

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXVII 10

SECTIO B

1972

Z Zakładu Meteorologii i Klimatologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Mikołaj MICHAŁOWSKI

**Opady dzienne i nocne w Polsce w porach roku dziesięciolecia 1951—1960**

Дневные и ночные осадки в Польше в разные времена года за 1951—1960 гг.

Seasonal Day and Night Precipitation in Poland over the Period 1951—1960

UWAGI WSTĘPNE

Opady atmosferyczne, będące podstawowym źródłem wody na obszarach lądowych, budzą ostatnio zwiększone zainteresowanie kół naukowych i technicznych. Tłumaczyć to należy olbrzymim wzrostem zapotrzebowania na wodę wszystkich dziedzin gospodarki ludzkiej. Na temat znaczenia wody w przyrodzie może najtrafniej wypowiedział się A. Schmu ck, pisząc we wstępie do jednej ze swoich prac: „wśród wielu bogactw naturalnych, jakimi obdarzyła nas przyroda, woda stanowi jeden z podstawowych kapitałów, bez którego życie na ziemi nie byłoby możliwe” (31).

Literatura klimatologiczna poświęcona zagadnieniom opadów zawiera najwięcej informacji o wysokości warstwy spadłej wody w poszczególnych miejscach globu ziemskiego w skali miesięcznej, sezonowej czy rocznej. Względnie dużo wiemy też o rozkładzie przestrzennym opadów atmosferycznych, a stosunkowo najmniej — o ich rozkładzie czasowym. Dotyczy to przede wszystkim rozkładu dobowego opadów.

Dla życia gospodarczego, a szczególnie dla wegetacji roślin, ważna jest nie tylko wysokość opadów, ale i to, w jakiej postaci występują i jak są rozłożone w czasie. Powszechnie wiadomo, że w naszych warunkach klimatycznych większe znaczenie mają opady ciepłej połowy roku, a najmniejsze — chłodnej, przy czym chodzi tu nie tylko o sumy opadów, ale i o ich rozkład w czasie.

C. Moindrot w pracy pt. „Woda a roślina w klimacie umiarkowanym” (21) pisze: „dobrze wiadomo, że drobny kapuśniaczek bretoński przynosi więcej pożytku roślinom, niż gwałtowna ulewa śródziemnomorska”. Tenże autor pisze, iż „Chaptal uważa, że deszcze w klimacie

umiarkowanym osiągają swoje maximum efektu, gdy czas ich trwania (wyrażony w godzinach) równy jest ich wysokości (mierzonej w mm). Mniejsza efektywność opadów o natężeniu przekraczającym 1 mm/godz. tłumaczy się tym, że część wody deszczowej spływa po powierzchni gruntu, a opadów o natężeniu mniejszym od 1 mm/godz. — stosunkowo dużym ich wyparowaniem.

Z trzech podstawowych składników bilansu wodnego (opad, parowanie, odpływ) klimatologów interesują głównie dwa pierwsze. Wielkość parowania wody w naszych warunkach klimatycznych jest zmienna w czasie i ogólnie biorąc wykazuje przebieg podobny do przebiegu temperatury powietrza, zarówno w ciągu roku, jak i w ciągu doby. Natomiast nie można tego powiedzieć w odniesieniu do opadów atmosferycznych. Jeżeli względnie dużo wiemy o przebiegu rocznym parowania i opadów, to stosunkowo niewiele o ich przebiegu dobowym. Pojmując efektywność opadów jako różnicę między opadem i parowaniem (11), należy sądzić, że zmienia się ona nie tylko w ciągu roku, ale również w ciągu doby. Przypuszczać można, szczególnie w odniesieniu do ciepłego okresu roku, że efektywność opadów nocnej pory doby jest większa od efektywności pory dziennej, bowiem parowanie w godzinach nocnych jest znacznie mniejsze od parowania w godzinach dziennych (10, 21).

Lepsze poznanie rozkładu dobowego opadów atmosferycznych może się przyczynić do dokładniejszej charakterystyki tego ważnego elementu klimatycznego, a także może mieć znaczenie praktyczne, przydatne bowiem być może przede wszystkim dla rolnictwa oraz przy sporządzaniu dokładniejszych bilansów wodnych.

Celem niniejszej rozprawy jest przedstawienie geograficznego rozkładu opadów atmosferycznych na obszarze Polski dla dziennej i nocnej pory doby w różnych porach roku. Opracowanie ma charakter klimatyczno-statystyczny i oparte jest głównie na średnich 10-letnich sumach opadów atmosferycznych, bez bliższego rozpatrywania sytuacji synoptycznych czy typów pogody, w jakich opady te występowały.

#### PRZEGLĄD LITERATURY

Istniejąca obszerna krajowa literatura klimatologiczna poświęcona opadom atmosferycznym w większości przypadków nie dotyczy ich przebiegu dobowego. W polskiej literaturze naukowej brak jest opracowań dotyczących rozkładu dobowego opadów nie tylko w skali całego kraju, ale nawet dla mniejszych regionów. Nieliczne są też tego rodzaju opracowania dla pojedynczych miejscowości. Przyczyna takiego stanu rzeczy tkwi, być może, w braku dostatecznej ilości danych pluwiograficznych oraz w wielkiej pracochłonności takich opracowań.

Pochodząca z r. 1893 publikacja F. Karlińskiego (8) jest chyba pierwszą pozycją w polskiej literaturze naukowej, zawierającą wyniki zapisów pluwiografów (1886—1893) w Krakowie. Drugą pozycję, zawierającą dane pluwiograficzne (1914—1916) dla Warszawy, zawdzięczamy W. Górczyńskiemu (5).

W literaturze okresu międzywojennego spotykamy właściwie tylko jedną pracę poświęconą przebiegowi dobowemu opadów atmosferycznych. Jest to publikacja S. Tyczyńskiego (39), pochodząca z r. 1939, w której autor zajął się raczej typami przebiegu dobowego opadów niż opracowaniem konkretnego materiału i do swoich rozważań wybrał dwie stacje położone na wyspach Brytyjskich.

W r. 1950 ukazała się obszerna praca K. Chomicza (3), zajmująca się opadami o większej wydajności w Polsce. Autor sporo miejsca poświęca w niej przebiegowi dobowemu opadów, wykorzystując w zasadzie wszystkie dane pluwiograficzne pochodzące sprzed I wojny św., a odnoszące się do obszaru Polski w obecnych granicach — łącznie z danymi zawartymi we wspomnianych już pracach F. Karlińskiego i W. Górczyńskiego. Jest znamienne, że K. Chomicz, omawiając przebieg dobowy opadów na podstawie materiałów starych, nie wykorzystuje istniejących nowych, a podając za J. Hellmannem przebieg dobowy częstości (w %) występowania deszczów nawalnych dla Niemiec Środkowych (na przykładzie Poczdamu), nie czyni tego dla Polski, chociaż praca jego dotyczy właśnie deszczów ulewnych i nawalnych w naszym kraju.

W nowszej krajowej literaturze klimatologicznej mamy właściwie tylko jedną publikację poświęconą w całości przebiegowi dobowemu opadów, którą zawdzięczamy W. Smosarskiemu (34). Swoją rozprawę autor oparł o wyniki zapisów pluwiografów w Poznaniu z okresu 1927—1929, 1933—1939, 1946—1951. Poza przebiegiem dobowym opadów atmosferycznych w Poznaniu (dla poszczególnych miesięcy), przedstawionym w średnich sumach i w % dla godzinnych przedziałów doby, autor omawia czas trwania i natężenia opadów oraz przebieg dobowy burz. Ponadto w pracy podaje prawdopodobieństwo opadów i burz w przebiegu dobowym, oraz — co zasługuje na szczególne podkreślenie — próbuje szukać współzależności między przebiegiem dobowym opadów i burz a ciśnieniem, temperaturą i wilgotnością powietrza. Oprócz Poznania (34) również Zakopane i Rabka doczekały się stosunkowo gruntownego opracowania rozkładu dobowego opadów, bowiem zarówno K. Chomicz (4), jak i Cz. Trybowski (38) omawiając stosunki opadowe w obu wymienionych miejscowościach dużo miejsca poświęcają przebiegom dobowym opadów.

W polskiej literaturze klimatologicznej względnie dużą grupę stano-



wią prace dotyczące burz atmosferycznych, opadów gradu oraz opadów ulewnych i nawałnych (3, 9, 14, 15, 16, 19, 35, 37, 42). W wielu z nich autorzy rozpatrują poruszane zagadnienia w przebiegu dobowym. O przebiegu dobowym opadów i burz spotykamy też wzmianki w literaturze klimatologicznej dotyczącej nie tylko opadów atmosferycznych. Są to jednak najczęściej uwagi ogólne, nie oparte na konkretnym materiale obserwacyjnym.

W obszernej literaturze zagranicznej poświęconej opadom atmosferycznym, podobnie jak w krajowej, spotkać można niewiele prac omawiających stosunki opadowe w przebiegu dobowym. Z nowszych i ciekawszych pozycji na pierwszym miejscu należy wymienić pracę L. N. N e r o n o w e j (24). Dotyczy ona opadów nocnych (godz. 19—7) i dziennych (godz. 7—19) w lecie w okręgu moskiewskim, a oparta jest na materiale z 69 stacji z okresu 1950—1954. Autorka bardzo szczegółowo rozpatruje wielkość opadów i ich częstość w obu wymienionych porach doby, zarówno w czasie, jak i w przestrzeni, podając szereg interesujących wyników i spostrzeżeń.

Ciekawą pozycję stanowi też praca T. A n d e r s s o n a (1), w której autor zajmuje się charakterystyką „kontynentalnego” i „morskiego” typu przebiegu dobowego opadów na kuli ziemskiej, ze szczególnym uwzględnieniem Szwecji, dla której stwierdza małe różnice sum opadów nocnych i dziennych w ogóle, a w okresie zimy w szczególności.

W r. 1964 ukazała się obszerna praca monograficzna (licząca 510 str.) A. N. L e b i e d i e w a (18) pt. „Długotrwałość deszczów na obszarze ZSRR”, zasługująca na oddzielne omówienie. Rozprawa oparta jest na materiale pochodzącym ze 180 stacji (okres 1936—1960) i dotyczy ciepłego okresu roku. Charakteryzując długotrwałość opadów w poszczególnych rejonach ZSRR, autor rozpatruje między innymi przebiegi dobowe czasu trwania opadów, stwierdzając, że są one różne w poszczególnych miesiącach i rejonach kraju. Należy dodać, że praca zawiera obszerną i interesującą część metodyczną oraz bogaty materiał liczbowy (około 300 str. tabel).

#### MATERIAŁ I METODA OPRACOWANIA

Materiałem wyjściowym do niniejszego opracowania były dane dotyczące wielkości opadów atmosferycznych mierzonych na 60 stacjach synoptycznych PIHM o godzinie 6.00 i 18.00 GMT, zawarte w dziennikach synoptycznych z okresu 1951—1960.

Dotychczasowe prace poświęcone rozkładowi dobowemu opadów atmosferycznych opierają się, ze zrozumiałych względów, na materiałach pluwiograficznych. Wiadomo jednak, że w odniesieniu do obszaru całej

Polski materiał pluwiograficzny jest bardzo skromny i z pewnością nie wystarczający do scharakteryzowania przestrzennego rozmieszczenia wspomnianego zagadnienia w oparciu o średnie 10-letnie wartości (okres zalecany przez WMO do opracowań standardowych).

Opady zmierzone o godzinie 6.00 nazwano tu nocnymi, a o godzinie 18.00 — dziennymi. Doba więc umownie została podzielona na dwie równe części, które nie odpowiadają rzeczywistej długości dnia i nocy (odnosi się to szczególnie do miesięcy letnich i zimowych). Taki podział doby był uwarunkowany posiadanym materiałem. Korzystną stroną owego podziału jest to, że można bezpośrednio porównywać wartości bezwzględne opadów dziennych i nocnych, czego nie zapewnia podział doby na rzeczywisty dzień i noc, wyznaczone wschodem i zachodem słońca.

Zasadniczy materiał, na podstawie którego przeprowadzono charakterystykę opadów dziennych i nocnych, stanowiły średnie 10-letnie sumy, obliczone dla każdej z branych pod uwagę stacji dla czterech pór roku, przedstawione w postaci kartograficznej (ryc. 6—13). Za S. Kosińską - Bartnicką (12) przyjęto za wiosnę miesiące III—V, za lato — VI—VIII, za jesień — IX—XI, za zimę — XII—I. Zaznaczyć tu trzeba, że rozkład przestrzenny opadów w Polsce w poszczególnych porach roku rozpatrywała dotychczas tylko S. Kosińska - Bartnicka (12).

W celu zorientowania się, czy istnieje przewaga opadów jednej połowy doby nad drugą w poszczególnych miesiącach, obliczono stosunek opadów nocnych do dziennych, wyrażając go w procentach. Uważano, że jest to lepszy sposób porównania opadów nocnych z dziennymi niż podawanie bezwzględnej różnicy między tymi opadami, która z uwagi na zmienną wielkość opadów w ogóle nie jest przestrzennie porównywalna. Stosunek opadów nocnych do dziennych wynoszący np. 110% oznacza, że opady nocne były większe o 10% od dziennych, a np. 90% — że przeważały opadyienne, gdyż nocne były o 10% mniejsze.

Na przykładzie Poznania sprawdzono, jak przedstawia się stosunek opadów nocnych do dziennych (wyrażony w %), obliczany trzema różnymi sposobami:

a) jako stosunek sumy opadów mierzonych od zachodu do wschodu słońca do sumy opadów mierzonych od wschodu do zachodu słońca — a więc przy uwzględnieniu rzeczywistej długości dnia i nocy;

b) jako stosunek średniej godzinnej wielkości opadów nocnych do dziennych, przy podziale doby na rzeczywisty dzień i noc (jak w punkcie a);

c) jako stosunek wielkości opadów nocnej połowy doby (18.00—6.00 GMT) do opadów dziennej połowy doby (6.00—18.00 GMT) — a więc przy zastosowaniu umownego, synoptycznego podziału doby.

Poznań wybrano dlatego, że w pracy W. Smosarskiego (34) znaleziono do tego celu najlepszy materiał w postaci wieloletnich godzinnych wartości opadów w rozkładzie dobowym dla wszystkich miesięcy roku. Otrzymane wyniki przedstawiają się następująco:

w %%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
a	217	450	74	109	77	57	42	42	74	111	101	175	82
b	104	223	53	109	107	114	84	84	103	111	85	104	98
c	124	212	54	101	104	94	87	74	99	119	104	105	96

Interesujące są tu przede wszystkim wartości uzyskane z obliczeń sposobem podanym w pozycji c i w pozycji b, bowiem stosunek sumy opadów za rzeczywistą noc do opadów za rzeczywisty dzień (a) ze zrozumiałych względów jest w ciągu roku bardzo zmienny i w związku z tym mało miarodajny. Okazuje się, że wartości b i c są do siebie bardzo zbliżone, a w przypadku średniej rocznej różnica wynosi zaledwie 2%. Można z tego wnioskować, że przy rozpatrywaniu tego zagadnienia w ujęciu klimatyczno-statystycznym wystarczy oprzeć się na sumach opadów obliczonych dla umownie przyjętych w synoptyce 2 okresów doby, ażeby osiągnąć zadawalającą dokładność.

W celu sprawdzenia powyższego twierdzenia, opartego na wynikach otrzymanych dla Poznania, przytoczono niżej dane (wartości a, b i c obliczono w ten sam sposób jak dla Poznania) odnoszące się do okresu od V do X w r. 1960. Są to wartości średnie dla 7 przypadkowo wybranych miejscowości (Suwałki, Białystok, Zielona Góra, Wieluń, Kielce, Racibórz, Przemyśl). Podstawą wyliczeń były dane pluwiograficzne dla tych miejscowości.

W %%	V	VI	VII	VIII	IX	X	V—X
a	59,2	24,8	40,4	48,3	74,8	180,0	57,5
b	99,3	60,7	81,0	67,7	67,7	152,8	83,9
c	92,4	67,0	87,6	66,0	87,1	126,1	83,9

Z wyjątkiem października, kiedy wszystkie trzy wartości stosunku znacznie od siebie odbiegają, w pozostałych miesiącach stosunek opadów nocnych do dziennych, przy synoptycznym podziale doby na dwie równe części (c), oraz stosunek średniej wielkości godzinnej nocnej do dziennej, przy podziale doby na rzeczywisty dzień i noc (b), są jeszcze bardziej zbliżone do siebie niż w przypadku obliczeń dla Poznania, a wartości za cały okres V—X są identyczne (83,9%).

Wiadomo, że opad atmosferyczny jest elementem zmieniającym się silnie w czasie i przestrzeni. Dlatego do jego charakterystyki wymaga-

ne są dane ze stosunkowo długiego okresu czasu (41). Ponieważ rozprawa niniejsza opiera się na materiale 10-letnim, uważano za słuszne przeprowadzenie porównania wielkości stosunków opadów nocnych do dziennych w omawianym 10-leciu i w dłuższym okresie czasu. Do tego celu wybrano dwie spośród uwzględnionych w opracowaniu stacji synoptycznych, które posiadały najdłuższe (18-letnie), ciągłe i z tego samego okresu pochodzące serie obserwacyjne (Koło i Sandomierz). Przy porównaniu tym obliczono średnie wartości dla poszczególnych miesięcy, aby prze-



Ryc. 1. Opady nocne w % opadów dziennych w Sandomierzu i Kole; a — średnie 10-letnie, b — średnie 18-letnie

Night precipitation in the percentage of day precipitation in Sandomierz and Koło; a — average 10-year values, b — average 18-year values



śledzić wielkości omawianego stosunku z obu okresów w przebiegu rocznym. Z wykresów podanych na ryc. 1 wynika, że w poszczególnych miesiącach w obu miejscowościach różnice między wartościami 18-letnimi (średnie za 1947—1964) i 10-letnimi (średnie za 1951—1960) kształtują się bardzo różnie. W jednym przypadku są one duże, np. w lutym i maju w Kole lub w lipcu i listopadzie w Sandomierzu, w innym — bardzo małe lub brak ich zupełnie, np. we wrześniu i październiku w Kole oraz w sierpniu i we wrześniu w Sandomierzu. Wydaje się, że przy tego rodzaju porównaniach większe znaczenie ma charakter przebiegu obu krzywych (a i b) niż różnice w wartościach dla poszczególnych miesięcy. Ważne jest mianowicie, ażeby odpowiadające sobie czasowo poszczególne odcinki obu krzywych miały jednakową tendencję — wzrostu lub spadku wartości stosunku. W naszym przypadku tendencja taka jest w zasadzie zachowana w obu miejscowościach (wyjątek stanowi w Kole maj i wrzesień, a w Sandomierzu — listopad). Upoważnia to chyba do uznania danych 10-letnich za wystarczająco reprezentatywne, tym bardziej, że obliczone dla obydwu krzywych (a i b) współczynniki korelacji — wg znanego wzoru Pearsona  $r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) \cdot (\sum y^2)}}$  — wynoszą:

dla Koła — 0,87, dla Sandomierza — 0,96.

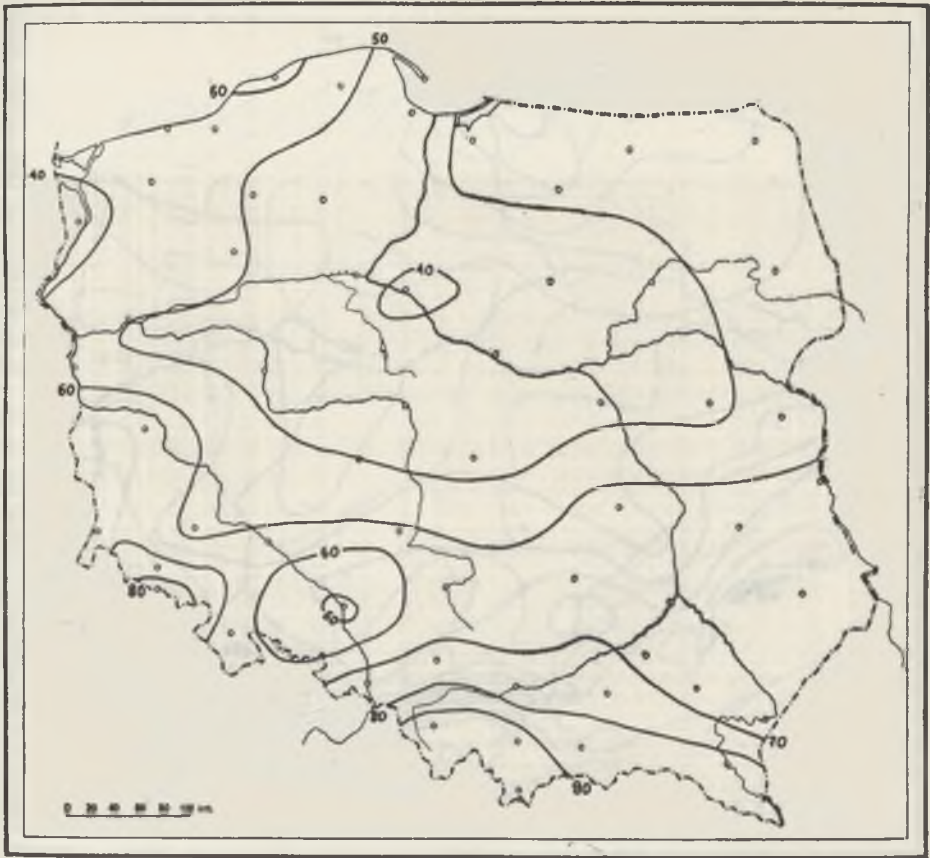
Oprócz średnich 10-letnich sum opadów dziennych, opadów nocnych oraz stosunku opadów nocnych do dziennych w rozprawie przedstawiono również — głównie dla celów porównawczych — rozkład przestrzenny w poszczególnych porach roku w Polsce średnich 10-letnich (1951—1960) sum opadów dziennych i nocnych wziętych łącznie (ryc. 2—5). Warto zaznaczyć, że w powojennej literaturze klimatologicznej brak jest opracowań dotyczących rozkładu przestrzennego sum opadów atmosferycznych w poszczególnych porach roku w całym kraju. Chociaż mapy izohiet (ryc. 2—5) przedstawiają obrazy mocno zgeneralizowane (mała ilość stacji), to jednak w ogólnych rysach są one podobne do map opartych na dłuższych seriach obserwacyjnych i większej ilości stacji (12). Sądzić więc należy, że również rozkład geograficzny opadów dziennych i nocnych (branych oddzielnie), oparty o materiał z okresu 1951—1960 dla 60 stacji, jest dostatecznie wiarygodny i można na jego podstawie scharakteryzować zjawisko.

#### ANALIZA MATERIAŁU

##### OPADY W POLSCE W POSZCZEGÓLNYCH PORACH ROKU

Porównując ze sobą cztery pory roku (ryc. 2—5), można stwierdzić, że średnie najwyższe opady dzienne i nocne wzięte łącznie notowano w okresach letnich (średnia dla Polski — 254 mm), dla których wyso-





Ryc. 2. Średnie sumy opadów wiosennych w mm (1951—1960)  
Average amounts of spring precipitation in mm (1951—1960)

kości opadu w poszczególnych miejscowościach wynosiły ponad 200 mm (ryc. 3), z wyjątkiem Radomia (194 mm), Warszawy (185 mm) i Świnoujścia (187 mm). Najwyższe wartości osiągnęły opady letnie w górach (Śnieżka — 439 mm, Kasprowy Wierch — 556 mm). Okres letni (VI—VIII) wyróżnia się wśród czterech pór roku także tym, iż stwierdza się wtedy w rozkładzie przestrzennym największe zróżnicowanie sum opadowych. Najniższe sumy opadów notowano w okresie zimy (średnia krajowa — 116 mm), a następnie — w okresie wiosny (średnia krajowa — 127 mm). Jest to zgodne z obliczeniami Z. Kaczorowskiej (7) z okresu 1900—1959. Najniższe (76 mm) opady wiosenne (w ujęciu średnim) wystąpiły w Toruniu (była to jednocześnie najniższa wartość dla wszystkich pór roku), a najmniejsze opady zimowe — w Kłodzku (77 mm), Legnicy (78 mm) i we Wrocławiu (79 mm), a zatem na obsza-



Ryc. 3. Średnie sumy opadów letnich w mm (1951—1960)  
Average amounts of summer precipitation in mm (1951—1960)

rze Niziny Śląskiej i Kotliny Kłodzkiej. Niskie wartości opadów zimowych w wymienionych miejscowościach można tłumaczyć ich położeniem w tzw. „cieniu opadowym”. Nie jest przypadkiem, że zjawisko to daje o sobie znać najbardziej w okresie zimy, gdyż obserwuje się wtedy najmniej opadów pochodzenia konwekcyjnego (termicznego), a masy powietrzne przynoszące opady przychodzą w przewadze z W i SW (12, 30).

W jesieni (IX—XI) nie notowano średnio w Polsce opadów mniejszych od 80 mm (średnia krajowa — 133 mm), a obszar o niskich opadach (poniżej 100 mm) w stosunku do takich obszarów na wiosnę czy w zimie był mały i bardziej zwarty (ryc. 4) — ograniczał się w zasadzie do Wielkopolski, z najniższą wartością w Toruniu (84 mm).

Porównując opady wiosenne i jesienne, można zauważyć (ryc. 2 i 4),



Ryc. 4. Średnie sumy opadów jesiennych w mm (1951—1960)  
Average amounts of autumn precipitation in mm (1951—1960)

że północne tereny kraju (o większych wysokościach n.p.m.) w jesieni wykazują wyraźny wzrost opadów w stosunku do tych, które obserwujemy na Niżu Polskim. Jest to widoczne przede wszystkim na Pojezierzu Zachodnim. Natomiast w okresie wiosny wzrostu takiego nie obserwujemy. Inaczej przedstawia się sytuacja na południu kraju, gdzie wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. wyraźniej wzrastają opady na wiosnę, a najslabiej — w jesieni (jeżeli nie brać pod uwagę lata). Ten stosunkowo duży wzrost opadów wiosennych w kierunku południowym może pozostawać w związku z rozkładem temperatury powietrza w tej porze roku na terenie kraju, wykazującej również wyraźny wzrost ku południowi. Wyższa temperatura powietrza z jednej strony sprzyja, jak wiadomo, wzrostowi konwekcji, z drugiej natomiast — większej zawartości pary wodnej w powietrzu (12, 30, 33).





Ryc. 5. Średnie sumy opadów zimowych w mm (1951—1960)  
Average amounts of winter precipitation in mm (1951—1960)

OPADY DZIENNE W POSZCZEGÓLNYCH PORACH ROKU W POLSCE

Rozpiętość średnich sum (okres 1951—1960) opadów dziennych na terenie kraju w poszczególnych porach roku była następująca:

	Maximum w mm	Minimum w mm	Różnica w mm
Wiosna	197 (Kasprowy Wierch)	39 (Toruń)	158
Lato	309 (Kasprowy Wierch)	97 (Świnoujście)	212
Jesień	144 (Kasprowy Wierch)	44 (Koło, Koszalin)	100
Zima	158 (Kasprowy Wierch)	36 (Legnica)	122

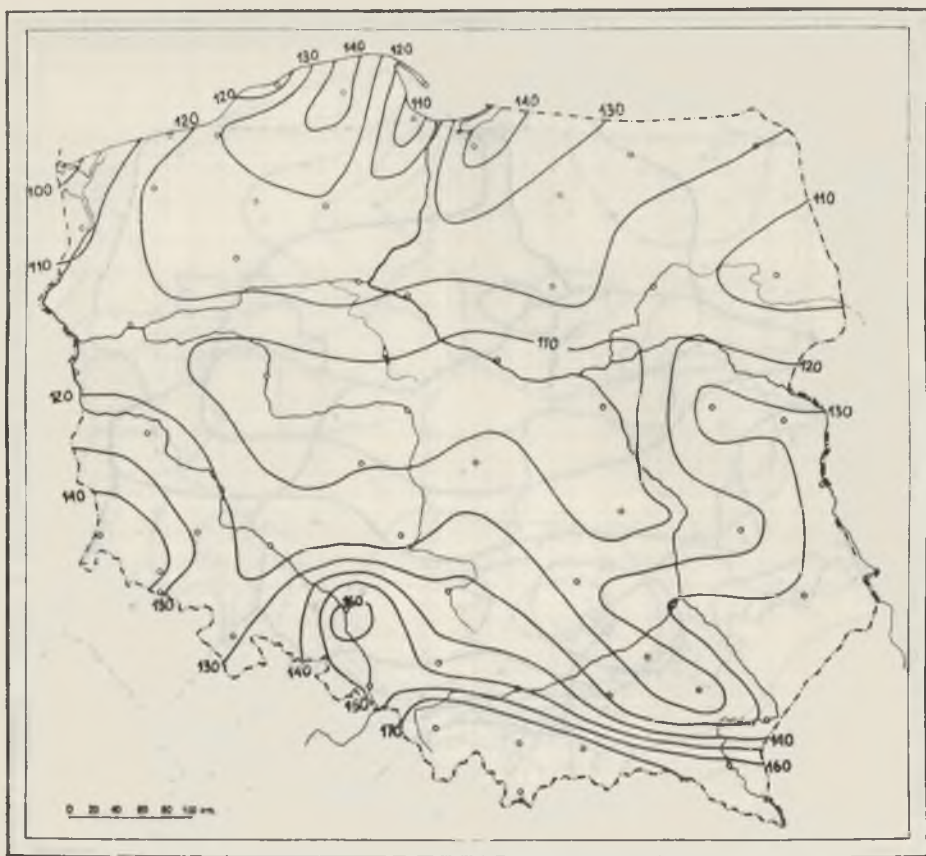




Ryc. 6. Średnie sumy opadów dziennych w mm — wiosna (1951—1960)  
Average amounts of day precipitation in mm — spring (1951—1960)

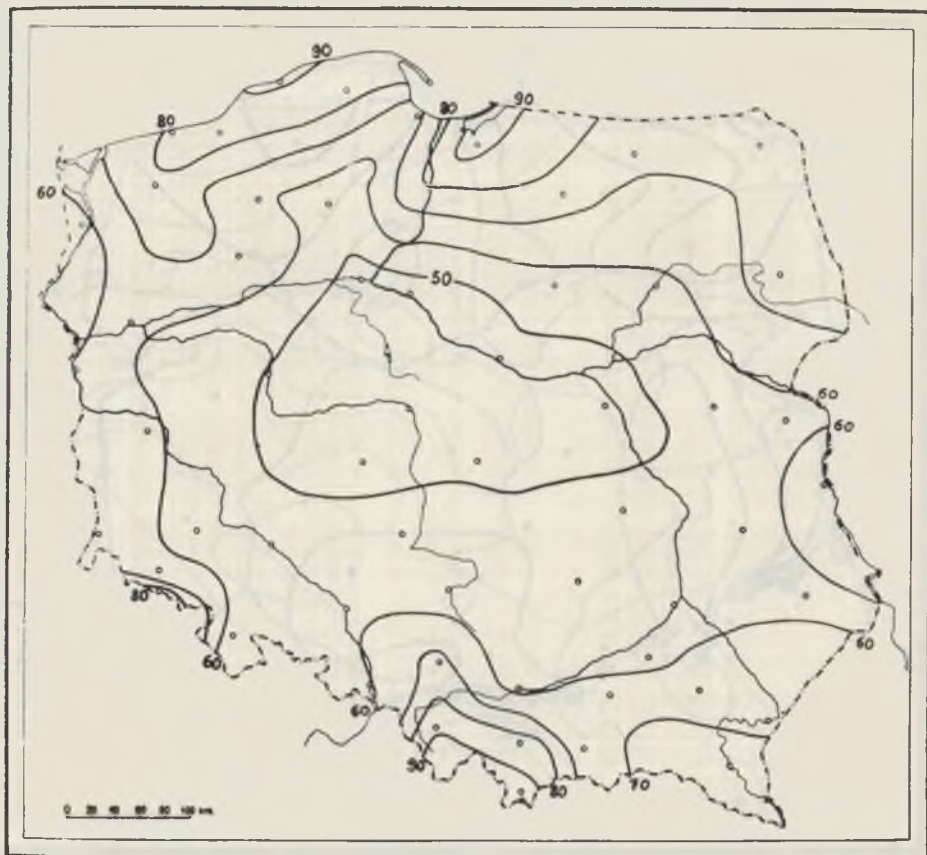
Z podanych wartości wynika, że najniższe średnie sumy notowano w okresie zimy (36 mm), a najwyższe — w lecie (309 mm). W tej ostatniej porze roku również minimalny opad w stosunku do pozostałych pór roku był największy (97 mm), co świadczy o tym, iż mapa opadów dziennych okresu letniego (ryc. 7) istotnie różni się od takich map (ryc. 6, 8, 9) dla pozostałych pór roku (większe sumy). Najmniejsza średnia maksymalna wysokość opadów dziennych na terenie kraju wystąpiła w okresie jesieni (144 mm). W tej porze roku stwierdza się najmniejszą różnicę między maksymalną i minimalną wartością opadów dziennych na terenie kraju (100 mm), podczas gdy największa różnica przypada na lato (212 mm).

W każdej z czterech pór roku rozkład geograficzny opadów dziennych (ryc. 6—9) jest bardzo podobny do rozkładu opadów dziennych



Ryc. 7. Średnie sumy opadów dziennych w mm — lato (1951—1960)  
Average amounts of day precipitation in mm — summer (1951—1960)

i nocnych wziętych łącznie (ryc. 2—5). Z wyjątkiem zimy w pozostałych trzech porach roku najniższe opady dzienne obserwować można na Niżu Polskim, a ich wzrost — na północy i południu kraju. Podobnie jak w przypadku opadów dziennych i nocnych wziętych łącznie wzrost ten nie jest jednakowo duży we wszystkich porach roku. W przypadku np. wiosny różnica między średnimi sumami opadów dziennych Polski środkowej i północnej jest bardzo mała, podczas gdy ku południowi wartości te szybko wzrastają. Jesienią natomiast obserwuje się raczej większe gradienty poziome opadów dziennych na północy niż na południu kraju. Ogólnie można powiedzieć, iż w przypadku opadów dziennych jesienią wyższe wartości występują na północy kraju, wiosną zaś — w pasie wyżyn na południu kraju. Latem wzrost opadów dziennych obserwuje się nie tylko na północy i południu kraju, ale też prawie na całym obszarze między Bugiem, Sanem i środkową Wisłą. Duże różnice opadów dzien-

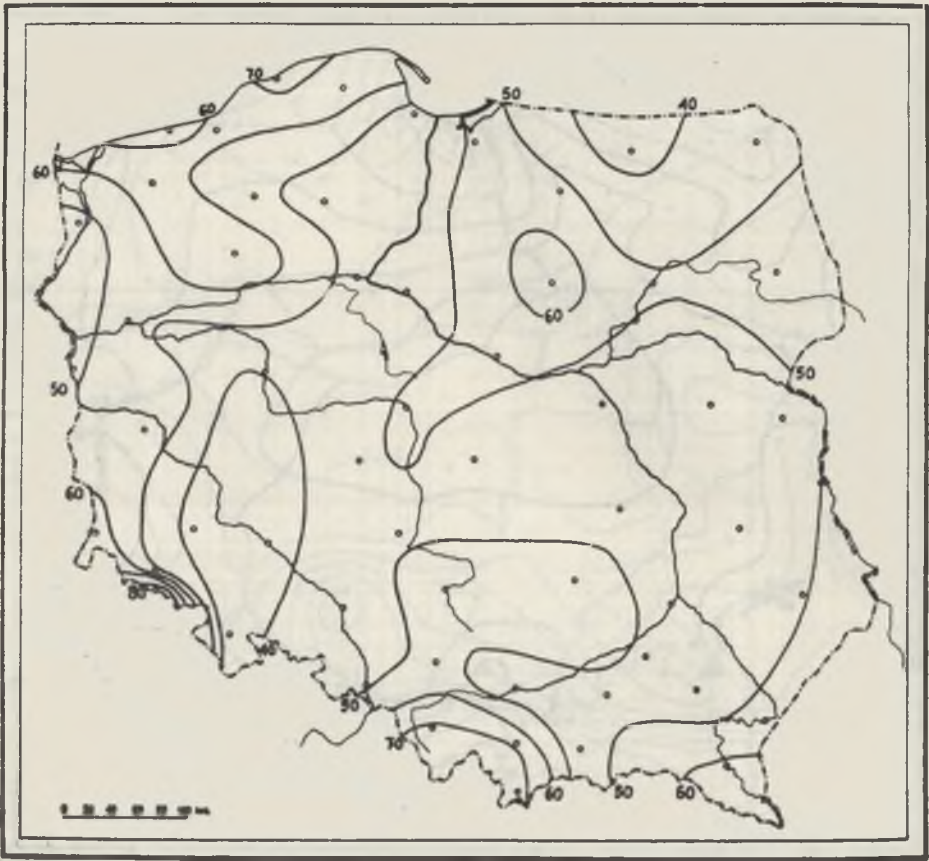


Ryc. 8. Średnie sumy opadów dziennych w mm — jesień (1951—1960)  
Average amounts of day precipitation in mm — autumn (1951—1960)

nych pory letniej, obserwowane na północy kraju, wynikają przede wszystkim z względnie wysokich wartości w Elblągu i niskich w Gdańsku, które to miejscowości mają specyficzne położenie stacji — w pierwszym wypadku sprzyjające wzrostowi opadów, w drugim — spadkowi (40).

Mapa opadów dziennych pory zimowej (ryc. 9) różni się od analogicznych map pozostałych pór roku przede wszystkim tym, że obszar najmniejszych opadów obejmuje na niej środkową część Niziny Śląskiej oraz południowo-zachodnią część Wielkopolski. Ponadto obszar objęty względnie niskimi opadami (poniżej 50 mm) zajmuje wówczas mniej więcej połowę kraju i rozciąga się, ogólnie biorąc, wzdłuż wszystkich większych obniżeń. Niektóre stacje nizinne, jak np. Gorzów, Koło czy Płock, wykazują w okresie zimy wzrost opadów dziennych w stosunku





Ryc. 9. Średnie sumy opadów dziennych — zima (1951—1960)  
Average amounts of day precipitation in mm — winter (1951—1960)

do sąsiednich, a Mława nawet większe sumy niż Elbląg. Wiadomo, że na wielkość opadów mają wpływ nie tylko wielkie formy terenu, ale też i mniejsze (6, 12, 25, 35). Sądzić więc można, że na nizinnych obszarach Polski w okresie zimy jedne stacje, jak np. Legnica, mają mniejsze opady, gdyż znajdują się w „cieniu opadowym” Sudetów (12, 30), inne natomiast, np. Płock, są wyeksponowane na kierunki napływu mas powietrznych przynoszących opady i dlatego wykazują wzrost opadów. Wyjaśnienie takie należałoby poprzeć danymi ilościowymi, których opracowanie wykracza poza ramy niniejszej rozprawy.

#### OPADY NOCNE W POSZCZEGÓLNYCH PORACH ROKU W POLSCE

Rozkład przestrzenny średnich 10-letnich sum opadów nocnych w Polsce (ryc. 10—13) w większym lub mniejszym stopniu zbliżony





Ryc. 10. Średnie sumy opadów nocnych w mm — wiosna (1951—1960)  
Average amounts of night precipitation in mm — spring (1951—1960)

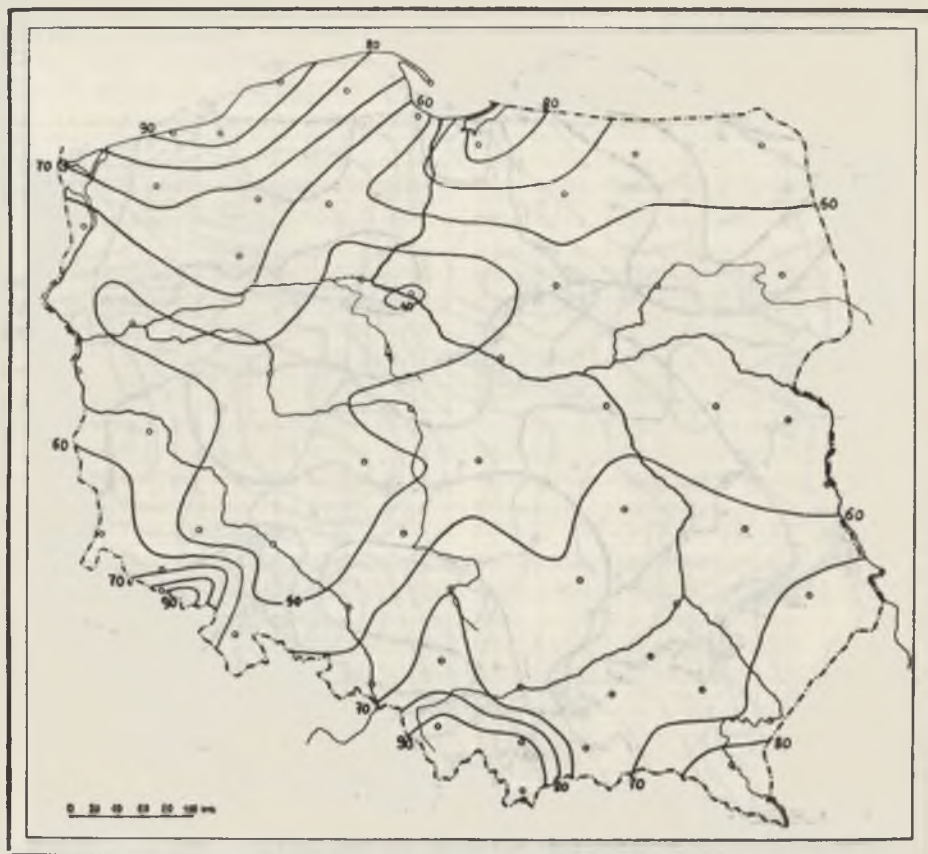
jest do rozkładu opadów dziennych w tych samych porach roku. Obszary o stosunkowo niskich opadach, ogólnie biorąc, stwierdzić można w środkowej, nizinnej części kraju, a obszary o stosunkowo wysokich opadach — na terenach wyżej położonych n.p.m., na południu kraju. We wszystkich porach roku największy wzrost opadów nocnych, podobnie jak opadów dziennych, obserwuje się od centralnych obszarów Polski w kierunku Karpat i Sudetów. Pomijając stacje wysokogórskie (Śnieżka, Kasprowy Wierch, a także Zakopane, które mają własny reżim opadowy, można zauważyć, że największe różnice w sumach opadów nocnych między obszarami górskimi i podgóorskimi (obniżen podgóorskich) występują w okresie lata (szczególnie w Karpatach), nieco mniejsze — w okresie jesieni i zimy (większe w Sudetach niż w Karpatach), a bardzo małe — w okresie wiosny. Największe różnice w wysokościach opadów



Ryc. 11. Średnie sumy opadów nocnych w mm — lato (1951—1960)  
Average amounts of night precipitation in mm — summer (1951—1960)

nocnych między obszarami niżej i wyżej położonymi w północno-zachodniej części kraju obserwować można w okresie jesieni, a najmniejsze — wiosną, podobnie jak na południu kraju. Warto podkreślić, że w przypadku opadów nocnych nie notujemy ich wzrostu w stosunku do centrum kraju na Pojezierzu Mazurskim. Dotyczy to przede wszystkim okresu wiosennego i zimowego, ale też letniego i jesiennego. Wyjątkiem jest tylko Elbląg, wykazujący w stosunku do stacji sąsiednich większe sumy (średnie), przede wszystkim w jesieni. Elbląg nie wyróżnia się wzrostem opadów nocnych w okresie lata, natomiast wzrost taki widać na mapie opadów dziennych. Należy zaznaczyć, że opady nocne letniej pory roku we wszystkich uwzględnionych miejscowościach wykazują większe wartości niż w innych porach roku.

Największy obszar stosunkowo niewielkich opadów nocnych (po-



Ryc. 12. Średnie sumy opadów nocnych w mm — jesień (1951—1960)  
Average amounts of night precipitation in mm — autumn (1951—1960)

niżej 50 mm) można zaobserwować w okresie zimy (w 18 miejscowościach), nieco mniejszy — w okresie wiosny (w 15 miejscowościach), a najmniejszy — w okresie jesieni (w 7 miejscowościach). Najniższe wartości opadów nocnych na terenie kraju wystąpiły: wiosną w Toruniu (37 mm), jesienią w Toruniu (39 mm), zimą w Legnicy (41 mm) i we Wrocławiu (42 mm), a w lecie w Warszawie (85 mm). Najwyższe wartości zanotowano w okresie zimy (178 mm), wiosny (185 mm) i lata (247 mm) na Kasprowym Wierchu, a jesienią (150 mm) — na Śnieżce, gdzie opady były nawet o 18 mm większe niż na Kasprowym Wierchu (132 mm).

Z przedstawionych danych wynika, że najmniejsze różnice między średnią maksymalną i minimalną wartością opadów nocnych w kraju



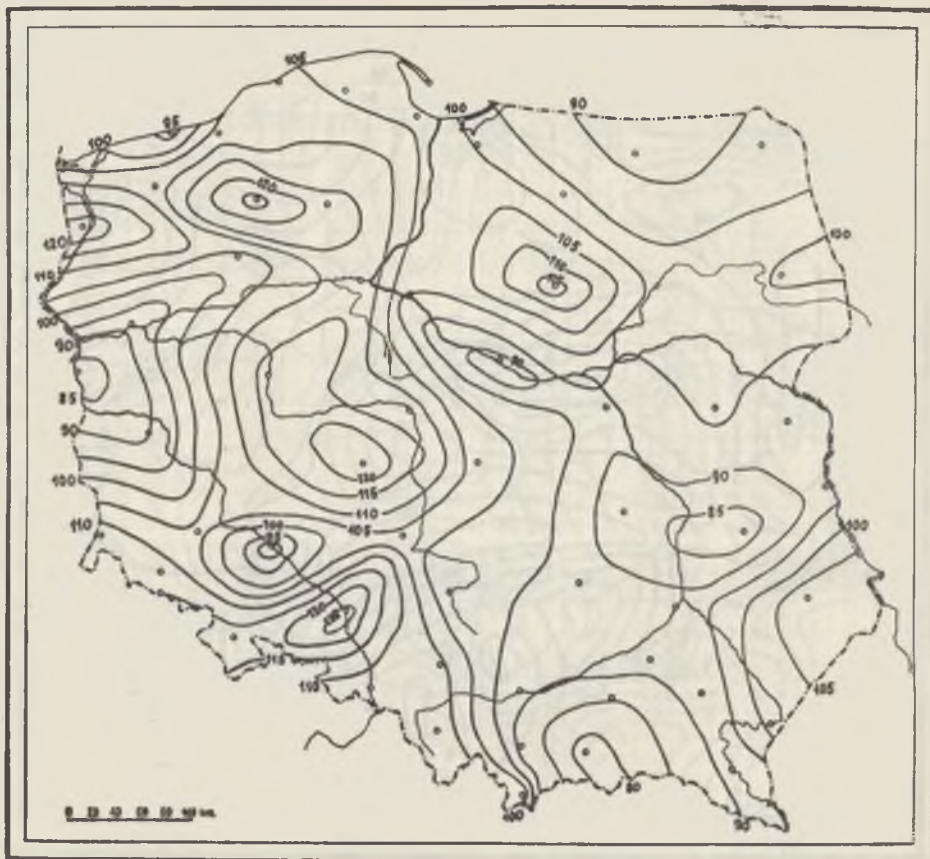


Ryc. 13. Średnie sumy opadów nocnych w mm — zima (1951—1960)  
Average amounts of night precipitation in mm — winter (1951—1960)

występują w jesieni (111 mm), większa — zimą (137 mm) i wiosną (148 mm), a największa — latem (162 mm).

Zwrócić należy uwagę na przesunięcie obszaru stosunkowo niskich opadów nocnych (poniżej 100 mm) w stosunku do dziennych — wiosną bardziej na wschód, a jesienią bardziej na zachód i południowy zachód kraju. Na zachodzie Polski w jesieni obserwuje się większe różnice w opadach nocnych, a mniejsze w dziennych. W tej porze roku wyższe są opady nocne na obszarze Wyżyny Śląskiej, Małopolskiej i Lubelskiej oraz Niziny Sandomierskiej, natomiastienne — w Polsce północno-wschodniej. Warto podkreślić, że w okresie lata zaznaczył się spadek opadów nocnych w stosunku do dziennych w zachodniej części Pojezierza Zachodniego.

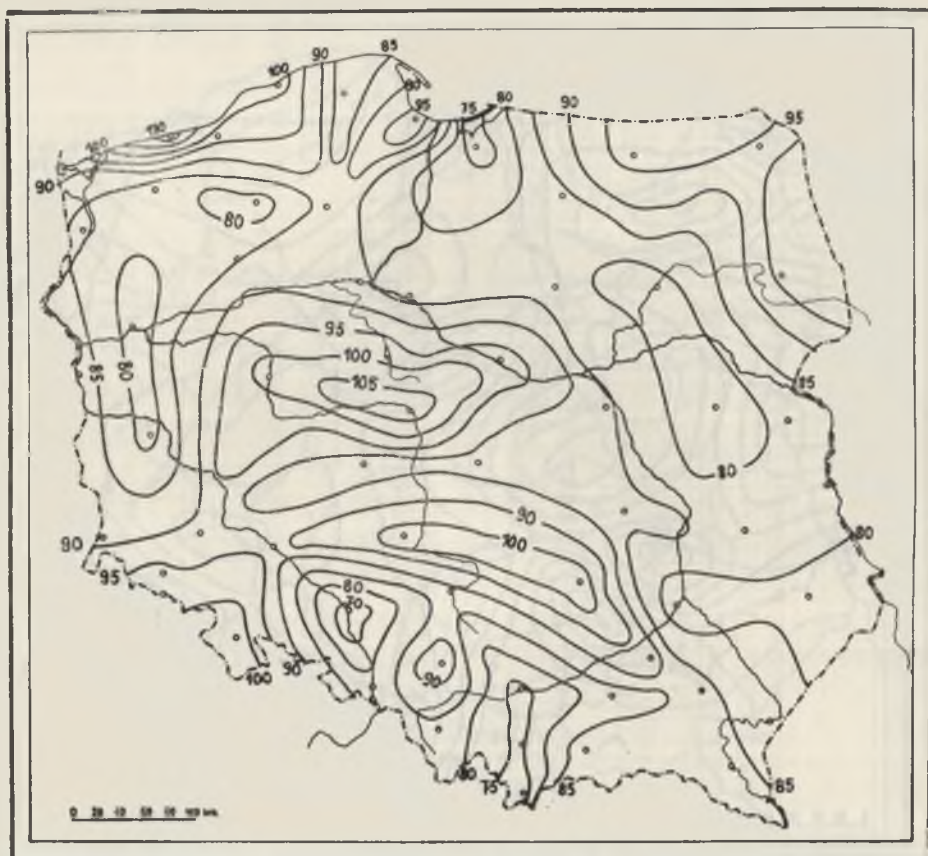




Ryc. 14. Opady nocne w % opadów dziennych — wiosna (1951—1960)  
Night precipitation in the percentage of day precipitation — spring (1951—1960)

OPADY NOCNE W % OPADÓW DZIENNYCH W POSZCZEGÓLNYCH PORACH ROKU  
W POLSCE

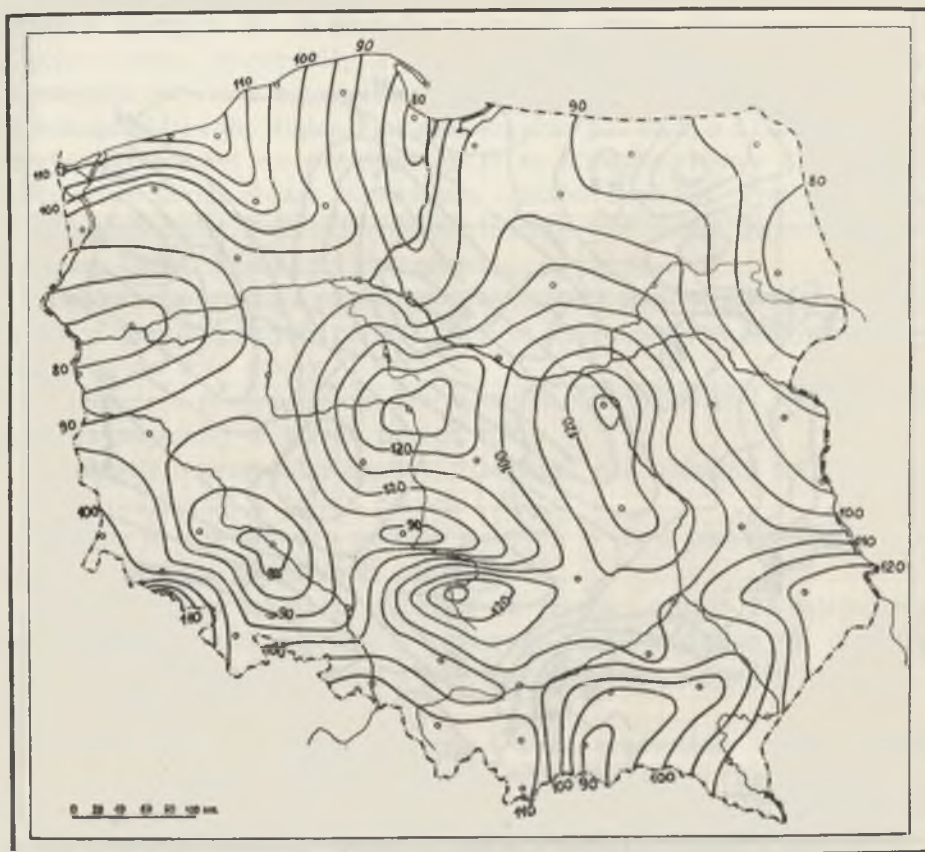
Rozkład przestrzenny stosunku opadów nocnych do dziennych w poszczególnych porach roku przedstawiają załączone mapy. Poniżej zwrócona zostanie uwaga tylko na ciekawsze zagadnienia związane z tym rozkładem. Przede wszystkim warto zauważyć, że istnieje duże podobieństwo geograficznego rozkładu omawianego stosunku w porze letniej i w półroczu ciepłym oraz w porze zimowej i półroczu chłodnym (20). Wspomniane podobieństwa są zrozumiałe, bowiem cały okres letni wchodzi w skład półroczu ciepłego (IV—IX), a zimowy — w skład półroczu chłodnego (X—III). One więc głównie decydują o charakterze rozkładu omawianego stosunku w obu półroczach, a miesiące wiosenne czy jesienne mają tu mniejsze znaczenie.



Ryc. 15. Opady nocne w % opadów dziennych — lato (1951—1960)  
Night precipitation in the percentage of day precipitation — summer (1951—1960)

Największe różnice między maksymalnymi i minimalnymi wartościami opadów nocnych wyrażonych w %% opadów dziennych obserwuje się na terenie kraju w okresie jesieni (Częstochowa — 126,0%, Wrocław — 76,1%). Nieco mniejsze różnice pod tym względem występują na wiosnę (Szczecinek — 127,4%, Lublin — 81,5%), jeszcze mniejsze — w lecie (Kołobrzeg — 113,0%, Zakopane — 71,2%), a najmniejsze — w zimie (Szczecinek — 125,9%, Jelenia Góra — 91,5%). Z powyższego wynika, że jeżeli brać pod uwagę wszystkie pory roku, średnio za 10-letnie 1951—1960 największą przewagę opadów nocnych nad dziennymi zanotowano wiosną (Szczecinek), a przewagę dziennych nad nocnymi — latem (Zakopane).

W okresie letnim tylko w 7 miejscowościach (na 60 branych pod uwagę) stwierdzono przewagę opadów nocnych. Po dwie z nich reprezentują wybrzeże zachodnie (Kołobrzeg i Ustka), Wielkopolskę (Poznań

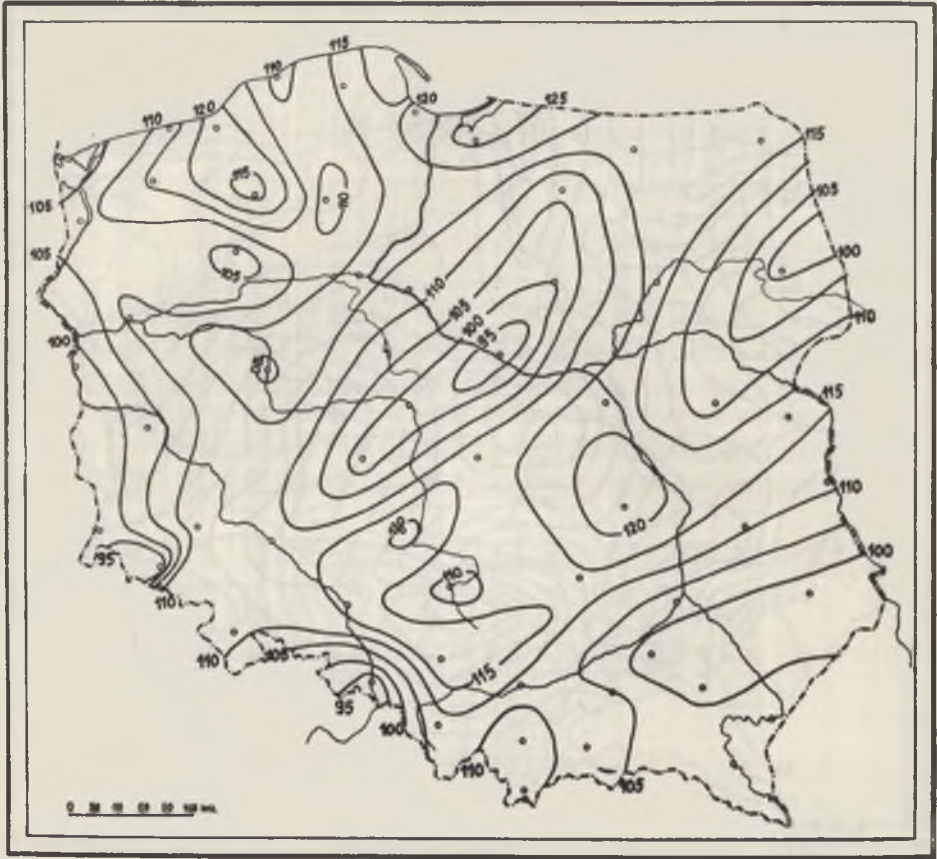


Ryc. 16. Opady nocne w % opadów dziennych — jesień (1951—1960)  
Night precipitation in the percentage of day precipitation — autumn (1951—1960)

i Koło) oraz Wyżynę Śląsko-Małopolską (Kielce i Wieluń), jedna natomiast Sudety (Kłodzko). Na pozostałym obszarze przeważały opady dzienne. Największą ich przewagę (opady nocne poniżej 80% dziennych) zanotowano: na południu kraju — w Opolu, Krakowie, Zakopanem i na Kasprowym Wierchu, na wschodzie — w Ostrołęce, Siedlcach, Sandomierzu i Zamościu, na zachodzie — w Gorzowie i Zielonej Górze, oraz na północy — w Szczecinku i Elblągu.

W okresie zimy przewagę opadów dziennych nad nocnymi zanotowano także w małej liczbie stacji. Wystąpiły one w Polsce centralnej (Płock, Koło, Kalisz), w południowo-wschodniej (Mielec, Zamość, Rzeszów) i południowo-zachodniej (Słubice, Zgorzelec, Jelenia Góra). Ponadto średnie 10-letnie sumy opadów nocnych zimowej pory roku niższe były od dziennych w Białymstoku i Raciborzu. Na pozostałym obszarze





Ryc. 17. Opady nocne w % opadów dziennych — zima (1951—1960)  
Night precipitation in the percentage of day precipitation — winter (1951—1960)

kraju (51 stacji) przeważały opady nocne. Powyżej 120% opadów dziennych stanowiły opady nocne pory zimowej w Katowicach, Wieluniu, Radomiu, Poznaniu, Koszalinie, Gdańsku, Szczecinku i Elblągu. W tych ostatnich dwóch miejscowościach stosunek opadów nocnych do dziennych przekroczył 125%.

Bardzo ciekawie przedstawia się rozkład przestrzenny stosunku opadów nocnych do dziennych w okresie wiosennym. Polskę w tym czasie można podzielić, mniej więcej wzdłuż 19 południka, na dwie połowy: wschodnią — z przewagą opadów dziennych i zachodnią — z przewagą opadów nocnych. We wschodniej części wyjątek stanowią: Ostrołęka, Białystok i Zamość, gdzie wystąpiła przewaga opadów nocnych, w zachodniej — Wrocław, Zielona Góra, Słubice, Gorzów i Kołobrzeg, gdzie wystąpiła przewaga opadów dziennych.

Bardziej skomplikowany obraz przedstawiają izarytmy stosunku opadów nocnych do dziennych na mapie okresu jesiennego (ryc. 16). Ogólnie można stwierdzić, że przewaga opadów nocnych nad dziennymi występuje wówczas na wielkim obszarze, obejmującym wschodnią część Wielkopolski i całą Nizinę Mazowiecką oraz pas wyżyn i gór na południu kraju. Wyjątkami na południu kraju są Kłodzko, Nowy Sącz, Tarnów i Rzeszów. Drugi obszar, z przewagą opadów nocnych, występuje w północno-zachodniej Polsce i reprezentowany jest przez Świnoujście, Kołobrzeg, Ustkę, Koszalin i Szczecinek.

Porównując rozkład przestrzenny stosunku opadów nocnych do dziennych w poszczególnych porach roku w Polsce, można wszystkie stacje podzielić na trzy grupy:

1. Stacje o przewadze opadów nocnych nad dziennymi we wszystkich lub przynajmniej w trzech porach roku.

2. Stacje o przewadze opadów dziennych nad nocnymi we wszystkich lub przynajmniej w trzech porach roku.

3. Stacje o przewadze opadów nocnych w dwu porach roku i dziennych — w dwu pozostałych porach roku.

Najliczniejsze są stacje należące do trzeciej grupy (23 miejscowości na 60), przy czym najczęściej przewagę opadów dziennych obserwuje się latem i wiosną lub latem i jesienią, a przewagę opadów nocnych — zimą i wiosną lub zimą i jesienią.

Miejscowości, w których latem i zimą przeważały opady dzienne, a jesienią i wiosną — opady nocne, mamy tylko cztery (Zgorzelec, Kalisz, Aleksandrowice, Zamość). W żadnej natomiast z 60 stacji nie obserwowano przewagi opadów nocnych latem i zarazem zimą, a dziennych — wiosną i zarazem jesienią.

W ostatniej, trzeciej grupie stacji najliczniejsze są takie, w których opady dzienne przeważały nad nocnymi latem i jesienią, a nocne — zimą i wiosną.

Przewagę opadów nocnych w ciągu wszystkich pór roku notowano tylko w Ustce, a przewagę dziennych nad nocnymi — w Słubicach i Rzeszowie. Warto przy tym zaznaczyć, że w Ustce i Rzeszowie nie obserwowano w poszczególnych porach roku zbyt wielkiej przewagi opadów jednej połowy doby nad drugą.

Analizując geograficzny rozkład stosunku opadów nocnych do dziennych, można zauważyć, że jedne stacje wykazują w poszczególnych porach roku duże różnice tego stosunku, często w kierunku dodatnim i ujemnym, inne natomiast — bardzo do siebie zbliżone wartości stosunku we wszystkich porach roku. Przykładem mogą być Olsztyn i Elbląg, dla których w skali rocznej stosunek opadów nocnych do dziennych jest prawie identyczny (różnica wynosi 0,4%), natomiast w po-

szczególnych porach roku stosunek ten ma różne znaki. Podczas gdy w Olsztynie przewaga opadów jednej połowy doby nad drugą zaznacza się we wszystkich porach roku bardzo słabo, w Elblągu jest ona znaczna (latem opady nocne stanowią 74,7% dziennych, zimą — 125,6%). Roczne wartości stosunku opadów nocnych do dziennych nie mogą więc być miernikiem wielkości tego stosunku w krótszych okresach czasu.

Do dalszych rozważań nad stopniem przewagi opadów jednej połowy doby nad opadami drugiej połowy wykorzystano przebieg roczny miesięcznych wartości stosunku opadów nocnych do dziennych (w %), obliczony średnio dla całej Polski (z 60 stacji z okresu 1951—1960). Na przedstawionym wykresie (ryc. 18) można zauważyć, że ogólnie biorąc od października do marca średnio w Polsce przeważają opady nocne,



Ryc. 18. Stosunek opadów nocnych do dziennych (w %) średnio dla całej Polski (1951—1960)

Relationship between night and day precipitation (in %), average values for Poland (1951—1960)

a od kwietnia do września — opady dzienne. Okres z przewagą opadów nocnych odpowiada porze chłodnej roku według W. Parczewskiego, a okres o przewadze opadów dziennych — porze cieplej według tego autora (27). Istnieje też duże podobieństwo przebiegu rocznego stosunku opadów nocnych do dziennych dla Polski (ryc. 18) do przebiegu rocznych wartości częstości występowania chmur rodzaju *stratus*, szczególnie do drugiego jego typu, podanego przez W. Warakomskiego (40). Podobieństwo obu przebiegów dotyczy przede wszystkim ciepłego okresu roku, w którym stwierdza się wyraźny wzrost wartości omawianego stosunku i wzrost częstości chmur *St* w miesiącu lipcu. W. Warakomski, przy omawianiu przebiegu rocznego częstości występowania chmur rodzaju *St*, zwraca uwagę, że stosunkowo duży wzrost częstości tych chmur w lipcu w stosunku do czerwca i sierpnia „ogranicza się na ogół do zachodniej części Polski”, co wiąże się ze wzmaganiem się w tym czasie „monsunu europejskiego” i z jego zasięgiem. Pewną analogię do tego można znaleźć przy rozpatrywaniu przebiegów rocznych



stosunku opadów nocnych do dziennych. Otóż w zachodniej części kraju w miesiącach cieplej połowy roku częściej spotyka się przewagą opadów nocnych nad dziennymi niż na wschodzie kraju. W zachodniej części kraju przewaga ta występuje w lipcu lub w miesiącach poprzedzających lipiec, we wschodniej natomiast — w lipcu lub w miesiącach po nim następujących. Ogólnie można powiedzieć, że letni wzrost stosunku opadów nocnych do dziennych uwidacznia się wcześniej w zachodniej połowie kraju, a później — we wschodniej.

Wzrost stosunku opadów nocnych do dziennych w lipcu w stosunku do czerwca i sierpnia związany jest, być może, ze wzrostem częstości występowania frontów atmosferycznych w tym miesiącu (29). W lipcu notuje się też wzrost częstości układów niskiego ciśnienia (28) i mas atmosferycznych pochodzenia morskiego (2) oraz wyraźny wzrost częstości pogody typu depresyjnego pochodzenia północno-atlantyckiego (13).

Sądzić można, iż przewaga opadów dziennych nad nocnymi, jaka zarysowała się w Polsce (1951—1960) w miesiącach półrocza ciepłego, spowodowana jest przede wszystkim wzrostem opadów konwekcyjnych, występujących częściej w dziennej porze doby. Natomiast o zmniejszeniu się przewagi opadów dziennych nad nocnymi w lipcu zdecydował głównie względnie mały wzrost opadów konwekcyjnych, w stosunku np. do czerwca, przy jednoczesnym wzroście opadów frontowych w tym miesiącu, które — jak wiadomo — są bardziej równomiernie rozłożone w ciągu doby (średnio) niż opady wewnątrzmasowe. Potwierdzeniem tego przypuszczenia mogą być następujące dane: wzrost sum opadów (w mm) z miesiąca na miesiąc (średnio dla Polski) — nocnych IV do V — 5,0 V do VI — 8,1, VI do VII — 17,0; dziennych IV do V — 5,3, V do VI — 14,9, VI do VII — 11,2. O ile przyrost opadów nocnych, poczynając od kwietnia, wzrasta stale z miesiąca na miesiąc, osiągając maksymalną wartość w lipcu, to przyrost opadów dziennych — większy od przyrostu opadów nocnych w maju i czerwcu — w lipcu wyraźnie się zmniejsza zarówno w stosunku do przyrostu opadów nocnych za ten okres czasu, jak i w stosunku do przyrostu opadów dziennych w czerwcu.

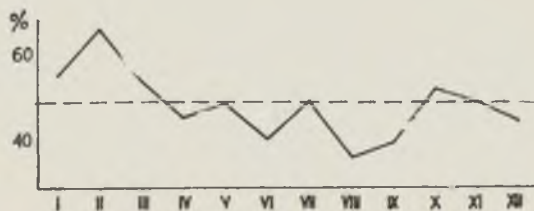
Również o rozkładzie przestrzennym stosunku opadów nocnych do dziennych niewątpliwie decydują głównie opady dzienne, które na terenie kraju wykazują większe zróżnicowanie niż opady nocne, szczególnie w cieplej porze roku. Dla przykładu można podać dane odnoszące się do pory letniej (VI—VIII) w Opolu i Wieluniu:

	Opady nocne	Opady dzienne	Stosunek nocnych do dzien.
Opole	120 mm	163 mm	74 %
Wieluń	116 mm	115 mm	101 %

Przewaga opadów nocnych nad dziennymi w chłodnej połowie roku w Polsce, uwidoczniiona w przebiegu rocznym ich wzajemnego stosunku (ryc. 18), związana jest przede wszystkim ze spadkiem w stosunku do cieplej połowy roku opadów dziennych, co łączy się z przewagą opadów typu frontowego w tej porze roku. Wynikałoby stąd, że przy wzroście opadów frontowych wzrasta udział opadów nocnych w opadach całodobowych, chociaż nie wzrastają na ogół bezwzględne wartości opadów nocnych (w chłodnej porze roku). Nie znając częstości poszczególnych rodzajów frontów w nocnej i dziennej porze doby, sądzić jedynie można, że częściej dochodzi do powstawania opadów typu frontowego nocą niż dniem w chłodnej porze roku. Wiąże się to prawdopodobnie z niższą temperaturą powietrza w nocy, a więc większą łatwością osiągania przez nie temperatury punktu rosy. Łatwiej zatem w nocnej połowie doby dochodzić może do kondensacji pary wodnej, tworzenia się chmur i opadów.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na względnie duże podobieństwo przebiegu rocznego średnich 10-letnich wartości miesięcznych stosunku opadów nocnych do dziennych dla całego kraju (ryc. 18) i maksymalnej częstości występowania izotermy  $0^{\circ}\text{C}$  w rejonie Warszawy (26). Na szczególną uwagę zasługuje miesiąc luty, w którym, według W. P a r c z e w s k i e g o, maksymalna częstość występowania izotermy  $0^{\circ}\text{C}$  przypada na najniższe wysokości, co pokrywa się z największą przewagą opadów nocnych nad dziennymi w tym miesiącu.

Jak wynika z poprzednich rozważań, różnica między wielkością opadów nocnych i dziennych w poszczególnych porach roku jest niewielka. Dotyczy to przede wszystkim opadów półroczna chłodnego w miejscowościach położonych na obszarach nizinnych. Oczywiście nie oznacza to, że istnieje też mała różnica w częstości opadów nocnych i dziennych. Na ryc. 19 przedstawiono graficznie obliczoną częstość przewagi miesięcznych sum opadów nocnych nad dziennymi w poszczególnych latach okresu 1951—1960. Wartości umieszczone na pionowej osi wykresu



Ryc. 19. Częstość przypadków przewagi sum miesięcznych opadów nocnych nad dziennymi (w %) w całej Polsce (1951—1960)

Frequency of predominance of monthly night precipitation over day one (in %) for Poland (1951—1960)

mówią, w jakim procencie w uwzględnionych stacjach w Polsce obserwowano przewagę miesięcznych sum opadów nocnych nad dziennymi. Wartość 50% na wykresie oznacza, że w danym miesiącu (średnio w skali kraju) notowano jednakową liczbę przypadków przewagi miesięcznych sum opadów nocnych nad dziennymi i odwrotnie.

Jeżeli porównamy omawiany wyżej wykres (ryc. 19) z przebiegiem rocznym stosunku wielkości opadów nocnych do dziennych dla Polski (ryc. 18), to okaże się, że są one bardzo podobne. Świadczy to, iż wzrost lub spadek stosunku wysokości opadów nocnych do dziennych idzie w parze ze wzrostem lub spadkiem częstości przypadków przewagi miesięcznych sum opadów nocnych nad dziennymi. Wynika stąd, że przewaga np. wielkości opadów nocnych nad dziennymi średnio za dziesięcioletni okres czasu nie jest spowodowana przypadkowo dużymi opadami nocnymi w jednym roku, lecz jest wynikiem częściej występujących opadów nocnych w poszczególnych latach 10-lecia w branych pod uwagę stacjach.

#### WNIOSKI

Podsumowując rozważania dotyczące opadów dziennych i nocnych w poszczególnych porach roku w Polsce, należy zanotować kilka nasuwających się wniosków:

1. Średnia 10-letnia wielkość opadów dziennych dla całego kraju przedstawia się w poszczególnych porach roku następująco: wiosna — 64 mm, lato — 136 mm, jesień — 67 mm, zima — 56 mm. Zatem opady letnie dziennej połowy doby były średnio ponad dwukrotnie większe w porównaniu z innymi porami roku. Najmniejsze różnice w opadach dziennych obserwuje się na terenie kraju jesienią, a największe w okresie lata. Z wyjątkiem zimy najniższe opady dzienne występowały w poszczególnych porach roku na Niżu Polskim, a ich wzrost — na północy i południu kraju. Zimą obszar najniższych opadów dziennych (poniżej 40 mm) obejmuje środkową część Niziny Śląskiej i południowo-zachodnią część Wielkopolski.

2. Średni opad nocny w okresie 1951—1960 dla całej Polski wynosił: wiosną — 64 mm, latem — 118 mm, jesienią — 67 mm, zimą — 60 mm. Pomijając opady nocne letniej pory roku, które we wszystkich stacjach wykazywały większe wartości niż w innych porach roku, największy obszar względnie niskich opadów nocnych (poniżej 50 mm) spotkać można na terenie kraju w okresie zimy, nieco mniejszy w okresie wiosny, a najmniejszy w okresie jesieni. Najmniejsze zróżnicowanie w wielkościach opadów nocnych na terenie kraju zanotowano jesienią, większe zimą i wiosną, a największe w okresie lata. Wartość maksymalną opadów nocnych stwierdzono jesienią na Śnieżce, a w pozostałych porach roku — na Kasprowym Wierchu.



3. Stosunek opadów nocnych do dziennych średnio dla całego kraju w omawianym 10-leciu przedstawiał się w poszczególnych porach roku następująco: wiosna — 100,2%, lato — 86,6%, jesień — 99,9%, zima — 108,3%. W rozkładzie geograficznym omawianego stosunku największa różnica wystąpiła między zimą a latem. W zimie prawie w całym kraju przeważały opady nocne, a latem — opadyienne. Największe różnice między maksymalnymi i minimalnymi wartościami stosunku opadów nocnych do dziennych notowano w okresie jesieni, nieco mniejsze w okresie wiosny i lata, a najmniejsze w okresie zimy. Największą przewagę opadów nocnych nad dziennymi zanotowano w okresie wiosny (Szczecinek — 127,4%), a opadów dziennych nad nocnymi — w okresie lata (w Zakopanem nocne stanowiły tylko 71,2% dziennych).

Ogólnie można stwierdzić, iż w zachodniej części kraju istnieje większa tendencja do przewagi opadów nocnych nad dziennymi niż we wschodniej, natomiast większą tendencję do przewagi opadów dziennych nad nocnymi wykazuje część wschodnia.

4. Z rozważań nad wielkością stosunku opadów nocnych do dziennych w poszczególnych porach roku w Polsce nasuwa się wniosek, iż w przypadku podziału doby na porę nocną i dzienną według wschodu i zachodu słońca stopień przewagi opadów nocnych nad dziennymi w chłodnej porze roku oraz dziennych nad nocnymi w cieplej porze roku byłyby o wiele większy niż w przypadku przyjętego tu podziału doby na dwie równe części.

Przewagę opadów dziennych nad nocnymi w cieplej porze roku można tłumaczyć — jak się wydaje — tym, że w tej porze roku stosunkowo duży procent stanowią opady pochodzenia konwekcyjnego, związane, jak wiadomo, bardziej z dzienną porą doby. Większość opadów chłodnej pory roku jest pochodzenia frontowego (12, 33). Skoro w tej porze roku przeważają opady nocne, sądzić by należało, że opady frontowe są bardziej obfite lub częściej spotykane w nocnej połowie doby. Potwierdzenie tego przypuszczenia wymagałoby jednak dodatkowych, szczegółowych opracowań, dotyczących przede wszystkim przebiegu dobowego częstości i aktywności oraz prędkości przemarszu frontów atmosferycznych, co wykracza poza ramy niniejszego opracowania. Zakładając jednak, że częstość frontów w nocnej i dziennej porze doby jest jednakowa, należy przypuszczać, iż częściej dochodzi do powstawania opadów nocą dlatego, że poziom kondensacji pary wodnej jest wówczas położony na niższej wysokości niż w dzień — wiąże się to z niższą temperaturą powietrza okresu nocnego.

#### L I T E R A T U R A

1. Anderson T.: Om nederbordens dygnsvariation. Svensks naturvert. Forskningsrat (Arbbok), Stockholm 1968.

2. Bałaszewska J., Reutt F.: Częstość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce w okresie 10 lat 1946—1956. Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, z. 66, 1962.
3. Chomicz K.: Ulewy i deszcze nawalne w Polsce. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. VI, z. 5, 1951.
4. Chomicz K.: Opady w Zakopanem. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. VI, z. 5, 1959.
5. Gorczyński W.: O czasie trwania i natężenia deszczów w Warszawie według wskazań deszczomierza samopiszącego. Wiadomości Matematyczne, t. XXI, 1917.
6. Gumiński R.: Izanomale rocznych sum opadu na terenie Wielkopolski i Pojezierza Pomorskiego (Annual Isanomals of Precipitation in North-western Poland). Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny. Cz. I, R. 1950—1951.
7. Kaczorowska Z.: Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900—1959 (Driest and Most Humid Seasons of the Year in Poland in the Period 1900—1959). Przegl. Geof., z. 3, 1962.
8. Karliński F.: Wypadki średnioletnich godzinnych pomiarów deszczu wykonywanych w Obserwatorium Astronomicznym w Krakowie. Sprawozdania Komisji Polskiej Akademii Umiejętności, t. 25, 1893.
9. Karwowski A.: Opady o większym stopniu wydajności występujące w Polsce w okresie 1954—1958. Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, z. 77, 1963.
10. Koleśnik P. I.: Zadierżanie atmosferycznych osadków rastitielnym pokrowem. Mieteorołogija, klimatologija i gidrołogija, wydanie 3, 1968.
11. Komarowa M. W., Muchina E. G.: Metody raszczota efektywnych osadków. Mieteorołogija, klimatologija i gidrołogija, wydanie 3, 1968.
12. Kosińska-Bartnicka S.: Opady w Polsce (Les précipitations en Pologne). Prace Meteorologiczne i Hydrograficzne, z. 5, 1927.
13. Kossowski J.: Przebieg roczny częstości występowania głównych typów pogody w Polsce w latach 1951—1960 (The Yearly Course of the Frequency of Occurrence of the Main Weather Types in Poland in the Years 1951—1960). Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sec. D, vol. 7/8, 1968.
14. Koźmiński Cz.: Geograficzne rozmieszczenie większych burz gradowych zanotowanych na obszarze Polski w latach 1946—1956 (Geographical Distribution of Heavier Hail Storms Recorded in Poland in the 1946—1956 Period). Przegl. Geogr., t. XXXVI, z. 1, 1964.
15. Koźmiński Cz.: Występowanie opadów gradu na terenie powiatu buskiego w zależności od warunków fizjograficznych (Occurrence of Hail Fall in Busko County, Depending on Physiographical Conditions). Czas. Geogr., t. XXXVII, z. 1, 1966.
16. Krystek J.: Burze gradowe w Polsce. Gazeta Obserwatora PIHM, nr 7, 1961.
17. Lebediew A. N.: Prodłużytnost' dożdziej na tieritorii SSSR. Leningrad 1964.
18. Michałowski M.: Burze atmosferyczne w Lublinie (Atmospheric Storms in Lublin). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVII, 13, Lublin 1962.
19. Michałowski M.: O opadach dziennych i nocnych w cieplej i chłodnej połowie roku w Polsce (Über die täglichen und nächtlichen Niederschläge in warmen und kalten Halbjahren in Polen). Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sec. D, vol. 9, 1969.

20. Michna E.: Pomiary parowania wzdłuż profili poprzecznych doliny Sanu (w okolicy Przemyśla). Cz. II (Mesurages de l'évaporation le long des profils transversaux de la vallée de San (aux environs de Przemyśl). II-e partie). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVII, 2, Lublin 1964.
21. Moindrot C.: L'eau et les plantes sous climat tempéré. Norois VI, 24, X—XII, 1959.
22. Mycielska H.: Przykład ilustrujący związek między położeniem frontu a rozmieszczeniem maksymalnych opadów. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. I, z. 3—4, 1965.
23. Nieronowa L. M.: Raspriedielenije letnich osadkow w Moskowskoj oblasti. Trudy Centralnogo instituta prognoz, выпуск 52, 1957.
24. Parczewski W.: Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. VIII, z. 3, 1960.
25. Parczewski W.: Aeroklimatyczne pory roku w Polsce środkowej (Aeroclimatic Seasons of the Year in Central Poland). Przegl. Geof., z. 2, 1962.
26. Parczewski W.: O podziale roku w Polsce na porę chłodną i ciepłą (Concerning Division of the Year in Poland in a Cold and a Warm Season). Przegl. Geof., z. 3, 1962.
27. Parczewski W.: Układy ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza w Polsce środkowej (Sea level Isobaric Types in Central Poland). Przegl. Geof., z. 2, 1962.
28. Parczewski W.: Fronty atmosferyczne nad Polską. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, z. 59, 1965.
29. Romer E.: Klimat ziem Polskich (Le climate de la Pologne). Wybór prac, t. III, PWN, Warszawa 1962.
30. Schmuck A.: Stopień uwilgotnienia w Polsce w latach 1948—1951 (Degree of Moistening in Poland in 1948—1951). Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, z. 3—4, 1953.
31. Schmuck A.: O krążeniu wody w przyrodzie (De la circulation de l'eau dans la nature). Czas. Geogr., t. XXVII, z. 1, 1956.
32. Schmuck A.: Zarys klimatologii Polski. PWN, Warszawa 1959.
33. Smosarski W.: Bieg dobowy opadów i burz w Poznaniu (Variation diurne des précipitations et orages). Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Prace Komisji Matematyczno-Przyrodniczej, t. VI, z. 14, 1952.
34. Stopa M.: Przebieg dobowy występowania burz w Polsce (The Diurnal Course of Storm Occurrence in Poland). Przegl. Geogr., t. XXXI, z. 1, 1964.
35. Szczerbowski M.: Różnice w występowaniu opadów na małych obszarach. Gazeta Obserwatora PIHM, 5, 1965.
36. Taraszkiewicz W.: Charakterystyka deszczów ulewnych i nawalnych na obszarze Polski w latach 1956—1960 (Characteristics of Heavy and Torrential Rains over Poland in the Years 1956—1960). Przegl. Geof., z. 3—4, 1965.
37. Trybowski Cz.: O stosunkach opadowych w Rabce w latach 1934—1952. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, z. 5, 1955.
38. Tyczyński S.: O przebiegu dziennym opadów atmosferycznych (Notice concernant les variations diurnes des précipitations atmosphériques). Instytut Geofizyki i Meteorologii UJK we Lwowie, Komunikaty, t. 10, 1939.
39. Warakomski W.: Częstotliwość występowania rodzajów chmur w Polsce w okresie 1950—1959 (Fréquence d'apparition des genres de nuages en Pologne dans la période 1950—1959). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVI, 8, Lublin 1963.



40. Wiszniewski W.: Niektóre charakterystyczne opadów atmosferycznych w Polsce. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. I, z. 1, 1965.
41. Zinkiewicz W., Michna E.: Częstotliwość występowania gradów w województwie lubelskim w zależności od warunków fizjograficznych (Die Häufigkeit der Hagelniederschläge in der Lubliner Woiwodschaft in Beziehung auf die physiographischen Bedingungen). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. X, 5, Lublin 1955.
42. 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.

## РЕЗЮМЕ

В работе дано географическое размещение дневных и ночных осадков на территории Польши в разные времена года. Работа носит климатично-статистический характер и основана на средних 10-летних суммах атмосферных осадков без точного учета синоптических ситуаций или типов погоды, в которых выступали эти осадки. Исходным материалом послужили данные сумм атмосферных осадков (ежедневное измерение) 60 синоптических станций в  $6^{\circ}$  и  $18^{\circ}$  универсального времени за 1951—1960 гг. Осадки, измеренные в  $6^{\circ}$  утра называются ночными, а в  $18^{\circ}$  — дневными. Материал, на основе которого дана характеристика дневных и ночных осадков в разные времена года в Польше, представлен в картографической форме, как карты изогиет (рис. 6—13). Для сравнения подсчитаны и представлены картографически 10-летние средние суммы дневных и ночных осадков, взятых вместе (рис. 2—5). Определены отношения осадков одной половины суток к осадкам второй половины суток на отдельных станциях и представлены изолиниями (рис. 14—17). Отношение ночных осадков к дневным для каждого времени года дано в процентах.

Средняя 10-летняя величина дневных осадков для всей Польши в отдельные времена года выглядит так: весна — 64 мм, лето — 136 мм, осень — 67 мм, зима — 56 мм. Зимой наименьшие дневные осадки (меньше 40 мм) выступали в центральной части Сленской низменности и юго-западной Великопольше. В остальные времена года наименьшие дневные осадки наблюдались на Польской низменности, а их увеличение на юге и севере страны.

Средний ночной осадок за 1951—1960 гг. для всей страны в отдельные времена года составляет: весной — 64 мм, летом — 118 мм, осенью — 67 мм, зимой — 60 мм. Относительно низкие ночные осадки (меньше 50 мм) выступают на большей территории страны зимой, несколько меньшие — весной, наименьшие — осенью. Во всех местах летние ночные осадки превышали осадки остальных времен года. Наи-

меньшая пространственная дифференциация как ночных, так и дневных осадков наблюдалась осенью, а наибольшая — летом.

Величина ночных осадков, выраженная в процентах дневных осадков (отношение ночных осадков к дневным), в среднем для всей страны за 10-летие в отдельные времена года выглядит так: весна — 100,2%, лето — 86,6%, осень — 99,9%, зима — 108,3%. Зимой почти на всей территории Польши преобладали ночные осадки, а летом — дневные осадки. Наибольшие разницы рассматриваемого отношения наблюдаются осенью, меньшие — весной и летом, наименьшие — зимой. Отношение ночных осадков к дневным в некоторых местах во все времена года было почти одинаковым (напр. Ольштын), а в других очень отличалось (напр. Эльблонг). Принимая во внимание все времена года, наибольшее преобладание ночных осадков над дневными наблюдалось весной (Щецинек — 127,4%), а дневных осадков над ночными — летом (в Закопане ночные осадки составляли только 71,2%). В общем можно констатировать, что на западе страны замечается большая тенденция к преобладанию ночных осадков над дневными, чем на востоке. Зато большая тенденция преобладания дневных осадков над ночными проявляется в восточной части Польши.

Преобладание дневных осадков над ночными в теплое время года можно объяснить тем, что летом большой процент составляют конвекционные осадки, которые, как известно, в большой степени связаны с дневной частью суток. В холодное время года, когда в большей части выступают фронтальные осадки, преобладают ночные осадки. Следовательно, можно предполагать, что чаще возникают фронтальные осадки (или более обильные) в ночное время. Если рассматривать теплый фронт, то он подтверждается В. Парчевским (29).

Рассмотренные отношения осадков могут влиять на важный с практической точки зрения вопрос — эффективность осадков, который слабо изучен и разработан.

#### ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ

Рис. 1. Ночные осадки, выраженные в процентах дневных осадков, Сандомеж и Коле (а — 10-летние средние, б — 18-летние средние).

Рис. 2. Средние суммы весенних осадков, мм (1951—1960).

Рис. 3. Средние суммы летних осадков, мм (1951—1960).

Рис. 4. Средние суммы осенних осадков, мм (1951—1960).

Рис. 5. Средние суммы зимних осадков, мм (1951—1960).

Рис. 6. Средние суммы дневных осадков, весна, мм (1951—1960).

Рис. 7. Средние суммы дневных осадков, мм, лето (1951—1960).

Рис. 8. Средние суммы дневных осадков, мм, осень (1951—1960).

Рис. 9. Средние суммы дневных осадков, мм, зима (1951—1960).

Рис. 10. Средние суммы ночных осадков, мм, весна (1951—1960).

Рис. 11. Средние суммы ночных осадков, мм, лето (1951—1960).

Рис. 12. Средние суммы ночных осадков, мм, осень (1951—1960).

Рис. 13. Средние суммы ночных осадков, мм, зима (1951—1960).

Рис. 14. Ночные осадки, выраженные в процентах дневных осадков, весна (1951—1960).

Рис. 15. Ночные осадки, выраженные в процентах дневных осадков, лето (1951—1960).

Рис. 16. Ночные осадки, выраженные в процентах дневных осадков, осень (1951—1960).

Рис. 17. Ночные осадки, выраженные в процентах дневных осадков, зима (1951—1960).

Рис. 18. Отношение ночных осадков к дневным (в процентах) в среднем для Польши (1951—1960).

Рис. 19. Частота преобладания сумм месячных ночных осадков над дневными (в процентах) по всей Польше (1951—1960).

## S U M M A R Y

The aim of the paper is to present the geographical distribution of day and night precipitation over the area of Poland in particular seasons of the year. The paper is of climatico-statistical character and is based on the average ten-year amounts of precipitation without going into a detailed analysis of synoptic situation or of weather types during which the precipitation has occurred. The source material comprises the data concerning the amounts of precipitation measured at 60 synoptic stations every day at 6 o'clock a.m. (night precipitation) and at 6 o'clock p.m. (day precipitation) of the universal time over the period 1951—1960. The material was presented in the form of isohyetic maps (Figs. 6—13). For comparison, the average 10-year totals of day and night precipitation were presented cartographically (Figs 2—5). In order to find out whether there is a predominance of day over night precipitation at particular stations, the ratio of night to day precipitation (in %) for each season of the year was calculated and presented cartographically by means of isarithmic lines (Figs 14—17).

The average 10-year amount of day precipitation for Poland in particular seasons of the year was as follows: spring — 64 mm, summer — 136, autumn — 67 mm, winter — 56 mm. In winter, the smallest amount of day precipitation (less than 40 mm) occurred in the central part of the Silesian Lowland and in south-western Great Poland. In other seasons, its smallest amount was observed in the Polish Lowland and it was increased towards the south and north of Poland.

The average night precipitation for Poland over the period 1951—1960 was in each season of the year as follows: spring — 64 mm, summer — 118 mm, autumn — 67 mm, winter — 60 mm. The largest area of Poland of a relatively small amount of night precipitation (less



than 50 mm) was observed in winter, slightly smaller area in spring and the smallest one in autumn. In summer, the night precipitation in all localities was higher than during other seasons of the year. The smallest area differentiation of night precipitation, similarly as of day precipitation, occurred in autumn and the largest one in summer.

The average values of night precipitation expressed in the percentage of day precipitation (the ratio of night to day precipitation) for Poland over the period 1951—1960 were the following: spring — 100.2%, summer — 86.6%, autumn — 99.9%, winter — 108.3%. In winter, almost in the whole area of Poland there predominated night precipitation, whereas in summer — day precipitation. The largest differences in the values of this ratio were observed in autumn, whereas the smallest ones in winter. The ratio of night to day precipitation in some localities in all seasons of the year was almost equal (eg. Olsztyn) while in others it differed greatly (eg. Elbląg). Taking into consideration all seasons of the year, the highest predominance of night over day precipitation was observed in spring (Szczecinek 127.4%), whereas that of day over night in summer (in Zakopane, night precipitation constituted only 71.2% of day precipitation). In general, it can be accepted that in the western part of Poland a tendency of night precipitation to predominate over the day one is stronger than in the eastern part where, in turn, the day precipitation shows a tendency to predominate over the night precipitation.

The predominance of day over night precipitation in summer can be explained by the fact that at this time of the year convectional precipitation which is related more to daily time constitutes a high percentage. In a cold season of the year, during which frontal precipitation mainly occurs, the night precipitation predominates. Therefore, it may be assumed that the frontal precipitation is formed more frequently or that is heavier at night. In the case of warm front, it is confirmed by W. Parczewski (29).

The precipitation relationships presented in this paper may throw some light, from the practical point of view, on the problem of the so-called effectiveness of precipitation which has not been fully studied and discussed until now.