 42 |      |      |      | 3,2  | 20,0 | 22,6 | 54,2 | 100,0 | G  |
| 43 |      |      |      | 9,7  | 19,4 | 43,5 | 27,4 | 100,0 | F  |
| 44 |      |      |      | 12,9 | 22,6 | 43,5 | 21,0 | 100,0 | F  |
| 45 |      |      |      | 16,1 | 27,4 | 40,4 | 16,1 | 100,0 | F  |
| 46 |      |      |      | 19,7 | 30,6 | 36,8 | 12,9 | 100,0 | F  |
| 47 |      |      |      | 34,8 | 28,1 | 22,6 | 14,5 | 100,0 | D  |
| 48 |      |      |      | 52,3 | 23,2 | 13,2 | 11,3 | 100,0 | D  |
| 49 |      |      |      | 67,7 | 12,9 | 8,1  | 11,3 | 100,0 | D  |
| 50 |      |      |      | 71,0 | 11,3 | 8,0  | 9,7  | 100,0 | D  |
| 51 |      |      |      | 71,0 | 16,2 | 6,4  | 6,4  | 100,0 | D  |
| 52 |      |      | 8,4  | 66,8 | 16,8 | 1,6  | 6,4  | 100,0 | D  |
| 53 | 1,2  | 3,2  | 48,1 | 34,0 | 8,4  | 0,3  | 4,8  | 100,0 | C  |
| 54 | 3,2  | 9,7  | 53,2 | 21,0 | 9,7  |      | 3,2  | 100,0 | C  |
| 55 | 4,8  | 11,3 | 57,7 | 16,2 | 8,4  |      | 1,6  | 100,0 | C  |
| 56 | 6,4  | 11,3 | 59,8 | 16,1 | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 57 | 9,0  | 9,7  | 61,3 | 13,6 | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 58 | 9,7  | 9,7  | 62,9 | 11,3 | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 59 | 11,6 | 1,6  | 69,4 | 11,0 | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 60 | 13,0 |      | 70,9 | 9,7  | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 61 | 17,7 |      | 68,1 | 7,8  | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 62 | 30,0 |      | 58,8 | 4,8  | 6,4  |      |      | 100,0 | C  |
| 63 | 58,1 |      | 37,1 | 3,2  | 1,6  |      |      | 100,0 | A  |
| 64 | 66,2 |      | 30,6 | 3,2  |      |      |      | 100,0 | A  |
| 65 | 75,8 |      | 21,0 | 3,2  |      |      |      | 100,0 | A  |
| 66 | 79,1 |      | 17,7 | 1,6  | 1,6  |      |      | 100,0 | A  |
| 67 | 79,1 |      | 17,7 | 1,6  | 1,6  |      |      | 100,0 | A  |
| 68 | 81,9 |      | 14,9 | 1,6  | 1,6  |      |      | 100,0 | A  |
| 69 | 82,3 | 1,6  | 12,9 | 1,6  | 1,6  |      |      | 100,0 | A  |
| 70 | 82,3 | 3,2  | 14,2 |      | 0,3  |      |      | 100,0 | A  |
| 71 | 83,9 | 3,2  | 12,9 |      |      |      |      | 100,0 | A  |
| 72 | 83,9 | 6,4  | 9,7  |      |      |      |      | 100,0 | A  |
| 73 | 83,9 | 6,4  | 9,7  |      |      |      |      | 100,0 | A  |

mamy do czynienia z pentadami roku kolejno od 45 do 48 (po około 6%). Niezbyt liczna populacja typu reżimu E, przy stosunkowo długim okresie, w którym ten typ pojawia się, powoduje to, iż ani razu w ciągu roku typ reżimu E nie jest typem występującym jednocześnie na przeważającej części opracowywanego terytorium.

Dwa ostatnie typy reżimu, a mianowicie typ F oraz typ G, skupiają pentady okresu letniego. W przypadku typu reżimu oznaczonego symbolem F są to pentady przypadające na okres od połowy maja do końca drugiej dekady września. Jak widać z tabeli 13, za najbardziej charakterystyczne pentady z opadami o typie reżimu F uznać należy te od 32 do 38 pentady roku. Ponad 53% wszystkich pentad z opadami o tym reżimie stanowią bowiem pentady z okresu od 5 czerwca do 9 lipca. W tym okresie typ reżimu F jest tym typem, który pojawia się na przeważającym



Ryc. 12. Częstość pojawiania się w ciągu roku typów reżimu opadów na obszarze Polski Północno-Zachodniej

The frequency of particular types of precipitation regime over the area of North-Western Poland



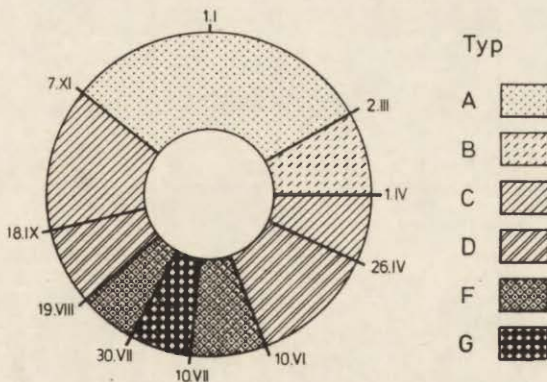
obszarze Polski Północno-Zachodniej. Największe, w porównaniu z innymi typami, wartości frekwencji typu reżimu F obserwujemy ponadto w dwóch pierwszych dekadach sierpnia.

Z jeszcze krótszego odcinka czasu pochodzą pentady stanowiące klasę typologiczną reżimu opadów oznaczoną symbolem G; graniczne daty tego odcinka czasu to 20 czerwiec oraz 2 październik. Największa koncentracja pentad tego typu reżimu występuje w okresie od 39 do 42 pentady roku. Ponad połowa wszystkich pentad typu reżimu G jest właśnie pentadami drugiej i trzeciej dekady lipca. Ponadto na ten okres przypada największa, w porównaniu z innymi typami, średnia częstość opadów o typie reżimu G.

Dotychczasowe wyniki badań pozwalają na próbę ustalenia chronologii pojawiania się na omawianym obszarze opadów atmosferycznych o różnych typach reżimu. Jeśli cały badany obszar potraktujemy w dalszym ciągu sumarycznie, to w ciągu roku daje się zauważyć występowanie opadów o reżimach kilku różnych typów jednocześnie (por. tab. 13 i 14 oraz ryc. 11 i 12). Tym niemniej zaznacza się w różnych okresach roku wyraźna na ogół przewaga któregoś z typów reżimu w zakresie częstości jego występowania na badanym obszarze. Dla każdej pentady roku można określić typ reżimu opadów pojawiający się najczęściej; jest to w tym przypadku równoznaczne z jego wystąpieniem w największej liczbie stacji meteorologicznych, spośród ujętych w analizie. W konsekwencji umożliwia to wyróżnienie w ciągu roku okresów, w których określony typ reżimu dominuje na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej (tab. 14). Podział roku na takie właśnie sezony przedstawiono w tabeli 15. W zestawieniu tym podano przeważający typ reżimu opadów dla każdego sezonu oraz odsetek stacji, w których ten typ jest obserwowany.

Uzyskano w ten sposób podział roku na 9 sezonów charakteryzujących się określonym typem reżimu opadów atmosferycznych (ryc. 13).

Pierwszy z wyróżnionych sezonów obejmuje miesiące zimowe, a opady w nim występujące kształtują się na ogół zgodnie z typem reżimu A.



Ryc. 13. Struktura sezonowa reżimu opadów na obszarze Polski Północno-Zachodniej (ujęcie sumaryczne)

Summarised seasonal structure of precipitation regimes in North-Western Poland

Tabela 15

Sezony opadowe na obszarze Polski Północno-Zachodniej  
Precipitation seasons in North-Western Poland

| Sezon roku<br>Season of a year   | 1          | 2        | 3       | 4          | 5           | 6         | 7              | 8             | 9          |
|--|------------|----------|---------|------------|-------------|-----------|----------------|---------------|------------|
| Data początku<br>i końca<br>The date of the<br>begining and end  | 7.XI—1.III | 2—31.III | 1—25.IV | 26.IV—9.VI | 10.VI—9.VII | 10—29.VII | 30.VII—18.VIII | 19.VIII—17.IX | 18.IX—6.XI |
| Przeważający typ<br>reżimu opadów<br>Dominant type of<br>precipitation regime  | A          | B        | C       | D          | F           | G         | F              | D             | C          |
| Średnia częstość<br>pojawiania się<br>przeważającego typu<br>w %<br>Mean frequency<br>accurrance of domi-<br>nant typ in % | 78,9       | 71,3     | 80,6    | 64,6       | 58,1        | 58,5      | 41,1           | 60,6          | 61,0       |

Miesiąc marzec stanowi następny sezon opadowy. Opady atmosferyczne w nim występujące są najczęściej opadami o typie reżimu B.

Trzeci z kolei sezon obejmuje prawie cały kwiecień. Największą frekwencję w tym czasie wykazują opady o reżimie typu C.

Koniec kwietnia, maj oraz pierwsza dekada czerwca wyznaczają kolejny sezon opadowy. Najbardziej charakterystycznym reżimem opadów jest w nim reżim o typie D.

W okresie lata na obszarze Polski Północno-Zachodniej pojawiają się trzy następne sezony opadowe. Na dwie ostatnie dekady czerwca oraz pierwszą dekadę lipca przypada sezon, w którym za najbardziej znamieny uznać należy typ oznaczony symbolem F.

Dwie ostatnie dekady lipca stanowią szósty w kolejności sezon opadowy w roku. W tym okresie w większości stacji meteorologicznych pojawia się typ reżimu G. Wreszcie dwie pierwsze dekady sierpnia tworzą ostatni z letnich sezonów opadowych. W sezonie tym, podobnie jak w sezonie piątym, chociaż ze znacznie mniejszą częstością, przeważają opady o reżimie typu F.

Okres od 19 sierpnia do 17 września wyróżniono jako kolejny sezon w rocznym przebiegu frekwencji pojawiania się typów reżimu opadów. Charakter opadów tego sezonu pozostaje w zgodzie z reżimem typu D.

Ostatni sezon roku, obejmujący trzecią dekadę września, październik oraz początek listopada, wyróżnia się największą częstością opadów o reżimie typu C.

Należy w tym miejscu podkreślić, że taki podział roku na sezony jest jedynie uproszczonym schematem, ukazującym w sposób przybliżony chronologię pojawiania się poszczególnych typów reżimu opadów w ciągu roku na badanym obszarze i to tylko w sytuacji, w której obszar badań utożsamiamy z sumą wszystkich analizowanych stacji meteorologicznych. W poszczególnych miejscowościach podział roku na sezony opadowe może odbiegać od przedstawionego schematu, wykazując różnice w odniesieniu do liczby sezonów, dat ich początku, długości trwania poszczególnych sezonów czy wreszcie kolejności ich następowania po sobie (por. ryc. 10).

#### WYSTĘPOWANIE SEZONÓW OPADOWYCH NA OBSZARZE POJEZIERZA POMORSKIEGO I NIZINY WIELKOPOLSKIEJ

W poprzednim rozdziale omówiono roczny przebieg częstości pojawiania się wyróżnionych typów reżimu opadów atmosferycznych, zwracając jednocześnie uwagę na stopień ich koncentracji w różnych okresach roku. Zagadnienia te rozpatrywano traktując obszar Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej oraz wszystkie położone na nim stacje meteorologiczne jako jedną całość. Interesujące, na tle uzyskanych dotąd wyników, wydaje się prześledzenie przestrzennego zróżnicowania reżimu opadów atmosferycznych właśnie z punktu widzenia pojawiających się w ciągu roku sezonów opadowych.

Dla poszczególnych miejscowości wyznaczono i podano daty początku i czas trwania wyróżnionych w ciągu roku sezonów opadowych (ryc. 10). Przedstawiono

Liczba sezonów utworzonych z pentad poszczególnych typów reżimu opadów  
 Number of seasons that result from pentads of particular precipitation regime types

| Stacje meteorologiczne<br>Meteorological stations | Typy reżimu opadów — Types of precipitation regime |   |   |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
|   | A  | B | C | D | E | F | G |
| 1   | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Rozewie  | 2  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. Łeba   | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3. Hel  | 1  | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | — |
| 4. Ustka  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5. Lębork   | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6. Słupsk   | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7. Gdańsk-Wrzeszcz                                | 1  | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | — |
| 8. Kartuzy  | —  | — | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 9. Koszalin                                       | 1  | 1 | 1 | 2 | — | 1 | 1 |
| 10. Kołobrzeg                                     | 1  | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 11. Kościerzyna                                   | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12. Świnoujście                                   | 1  | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | — |
| 13. Gryfice                                       | 1  | 1 | 1 | 2 | — | 1 | 1 |
| 14. Resko   | 1  | — | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 15. Połczyn-Zdrój                                 | —  | — | 1 | 2 | — | 2 | 1 |
| 16. Szczecinek                                    | 1  | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 17. Śliwice                                       | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 18. Chojnice                                      | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19. Goleniów                                      | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | 1 |
| 20. Czaplinek                                     | 1  | — | — | 1 | 2 | — | 1 |
| 21. Grudziądz                                     | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 22. Szczecin-Dąbie                                | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | 1 |
| 23. Mąkowsko                                      | 1  | 1 | 1 | 2 | — | — | 1 |
| 24. Wałcz   | 1  | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 25. Choszczno                                     | 1  | — | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 26. Bydgoszcz                                     | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 27. Człopa  | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 28. Ujście  | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 29. Bielinek                                      | —  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| 30. Myślibórz                                     | 1  | — | 2 | 1 | — | 2 | 1 |
| 31. Ciechocinek                                   | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 32. Drezdenko                                     | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 33. Kobylec                                       | —  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| 34. Inowrocław                                    | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 35. Gorzów Wlkp.                                  | 1  | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 36. Szelejewo k. Żnina                            | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 37. Szamotuły                                     | —  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| 38. Gorzyń  | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 39. Gniezno                                       | 1  | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 40. Poznań  | 1  | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 41. Słubice                                       | 1  | 1 | 2 | 2 | 1 | — | — |
| 42. Boczów  | 1  | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 43. Słupca  | —  | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |

| 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 44. Świebodzin           | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 45. Zbąszyń              | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 46. Koło                 | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 47. Wielichowo           | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — |
| 48. Śrem                 | — | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| 49. Krosno               | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| 50. Zielona Góra         | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | — | 1 |
| 51. Witaszyce            | — | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 52. Szelejewo k.Gostynia | — | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 53. Jasień               | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | — | 1 |
| 54. Kalisz               | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 55. Łódź-Lublinek        | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 56. Bojanowo             | 1 | 1 | 2 | 1 | — | 2 | — |
| 57. Sieradz              | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| 58. Szprotawa            | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | — | 1 |
| 59. Ostrzeszów           | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 |
| 60. Legnica              | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 |
| 61. Wieluń               | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 |
| 62. Wrocław-Biskupin     | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 |

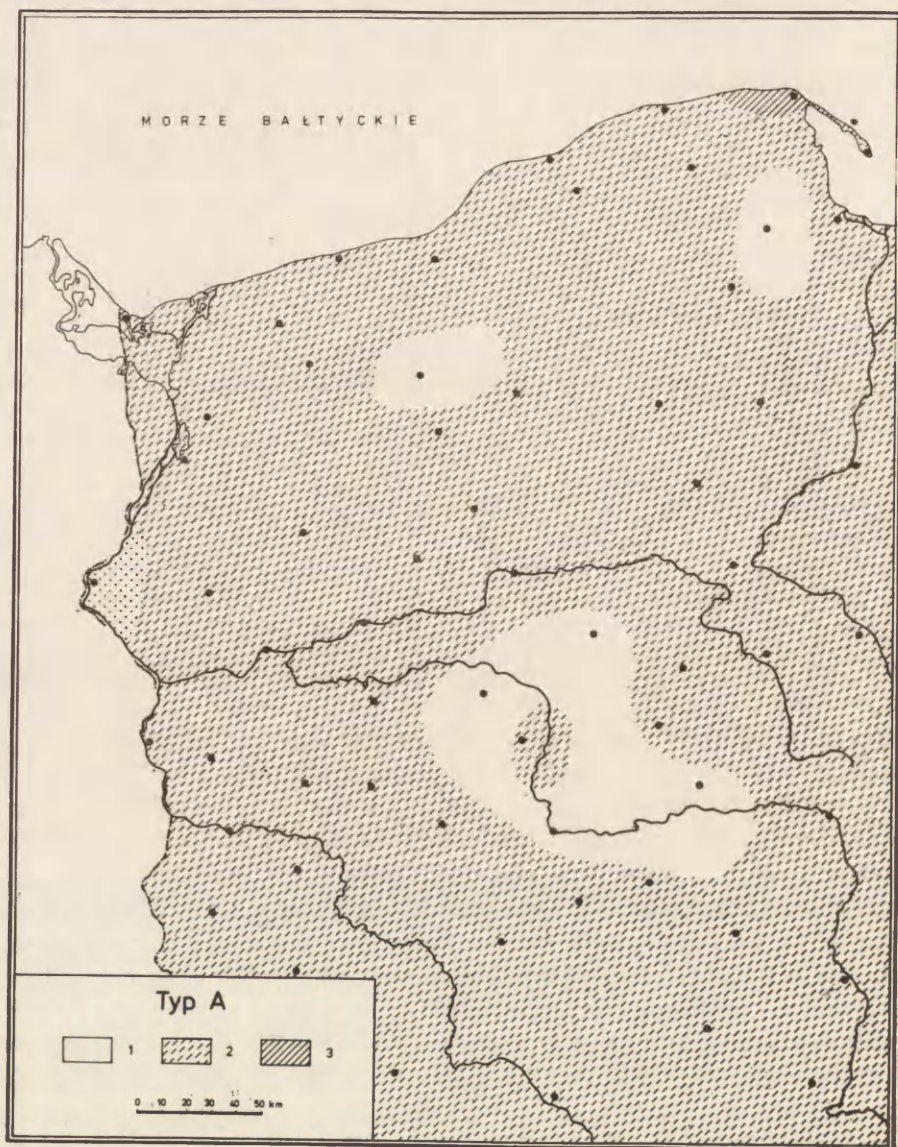
w ten sposób podział roku na odcinki czasu jednorodne pod względem reżimu opadów atmosferycznych. Umownie odcinki te nazwaliśmy wcześniej sezonami opadowymi. Z tabeli 16 wynika, że na badanym obszarze znajdują się miejscowości, w których dany typ reżimu opadów nie występuje w ogóle i takie, w których ten sam typ reżimu zaznacza się w dwóch sezonach. Kwestię tę w odniesieniu do całej powierzchni badanego obszaru przedstawiono kartograficznie na rycinach 14—20. Wyznaczono na nich te obszary, na których dany typ reżimu nie tworzy żadnego sezonu w roku, występuje w jednym sezonie oraz pojawia się w dwóch sezonach.

Niemal na całej powierzchni obszaru badań zaznacza się typ reżimu oznaczony symbolem A (ryc. 14). Niewielkie powierzchnie, na których w ciągu roku nie pojawia się sezon A obejmują: najwyższą część Pojezierza Kaszubskiego<sup>1</sup> (rejon Kartuz), północne obrzeżenie Pojezierza Drawskiego (Połczyn — Zdrój), przytykającą do doliny Odry zachodnią część Pojezierza Myśluborskiego (Bielinek), nieco większy obszar, do którego należą północno-zachodnia część Pojezierza Gnieźnieńskiego, znaczna część Pojezierza Poznańskiego oraz północne rejony Wysoczyzny Kaliskiej.

Cechą charakterystyczną opadów o typie reżimu A jest ich pojawianie się niemal wyłącznie w jednym sezonie, przypadającym na okres jesienno-zimowy. Jedynie w północnej części Pojezierza Kaszubskiego, w okolicy Rozewia, obserwuje się dwukrotne pojawianie się opadów o typie reżimu A.

Podobnie, jak w przypadku opadów o typie reżimu A, również typ reżimu B zaznacza się w opadach atmosferycznych na całym niemal obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej. Typ reżimu B nie występuje jedynie na Po-

<sup>1</sup> W pracy użyto nazw jednostek fizyczno — geograficznych zgodnie z podziałem regionalnym Polski, opracowanym przez J. Kondrackiego (1965).



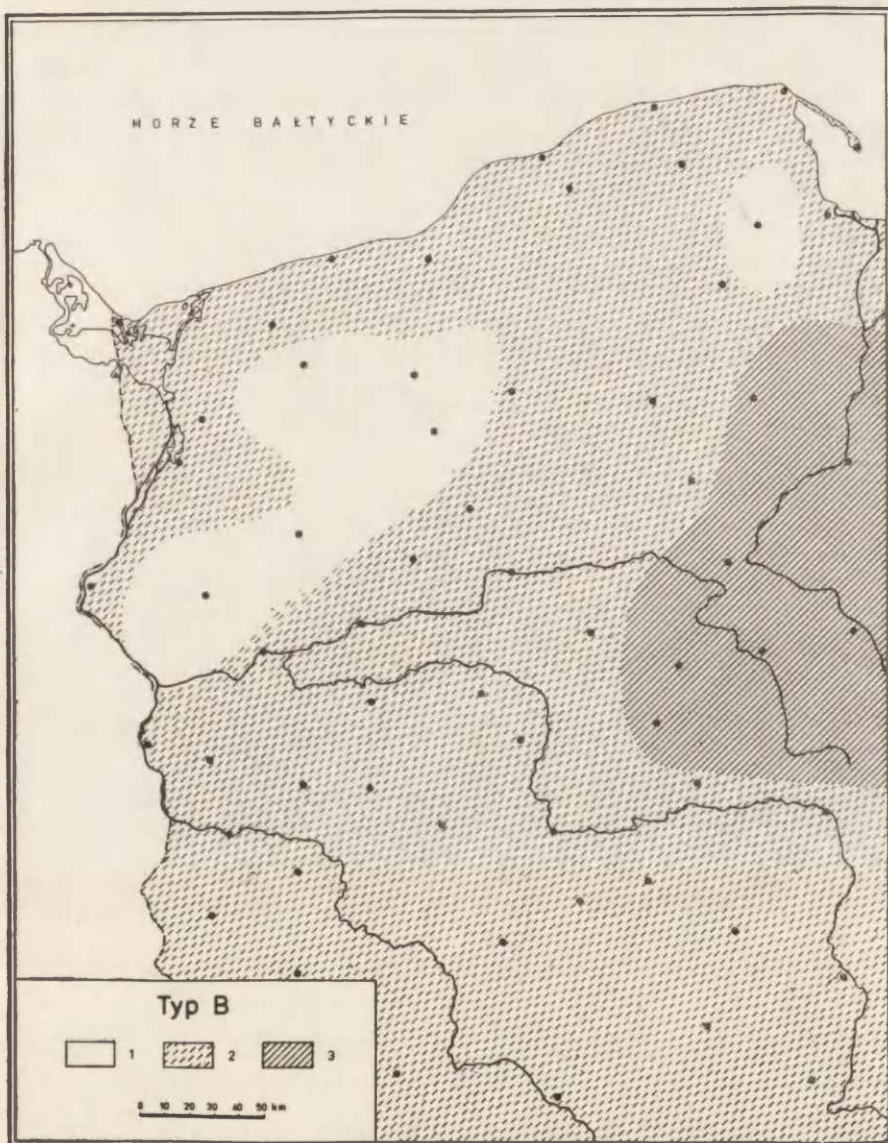
Ryc. 14. Występowanie opadów o reżimie typu A w ciągu roku:

1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie; 3 – typ występuje w dwóch sezonach

The occurrence of precipitation of the A regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season; 3 – the type occurs in two seasons

jezierzu Kaszubskim w okolicy Kartuz oraz na Pojezierzu Myśliborskim i części Pojezierza Drawskiego (ryc. 15). Na pozostałym obszarze ten typ opadów atmosferycznych pojawia się z reguły raz w ciągu roku (wczesną wiosną). Odstępstwem od tej reguły jest zwarty obszar obejmujący Pojezierze Gnieźnieńskie, Pojezierze



Ryc. 15. Występowanie opadów o reżimie typu B w ciągu roku:

1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie; 3 – typ występuje w dwóch sezonach

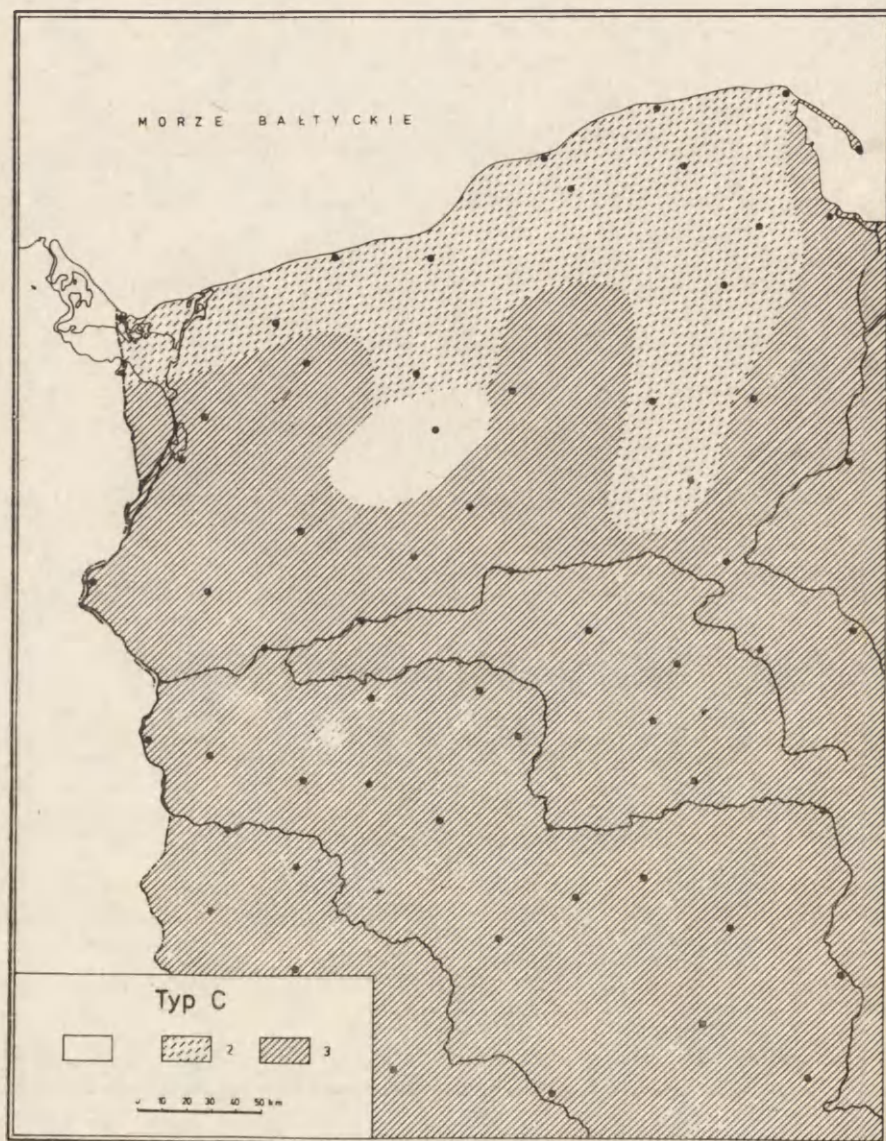
The occurrence of precipitation of the B regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season; 3 – the type occurs in two seasons

Kujawskie, Kotlinę Toruńską, Równinę Świecką oraz Dolinę Dolnej Wisły na odcinku do Tczewa. Na tym fragmencie obszaru badań opady o typie reżimu B pojawiają się w dwóch sezonach opadowych (dodatkowo późną jesienią).

Z rozważań nad przestrzennym zasięgiem liczby sezonów z opadami o typie reżimu C wyłączyć należy centralną część Pojezierza Drawskiego, gdzie ten typ

reżimu nie zaznacza się w ogóle (ryc. 16). Pozostały obszar Polski Północno-Zachodniej można podzielić na dwie strefy. Pierwsza, obejmująca północną i wschodnią część Pojezierza Pomorskiego, charakteryzuje się występowaniem opadów o typie reżimu C jedynie w okresie wiosennym. Pozostały obszar stanowi drugą zwartą strefę, dla której znamienne jest dwukrotne w ciągu roku występowanie opadów o typie reżimu C.



Ryc. 16. Występowanie opadów o reżimie typu C w ciągu roku:

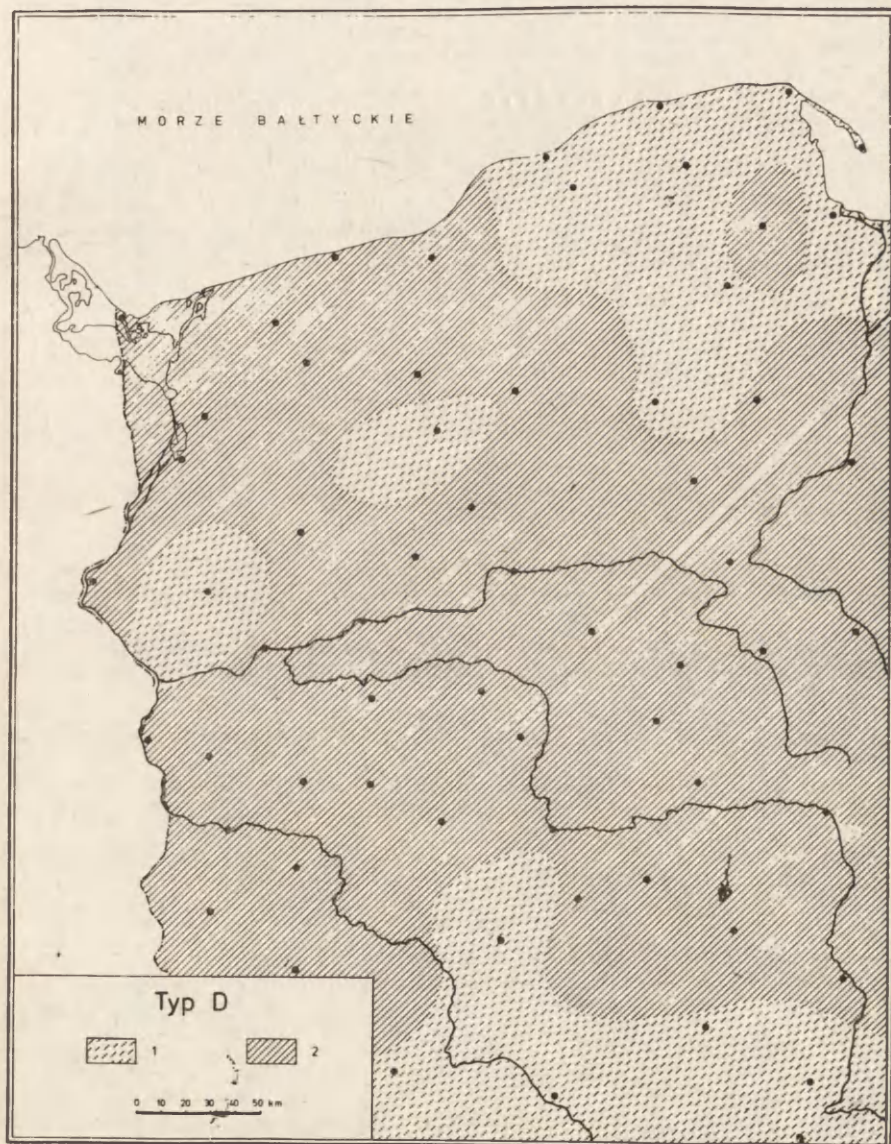
1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie; 3 – typ występuje w dwóch sezonach

The occurrence of precipitation of the C regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season; 3 – the type occurs in two seasons



Jako jedyny, spośród siedmiu wyróżnionych typów reżimu opadów, typ oznaczony symbolem D występuje na całym badanym obszarze. Najczęściej pojawia się on dwukrotnie w ciągu roku (ryc. 17). Do obszarów, gdzie typ reżimu D zaznacza się jedynie wiosną należą: Pobrzeże Kaszubskie wraz z Mierzeją Helską, Równina Słupska oraz Pojezierze Kaszubskie z wyjątkiem okolic Kartuz, okolice Czaplinka



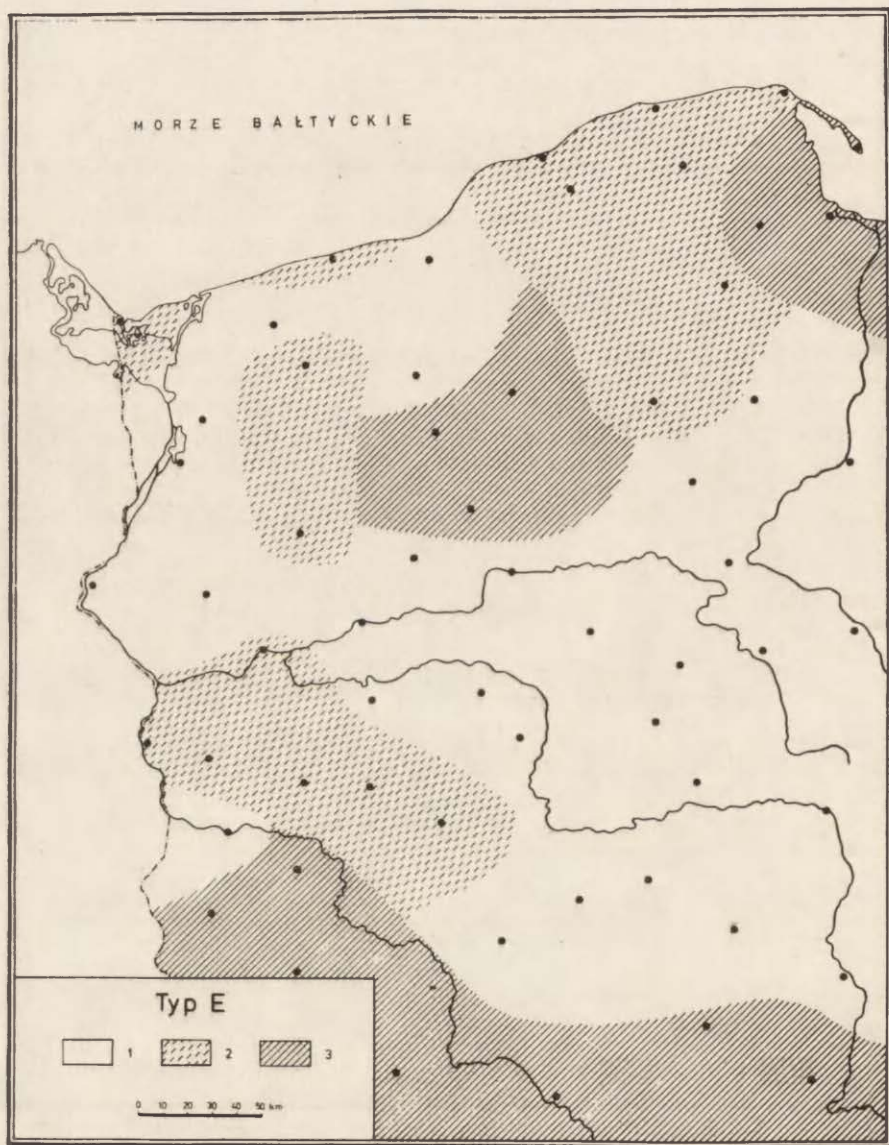
Ryc. 17. Występowanie opadów o reżimie typu D w ciągu roku:

1 – typ występuje w jednym sezonie; 2 – typ występuje w dwóch sezonach

The occurrence of precipitation of the D regime type in the year:

1 – the type occurs in one seasons; 2 – the type occurs in two seasons.

(Pojezierze Drawskie), okolice Myśliborza (Pojezierze Myśliborskie), południowa rubież Niziny Wielkopolskiej, obejmująca Wysoczyznę Leszczyńską, Kotlinę Żmigrodzką, Wzgórza Trzebnickie, Wzgórza Ostrzeszowskie oraz Równinę Wrocławską i Równinę Oleśnicką.



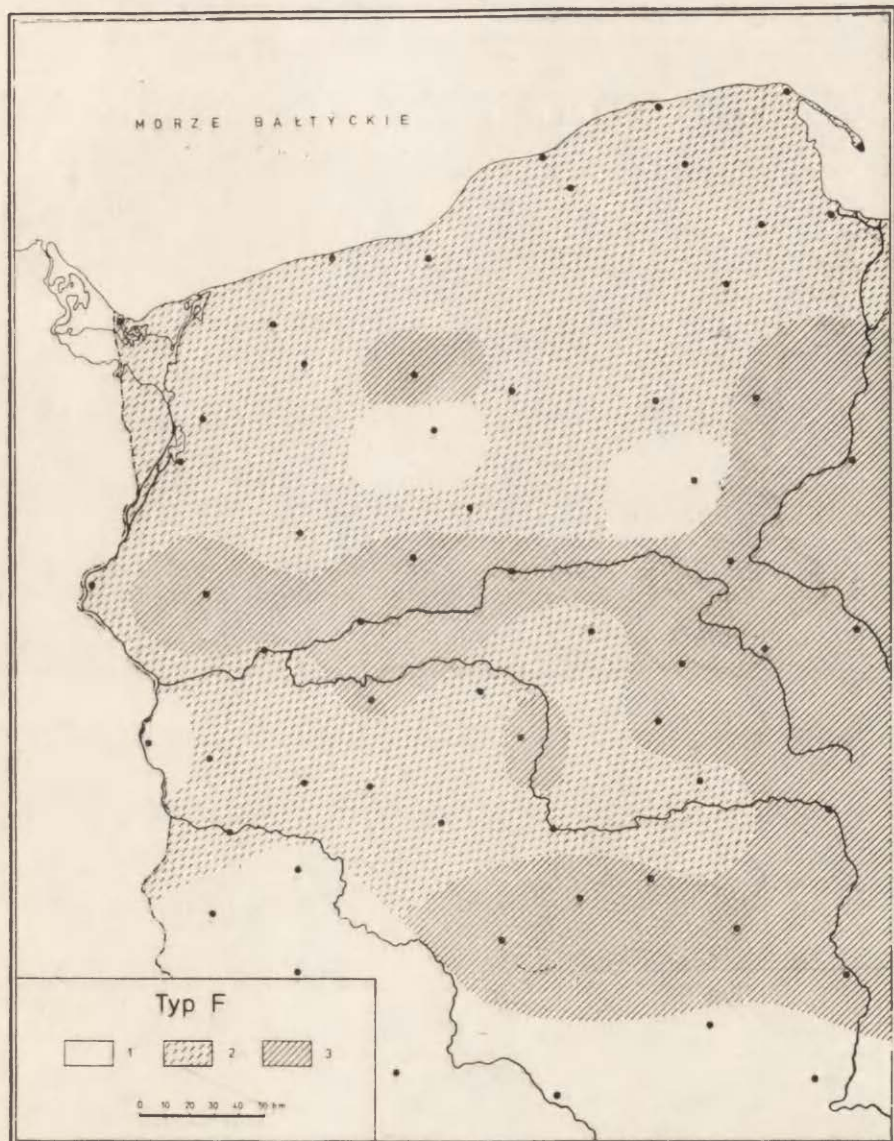
Ryc. 18. Występowanie opadów o reżimie typu E w ciągu roku:

1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie; 3 – typ występuje w dwóch sezonach

The occurrence of precipitation of the E regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season; 3 – the type occurs in two seasons

Zupełnie odmiennie, w porównaniu z poprzednim typem reżimu opadów, przedstawia się analiza rozmieszczenia przestrzennego obszarów, na których pojawiają się sezony opadowe z typem reżimu opadów E. Opady o tym typie występują jedynie na niektórych obszarach Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej (ryc. 18). Zasięg ich występowania w jednym tylko sezonie w roku ograniczony jest do pół-



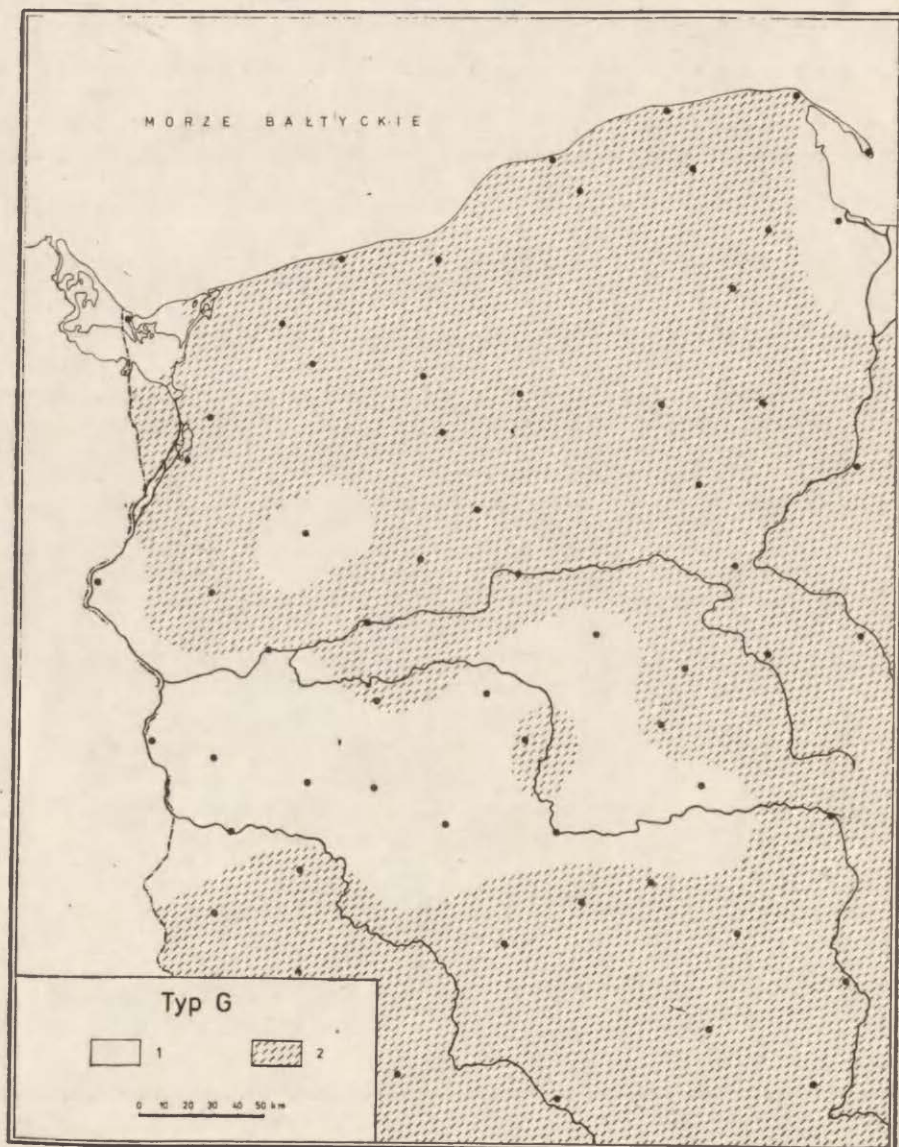
Ryc. 19. Występowanie opadów o reżimie typu F w ciągu roku:

1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie; 3 – typ występuje w dwóch sezonach

The occurrence of precipitation of the F regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season; 3 – the type occurs in two seasons

nocnych i zachodnich rejonów obszaru badań i obejmuje cały niemal pas wybrzeża Bałtyku od Świnoujścia po Rozewie. Ponadto tylko jeden sezon z opadami o typie reżimu E pojawia się we wschodniej części Pojezierza Myśliborskiego oraz na Pojezierzu Lubuskim. Dwa sezony opadowe z opadami o typie reżimu E są charakterystyczne dla: Mierzei Helskiej oraz obszaru sąsiadującego od zachodu i południa



Ryc. 20. Występowanie opadów o reżimie typu G w ciągu roku:

1 – typ nie występuje; 2 – typ występuje w jednym sezonie

The occurrence of precipitation of the G regime type in the year:

1 – the type does not occur; 2 – the type occurs in one season

z Zatoką Pucką i Zatoką Gdańską, Pojezierza Drawskiego i Pojezierza Wałeckiego, południowych regionów Niziny Wielkopolskiej od Wału Zielonogórskiego i Wzniesień Żarskich, poprzez Wzgórza Dałkowskie, Wzgórza Trzebnickie, Wzgórza Ostrzeszowskie do Równiny Wrocławskiej i Równiny Oleśnickiej.

Względnie duże różnice regionalne obserwujemy w przypadku analizy przestrzennego rozmieszczenia rejonów o różnej liczbie sezonów opadowych z typem reżimu opadów F (ryc. 19). W czterech rejonach ten typ reżimu opadów nie bywa w ogóle notowany. Obejmują one: środkową część Pojezierza Drawskiego w okolicy Czaplinka, południową rubież Pojezierza Krajeńskiego (Mąkowarsko), okolice Słubic w dolinie Odry, południową część Niziny Wielkopolskiej.

Tylko jeden sezon z opadami o typie reżimu F występuje na całym niemal terytorium Pojezierza Pomorskiego oraz na znacznym obszarze Niziny Wielkopolskiej (Pojezierze Lubuskie i Pojezierze Poznańskie). Na pozostałym terenie notuje się w ciągu roku dwa sezony z opadami o typie reżimu F.

Ostatni z wyłonionych typów reżimu opadów — typ G — na znacznym obszarze Polski Północno-Zachodniej pojawia się wyłącznie w jednym, letnim sezonie. Nie pojawia się w ogóle jedynie w strefie sąsiadującej z Zatoką Gdańską, na wyspie Wolin, w okolicy Choszczna oraz na Pojezierzu Lubuskim i Pojezierzu Poznańskim (ryc. 20). Brak jest też przypadku wystąpienia w jakiegokolwiek miejscowości dwóch sezonów opadowych z typem reżimu G.

#### TYPY STRUKTURY SEZONOWEJ REŻIMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Znajomość rocznego przebiegu częstości pojawiania się typów reżimu opadów atmosferycznych oraz ustalenie w poszczególnych miejscowościach liczby sezonów opadowych daje podstawę do bardziej ogólnych wniosków na temat struktury sezonowej reżimu opadów. Biorąc pod uwagę jedynie liczbę sezonów opadowych, zaznaczających się w ciągu roku, można dostrzec istotne różnice między regionami fizyczno-geograficznymi Polski Północno-Zachodniej. Z diagramów zamieszczonych na rycinie 10 wynika, że w niektórych miejscowościach w przebiegu rocznym opadów atmosferycznych zaznacza się pięć sezonów opadowych, ale są również i takie stacje meteorologiczne, w których jest dwukrotnie więcej sezonów.

Z wyjątkiem typu reżimu A, który praktycznie pojawia się raz w roku (okres jesienno-zimowy), oraz typu reżimu G, który również może pojawiać się tylko raz w roku (lato), pozostałe typy mogą występować w dwóch sezonach opadowych. Wówczas jeden z sezonów pojawia się na ogół w okresie wiosny, drugi zaś sezon, z tym samym typem reżimu opadów, przypada na drugą połowę roku. Skoro te same typy reżimu tworzą zwarte czasowo grupy pentad w różnych porach roku, z punktu widzenia zatem analizy struktury sezonowej reżimu opadów tworzą odrębne jednostki czasowe i muszą być traktowane jako oddzielne sezony. Pojawiające się dwukrotnie w roku sezony o tym samym reżimie opadów oznaczono indeksem 1 (wiosna) bądź 2 (jesień). Łącznie na obszarze badań może pojawiać się dwanaście

sezonów w roku, a mianowicie sezony: A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> oraz G.

Z uwagi na liczbę sezonów opadowych, analizowane stacje meteorologiczne można podzielić na sześć grup, charakteryzujących się występowaniem od pięciu do dziesięciu sezonów w roku. Na rycinie 21 grupy te oznaczono cyframi rzymskimi, zgodnie z liczbą sezonów, od V do X.

Grupę oznaczoną cyfrą V stanowią stacje z pięcioma sezonami opadowymi. Do tej grupy należy zaledwie jedna stacja. Grupa VI (stacje o sześciu sezonach) liczy łącznie 7 stacji. W skład grup VII, VIII, IX wchodzi kolejno 14, 19 i 12 miejscowości. Wreszcie grupę X (dziesięć sezonów) reprezentuje 9 stacji meteorologicznych.

W obrębie każdej grupy poszczególne miejscowości mają tę samą liczbę sezonów opadowych w roku. Mogą natomiast różnić się między sobą relacją przejścia jednego sezonu w następny. Zagadnienie przejścia danego sezonu w następny również zostało uwzględnione w pracy. Obliczono, biorąc pod uwagę jednocześnie wszystkie 62 stacje meteorologiczne, prawdopodobieństwo przejścia każdego sezonu opadowego w inne sezony. Wyniki tych obliczeń przedstawiono w tabeli 17 mającej postać tablicy kwadratowej i symetrycznej w oznaczeniach wierszy i kolumn. Nie stanowi ona jednak tablicy symetrycznej w odniesieniu do wpisanych do niej wartości prawdopodobieństwa przejścia jednych sezonów w inne. Wykazuje ona tylko prawdopodobieństwo wystąpienia po każdym sezonie (poszczególne wiersze tablicy) innych sezonów opadowych (kolumny tablicy). Na przykład wartość 90,7%, wpisana na przecięciu się wiersza A z kolumną B<sub>1</sub>, oznacza, że po sezonie A w 90,7% przypadków pojawi się sezon B<sub>1</sub>. Jednak, nie oznacza to, że w 90,7% przypadkach pojawienia się sezonu B<sub>1</sub> będzie on sezonem następnym po sezonie A. Z tabeli 17 można uzyskać informacje odnośnie do najbardziej prawdopodobnych relacji przejścia kolejnych sezonów opadowych w następne, pojawiające się po nich.

Obserwowane najczęściej relacje przejścia poszczególnych sezonów opadowych, zaznaczających się na obszarze Polski Północno-Zachodniej, w inne sezony są dość znamienne i jednoznacznie określone. Przedstawiają się one następująco:

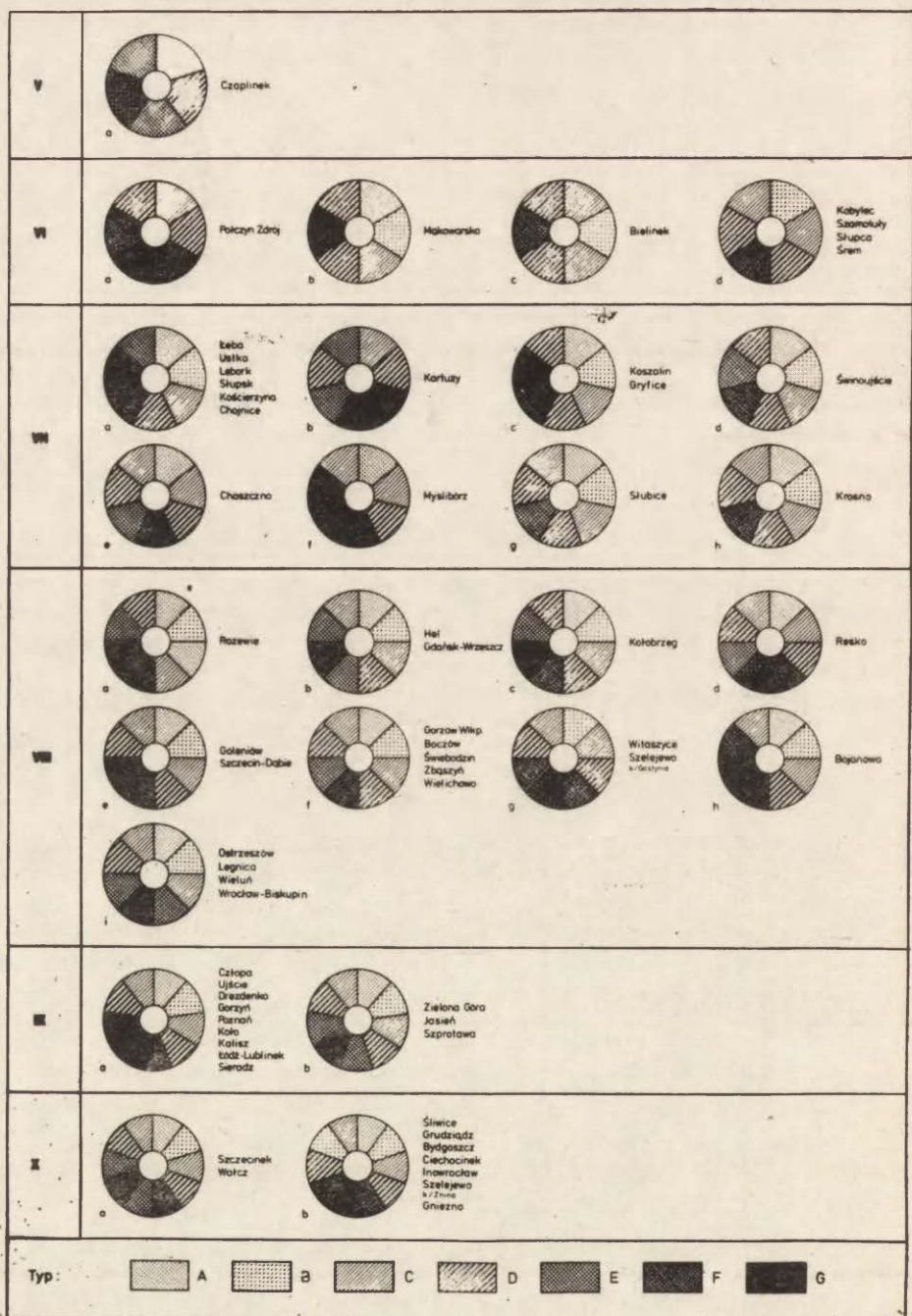
|                      |                          |   |
|----------------------|--------------------------|---|
| sezon A              | → w sezon B <sub>1</sub> | (w 90,7% przypadkach wystąpienia sezonu A), |
| sezon B <sub>1</sub> | → w sezon C <sub>1</sub> | (98,2%),                                    |
| sezon C <sub>1</sub> | → w sezon D <sub>1</sub> | (91,8%),                                    |
| sezon D <sub>1</sub> | → w sezon F <sub>1</sub> | (86,0%),                                    |
| sezon E <sub>1</sub> | → w sezon G              | (83,3%),                                    |
| sezon F <sub>1</sub> | → w sezon G              | (67,3%),                                    |
| sezon G              | → w sezon F <sub>2</sub> | (45,6%),                                    |
| sezon F <sub>2</sub> | → w sezon D <sub>2</sub> | (90,5%),                                    |
| sezon E <sub>2</sub> | → w sezon D <sub>2</sub> | (66,7%),                                    |
| sezon D <sub>2</sub> | → w sezon C <sub>2</sub> | (68,6%),                                    |
| sezon B <sub>2</sub> | → w sezon C <sub>2</sub> | (100,0%),                                   |
| sezon C <sub>2</sub> | → w sezon A              | (87,2%).                                    |

W komentarzu do przedstawionych wyżej relacji przejścia poszczególnych sezonów w inne nasuwają się dwie uwagi. Otóż w przypadku pojawienia się takich sezonów opadowych, jak sezony: A, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> i B<sub>2</sub> można z małym prawdopo-

Tabela 17

Prawdopodobieństwo przejścia poszczególnych sezonów opadowych (sezony poprzedzające) w inne sezony opadowe (w %)  
 Transition probabilities from preceding precipitation seasons to following seasons (in %)

|   |                | Sezony opadowe — Precipitation seasons |                |                |                |                |                |      |                |                |                |                | Razem<br>Total | Najczęstsze przejście<br>w sezon:<br>Most frequent transition<br>to season: |                |                |
|---|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
|   |                | A                                      | B <sub>1</sub> | C <sub>1</sub> | D <sub>1</sub> | E <sub>1</sub> | F <sub>1</sub> | G    | F <sub>2</sub> | E <sub>2</sub> | D <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> |                |   | B <sub>2</sub> |                |
| Sezony opadowe poprzedzające<br>Preceding precipitation seasons | A              |  | 90,7           | 7,4            | 1,9            |                |                |      |                |                |                |                |                | 100,0   | B <sub>1</sub> |                |
|   | B <sub>1</sub> | 1,8                                    |                | 98,2           |                |                |                |      |                |                |                |                |                | 100,0   | C <sub>1</sub> |                |
|   | C <sub>1</sub> |  |                |                | 91,8           | 6,6            | 1,6            |      |                |                |                |                |                | 100,0   | D <sub>1</sub> |                |
|   | D <sub>1</sub> |  |                |                |                | 12,3           | 86,0           | 1,7  |                |                |                |                |                | 100,0   | F <sub>1</sub> |                |
|   | E <sub>1</sub> |  |                |                |                |                | 16,7           | 83,3 |                |                |                |                |                | 100,0   | G              |                |
|   | F <sub>1</sub> |  |                |                |                |                |                | 67,3 |                | 21,2           | 11,5           |                |                | 100,0   | G              |                |
|   | G              |  |                |                |                |                |                |      | 45,6           | 43,5           | 10,9           |                |                | 100,0   | F <sub>2</sub> |                |
|   | F <sub>2</sub> |  |                |                |                |                |                |      |                |                | 90,5           | 9,5            |                | 100,0   | D <sub>2</sub> |                |
|   | E <sub>2</sub> | 23,3                                   |                |                |                |                |                |      |                |                | 66,7           | 10,0           |                | 100,0   | D <sub>2</sub> |                |
|   | D <sub>2</sub> | 11,8                                   |                |                | 3,9            |                |                |      |                |                | 2,0            |                | 68,6           | 13,7  | 100,0          | C <sub>2</sub> |
|   | C <sub>2</sub> | 87,2                                   | 12,8           |                |                |                |                |      |                |                |                |                |                |   | 100,0          | A              |
|   | B <sub>2</sub> |  |                |                |                |                |                |      |                |                |                |                | 100,0          |   | 100,0          | C <sub>2</sub> |



Ryc. 21. Typy struktury sezonowej reżimu opadów na obszarze Polski Północno-Zachodniej

Types of seasonal structure of precipitation regime in North-Western Poland



bieństwem pomyłki wskazać sezony, które po nich następują. Jest to możliwe, gdyż prawdopodobieństwo przejścia tych sezonów w określony jeden sezon osiąga wartości w granicach 90—100%. Wniosku tego nie można rozszerzyć na pozostałe sezony. Okazuje się, że na przykład po sezonie G, najczęściej następuje co prawda sezon F<sub>2</sub>, ale tylko w mniej niż połowa miejscowościach.

Druga uwaga dotyczy tych sezonów, w które przechodzą wyróżnione sezony opadowe, kolejno od A do C<sub>2</sub>. Okazuje się, że sezony C<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> i G są sezonami, w które najczęściej przechodzą inne sezony. Nigdy takimi sezonami nie są sezony B<sub>2</sub> i E<sub>1</sub> oraz E<sub>2</sub>.

Wielokrotnie w pracy autor omawiał zagadnienie zróżnicowania przestrzennego reżimu opadów atmosferycznych. Notowane różnice sprowadzały się do liczby pojawiających się typów reżimu opadów, sezonów opadowych, dat początku oraz czasu trwania tych sezonów. Te wszystkie elementy stanowią o strukturze sezonowej reżimu opadów atmosferycznych. Przedstawienie przestrzennego zróżnicowania struktury sezonowej opadów będzie zatem syntezą rozważań nad opadami atmosferycznymi. Odpowiednie ujęcie wyników przeprowadzonych badań stwarza możliwość podjęcia próby wydzielenia na obszarze Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej regionów grupujących stacje meteorologiczne podobne w zakresie struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych.

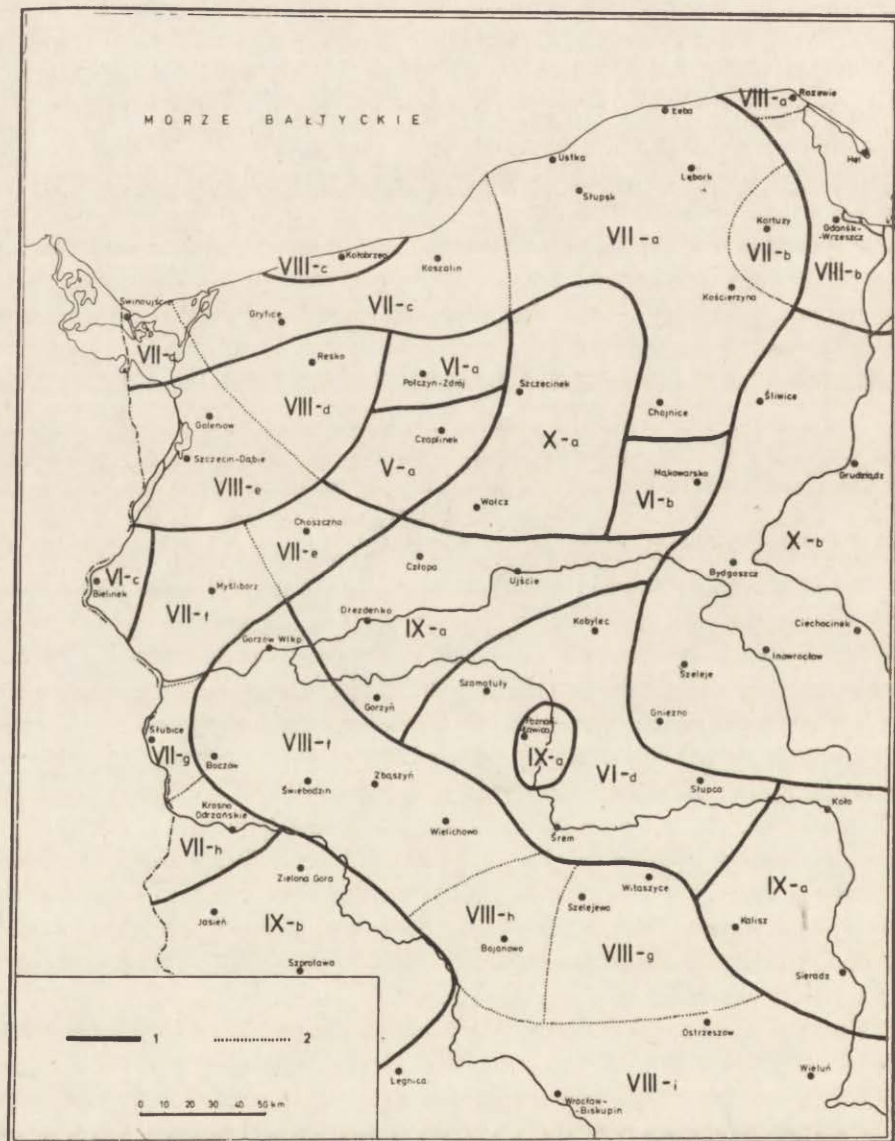
Podejście zbliżone od strony formalnej do regionalnego ujęcia stosunków pluwialnych znajdujemy w pracy Morgana (1971), zawierającej podział regionalny Zachodniej Malazji w zależności od pojawiania się wybranych wskaźników opadowych, w opracowaniu Kikuchi (1973), przedstawiającym podział Japonii na regiony typów relacji pomiędzy liczbą dni z opadem a wielkością wyrażającą odsetek dni z opadem powyżej 10,0 mm w stosunku do liczby dni z opadem powyżej 1,0 mm, jak również w pracy Willmotta (1977), dotyczącej podziału Kalifornii na regiony komponentów opadowych. W pracach tych poszczególnym stacjom meteorologicznym przypisuje się pewne jakości i przystępuje do wydzielenia regionów obejmujących miejscowości, w których występują te same jakości.

Diagramy zamieszczone na rycinie 21 przedstawiają typy struktur sezonowych reżimu opadów występujące na obszarze Polski Północno-Zachodniej. Umożliwiają one przede wszystkim wydzielenie na badanym terenie obszarów o tej samej liczbie sezonów opadowych w roku. Takich obszarów na Pojezierzu Pomorskim i Nizinie Wielkopolskiej jest łącznie siedemnaście (ryc. 22). Poszczególne obszary oznaczono, zgodnie z liczbą sezonów opadowych, cyframi rzymskimi od V do X.

Niektóre obszary swym zasięgiem obejmują miejscowości, w których obserwujemy tę samą liczbę sezonów oraz takie same relacje przejścia jednych sezonów w inne. W tych przypadkach można mówić o obszarach zupełnie jednorodnych pod względem struktury sezonowej reżimu opadów. W innych sytuacjach zaznaczają się powierzchnie grupujące stacje meteorologiczne z tą samą liczbą sezonów opadowych, które w poszczególnych miejscowościach wykazują odmienne relacje przejścia jednych sezonów w inne.

Dążąc do wyznaczenia obszarów o maksymalnie jednolitej strukturze sezonowej reżimu opadów, dokonano następnego podziału, który uwzględnił typ struktury

sezonowej reżimu opadów atmosferycznych. W ten sposób, ostateczny podział obszaru Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej bierze pod uwagę takie cechy struktury sezonowej opadów, jak liczba sezonów opadowych (na ryc. 22 oznaczona cyframi rzymskimi) oraz typ sezonu i kolejność pojawiania się poszczególnych sezonów w ciągu roku.



Ryc. 22. Zasięgi typów struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych:

1 – zasięgi obszarów o tej samej liczbie sezonów w ciągu roku; 2 – zasięgi obszarów o tej samej chronologii pojawiania się w ciągu roku sezonów opadowych

The extent of particular types of seasonal structure of precipitation regime:

1 – extent of areas with the same number of precipitation seasons; 2 – extent of areas with the same chronology of the occurrence of precipitation seasons

Reżim opadów atmosferycznych, kształtujący się w ciągu roku zgodnie ze strukturą V, występuje jedynie w okolicach Czaplinka na Pojezierzu Drawskim.

Sześć sezonów opadowych w roku obserwujemy w Połczynie-Zdroju (VI-a), na Pojezierzu Krajeńskim (VI-b), w dolinie Odry na wysokości Bielinka (VI-c) oraz w centralnej części Niziny Wielkopolskiej (VI-d).

Siedmioma sezonami opadowymi charakteryzuje się północna część Pojezierza Pomorskiego obejmująca Pojezierze Kaszubskie (VII-a, VII-b), Pobrzeże Słowińskie (VII-c) oraz obszar wyspy Wolin (VII-d). Taka sama liczba sezonów notowana jest na zwartym obszarze obejmującym Pojezierze Myśliborskie (VII-e, VII-f) oraz tereny położone nad środkową Odrą (VII-g, VII-h).

Na znacznym terytorium Pojezierza Pomorskiego występują opady o strukturze sezonowej podporządkowane ośmiu sezonom w roku. Pobrzeże Kaszubskie oraz Żuławy cechuje struktura sezonowa reżimu opadów, odpowiadająca schematowi przedstawionemu na diagramach VIII-a i VIII-b. Ośmiu sezonów opadowych obserwuje się ponadto w okolicach Kołobrzegu (VIII-c), na Nizinie Szczecińskiej (VIII-e) oraz w zachodniej części Pojezierza Drawskiego (VIII-d). Taką samą liczbą sezonów charakteryzuje się także zwarty obszar Niziny Wielkopolskiej, obejmujący takie regiony fizyczno-geograficzne, jak Pojezierze Lubuskie (VIII-f), Pojezierze Leszczyńskie (VIII-h), zachodnia część Wysoczyzny Kaliskiej (VIII-g) oraz Wzgórza Trzebnickie i Wzgórza Ostrzeszowskie, a także Równina Wrocławska i Równina Oleśnicka (VIII-i).

Na czterech obszarach Niziny Wielkopolskiej wyróżnia się po dziewięć sezonów opadowych. Struktura sezonowa reżimu opadów atmosferycznych, oznaczona symbolem IX-a, pojawia się na obszarze przylegającym z obu stron do środkowego biegu Noteci oraz w okolicach Poznania, a także na obszarze wschodniej części Wysoczyzny Kaliskiej, Wzgórz Tureckich i Niecki Sieradzkiej. Inny zwarty obszar, na którym występuje także dziewięć sezonów w roku, chociaż tworzących inny typ struktury sezonowej (IX-b), obejmuje Wał Zielonogórski, Wzniesienia Żarskie oraz Wzgórza Dałkowskie.

Najwięcej sezonów opadowych, bo aż dziesięć w roku, notuje się na Pojezierzu Wałeckim (X-a) oraz na wschodniej rubieży obszaru badań, obejmującej Pojezierze Gnieźnieńskie, Pojezierze Kujawskie, Kotlinę Toruńską, Równinę Świecką oraz część Doliny Dolnej Wisły (X-b).

Podsumowaniem rozważań przedstawionych w analitycznej części pracy jest próba podziału Polski Północno-Zachodniej na obszary jednolite z punktu widzenia struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych. Przebieg granic tych obszarów nawiązuje zasadniczo do zarysu granic wyznaczających poszczególne jednostki fizyczno-geograficzne Polski Północno-Zachodniej. Na Pojezierzu Pomorskim wyznaczone obszary są ułożone przeważnie równoleżnikowo. Z kolei terytorium Niziny Wielkopolskiej przecinają obszary, których strefowy układ ma przebieg południkowy (ryc. 22).

W wielu publikacjach z zakresu klimatologii spotyka się próby podziału regionalnego Polski (lub jej części), uwzględniające określony element meteorologiczny lub pewien zespół elementów. Poszczególne przykłady regionalizacji klimatycznej

dotyczą podziału na dzielnice rolniczo-klimatyczne (Gumiński 1948), regiony klimatyczne (Romer 1962b; Woś 1970), regiony termiczne (Schmuck 1961), regiony występowania opadów nawalnych (Karwowski 1963), regiony pluwiotermiczne (Schmuck 1965), regiony częstości dni opadowych (Olechnowicz-Bobrowska 1970), obszary typów struktury sezonowej klimatu (Woś 1977a).

Zaprezentowany w niniejszej pracy podział Polski Północno-Zachodniej na obszary jednolitego reżimu opadów atmosferycznych wykazuje w swym ogólnym schemacie największe podobieństwo do zarysu regionów klimatycznych wyznaczonych przez Romera (1962b). Jeśli się zważy, że Romer przy konstruowaniu mapy izogradentów klimatycznych uwzględnił aż 19 (na 30 branych pod uwagę) wskaźników związanych z opadami atmosferycznymi, taka zbieżność obu podziałów jest w pełni uzasadniona.

Nie należy wszakże oczekiwać pojawienia się odmiennego obrazu istniejącej obiektywnie rzeczywistości w związku z zastosowaniem li tylko innego podejścia bądź metody opisu tej rzeczywistości. Odmienność spojrzenia na dane zjawisko, zakres i charakter uwzględnionych metod badawczych znajduje swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w stopniu szczegółowości otrzymanych wyników oraz sformułowanych wniosków końcowych. W ten sposób można do istniejących danych dorzucić nowe fakty, mogące mieć pewne znaczenie dla bardziej wnikliwego poznania badanego zjawiska.

Brak wyraźniejszej zbieżności w przebiegu granic wydzielonych w pracy obszarów jednolitego reżimu opadów atmosferycznych z zarysem granic pozostałych podziałów klimatycznych może świadczyć o pewnej odrębności cech przestrzennego zróżnicowania opadów atmosferycznych na tle przestrzennego zróżnicowania innych elementów meteorologicznych.

## UWAGI KOŃCOWE

Założenia metodologiczne przyjętej procedury badawczej, dyskusja wyników badań osiągniętych na poszczególnych etapach zastosowanego algorytmu obliczeń, a następnie charakterystyka typów reżimu opadów oraz analiza struktury sezonowej reżimu opadów — to najistotniejsze problemy pracy, pozwalające zarazem na sformułowanie kilku uwag ogólnych i wniosków końcowych.

1. Biorąc pod uwagę metody stosowane w pracy należy stwierdzić, że wybór poszczególnych metod taksonomicznych podyktowany został przyjęciem pewnej procedury klasyfikacyjnej, która jak należy sądzić, zmierzała do wypracowania optymalnego wariantu rozwiązania postawionych na wstępie problemów badawczych. Zagadnieniu poszukiwania odpowiednich metod poświęcono stosunkowo dużo uwagi, traktując je jako jeden z ważniejszych etapów pracy.

W celu wyróżnienia typów reżimu opadów atmosferycznych stosowano najpierw metodę dendrytu wrocławskiego. Otrzymane wyniki poddano krytycznej ocenie, weryfikując je za pomocą metody składowych głównych Hotellinga. Metoda ta, będąc jedną z metod redukcji przestrzeni wielocechowej, może być także użyteczna na etapie weryfikacji wyników w przypadku stosowania procedur klasyfikacyjnych. Sama klasyfikacja jest czynnością formułowania pewnych hipotez, które wymagają testowania. Rezultat postępowania klasyfikacyjnego uzyskany za pomocą dendrytu okazał się w świetle metody składowych głównych niezadowolający z punktu widzenia przyjętych założeń metodologicznych. Zaczęto, utrzymując te same założenia, poszukiwać nowych sposobów rozwikłania powstałych problemów. Właśnie przyjęcie definicji typu, jako „zespołu cech, którego częstość realizacji w danym miejscu przestrzeni wielowymiarowej, jest większa, aniżeli wynikałoby to ze statystycznego przypadku” (Wysocki 1965), skłoniło autora do poszukiwania metody analogicznej proceduralnie do metod analizy skupień.

Pierwszy etap tych metod to wyodrębnienie jąder skupień. W pracy, budując pewną funkcję „gęstości otoczenia”, wyodrębniono siedem jąder skupień, traktując je jako swoiste „załączki” typów reżimu opadów atmosferycznych. Następnie przy zastosowaniu metody klasyfikacyjnej, opartej na funkcjach potencjałowych, uzyskano ostateczny podział zbioru 4526 pentad na siedem klas typologicznych. Uzyskane wyniki ponownie zweryfikowano za pomocą metody składowych głównych.

Reasumując można stwierdzić, że ostatecznie wybrano tę metodę, która w bezpośredniej konfrontacji okazała się bardziej adekwatna do założeń metodologicznych przyjętej procedury klasyfikacyjnej.

Niejako na marginesie tych rozważań nasuwa się jeszcze jedna uwaga. Otóż, metoda dendrytu wrocławskiego jest bezsprzecznie dogodna do klasyfikacji typologicznej, chociażby ze względu na jej mało skomplikowane założenia teoretyczne, łatwość obliczeń i jednoznaczność wyników. Głównym mankamentem tej metody jest to, że dokonując estymacji podobieństwa obiektów pewnej zbiorowości uwzględnia ona jedynie obiekty najbardziej podobne do siebie (najmniej odległe w przestrzeni), przez co nie pokazuje nam wszystkich relacji podobieństwa, a w przypadku licznego zbioru może, łącząc krok po kroku najbliższe obiekty, doprowadzić do zaklasyfikowania do tego samego podzbioru jednorodnego obiekty o małym stopniu wzajemnego podobieństwa. Stąd potrzeba weryfikacji wyników, uzyskanych tą metodą w przypadku jej stosowania, dla populacji o dużej liczebności.

2. Wyróżnione w pracy klasy typologiczne grupują pentady, które stanowią o cechach wyróżnionych typów reżimu opadów. Poszczególne typy są podzbiorami pentad o wyraźnie odmiennych wartościach wskaźników pluwiometrycznych, co potwierdzają zresztą wyniki testowania testem zgodności Kołmogorowa-Smirnowa. Z tabeli 1 wynika, że średnie pentadowe sumy opadów wynoszą w poszczególnych typach reżimu od 4,8 do 14,5 mm. Częstość dni z opadem kształtuje się w nich na poziomie od 38 do 51%, obfitość opadów zaś może wynosić przeciętnie od 2,4 do 6,4 mm na średni dzień z opadem. W przypadku dni z opadem bardzo słabym ich częstość pojawiania się może w wyróżnionych typach reżimu osiągać wartości od 9 do 22%. W przedziale od 1 do 9% kształtują się wartości liczby dni z opadem powyżej 10,0 mm.

Testowanie hipotezy, zakładającej w ramach każdej cechy diagnostycznej zgodność rozkładów wszystkich siedmiu typów reżimu opadów jednocześnie, wykazało, że cechą najlepiej różnicującą reżim opadowy jest suma opadów. Wskaźnikiem pluwiometrycznym najmniej zróżnicowanym, czyli najslabiej różnicującym, jest częstość dni z opadem.

Badania wykazały, że poszczególne typy reżimu odznaczają się wyraźną koncentracją pojawiania się w przebiegu rocznym. Typ reżimu opadów A stanowią najczęściej pentady z okresu jesienno-zimowego (listopad—luty). Większość pentad reprezentujących typ reżimu oznaczony symbolem B, to pentady marca. Największa koncentracja typu reżimu C przypada na okres 1—25 kwietnia, typu reżimu D zaś na okres pierwszej połowy września. Z kolei pentady roku, kolejno od 45 do 48 (9—18 sierpnia) są najbardziej znanymi pentadami w zbiorze oznaczonym jako klasa typologiczna E. Na okres od około 5 czerwca do końca pierwszej dekady lipca przypada największa koncentracja typu reżimu F. Wreszcie okres maksymalnej koncentracji opadów o typie reżimu G przypada na drugą i trzecią dekadę lipca.

3. Chronologiczne uporządkowanie pentad, uwzględniające ich przynależność do poszczególnych klas typologicznych, pozwoliło na wyodrębnienie we wszystkich analizowanych stacjach meteorologicznych zwartych odcinków czasu, nazwanych dalej sezonami opadowymi. Frekwencja w kolejnych pentadach roku opadów o wyróżnionych uprzednio typach reżimu pozwoliła na opracowanie schematu podziału roku na sezony opadowe zaznaczające się na obszarze badań przy założeniu, że stanowi on pewną całość. Wyróżniono dziewięć sezonów opadowych, które poja-

wiają się w ciągu roku w następującej kolejności:  $A \rightarrow B_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow F_1 \rightarrow G \rightarrow F_2 \rightarrow D_2 \rightarrow C_2$ . Dla poszczególnych miejscowości zagadnienie to może przedstawiać się nieco inaczej (por. ryc. 10). Na terenie Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej obserwuje się znaczne różnice w zakresie liczby sezonów bądź kolejności ich pojawiania się w ciągu roku. Uwzględnienie w analizie tych momentów doprowadziło do określenia typów struktury sezonowej reżimu opadów atmosferycznych. Łącznie wyróżniono 26 różnych typów takiej właśnie struktury sezonowej reżimu opadów.

Występowanie tych samych struktur sezonowych na zwartych obszarach doprowadziło w końcowej części rozważań do podjęcia próby regionalnego ujęcia zróżnicowania Polski Północno-Zachodniej w zakresie reżimu opadów atmosferycznych z punktu widzenia jego struktury sezonowej.

## BIBLIOGRAFIA

- Ajzerman M. A., Brawerman E. M., Rozonoer L. J., 1970, *Rozpoznawanie obrazów. Metoda funkcji potencjalnych*, Warszawa.
- Anderson T. W., 1975, *An introduction to multivariate statistical analysis*, New York.
- Andersson T., 1969, *Some characteristics of temperature and precipitation in Sweden*, Meteorologiska Institutionen Uppsala Universitet, Meddelande, No. 103.
- 1970, *Climatological studies of temperature, precipitation and fog-particularly in Sweden*, Uppsala.
- Bagdasarjan R. A., 1962, *Klimat niektórych kurortów Armjanskiej SSR w pogodach*, Woprosy kompleksnoj klimatologii, Moskwa.
- Bergeron T., 1930, *Richtlinien einer dynamischen Klimatologie*, Meteorol. Zeitschr., Nr. 47.
- Berry B. J. L., 1961, *A method for deriving multi-factor uniform regions*, Przegl. Geogr., t. 33, z. 2.
- Boczarow M. K., 1976, *Metody statystyki matematycznej w geografii*, Warszawa.
- Chojnicki Z., 1966, *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*, Studia KPZK, t. 14.
- 1970, *Podstawy teoretyczne zastosowania metod matematycznych w badaniach przestrzennych rolnictwa*, Biul. KPZK, z. 61.
- Chojnicki Z., Czyż T., 1973, *Metody taksonomii numerycznej w regionalizacji geograficznej*, Warszawa.
- Chomicz K., 1951, *Ulewy i deszcze nawalne w Polsce*, Wiad. Służby Hydrol., t. 2, z. 3.
- 1959, *Opady w Zakopanem*, Wiad. Służby Hydrol., t. 6, z. 5.
- 1974, *Analiza stosunków opadowych w dorzeczach Karpackich dopływów Wisły*, Przegl. Geofiz., R. 19, z. 2.
- Chomicz K., Sadowski M., 1976, *Rozkład opadów atmosferycznych w Sudetach*, Czas. Geogr., t. 38, z. 1.
- Czubukow L. A., 1949, *Kompleksnaja klimatologija*, Moskwa—Leningrad.
- Daultrey S., 1976, *Principal components analysis, Concepts and Techniques in Modern Geography*, No. 8.
- Dębski K., 1959, *Hydrologia kontynentalna*, cz. 2, Warszawa.
- Dhar O. N., Ramachandran G., 1970, *Short duration analysis of Calcutta (Dum Dum) rainfall*, Indian Journal of Meteorology and Geophysics, 21, No. 1.
- Domański R., 1964, *Procedura typologiczna w badaniach ekonomicznogeograficznych*, Przegl. Geogr., t. 36, z. 4.
- Durst C. S., 1951, *Climate — the synthesis of weather*, Compendium of Meteorology, Boston.
- Fiedorov E. E., 1932, *Complex method in climatology and its application to agriculture*, State of New Jersey Department of Agriculture Circular, No. 207.
- Fisz M., 1958, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*, Warszawa.
- Flohn H., 1954, *Witterung und Klima in Mitteleuropa*, S. Hirzel Verl. Stuttgart.
- Florek K., Łukaszewicz J., Perkal J., Steinhaus H., Zubrzycki S., 1951, *Taksonomia wrocławska*, Przegl. Antropol., t. 17.
- Gameson A. L. H., Quaife R. D., 1965, *The yearly distribution of rainfall intensities*, Meteorol. Mag., 94, No. 1115.
- Gorczyński W., 1934, *Decimal scheme of worlds' climates with adaptation to Europe*, Warszawa.



- Górski T., Demidowicz G., Deputat T., 1968, *Zagadnienie typologii ekologicznej odmian zbóż w świetle taksonomii wrocławskiej*, Pam. Puławski, z. 31.
- Gramzow R. H., Henry W. K., 1972, *The rainy pentads of central America*, J. Appl. Meteorol., 11, No. 4.
- Gregory S., 1970, *Metody statystyki w geografii*, Warszawa.
- Greń J., 1975, *Statystyka matematyczna, modele i zadania*, Warszawa.
- Gumiński R., 1948, *Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce*, Przgl. Meteorol., z. 1.
- 1950, *Uwagi o dawnych i nowych metodach klimatologii*, Przgl. Geogr., t. 22.
- Haggett P., Chorley R. J., 1969, *Network Analysis in Geography*, London.
- Hellwig Z., 1968, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, Przgl. Statyst., t. 15, z. 4.
- Hess M., 1966, *Znaczenie średniej temperatury roku dla poznania warunków klimatycznych*, Przgl. Geogr., t. 38, z. 1.
- 1967, *Klimat terytorium miasta Krakowa*, Folia Geogr. Ser. Geogr. Phys., vol. 1.
- 1968, *Metoda określenia ilościowego zróżnicowania mezoklimatycznego w terenach górskich*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., z. 18.
- Hopkins J. W., Robillard P., 1964, *Some statistics of daily rainfall occurrence for the Canadian prairie provinces*, J. Appl. Meteorol., 3, No. 5.
- Howe C. F., 1925, *The summer and winter weather of selected cities in North America*, Mon. Weather Rev., 53, No. 10.
- Jackson M. C., 1974, *Largest two-hour falls of rain in the British Isles*, Weather, 29, No. 2.
- 1975, *Annual duration of any rainfall intensity*, Meteorol. Mag., 104, No. 1234.
- Jacobs W. C., 1946, *Synoptic Climatology*, Biull. Amer. Met. Soc., 27.
- Jedut R., 1970, *Problemy porządkowania i podziału jednostek terytorialnych przy użyciu zespołu metod taksonomicznych*, Ann. UMCS Sec. B, vol. 25, z. 14.
- 1971, *Regiony produkcji rolniczej województwa lubelskiego*, Ann. UMCS Sec. B, vol. 26, z. 15.
- Jevons W. S., 1960, *Zasady nauki*, Warszawa.
- Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*, Pr. Geogr. IG PAN, nr 86.
- 1967, *Opady Wielkiej Warszawy i jej okolic w okresie 1956–1960*, Przgl. Geofiz., R. 12, z. 3–4.
- Kalesnik S., 1964, *Geografia fizyczna ogólna*, Warszawa.
- Karasiński T., 1959, *Opady atmosferyczne w Tatrach*, Wiad. Służby Hydrol., t. 6, z. 5.
- Karwowski A., 1963, *Opady o większym stopniu wydajności występujące w Polsce w okresie 1945–1958*, Prace PIHM, z. 77.
- Khalili A., 1973, *Precipitation patterns of Central Elburz*, Arch. Met., Geoph., Biokl., ser. B, vol. 21, No 2–3.
- Kikuchi R., 1970, *Fluctuation of winter precipitation in Northern Honshū*, Jap. Progr. Climatol., 103.
- 1973, *Regional difference of the assortment of daily precipitation in winter*, Jap. Progr. Climatol., Nov.
- Kołodziej J., 1965, *Opady atmosferyczne w Polsce w latach 1948–1963 w porównaniu ze średnimi z okresu 1891–1930*, Przgl. Geofiz., R. 10, z. 3–4.
- Kondracki J., *Geografia fizyczna Polski*, Warszawa.
- Konys L., Wagner W., 1974, *Sprawdzanie rozkładu w K populacjach*, Roczniki AR w Poznaniu, 71, Algorytmy biometryczne i statystyczne, z. 3.
- Kosiba A., 1972, *Klimat Wrocławia w 1962 r.*, Acta UW r Studia Geogr., Prace Obserw. Meteor., nr 17.
- 1974, *Niektóre cechy rozkładu i intensywności opadów*, Acta UW r Studia Geogr.; Prace Obserw. Meteor., nr 19.
- Kostrubiec B., 1972, *Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej*, Pr. Geogr. IG PAN, nr 93.
- Kotrnc J., 1976, *Wydatne deste a jejich nodnoceni*, Vodni Hosp., A 26, nr 2
- Köppen W., 1919, *Klimaformen und reduzierte Regenmenge*, Meteorol. Zeitschr., 36.

- Krzyśko M., Stolarski P., 1976, *Klasyfikacja wielowymiarowych obserwacji oparta na funkcjach potencjalowych*, Roczniki AR w Poznaniu, 80, Algorytmy biometryczne i statystyczne, z. 4.
- Liwanowa N. A., 1974, *K rascziotu sredniej intensiwnosti i koliczestwa liwniewych osadkow na osnovie nieadiabaticzeskoj modeli konwekcji*, Trudy Leningradskogo Gidrometeorologičeskogo Instituta, wyp. 51.
- Madany A., 1972, *Statystyczne związki między natężeniem opadów atmosferycznych*, Przegl. Geofiz., R. 17, z. 1.
- Malicki A., 1968, *Opady i pokrywa śnieżna w Równi*, Ann. UMCS Sec. B, vol. 23, z. 6.
- Martonne E. de, 1926, *Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité*, La Météorologie.
- Michna E., 1969/70, *O częstości opadów atmosferycznych w województwie rzeszowskim*, Biul. Lub. TN Sec. A—D, vol. 9/10.
- Michna E., Paczos S., 1969, *O opadach atmosferycznych w Sanoku*, Biul. Lub. TN Sec. D, vol. 9.
- 1972, *Opady atmosferyczne na obszarze Rostocza*, Ann. UMCS Sec. B, vol. 27.
- Mitosek H., Kołodziej J., 1966, *Pentadowe zróżnicowanie opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1948—1963*, Ann. UMCS Sec. E, vol. 21.
- 1969, *Częstość dni z opadem atmosferycznym w Polsce w latach 1948—1963*, Biul. Lub. TN Sec. D, vol. 7/8.
- Młynarczyk W., 1970, *Metody taksonomiczne w przestrzennym badaniu rolnictwa*, Biul. KPZK, z. 61.
- Morgan R. P. C., 1971, *Rainfall of West Malaysia — a preliminary regionalization using principal components analysis*, Area, 3, No. 4.
- Murray R., Miles M. K., 1965, *Simple measures of the raininess of month*, Meteorol. Mag., 94, No. 1110.
- Nichols N. S., 1925, *A classification of weather types*, Mon. Weather Rev., vol. 53, No. 10.
- Okołowicz W., Stopa M., 1964, *Wyniki badań terenowych na Pojezierzu Mazurskim w lipcu i sierpniu 1961 r.*, Pr. i Studia IG UW, Katedra Klimatol., z. 1.
- Okołowicz W., 1969, *Klimatologia ogólna*, Warszawa.
- Olechnowicz-Bobrowska B., 1970, *Częstość dni z opadem w Polsce*, Pr. Geogr. IG PAN, nr 86.
- Parysek J., 1976, *Struktura przestrzenna przemysłu regionu i jej zmiany*, Ser. Geografia, nr 13, Poznań.
- Paszyński J., 1955, *Opady atmosferyczne i ich związek z hipsometrią i zalesieniem*, Pr. Geogr. IG PAN, nr 4.
- Pawłowski Z., 1966, *Wstęp do statystyki matematycznej*, Warszawa.
- Pluta W., 1975, *Zastosowanie metod taksonomicznych i analizy czynnikowej do konstruowania syntetycznych wskaźników techniczno-ekonomicznych*, Przegl. Statyst., R. 22, z. 2.
- Racine J. B., Reymond H., 1977, *Analiza ilościowa w geografii*, Warszawa.
- Ratajczak W., 1977, *Modele zmian struktury sieci transportowej w ujęciu regionalnym (m-pis)*, Poznań.
- Romer E., 1962a, *Rozmieszczenie opadów atmosferycznych w krajach karpackich*, Wybór prac, t. 3, Warszawa.
- 1962b, *Regiony klimatyczne Polski*, Wybór prac, t. 3, Warszawa.
- Schmuck A., 1961, *Regiony termiczne w Polsce*, Czas. Geogr., t. 32.
- 1962, *Posuchy i wysokie opady atmosferyczne w województwie wrocławskim w latach 1950—1951*, Czas. Geogr., t. 33, z. 4.
- 1965, *Regiony pluwiotermiczne w Polsce*, Czas. Geogr., t. 36, z. 3.
- Switzer J. E., 1925, *Weather types in the climates of Mexico, the Canal Zone and Cuba*, Mon. Weather Rev., vol. 53, No. 10.
- Tamulewicz J., 1975, *Stosunki opadowe Poznania*, Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Ser. A, t. 28.
- 1976, *Przykład zastosowania w badaniach klimatologicznych jednej z taksonomicznych metod grupowania*, Spraw. Pozn. TPN, nr 91 (1973).
- Taraszkiewicz W., 1965, *Charakterystyka deszczów ulewnych i nawalnych na obszarze Polski w latach 1956—1960*, Przegl. Geofiz., R. 10, z. 3—4.
- Thorntwaite C. W., 1931, *The climates of North America according to a new classification*, Geogr. Rev., 21.

- Wallace J. M., 1975, *Diurnal variations in precipitation and thunderstorm frequency over the conterminous United States*, Mon. Weather Rev., 103, No. 5.
- Wells P. A., 1971, *A map of effective precipitation*, Weather, 26, No. 9.
- Wielbińska D., 1962, *Wpływ Bałtyku na opady w strefie brzegowej*, Wiad. Służby Hydrol., z. 48.
- Willmott C. J., 1977, *A component analytic approach to precipitation regionalization in California*, Arch. Met., Geoph., Biokl., ser. B, vol. 24, No. 4.
- Wiszniewski W., 1965, *Niektóre charakterystyki opadów atmosferycznych w Polsce*, Wiad. Służby Hydrol., t. 1, z. 1.
- Wołoszyn J., 1964, *Probabilistyczna metoda obliczania natężenia deszczów na przykładzie Wrocławia*, Wiad. Służby Hydrol., z. 58.
- Woś A., 1970, *Zarys klimatu Polski Północno-Zachodniej w pogodach*, Pozn. TPN Prace Komis. Geogr. Geol., t. 10, z. 3.
- 1977a, *Zarys struktury sezonowej klimatu Niziny Wielkopolskiej i Pojezierza Pomorskiego*, Ser. Geografia, nr 15, Poznań.
- 1977b, *Klimatyczne sezony roku w Kaliszu*, Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Ser. A, t. 30.
- Wojtowicz W., 1966, *Gradientsy opadowe w Sudetach*, Pozn. TPN, Prace Komis. Geogr. Geol., t. 4, z. 4.
- Wysocki Z., 1965, *Zagadnienie taksonomii geograficznej*, Przegl. Geogr., t. 37, z. 2.
- 1966, *Próba typologii i systematyki geograficznej struktur gospodarstwa narodowego na przykładzie Polski*, Prace Wr. TN Ser. B, nr 126.
- Zinkiewicz A., 1970, *Opady atmosferyczne okresu 1951—1965 w stosunku do wieloletnich na obszarze Polski*, Ann. UMCS Sec. B, vol. 24, z. 1.

THE TAXONOMIC FOUNDATIONS  
OF PRECIPITATION REGIME TYPOLOGY:  
A STUDY OF THE POMERANIAN LAKE DISTRICT  
AND THE GREAT POLAND LOWLAND

Summary

The main investigative problem of the present thesis is an attempt at a complex approach to precipitation conditions in the Pomeranian Lake District and Great Poland Lowland. The paper includes the results of daily pluviometric observations for the period 1951–1970. Five-day periods (pentads) were accepted as the basic investigative units. Thus 73 pentads were distinguished for each station, forming a set of 4526 investigative objects for the area in question (62 stations).

In order to characterize precipitation, the following five pluviometric indicators were chosen, which are diagnostic features describing the precipitation regime for every one of 4526 pentads:

- 1) sum of precipitation in mm,
- 2) frequency of precipitation days in %,
- 3) the amount of precipitation in mm determined by the amount of precipitation a for precipitation day,
- 4) the number of days with very little precipitation ( $\leq 1,0$  mm) in %,
- 5) the number of days with heavy or very heavy (above 10,0 mm) precipitation in %.

The basic problem consisted in finding subsets of pentads which would be similar with regard to the above five features within the 4526 pentads. The distinguished subsets would form typological classes of precipitation regimes. The above goal was realized by the application of classification methods in a taxonomic approach. At first, the Wrocław dendrite method was applied. The obtained results were then modified by means of the Hotelling's method of principal components. The results were still not satisfactory. Therefore another method was used, which was analogical to cluster analysis. In the first stage, forming a density function, cluster cores were distinguished, which were treated as specific "seed" types of precipitation regimes. Finally using a classification method based on potential functions, a final division of 4526 pentads into 7 typological classes was obtained. The results were verified again by means of the principal components method.

The distinguished typological classes pentads, whose pluviometric index values determine the precipitation regime. Every one of typological classes depicts a type of precipitation regime. Particular types are subsets of pentads characterized by quite different pluviometric indicators. As follows from Table 1, mean pentad sums of precipitation range in particular types of regime from 4.5 to 14.4 mm. The frequency of precipitation days varies from 38 to 51%, and the amount of precipitation is at the average from 2.4 to 6.4 mm for a mean precipitation day. The frequency of days with very little precipitation may range from 9 to 22% in the distinguished types of regime whereas the frequency of days with the precipitation above 10.0 mm extends from 1 to 9%.

The above investigations indicated that particular types of regime are distinguished by the concentration of their occurrences in the year. To regime A usually belong pentads from the autumn-winter period, whereas most of the pentads which represent type B are March pentads. The highest concentration of type C falls on April and type D on the first decade of September.

In turn, pentads from 45 to 48 (August, 9–28) are the most significant pentads in a set marked as typological class E. The highest concentration of regime type F occurs from June 5 to the end of first decade of July. Finally, the maximum concentration of G type precipitation characteristics appears in the second and third decades of July.

A chronological arrangement of pentads which takes into account their position in particular typological classes permitted the distinction of compact time periods termed precipitation seasons. Nine precipitation seasons were distinguished, whose occurrence in year is as follows:  $A \rightarrow B_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow F_1 \rightarrow G \rightarrow F_2 \rightarrow D_2 \rightarrow C_2$ . This problem may be somewhat different for particular places (compare Fig. 10).

In the Pomeranian Lake District and Great Poland Lowland considerable differences in the number of seasons or their occurrence in a year may be observed. Consideration of these moments in the analysis led to the determination of types of seasonal structure of precipitation regime. Altogether, 26 different types of such precipitation seasonal structure were distinguished (Fig. 21). The occurrence of the same seasonal approach to the differentiation of the precipitation regime North-Western Poland from the point of view of their seasonal structures.

*Translated by Halina Dawidczyk*

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТИПОЛОГИИ РЕЖИМОВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ПРИМЕРЕ ПОМОРСКОГО ПООЗЕРЬЯ И ВЕЛИКОПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

### Резюме

Главной исследовательской проблемой, поставленной в настоящей работе, является попытка комплексного охвата характеристики режима осадков, выпадающих на Поморском поозерье и на Великопольской низменности.

В работе учитывались результаты ежедневных плювиометрических наблюдений за период 1951—1970 гг. За основную исследовательскую единицу был принят пятидневный период (пентада). Разделяя год на такие периоды, выделяем для каждой метеорологической станции 73 пентады, что с учетом, охваченной исследованиями площади (62 станции), дает нам в сумме 4526 исследовательских объектов. Для характеристики атмосферных осадков было избрано пять плювиометрических показателей, и они были признаны диагностическими показателями, характеризующими осадочные режимы каждой из 4526 пентад:

- сумма осадков, выраженная в миллиметрах,
- частота дней с атмосферными осадками, выраженная в процентах,
- средняя интенсивность, количественно определенная, как величина осадков в мм, приходящаяся на один осадочный день.
- количество дней с очень слабыми осадками ( $\leq 1,0$  мм), выраженное в процентах,
- количество дней с сильными осадками (свыше 10,0 мм), выраженное в процентах.

Ведущая проблема разработки заключалась в том, чтобы исходя из множества 4526 пентад, выделить определенное подмножество пентад максимально однородных (обладающих внутренним сходством) с точки зрения указанной выше системы пяти признаков. Выделенные подмножества являлись бы своего рода типологическими классами режима осадков.

Достичь намеченной цели позволило применение классификационных процедур в таксономической трактовке. Вначале был принят метод вроцлавского дендрита. Полученные результаты были подвергнуты критической оценке, верификация их произошла с помощью метода главных составляющих Хотеллинга. Итоги верификации показали, что метод вроцлавского дендрита оказался непригодным в классификации больших множеств. В связи с этим был применен иной классификационный метод, имеющий аналогичную методам анализа скоплений процедуру.

На первом этапе, строя некоторую функцию плотности окружающей среды, выделили ядро скоплений, трактуемое как зачаток типов режимов атмосферных осадков. После этого, используя метод классификации, опирающийся на потенциальные функции, получили окончательное разделение 4526 пентад на семь типологических классов. Полученные результаты были вновь верифицированы с помощью метода главных составляющих.

Выделенные таким способом типологические классы группируют пентады, имеющие приблизительно одинаковый режим осадков. Отдельные типы являются подмножествами пентад, отличающимися своими плювиометрическими показателями. Из таблицы 1 видно,

что средние пентадные суммы осадков в отдельных типах режимов колеблются от 4,9 до 14,5 мм. Частота дней с осадками определилась на уровне 31–51%, а обилие осадков от 2,4 до 6,4 мм в среднем на каждый день с осадками. Частота дней со слабыми осадками составляет от 9 до 22%, а дни с обильными осадками имеют частоту от 1 до 9%.

Проведенные исследования показали, что отдельные типы режимов характеризуются четкой концентрацией выступления их в годовом цикле. Режим осадков типа А это в основном пентады периода осень–зима. Большинство пентад, представляющих тип режима, обозначенный символом В — это пентады марта. Самая большая концентрация режима типа С, приходится на период с 1 по 25 апреля, а режима типа D приходится на период первой декады сентября. В свою очередь пентады года с 45 до 48 (9–28 августа) являются наиболее характерными в множестве, обозначенном как типологический класс Е. На период с 5 июня до конца первой декады июля приходится самая большая концентрация режима типа F. И вторая и третья декады июля являются максимальной концентрацией осадков режима типа G.

Хронологическое упорядочение пентад, учитывающее их принадлежность к отдельным типологическим классам, позволило выделить сжатые отрезки времени, в дальнейшем названные сезонами осадков. Выделено было 9 сезонов осадков, появляющихся в течение года в следующем порядке:  $A \rightarrow B_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow F_1 \rightarrow G \rightarrow F_2 \rightarrow D_2 \rightarrow C_2$ . Эта схема перехода одних сезонов в другие актуальна для исследуемой территории, трактуемой суммарно. Для отдельных местностей эта проблема может представляться иначе (см. рис. 10).

На территории Поморского поозерья и Великопольской низменности можно заметить значительные различия в области количества сезонов, а также в очередности их появления в течение года. Учет этих моментов в анализе привел к определению типов сезонной структуры режима осадков. В общем количестве выделено 26 типов такой структуры (рис. 21). Появление одинаковых сезонных структур на уплотненных поверхностях, исследуемой территории, привело к попытке областного охвата и дифференциации территории Северо-Западной Польши в области режимов атмосферных осадков с точки зрения их сезонной структуры.

*Перевела Irena Kotwicka*





WYDAWNICTWO IG I PZ PAN  
VARIA

- B. OLSZEWICZ** — Dorobek polskiej historii geografii i kartografii w latach 1945—1969, 1973, zł 48,—  
**J. MISZAŁSKI** — Współczesne procesy eoliczne na Pobrzeżu Słowińskim. Studium fotointerpre-  
tacyjne, 1973, s. 150 + nlb., zł 30,—  
**Z. CIĘTAK, S. PIETKIEWICZ** — Słownik geograficzny angielsko-polski, 1974, s. 422, zł 120,—

**CENTRALNY KATALOG ZBIORÓW KARTOGRAFICZNYCH W POLSCE**

- Zeszyt 1. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800, 1961, s. 247, zł 72,—  
Zeszyt 2. (uzupełniający). Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800, 1963, s. 112,  
zł 28,—  
Zeszyt 3. Katalog atlasów 1801—1919, 1965, s. 342, zł 76,—  
Zeszyt 4. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1528—1945, 1968, s. 160, zł 48,—  
Zeszyt 5. Wieloarkuszowe mapy topograficzne Polski 1576—1870 (w druku)

**Katalog dawnych map Rzeczypospolitej Polskiej w kolekcji Emeryka Hutten-Czapskiego i w innych zbiorach.** Oprac. W. Kret, 1978, s. 164, 37 map, zł 140,—

WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ  
za ostatnie lata

1980

- 1 S. CHMIELEWSKI — Zmiany środowiska geograficznego w strefie oddziaływania wielkiego miasta (na przykładzie północno-wschodniej części warszawskiego zespołu miejskiego), s. 84 + nłb., zł 24,—
- 2 D. GOSPODAROWICZ — Osadnictwo rolnicze a gospodarka wielkoobszarowa na terenie woj. koszalińskiego w latach 1950—1977, s. 74, zł 24,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Metody opracowań topoklimatycznych, s. 113, zł 24,—
- 4 M. KLAPA — Procesy morfogenetyczne i ich związek z sezonowymi zmianami pogody w otoczeniu Hall Gąsienicowej w Tatrach, s. 54 + nłb., zł 24,—
- 5 M. ZAMELSKA — Wpływ uprzemysłowienia na procesy urbanizacyjne województwa bydgoskiego, s. 97, zł 24,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1978, s. 81, zł 24,—

1981

- 1 R. SOJA — Analiza odpływu z fliszowych zlewni Bystrzanki i Ropy (Beskid Niski), s. 91, zł 24,—
- 2 PRACA ZBIOROWA — Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej, Cz. IV, s. 117, zł 24,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Warunki naturalne zlewni Homerki i jej otoczenia, s. 91, zł 24,—
- 4 J. GRZYBOWSKI — Rozwój wydm w południowo-wschodniej części Kotliny Biebrzańskiej, s. 99, zł 24,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Geografia a światowe problemy rozwoju, s. 87, zł 24,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1979, s. 78, zł 24,—

1982

- 1-2 Z. BABIŃSKI — Procesy korytowe Wisły poniżej zapory wodnej we Włocławku, s. 92, zł 30,—
- 3-4 J. TAMULEWICZ — Taksonomiczne podstawy typologii reżimu opadów atmosferycznych na przykładzie Pojezierza Pomorskiego i Niziny Wielkopolskiej, s. 91, zł 60,—
- 5-6 A. POTRYKOWSKA — Współzależności między dojazdami do pracy a strukturą społeczną i demograficzną regionu miejskiego Warszawy w latach 1950—1973 (w druku)