

Krzysztof LINIEWICZ

Najwyższe opady dobowe w procentach miesięcznych sum opadów

Найвысшие суточные осадки в процентах месячных сумм

Höchste Tagesniederschläge in Prozenten der monatlichen Niederschlagssummen

UWAGI WSTĘPNE

W charakterystykach stosunków pluwiometrycznych szerokie zastosowanie znajdują miesięczne sumy opadów. Autorzy opracowań metodycznych określają te sumy, obok sum z innych okresów, jako „podstawowy wskaźnik wysokości opadów” (14). Jednocześnie podkreśla się, że znajomość liczby dni z opadem jest bardzo potrzebna przy ocenie reżimu opadowego. Warto w tym miejscu przytoczyć opinię K. Chomicza (1), który stwierdza: „Szczególnie doniosłe znaczenie dla praktyki ma rozkład sum opadowych przypadających na poszczególne miesiące, dekady, pentady [...]”, podkreślając dalej podstawowe znaczenie sum miesięcznych. Autor cytowanej pracy używa również określenia „narastanie sum opadowych”. Proces ten, jak wiadomo, odbywa się w sposób nieciągły, a nieraz bardzo gwałtowny. Można wskazać wiele przykładów, gdy miesięczna suma opadów jest wynikiem kilku zaledwie deszczów i to bardzo różnych pod względem wysokości. Przy zbyt szybkich przyrostach sum opadowych wykorzystanie wody, zwłaszcza przez rośliny, jest minimalne i w rezultacie jest to zjawisko szkodliwe.

Rozkład opadów w czasie był analizowany wielokrotnie: w końcu XIX w. A. Pietkiewicz (12) podkreślał fakt większej częstości występowania miesięcy z niedoborami, aniżeli z nadmiarami opadów. Liczne uwagi dotyczące rozkładu opadów znajdują się w pracach współczesnych (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15). H. Mitosek (8) przytacza przykłady z długiej serii spostrzeżeń w Puławach, kiedy najwyższe opady dobowe w maju, wrześniu i listopadzie przekraczały wysokość średnich sum opadu w tych miesiącach.

Powszechne stosowanie miesięcznych sum opadów nie ulega wątpliwości, podobnie jak potrzeba łączenia tej wielkości z liczbą dni z opadami w określonym miesiącu. Dlatego wydaje się, że warto dokonać oceny

wzajemnego stosunku najwyższych opadów dobowych i sum miesięcznych wyrażonego w procentach, tym bardziej, iż wcześniejsza próba przeprowadzona pod tym kątem wykazała istnienie określonych prawidłowości (6). W wielu dotychczasowych pracach opady charakteryzowano przy pomocy stosunków procentowych, jednakże dotyczyło to z reguły okresów dłuższych niż doba i miesiąc (1, 4, 7, 8, 10, 15).

Celem niniejszego opracowania jest analiza udziału najwyższych opadów dobowych w miesięcznych sumach opadów dla kilkunastu stacji w Polsce. Tego rodzaju ujęcie stosunków pluwiometrycznych powinno wykazać pewne zależności pomiędzy badaną wielkością i innymi, które służą ocenie opadów.

MATERIAŁ I METODA

W opracowaniu wykorzystano materiały z archiwum dawnego Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, dotyczące opadów atmosferycznych w latach 1961—1970 z 18 stacji meteorologicznych położonych na terenie Polski. Wyboru stacji dokonano na podstawie pracy Z. K a c z o r o w s k i e j (4), dbając o to, aby każda z wydzielonych przez autorkę dzielnic opadowych była reprezentowana przynajmniej przez jedną stację. Są to następujące stacje: Bydgoszcz, Koszalin, Kraków, Krynica, Lublin, Łódź, Nowy Sącz, Olsztyn, Poznań, Przemyśl, Puławy, Suwałki, Szczecin, Szklarska Poręba, Warszawa, Wrocław, Zakopane, Zgorzelec.

Rozmieszczenie stacji nie jest wprawdzie równomierne, ale można sądzić, że nie stanowi to istotnej przeszkody w omówieniu zagadnienia (ryc. 2A).

Na podstawie najwyższego opadu dobowego (D) i miesięcznej sumy opadów (M) obliczono, dla każdego miesiąca oddzielnie, procentowy stosunek obydwu wielkości, nazywany dalej wskaźnikiem D/M . W ten sposób dla każdej z 18 stacji otrzymano 120 wskaźników D/M , które zostały odpowiednio uporządkowane w tabelach korelacyjnych. W tabelach tych wprowadzono podział na 12 miesięcy i 10 przedziałów wielkości, różniących się pomiędzy sobą o 10%. W tab. 2 przedstawiono przykłady dwu tabel korelacyjnych: z Puław i z Wrocławia.

W oparciu o materiał zebrany w tabelach korelacyjnych opracowano następujące zagadnienia:

- ogólną charakterystykę rocznych sum przypadków D/M w kolejnych przedziałach wielkości, dla każdej stacji; na ryc. 1 zagadnienie zilustrowano wykresami dla 4 wybranych miejscowości,
- przestrzenny rozkład rocznych sum przypadków D/M w kolejnych przedziałach wielkości (ryc. 2 B, C, D, E, F),
- zmiany zachodzące w ciągu roku (średnio dla całej Polski) w obrębie liczebności wskaźnika D/M w kolejnych przedziałach wielkości (ryc. 3).

W dalszej części opracowania zastosowano trzy metody statystyczne. Przy pomocy testu Kołmogorowa i Smirnowa (3) porównano zmienność rozkładu wskaźnika D/M, jaka zachodzi w obrębie jednej stacji w kolejnych miesiącach roku (tab. 2). Ponadto obliczono współczynniki korelacji i regresji (2) pomiędzy wysokością miesięcznych sum opadów i wielkością wskaźnika D/M. Korelację liczono z wyróżnianiem miesięcy, natomiast regresję na podstawie całego materiału z poszczególnych stacji.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROCZNYCH SUM PRZYPADKÓW WSKAŹNIKA D/M W KOLEJNYCH PRZEDZIAŁACH WIELKOŚCI

Liczba opadów oraz ogólna ilość wody zanotowane w określonym czasie — to istotne cechy reżimu opadowego. Trudno jednak ocenić te cechy w pełni jednoznacznie, bowiem optymalne zapotrzebowanie na wodę zmienia się w ciągu roku i np. u roślin zależy od określonej fazy rozwojowej. Autorzy poszczególnych prac wskazują na szkodliwe skutki wywoływane przez jednorazowe opady o wysokich sumach (8, 10) i wynika stąd wniosek, że korzystne sytuacje stwarzają deszcze w miarę liczne i niezbyt wysokie. Jeżeli opisane warunki występują w pewnych miesiącach, to najwyższe opady dobowe stanowią wtedy niewielką część sum miesięcznych, natomiast przy dużym zróżnicowaniu wysokości sum dobowych najwyższy opad dobowy osiąga często bardzo znaczny udział w sumie miesięcznej.

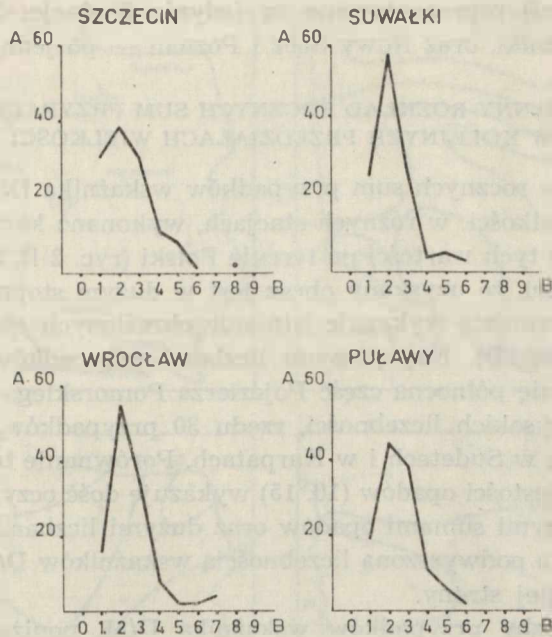
Analizę określonego stanu rzeczy przeprowadzono na podstawie sum przypadków D/M w kolejnych przedziałach wielkości, liczonych odrębnie dla każdej stacji na podstawie materiału z lat 1961—1970 (tab. 1, ryc. 1).

Bardzo charakterystyczny jest fakt, że na ogólną liczbę 2160 wskaźników D/M (liczba wszystkich wskaźników z 18 stacji w okresie 1961—1970) tylko trzykrotnie były one niższe od 10%. Miało to miejsce w Krakowie w maju 1962 r., w Krynicy w lutym 1962 r. i w Lublinie w kwietniu 1966 r.

Rozkład liczebności wskaźnika D/M w wyższych przedziałach wielkości jest niemal identyczny we wszystkich stacjach. Jedyne maksimum występuje zawsze w przedziale 21—30%. W 11 stacjach — na drugim miejscu pod względem liczby przypadków — należy wskazać notowania z przedziału 31—40%, natomiast w 5 stacjach: Koszalinie, Krynicy, Olsztynie, Szklarskiej Porębie i Zakopanem były to wskaźniki rzędu 11—20%. W Szczecinie zanotowano równe liczby przypadków w obydwu wymienionych przedziałach. Zarysowuje się tu przewaga stacji, w których na drugim miejscu znalazły się wskaźniki D/M rzędu 31—40%. Wyniki zbieżne z ostatnim stwierdzeniem uzyskano w charakterystyce opadów, wykonanej dla 5 Rolniczych Zakładów Doświadczalnych na Lubelszczyźnie (6).

Tab. 1. Liczebności wskaźników D/M w kolejnych przedziałach wielkości (1961—1970)
 Anzahl der D/M-Indexe in den aufeinanderfolgenden Grössenbereichen (1961—1970)

Miejscowości	Przedziały wielkości w procentach										
	< 10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	
Bydgoszcz	—	20	47	32	16	4	1	—	—	—	
Koszalin	—	36	42	25	10	3	3	—	—	—	
Kraków	1	21	50	24	18	5	1	—	—	—	
Krynica	1	35	43	27	10	3	—	—	—	—	
Lublin	1	22	46	35	8	5	1	—	—	—	
Łódź	—	22	50	34	8	3	2	—	—	—	
Nowy Sącz	—	21	47	26	23	2	—	1	—	—	
Olsztyn	—	35	46	30	6	2	—	—	—	—	
Poznań	—	25	50	27	12	2	3	—	1	—	
Przemysł	—	23	42	32	15	8	—	—	—	—	
Puławy	—	19	44	38	11	6	—	—	—	—	
Suwałki	—	25	57	26	4	5	—	—	—	—	
Szczecin	—	30	38	30	11	8	1	—	2	—	
Szklarska Poręba	—	33	50	22	12	2	—	—	—	—	
Warszawa	—	16	51	34	10	6	1	2	—	—	
Wrocław	—	16	55	34	8	2	2	3	—	—	
Zakopane	—	33	53	23	10	1	—	—	—	—	
Zgorzelec	—	27	56	22	11	3	1	—	—	—	



A - liczby przypadków

B - przedziały wielkości wskaźnika D/M :			
0	≤10	5	51-60
1	11-20	6	61-70
2	21-30	7	71-80
3	31-40	8	81-90
4	41-50	9	91-100%

Ryc. 1. Liczba wskaźników D/M w kolejnych przedziałach wielkości (wybrane przykłady)

Zahlen der D/M-Indexe in den aufeinanderfolgenden Grössenbereichen (ausgewählte Beispiele)

Obszerniejszy materiał, jakim dysponowano obecnie, pozwolił na uchwycenie cech nie obserwowanych poprzednio.

W dwu następnych przedziałach wielkości, czyli 41—50% i 51—60% reprezentowane są jeszcze wszystkie stacje, stąd wniosek, że w dziesięcioleciu 1961—1970 w każdej z opisywanych miejscowości notowano sytuacje, gdy najwyższy opad dobowy stanowił połowę lub więcej niż połowę sum miesięcznych.

W przedziale 61—70% nie było już wskaźników D/M w 5 stacjach: Krynicy, Olsztynie, Nowym Sączu, Przemyślu i Zakopanem.

Najwyższe opady dobowe równe 71—80% sum miesięcznych miały miejsce w 7 stacjach: trzykrotnie we Wrocławiu, po dwa przypadki w Lublinie i Warszawie, a po jednym w Koszalinie, Krynicy, Łodzi i Olsztynie.

W przedziale wielkości 81—90% (ostatnim, w którym wystąpiły odpo-

wiednie wartości) reprezentowane są jedynie 3 stacje: Szczecin, gdzie były dwa wskaźniki, oraz Nowy Sącz i Poznań — po jednym przypadku.

PRZESTRZENNY ROZKŁAD ROCZNYCH SUM PRZYPADKÓW D/M W KOLEJNYCH PRZEDZIAŁACH WIELKOŚCI

Na podstawie rocznych sum przypadków wskaźnika D/M w kolejnych przedziałach wielkości, w różnych stacjach, wykonano kartograficzną ilustrację rozkładu tych wartości na terenie Polski (ryc. 2 B, C, D, E, F). Nie ulega wątpliwości, że uzyskany obraz jest w dużym stopniu zgeneralizowany, ale z pewnością wykazuje istnienie określonych różnic.

11—20% (ryc. 2B). Najwyższymi liczbami przypadków (powyżej 35) charakteryzuje się północna część Pojezierza Pomorskiego i Mazurskiego. Drugi obszar wysokich liczebności, rzędu 30 przypadków, występuje na południu Polski: w Sudetach i w Karpatach. Porównanie tej mapki z mapami izohiet i częstości opadów (10, 15) wykazuje dość oczywistą zbieżność pomiędzy wyższymi sumami opadów oraz dużymi liczbami dni z opadem z jednej strony a podwyższoną liczebnością wskaźników D/M z przedziału 11—20% z drugiej strony.

Najniższe liczby przypadków wskaźnika D/M, poniżej 20 notowań, występują w Polsce środkowej na wschód od Torunia oraz na Nizinie Śląskiej. Są to zarazem obszary obniżonej częstości dni z opadami (10).

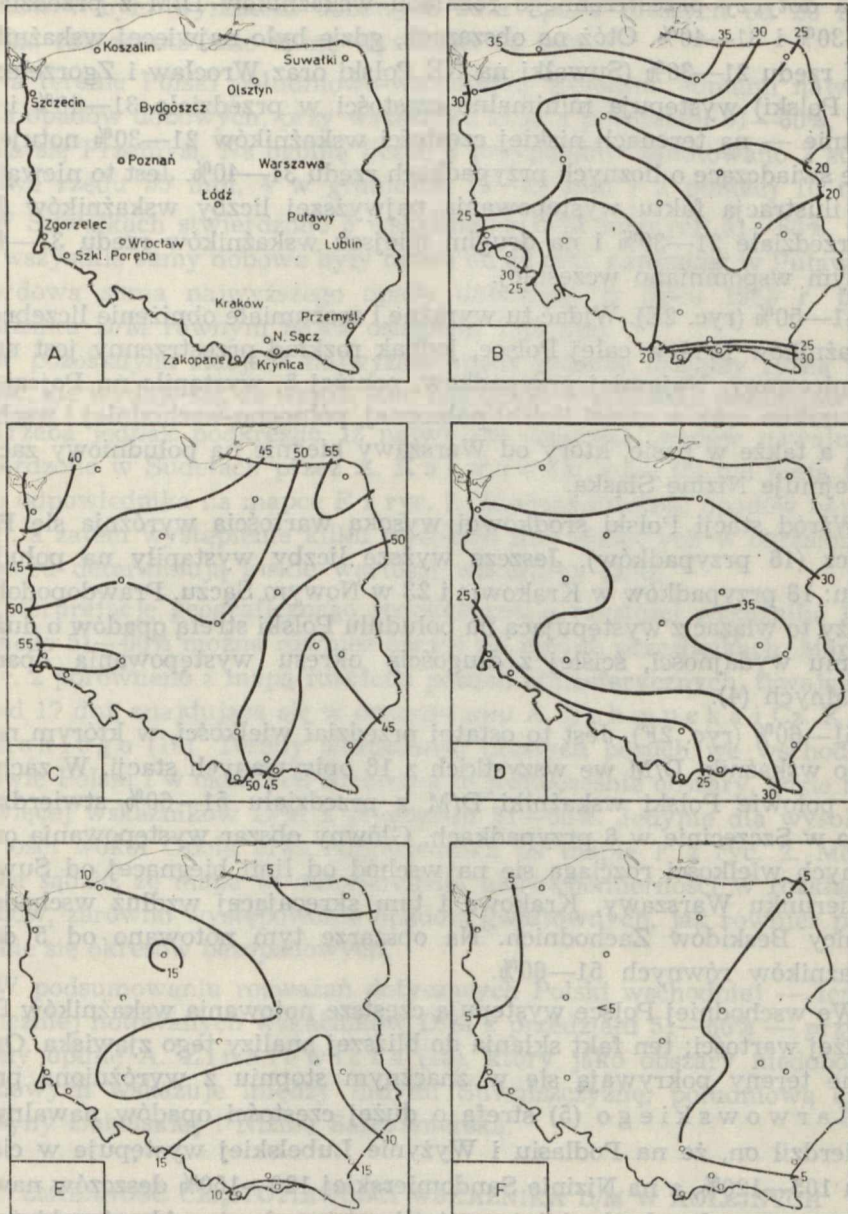
21—30% (ryc. 2C). Jest to przedział wielkości zawierający największą liczbę wskaźników D/M. Ich rozkład na obszarze Polski jest następujący. Najwyższe wartości występują na dwu jej przeciwległych krańcach: 57 przypadków w Suwałkach, 56 w Zgorzelcu i 55 we Wrocławiu. Oznacza to, że w wymienionych stacjach najwyższe opady dobowe stanowiły 21—30% sum miesięcznych niemal w ciągu połowy 120 miesięcy ujętych w opracowaniu.

Najniższe liczebności występują po obu stronach „osi” biegnącej od Suwałk do Zgorzelca i Wrocławia. Po stronie północno-zachodniej znajduje się Szczecin z 38 przypadkami i Koszalin z 42, a po stronie południowo-wschodniej 44 tego rodzaju przypadki zanotowano w Puławach, 43 w Krynicy i 42 w Przemyślu.

31—40% (ryc. 2D). Od Szczecina na południowo-wschód biegnie, rozszerzając się i obejmując Nizinę Śląską, klin najwyższych wartości, w którym notowano powyżej 30 wskaźników D/M. Strefa ta ciągnie się prawie prostopadle do linii łączącej obszary o najwyższej liczbie notowań wskaźnika D/M z poprzedniego przedziału wielkości.

Na Pojezierzu Pomorskim i Mazurskim widać pas niższej częstości notowań, poniżej 30 wskaźników D/M. Podobne wartości występują również w strefie równoległej do południowej i zachodniej granicy Polski.

Porównanie mapek C i D z ryc. 2 uwidacznia dość interesującą zmianę,



Ryc. 2. Rozmieszczenie stacji (A) oraz przestrzenny rozkład liczb wskaźników D/M w kolejnych przedziałach wielkości: B — 11—20%, C — 21—30%, D — 31—40%, E — 41—50%, F — 51—60%

Verteilung der Stationen (A) und die räumliche Verteilung der Zahlen von D/M-Indizes in den aufeinanderfolgenden Größenbereichen: B — 11—20%, C — 21—30%, D — 31—40%, E — 41—50%, F — 51—60%

która dotyczy przestrzennego rozkładu wskaźników D/M z przedziałów 21—30% i 31—40%. Otóż na obszarach, gdzie było najwięcej wskaźników D/M rzędu 21—30% (Suwałki na NE Polski oraz Wrocław i Zgorzelec na SW Polski) występują minimalne częstości w przedziale 31—40% i odwrotnie — na terenach niskiej częstości wskaźników 21—30% notuje się dane świadczące o licznych przypadkach rzędu 31—40%. Jest to niewątpliwie ilustracja faktu występowania najwyższej liczby wskaźników D/M w przedziale 21—30% i na drugim miejscu wskaźników rzędu 31—40%, o czym wspomniano wcześniej.

41—50% (ryc. 2E). Widać tu wyraźne i zrozumiałe obniżenie liczebności wskaźników D/M w całej Polsce, jednak rozkład przestrzenny jest nadal zróżnicowany. Najmniej przypadków, poniżej 5, wystąpiło na Pojezierzu Mazurskim oraz w części Polski północnej, północno-wschodniej i wschodniej, a także w pasie, który od Warszawy biegnie na południowy zachód i obejmuje Nizinę Śląską.

Wśród stacji Polski środkowej wysoką wartością wyróżnia się Bydgoszcz (16 przypadków). Jeszcze wyższe liczby wystąpiły na południu kraju: 18 przypadków w Krakowie i 23 w Nowym Sączu. Prawdopodobnie należy to wiązać z występującą na południu Polski strefą opadów o dużym stopniu wydajności, ściślej z długością okresu występowania opadów nawalnych (4).

51—60% (ryc. 2F). Jest to ostatni przedział wielkości, w którym notowano wskaźniki D/M we wszystkich z 18 opisywanych stacji. W zachodniej połowie Polski wskaźniki D/M z przedziału 51—60% stwierdzono tylko w Szczecinie w 8 przypadkach. Główny obszar występowania omawianych wielkości rozciąga się na wschód od linii biegnącej od Suwałk w kierunku Warszawy, Krakowa i tam skracającej wzdłuż wschodniej granicy Beskidów Zachodnich. Na obszarze tym notowano od 5 do 8 wskaźników równych 51—60%.

We wschodniej Polsce występują częstsze notowania wskaźników D/M o dużej wartości; ten fakt skłania do bliższej analizy tego zjawiska. Omawiane tereny pokrywają się w znacznym stopniu z wyróżnioną przez A. Karwowskiego (5) strefą o dużej częstości opadów nawalnych. Stwierdził on, że na Podlasiu i Wyżynie Lubelskiej występuje w ciągu roku 105—120%, a na Nizinie Sandomierskiej 120—150% deszczów nawalnych w stosunku do średniej częstotliwości w kraju. Aby tę zbieżność wyjaśnić, należy przeanalizować faktyczną wysokość najwyższych opadów dobowych, które stanowiły 51—60% sum miesięcznych, chociaż jest to metoda mniej dokładna niż szczegółowe studia nad natężeniem opadów, prowadzone przez A. Karwowskiego (5).

Okazało się, że w Szczecinie wśród 8 wskaźników D/M równych

51—60% 7 było wynikiem dobowych sum opadu niższych od 20 mm, a tylko raz zanotowano sumę wysokości 55 mm.

Na terenie Polski południowo-wschodniej wysokimi sumami najwyższych opadów dobowych, przy wskaźniku D/M z przedziału 51—60%, wyróżnia się Przemyśl. Na ogólną liczbę 8 przypadków zanotowano 2 sumy dobowe rzędu 50 mm, 4 w granicach 15—25 mm i 2 poniżej 10 mm.

W Suwałkach stwierdzono 5 wskaźników D/M równych 51—60%, jednak wszystkie sumy dobowe były niższe od 20 mm, natomiast w Puławach rekordowa suma najwyższego opadu dobowego w lipcu 1963 r. przy wskaźniku D/M równym 53,4% osiągnęła 73,3 mm.

W pozostałych stacjach najwyższe opady dobowe osiągały różną wysokość, ale wydaje się, że wzrost sum następuje w kierunku południowym.

Trzeba jednak podkreślić, iż najwyższe częstości opadów nawalnych stwierdzone w Sudetach przez A. Karwowskiego (5) nie mają żadnego odpowiednika na mapce F z ryc. 2. Znaczna częstość opadów nawalnych, a zatem wystąpienie kilku wysokich sum dobowych w określonym miesiącu determinują niskie wartości wskaźnika D/M.

Interpretację geograficznego rozmieszczenia częstości wskaźnika D/M równego 51—60% można również oprzeć na innych przesłankach. Mapę F z ryc. 2 porównano z mapą rozkładu posuch atmosferycznych, trwających ponad 17 dni, znajdującą się w opracowaniu A. Schmucka i Cz. Kozmińskiego (13). Tereny stosunkowo częstych posuch we wschodniej połowie Polski i w okolicach Szczecina to jednocześnie obszary, gdzie było najwięcej wskaźników D/M z przedziału 51—60%. Jedynie dla wysokich wartości wokół Opola brak odpowiednika na mapie F z ryc. 2. Można chyba sądzić, że mapa ta odzwierciedla nierównomierności w rozkładzie opadów, zarówno występowanie opadów gwałtownych, jak również pojawianie się okresów bezopadowych.

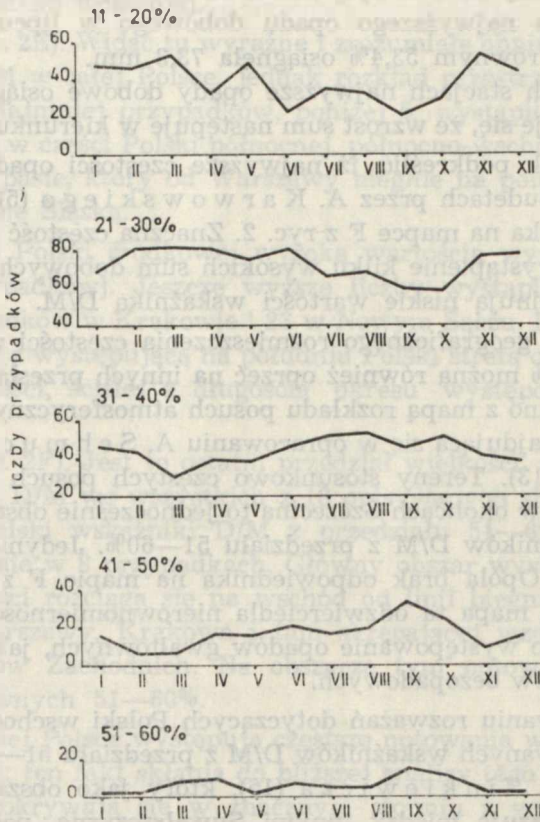
W podsumowaniu rozważań dotyczących Polski wschodniej — terenu najliczniej notowanych wskaźników D/M z przedziału 51—60% — przytoczymy opinię A. Zinkiewicza (15), który jako obszary niedoborów opadowych wskazuje między innymi Suwalszczyznę, południową część Wyżyny Lubelskiej i Nizinę Sandomierską.

ZMIENNOŚĆ CZĘSTOTLIWOŚCI WSKAŹNIKA D/M W KOLEJNYCH PRZEDZIAŁACH WIELKOŚCI ZACHODZĄCA W CIĄGU ROKU

Dotychczasowe rozważania dotyczyły ogólnego rozkładu liczebności wskaźnika D/M w kolejnych przedziałach procentowych oraz ich przestrzennego rozmieszczenia na terenie Polski. Dzięki temu określono pewne cechy wskaźników, a ponadto wskazano na związki pomiędzy omawianą wielkością i innymi, np. liczbą dni z opadami. Ta ostatnia podlega cyklicz-

nym zmianom w ciągu roku, podobnie jak szereg innych wartości związanych z opadami.

Z tego powodu poddano analizie zmiany częstotliwości wskaźnika D/M, jakie zachodzą w różnych przedziałach wielkości w kolejnych miesiącach roku. W tym przypadku cały materiał potraktowano łącznie, bez wydzielania stacji. Graficzną interpretację wyników przedstawiono na ryc. 3, gdzie kolejne krzywe odpowiadają wyodrębnionym przedziałom wielkości.



Ryc. 3. Roczna zmienność liczb wskaźników D/M w kolejnych przedziałach wielkości
 Jährliche Zahlenänderungen der D/M-Indexe in den aufeinanderfolgenden Grössenbereichen

Widać wyraźnie, że powtarzają się pewne cechy przebiegu krzywych. Dotyczy to przede wszystkim wykresów dla trzech ostatnich przedziałów wielkości, tj.: 31—40%, 41—50% i 51—60%. Nieco mniejsze wzajemne podobieństwo łączy krzywe z przedziałów 11—20% i 21—30%, które są jednocześnie zdecydowanie różne od trzech poprzednio wymienionych. Ogólnie można stwierdzić, że małe częstotliwości w klasach 11—20%

i 21—30% są związane z chłodną porą roku, a wysokie — z porą ciepłą. W trzech następnych przedziałach zwiększenie liczby wskaźników występuje w okresie jesieni, natomiast w chłodnej porze roku notowano nieliczne przypadki.

Pewne okresy wyróżniają się wyższą częstotliwością wskaźników D/M o określonej wielkości; jest to zjawisko nader wyraźne i stanowi zapewne odbicie znanych prawidłowości rocznego przebiegu opadów. Możliwie uważnie należy ocenić momenty najbardziej charakterystyczne. W. P a r c z e w s k i (11) i B. O l e c h n o w i c z - B o b r o w s k a (10) piszą, że w okresie wiosny (III) i jesieni (X) występują w Polsce okresy pogody bezfrontowej, kiedy jest brak warunków sprzyjających powstawaniu opadów. Tezę tę potwierdzają wyniki H. M i t o s k a i J. K o ł o d z i e j a (9). Według nich październik jest miesiącem wyjątkowo niskich sum opadowych i równie nielicznych opadów. Należy zatem sądzić, że jesienne zmniejszenie omawianych wartości wpływa właśnie na liczebny wzrost wskaźników D/M z wyższych przedziałów procentowych.

Trudniejsza do zinterpretowania jest sytuacja w marcu, gdyż duży udział wskaźników D/M z przedziału 11—20% i zdecydowanie niski w przedziałach 31—40% i 41—50% wskazują raczej na wzrost liczby dni z opadami. Tymczasem B. O l e c h n o w i c z - B o b r o w s k a (10) oraz H. M i t o s e k i J. K o ł o d z i e j (9) stwierdzają zgodnie wyraźną obniżkę częstości dni z opadami w marcu. Dotyczy to jednak, według nich, przede wszystkim Polski południowej. Rzeczywiście, obok dość licznych wskaźników D/M z przedziału 11—20% w Koszalinie i Szczecinie, większość notowań wiąże się z terenami południowymi: Krakowem, Krynica, Lublinem i Zakopanem. Tak więc wydaje się, że zmiany liczebne wskaźników D/M, zachodzące podczas roku w obrębie kolejnych przedziałów wielkości, istotnie potwierdzają wzajemne uzależnienie omówionych dotąd wielkości.

Wahania częstości wskaźników D/M, które traktowano dotąd łącznie, są wynikiem zróżnicowania rocznych rozkładów w poszczególnych stacjach. Aby różnice te można było wykazać na drodze statystycznej zastosowano test Kołmogorowa i Smirnowa (3). Test ten umożliwia sprawdzenie identyczności porównywanych rozkładów, np. szeregów rozdzielczych, w tym tabel korelacyjnych, jak to miało miejsce w naszym przypadku. Obliczenia wykazały, że największą zmiennością w kolejnych miesiącach odznacza się Krynica, Nowy Sącz i Puławy. Monotonia cechuje Suwałki oraz Szklarską Porębę, Wrocław i Zgorzelec, czyli tereny, na których wystąpiły najwyższe liczebności wskaźników D/M z przedziału 21—30% (ryc. 2C). Wydaje się to całkowicie logiczne, gdyż jeśli uznamy, że wielkość stosunku najwyższego opadu dobowego do sumy miesięcznej równa

21–30% jest najbardziej „normalna”, zatem powinna ona się zbiegać z małym zróżnicowaniem w kolejnych miesiącach.

Tab. 2. Wybrane przykłady tabel korelacyjnych
Ausgewählte Beispiele der Korrelationstabellen

Puławy

%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
≤10												
11–20	3	1	2	3	2		1	1	2		2	2
21–30	5	6	6	4	3	5	1	2	1	3	5	3
31–40	1	3	1	2	3	5	6	6	2	2	3	4
41–50	1			1	1		1	1	3	3		1
51–60			1	1	1		1		1	1		
61–70									1	1		
71–80												
81–90												
91–100												

Wrocław

%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
≤10												
11–20	1	2	1		3	2	1	1	2	1	1	1
21–30	5	4	6	6	4	3	7	3	4	3	3	7
31–40	4	2	2	2	3	3	1	4	2	4	5	2
41–50		1	1	1		1		1	1	1	1	
51–60				1				1				
61–70		1				1						
71–80							1		1	1		
81–90												
91–100												

W tab. 2 przedstawiono przykłady tabel korelacyjnych, które obrazują dwa charakterystyczne rozkłady roczne wskaźników D/M. Puławy reprezentują dużą zmienność, natomiast Wrocław jest przykładem mało zmieniających się stosunków.

STATYSTYCZNE ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY MIESIĘCZNYMI SUMAMI OPADÓW I WSKAŹNIKAMI D/M

Po omówieniu dotychczasowych wyników należy odpowiedzieć na pytanie, w jakim stopniu zależności pomiędzy miesięcznymi sumami opadów i wskaźnikami D/M znajdują potwierdzenie na drodze obliczeń statystycznych. W tym celu pomiędzy obydwoma wielkościami obliczono korelację i regresję.

Współczynniki korelacji zostały obliczone dla kolejnych miesięcy w obrębie każdej stacji (wyniki zestawiono w tab. 3). Spośród 216 współczynników (łącznie ich liczba w tab. 3) 53 są istotne. Z wyjątkiem 2 są to

współczynniki korelacji ujemnej, która zresztą przeważa w całej tabeli. Korelacja ujemna świadczy o odwrotnej zależności pomiędzy wysokością miesięcznej sumy opadów i wielkością wskaźnika D/M. Oznacza to, że najwyższe opady dobowe mogą stanowić znaczną część sum miesięcznych, nie powodując przy tym wyraźnego wzrostu tych ostatnich. Takiego stanu rzeczy należało oczekiwać, gdyż wzrost sum opadowych przebiega w zasadzie równoległe ze wzrostem liczby dni z opadami. Według B. O l e c h n o w i c z - B o b r o w s k i e j (10) zależność ta jest najwyraźniejsza, gdy dobowe sumy opadów kształtują się na poziomie od umiarkowanych do bardzo silnych, tj.: od 5,1 mm do 30,0 mm i powyżej.

Blizsza analiza tab. 3 wykazuje największą liczbę istotnych współczynników korelacji w październiku — 8. Następne w kolejności miesiące to styczeń i grudzień — po 7, w lipcu i wrześniu — po 6 przypadków oraz w maju — 5. Dominacja października w powyższym zestawieniu skłania do przypuszczenia, iż jest to wynikiem wyraźnej obniżki opadów w tym miesiącu (9).

Dwa współczynniki korelacji dodatniej charakteryzują kwiecień w Nowym Sączu i lipiec w Zakopanem. W tych przypadkach obserwowano równoległy wzrost sum miesięcznych i wskaźników D/M. Wynika to zapewne z faktu, że obydwie stacje leżą na obszarze, gdzie — według A. K a r w o w s k i e g o (5) — jest długi okres występowania opadów nawalnych, a czasy trwania pojedynczych opadów tego rodzaju należą do najdłuższych w Polsce.

W poszczególnych stacjach, podobnie jak w kolejnych miesiącach roku, występują niejednakowe liczby istotnych współczynników korelacji. Najwięcej zanotowano ich w Szczecinie — 7, w Olsztynie i Suwałkach — po 5, w Lublinie, Łodzi i w Warszawie — po 4. Korelacja istotna nie wystąpiła w Krakowie.

Regresja, która umożliwi ilościowe ujęcie omawianej zależności, została obliczona dla całego materiału z każdej stacji, bez wyróżniania miesięcy lub lat. Przy założeniu istnienia regresji prostoliniowej równanie ma postać: $y = ax + b$; gdzie: y — zmienna zależna (wskaźnik D/M), x — zmienna niezależna (miesięczna suma opadów).

W tab. 4 zestawiono wartości liczbowe współczynników regresji a i b dla każdej stacji. Powyższe równanie oraz liczbową wartość kąтового współczynnika regresji (a) z tab. 4 informują, o ile zmniejszy się wskaźnik D/M przy wzroście miesięcznej sumy opadu o określoną jednostkę. Zachodzi tu bowiem regresja ujemna, co było sygnalizowane przewagą ujemnych współczynników korelacji.

Dzięki dodatkowym obliczeniom ustalono wielkość regresji w różnych stacjach i zgodnie ze zmniejszaniem się stopnia zależności uszeregowano je w następujący sposób: Szczecin, Lublin, Suwałki, Łódź, Warszawa,

Tab. 3. Współczynniki korelacji * pomiędzy wysokością miesięcznych sum opadów i wielkością wskaźników D/M (1961—1970) Koeffizienten der Korrelation zwischen der Höhe der monatlichen Niederschlagssummen und der Grösse der D/M-Indexe (1961—1970)

Miejscowość	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bydgoszcz	0,08	-0,56	-0,51	-0,39	-0,42	-0,38	0,08	0,16	0,01	-0,60	-0,49	-0,60
Koszalin	-0,63	-0,11	-0,61	-0,42	-0,51	-0,49	-0,39	-0,41	-0,20	-0,60	0,34	-0,43
Kraków	0,06	-0,16	-0,31	-0,10	-0,15	0,06	-0,05	-0,47	0,25	-0,46	-0,02	-0,23
Krynica	-0,55	-0,38	0,29	-0,35	0,38	-0,62	-0,21	0,12	-0,30	0,05	-0,22	-0,53
Lublin	-0,66	-0,36	-0,45	-0,72	-0,35	-0,23	-0,62	-0,22	-0,66	-0,40	-0,02	-0,42
Łódź	-0,56	-0,04	-0,45	-0,70	0,04	-0,50	-0,32	-0,70	-0,24	-0,67	-0,10	-0,51
Nowy Sącz	-0,35	0,45	0,07	0,54	0,09	-0,51	-0,26	-0,51	-0,53	-0,41	-0,32	-0,06
Olsztyn	-0,59	-0,43	-0,74	-0,31	0,17	-0,09	-0,39	-0,07	0,06	-0,53	-0,61	-0,61
Poznań	-0,19	-0,01	-0,39	-0,46	-0,42	-0,06	-0,15	-0,02	-0,62	-0,49	-0,46	-0,58
Przemysł	-0,38	-0,34	0,34	-0,26	0,13	0,11	-0,55	0,07	-0,21	-0,30	0,44	0,15
Puławy	-0,25	0,06	0,20	-0,24	0,01	0,08	0,26	0,09	-0,77	-0,48	-0,01	-0,40
Suwałki	-0,29	0,12	-0,81	-0,51	-0,03	-0,55	-0,71	-0,01	-0,08	-0,75	-0,60	-0,11
Szczecin	-0,54	-0,07	-0,76	-0,59	-0,40	-0,36	-0,62	0,22	-0,64	-0,60	0,28	-0,77
Szklarska Poręba	-0,39	-0,06	-0,25	0,10	-0,18	-0,08	-0,17	0,21	-0,84	-0,33	-0,70	-0,59
Warszawa	-0,57	-0,35	-0,39	-0,50	0,16	-0,14	-0,31	-0,67	-0,46	-0,65	0,06	-0,61
Wrocław	-0,34	-0,41	0,09	-0,51	-0,70	-0,10	-0,63	0,02	-0,36	-0,52	0,10	-0,41
Zakopane	-0,49	-0,06	-0,72	0,22	0,11	0,05	0,73	-0,21	-0,20	-0,02	-0,18	-0,18
Zgorzelec	-0,24	0,06	-0,43	-0,03	-0,59	-0,20	-0,43	0,28	0,06	-0,47	-0,38	-0,35

* $R_{0,05} = 0,52$; Istotne współczynniki korelacji podkreślone. Hauptkoeffizienten der Korrelation unterstrichen.

Tab. 4. Współczynniki regresji pomiędzy wysokością miesięcznych sum opadów i wielkością wskaźników D/M (1961—1970)

Koeffizienten der Regression zwischen der Höhe der monatlichen Niederschlags-summen und der Größe der D/M-Indexe (1961—1970)

Miejscowości	a współczynnik kątowy	b wyraz wolny
Bydgoszcz	—0,05	32,92
Koszalin	—0,08	33,33
Kraków	0,00	30,12
Krynica	—0,03	30,19
Lublin	—0,14	37,59
Łódź	—0,09	34,34
Nowy Sącz	—0,04	33,57
Olsztyn	—0,05	29,95
Poznań	—0,09	34,07
Przemyśl	—0,03	33,19
Puławy	—0,04	32,90
Suwałki	—0,11	34,09
Szczecin	—0,17	38,63
Szklarska Poręba	—0,05	32,88
Warszawa	—0,06	34,72
Wrocław	—0,06	33,91
Zakopane	—0,01	27,54
Zgorzelec	—0,03	29,35

Koszalin, Olsztyn, Wrocław, Poznań, Bydgoszcz i Szklarska Poręba. W Zgorzelcu i Krynicy regresja okazała się minimalnie wyższa od wartości krytycznej, zaś w pięciu stacjach nie stwierdzono takiej zależności w wystarczającym stopniu. Należy tu wymienić: Kraków, Nowy Sącz, Przemyśl, Puławy i Zakopane.

Powyższe rozważania zdają się wskazywać na różnice, jakie zachodzą pomiędzy stacjami na południu i na północy Polski, pod względem wielkości poszukiwanych uwarunkowań statystycznych. Charakter opadów na południu Polski sprawia, że próba określenia związku pomiędzy miesięcznymi sumami opadów i wskaźnikami D/M nie dała właściwie rezultatu, natomiast w Polsce północnej uzyskano bardziej jednoznaczne wyniki. Wśród stacji Polski środkowej można dostrzec także dość zróżnicowane przykłady omawianych zależności.

UWAGI KOŃCOWE

Stwierdzono, że we wszystkich stacjach najliczniejsze są przypadki, gdy najwyższy opad dobowy stanowił 21—30% miesięcznej sumy opadów, zatem wymieniony stosunek obydwu wielkości można uznać za najbardziej „normalny”. Wskaźniki D/M rzędu 31—40% znalazły się na drugim miejscu w 11 stacjach, a w 6 stacjach — wskaźniki równe 11—20%. Zmiany liczebne w kolejnych przedziałach wielkości, jakie zachodzą w czasie i przestrzeni, wskazują na powiązania wskaźników z liczbą dni

z opadem oraz sumami opadów. Rodzaj zależności zmienia się wraz ze zmianą wielkości wskaźnika. Obliczenia statystyczne — korelacja i regresja ujemna — dowodzą odwrotnej zależności pomiędzy wysokością miesięcznych sum opadów i wielkością wskaźników D/M. Zależności te występują wyraźnie na północy Polski, natomiast są trudne do określenia na terenach południowych.

LITERATURA

1. Chomicz K.: Struktura opadów atmosferycznych w Polsce (Structure of Precipitations in Poland). Prace Państw. Inst. Hydrol. Meteorol., z. 101, Warszawa 1971, ss. 25—66.
2. Elandt R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. Rozdział 9: Regresja liniowa, ss. 290—345, Rozdział 10: Korelacja, ss. 346—375, Warszawa 1964.
3. Gregory S.: Metody statystyki w geografii (Statistical Methods and the Geographer). Rozdział 10: Testy nieparametryczne, ss. 192—217, Warszawa 1970.
4. Kaczorowska Z.: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim (Precipitation in Poland in Long-Period Averages). Prace Geogr., 33, Inst. Geogr., PAN, Warszawa 1962, s. 112.
5. Karwowski A.: Opady o większym stopniu wydajności występujące w Polsce w okresie 1954—1958. Prace Państw. Inst. Hydrol. Meteorol., z. 77, Warszawa 1963, s. 84.
6. Liniewicz K.: Opady atmosferyczne w Rolniczych Zakładach Doświadczalnych WSR w Lublinie w latach 1954—1963 (The Precipitations from the Agricultural Experimental Stations of the Agricultural College in Lublin during the Years 1954—1963). Folia Soc. Scien. Lublinensis, sectio D, vol. 5/6, Lublin 1965/66, ss. 49—52.
7. Malicki A.: Opady i pokrywa śnieżna w Równi (Niederschläge und Schneedecke in Równia). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXIII, 6, Lublin 1968, ss. 159—176.
8. Mitosek H.: Klimat Puław w świetle spostrzeżeń meteorologicznych w latach 1872—1962. Część II. Opady atmosferyczne (The Climate of Puławy in the Light of Meteorological Observations in the Years 1872—1962. Part II. Rainfall). Roczniki Nauk Rolniczych, tom 89 — A — 2, Warszawa 1964, ss. 273—303.
9. Mitosek H., Kołodziej J.: Pentadowe zróżnicowanie opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1948—1963 (Pentad Differences in the Rainfall Frequency in Poland during the Years 1948—1963). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXI, 5, Lublin 1966, ss. 105—129.
10. Olechnowicz-Bobrowska B.: Częstość dni z opadem w Polsce (Frequency of Days with Precipitations in Poland). Prace Geogr., Inst. Geogr. PAN, Warszawa 1970, s. 75.
11. Parczewski W.: Dynamiczne aspekty klimatu Polski (Dynamic Aspects of Poland's Climate). Przegl. Geogr., tom XLIII, z. 4, Warszawa 1971, ss. 507—522.
12. Pietkiewicz A.: Stosunki opadu atmosferycznego w Warszawie. Pamiętnik Fizyjograficzny, tom IX, Warszawa 1889, ss. 159—198.
13. Schmuck A., Koźmiński Cz.: Przestrzenny rozkład częstości posuch atmosferycznych na terenie Polski (Spatial Distribution of Frequency of Atmospheric Droughts in Territory of Poland). Czas. Geogr. tom XXXVIII, z. 3, Wrocław 1967, ss. 321—325.

14. Stopa M., Przybylska G., Boryczka J.: Cwiczenia z klimatologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1968, s. 181.
15. Zinkiewicz A.: Opady atmosferyczne okresu 1951—1965 w stosunku do wieloletnich na obszarze Polski (The Precipitation between 1951—1965 in Relation to Many Years, Precipitation in the Area of Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXV, 5, Lublin 1970, ss. 109—153.

РЕЗЮМЕ

Атмосферные осадки чаще всего характеризуются следующими величинами: высотой сумм осадков и числом дней с осадком. В определённые месяцы случается, что высшие суточные осадки составляют довольно большую часть месячных сумм и оценка этого была целью данной работы. Подсчитано процентное отношение высших суточных осадков (D) до месячных сумм осадков (M), названное затем показателем D/M, для 18 метеостанций в Польше за время 1961—1970. Наиболее численные показатели D/M помещаются в пределе величин 21—30%, а затем в пределе 31—40%. Распределение показателей во времени и в пространстве показывает связь с суммами осадков, числом дней с осадком, появлением дождя с большой эффективностью, а также с периодами атмосферных засух. Статистические подсчёты между высотой месячных сумм осадков и величиной показателя D/M обнаружили наличие корреляции и отрицательной регрессии, уменьшающейся по направлению из севера на юг Польши.

ОБЪЯСНЕНИЯ ТАБЛИЦ И РИСУНКОВ

- Табл. 1. Количество показателей D/M в очередных пределах величин (1961—1970).
- Табл. 2. Корреляционные таблицы (избранные примеры).
- Табл. 3. Коэффициенты корреляции между высотой месячных сумм осадков и величиной показателей D/M (1961—1970).
- Табл. 4. Коэффициенты регрессии между высотой месячных сумм осадков и величиной показателей D/M (1961—1970).
- Рис. 1. Числа показателей D/M в очередных пределах величин (избранные примеры).
- Рис. 2. Размещение станций (A) и пространственное распределение числом показателей D/M в очередных пределах величин: B-11-20%, C-21-30%, D-31-40%, E-41-50%, F-51-60%.
- Рис. 3. Годовая изменчивость чисел показателей D/M в очередных пределах величин.

ZUSAMMENFASSUNG

Meistens werden Niederschläge durch folgende Grössen charakterisiert: Höhe der Niederschlagssummen und Zahl der Tage mit Niederschlägen. In bestimmten Monaten kommt es vor, dass die höchsten Tagesniederschläge einen wesentlichen Teil der monatlichen Summen ausmachen. Eine Auswertung dieser Tatsache war Ziel der vorliegenden Bearbeitung. Es wurde das prozentuale Verhältnis der höchsten Tagesniederschläge (D) zu den monatlichen Niederschlagssummen (M) für 18

meteorologische Stationen in Polen in Jahren 1961—1970 ermittelt. Dieses Verhältnis wurde ferner als D/M-Index bezeichnet. Am zahlreichsten sind die D/M-Indexe im Grössenbereich von 21 bis 30% und weiter im Bereich von 31 bis 40% vertreten. Die zeitliche und räumliche Verteilung dieser Indexe weist einen Zusammenhang mit den Niederschlagssummen, der Zahl der Tage mit Niederschlägen, dem Vorkommen der Niederschläge von höher Leistung sowie auch mit atmosphärischen Trockenheitsperioden auf. Statistische Berechnungen zwischen der Grösse des D/M-Indexes haben das Bestehen einer Korrelation und einer negativen Regression erwiesen, die in der Richtung vom Norden nach Süden Polen abnehmen.