

MALGORZATA KIRSCHENSTEIN, DARIUSZ BARANOWSKI

## SUMY OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W POLSCE W LATACH 1951–1995

### ZARYS TREŚCI

Przy opracowaniu dobowych sum opadów atmosferycznych wykorzystano dane z 55 stacji. Przeanalizowano roczny przebieg sum opadów, ukazując zróżnicowanie w poszczególnych półroczach i porach roku. Wykreślono mapy ich geograficznego rozkładu, które pozwoliły określić regionalne zróżnicowanie pola opadów na obszarze Polski.

### WSTĘP

W przestrzennym rozkładzie opadów na kontynencie europejskim widoczna jest ich równoleżnikowa strefowość (warunkowana cyrkulacją atmosfery i cyrkulacją wód oceanicznych) oraz zmniejszanie się nad lądami ku wschodowi, wraz z oddalaniem się od Oceanu Atlantyckiego. EWERT (1984) uważa, że wyjątkową cechą kontynentu europejskiego jest występowanie dwóch maksimum opadów, rozdzielonych strefą niższych opadów. Najwięcej opadów otrzymuje strefa 40–50°N. Występują w niej pasma górskie o ogólnie równoleżnikowym przebiegu. W zimie są one pod wpływem klina wysokiego ciśnienia, łączącego Wyż Azorski z Wyżem Azjatyckim, w lecie znajdują się także pod wpływem klina wysokiego ciśnienia, związanego z Wyżem Azorskim. Drugie maksimum występuje w strefie 60–70°N i jest jednym ze skutków adwekcji ciepła w Oceanie Atlantyckim, która przesuwa centra niskiego ciśnienia w wyższe szerokości geograficzne. W strefie 50–60°N (znajduje się w niej prawie cały obszar Polski) opady w Europie są niższe

o ok. 100–150 mm, w porównaniu z opadami w strefach 60–70°N i 40–50°N.

Obszar Polski znajduje się na przejściu pomiędzy obszarem intensywnej działalności cyklonalnej na północy a obszarem podwyższonego ciśnienia na południu. Częstość występowania centrów cyklonów i antycyklonów nad Polską jest mała. Większość występujących tu układów to płytkie niży i słabo zaznaczone układy wyżowe, stąd dynamiczne cechy klimatu Polski kształtowane są przez peryferyjne części niżów i wyżów, których centra przemieszczają się poza jej obszarem. Od rodzaju układu barycznego i kierunku napływu mas powietrza zależy charakter cyrkulacji atmosferycznej, która z kolei warunkuje transport pary wodnej w dolnych warstwach atmosfery, rozwój ruchów konwekcyjnych oraz wpływa na stopniową transformację mas powietrza na drodze od wybrzeży Atlantyku, powodując wzrost kontynentalizmu pluwialnego ku wschodowi. Cyrkulacja atmosferyczna jest czynnikiem klimatotwórczym w skali globalnej i lokalnej, który decyduje o przewadze wpływów kontynentalnych lub też oceanicznych. Istotną rolę, głównie

w strefie Pobrzeża Południowobałtyckiego, odgrywa Morze Bałtyckie. Jego wpływ na opady jest widoczny przez cały rok, lecz jest on różny, w zależności od pory roku. Powoduje bądź przedłużenie czasu trwania opadów, bądź wzrost jego natężenia oraz zmianę położenia lub odsunięcie od wybrzeża strefy najwyższych opadów. Analizując pole opadów, należy również uwzględnić czynniki lokalne – rzeźbę terenu (wysokość i ekspozycję ku deszczonośnym wiałom), obecność zbiorników wodnych, stopień zalesienia, uprzemysłowienia, urbanizację, cyrkulację lokalną i inne. Wprowadzają one pewne modyfikacje w ogólnym rozkładzie opadów.

Roczny przebieg sum opadów należy do najistotniejszych cech klimatu, gdyż ukazuje zróżnicowanie sum opadów w poszczególnych półroczach, porach roku i miesiącach. Pomimo iż w Polsce opady występują we wszystkich miesiącach, to wyróżnione powyżej czynniki powodują dużą ich różnorodność i zmienność w przekroju rocznym. Celem przedstawionej tu analizy będzie ukazanie sezonowych różnic w przebiegu dobowych sum opadów.

Przy opracowaniu dobowych sum opadów atmosferycznych wykorzystano wyniki pomiarów meteorologicznych ze stacji sieci państwowej, działających na obszarze Polski w latach 1951–1995. Opracowaniem objęto 55 stacji. Dane pomiarowe posłużyły do wyznaczenia średnich wartości miesięcznych, sezonowych i rocznych oraz do wykreślenia map ich geograficznego rozkładu. Mapy pozwalają określić regionalne zróżnicowanie pola opadów i ocenić jego przyczyny. Omawiając warunki opadowe w Polsce, szczególną uwagę zwrócono na ich przebieg w skrajnych porach roku (lato, zima). Najlepiej charakteryzują one wartości ekstremalne i róż-

nicowanie czynników kształtujących opady. Jednak aby dokonać tej oceny, nie możemy pominąć charakterystyki przejściowych pór roku (wiosny, jesień). Okres roczny został podzielony na pory meteorologiczne, obejmujące pełne trzy miesiące: wiosnę (III, IV, V), lato (VI, VII, VIII), jesień (IX, X, XI), zimę (XII, I, II), oraz na półrocza: ciepłe (V–X) i chłodne (XI–IV). Porównując sumy opadów w porach roku, możemy określić porę występowania sum ekstremalnych, porę koncentracji opadów lub wskazać sezon maksymalnych i minimalnych opadów w ciągu roku, obliczając stosunek opadów zimy i lata, jesieni i wiosny, półrocza ciepłego i chłodnego. Podział roku na sezony pozwoli więc określić asymetrię rocznego przebiegu opadów.

Na początku analizy zostaną przedstawione podstawowe cechy rozkładu średnich rocznych i miesięcznych sum opadów i będą one stanowiły wstęp do dalszych rozważań nad cechami przebiegu opadów w porach roku.

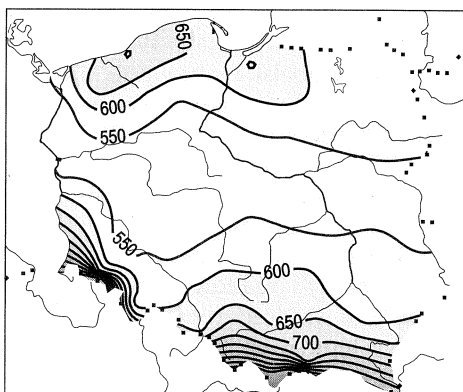
#### ROZKŁAD ŚREDNICH ROCZNYCH SUM OPADÓW

Geograficzny rozkład średnich rocznych sum opadów atmosferycznych na obszarze Polski był przedstawiany kilkakrotnie na mapach przez różnych autorów (uwzględniano różną liczbę stacji i różne okresy). W roku 1948 ukazała się mapa średnich rocznych sum opadów z okresu 1891–1910, opracowana przez J. Ostromęckiego. Jej analiza jest zawarta w pracy SCHMUCKA (1959). Następnie, w roku 1953 w „Atlasie opadów atmosferycznych w Polsce” ukazała się mapa średnich rocznych sum opadów z lat 1891–1930, opracowana przez W. Wiszniewskiego. Z innych opracowań należy wymienić mapy zamieszczone w „Atla-

sie klimatycznym Polski” (1973) z lat: 1931–1960 i 1951–1960. Charakterystyka okresu 1931–1960 znajduje się np. w pracach: MARTYN (1985), PASZYŃSKIEGO i NIEDZIEDZIA (1991), RADOMSKIEGO (1987), natomiast lat 1951–1960 w pracy KACZOROWSKIEJ (1986). Ponadto TAMULEWICZ (1993) opracował strukturę pola opadów atmosferycznych Polski w okresie 1951–1980. 30-letnią serię sum opadów (1951–1980) analizowali także KOZUCHOWSKI i WIBIG (1988).

Średnia roczna suma opadów na obszarze Polski w zależności od badanego okresu nieco się różni. Według różnych autorów jej wartość wynosi: 614,6 mm (w okresie 1891–1930) – RACHWAŁSKA (1962); 618,9 mm (w okresie 1891–1930, 126 stacji) – EWERT (1984); 639 mm (w okresie 1951–1960, 60 stacji) – STOPA-BORYCZKA, BORYCZKA (1976); 609,8 mm (w okresie 1951–1970, 66 stacji) – CHOMICZ (za BAC, ROJEK 1981); 600,1 mm (w okresie 1881–1980, autorzy wzięli po uwagę 6 stacji o względnie pełnych 100-letnich seriach obserwacyjnych) – KOZUCHOWSKI, WIBIG (1988).

W badanym w pracy okresie 1951–1995 średnia roczna suma opadów na obszarze Polski wyniosła 638,6 mm. W poszczególnych latach sumy te zmieniały się – od 472 mm (73,9% średniej wieloletniej) w 1982 r. do 824,6 mm (129,1% średniej wieloletniej) w 1974. Jeszcze większe różnice wystąpiły w niektórych stacjach, np. najniższą sumę zanotowano w Kole – 306,7 mm (1989), natomiast najwyższą na Kasprowym Wierchu – 2242,2 mm (1980). Biorąc pod uwagę rozkład geograficzny średnich rocznych sum opadów na obszarze całej Polski w latach 1951–1995, można stwierdzić, iż charakteryzuje się on dużym zróżnicowaniem. Średnie roczne sumy opadów zmieniały się od 506 mm (Kalisz) do 1760 mm (Zakopane). Zakres zmienności rocznych sum opadów jest



Rys. 1. Średnie roczne sumy (w mm) opadów atmosferycznych (1951–1995)

Fig. 1. Mean annual precipitation totals (in mm) (1951–1995)

więc duży i wynosi 1254 mm. W 67,3% stacji sumy opadów były jednak niższe od średniej. Ponadto w 7,3% stacji występują opady o wysokości 700–800 mm, a w 5,4% powyżej 800 mm. Tak duży zakres zmienności opadów na obszarze Polski wynika z oddziaływania wielu czynników, przede wszystkim ogólnej i lokalnej cyrkulacji oraz czynników geograficznych.

Przestrzenne zróżnicowanie rocznych sum opadów w Polsce jest znaczne (rys. 1):

- Bezpośrednio nad morzem, na płaskim i niskim wybrzeżu Bałtyku, roczne sumy opadów są niższe niż na Pojezierzu Pomorskim – poniżej 650 mm;
- W strefie Pojezierza Pomorskiego opady wyraźnie wznoszą się i przekraczają 650–700 mm, jednak najwyższe sumy są tu niższe od 800 mm;
- Na Pojezierzu Mazurskim średnie roczne sumy opadów wahają się od 550 do 700 mm;
- Nizinny środek kraju ma najniższe sumy opadów – poniżej 550 mm rocznie, a w Wielkopolsce i na Kujawach poniżej 500 mm;

- Na południe od nizin środkowopolskich opady wzrastają. Wyżyny: Małopolska i Lubelska otrzymują średnio ponad 550 mm opadów, natomiast bardziej wyniesiona i eksponowana ku zachodowi krawędź Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej otrzymuje średnio 650–700 mm w ciągu roku;

- Dalej na południe, ku łańcuchowi Karpat, sumy opadów szybko rosną. Największe średnie roczne sumy opadów występują w Tatrach, dochodząc do 1760 mm na Kasprowym Wierchu;

- W Bieszczadach sumy opadów przekraczają 700 mm;

- W Sudetach, na Śnieżce, średnia roczna suma opadów wynosi 1268,3 mm. Do obszarów o niższych sumach opadów (poniżej 700 mm), w porównaniu z najbliższym otoczeniem, zaliczyć można: Kotlinę Jeleniogórską, Kamiennogórską, Kłodzką i Przedgórze Sudeckie.

#### MIESIĘCZNE SUMY OPADÓW

Zmiany geograficznego rozkładu opadów w ciągu roku określono na podstawie map średnich miesięcznych sum (rys. 2.1–2.12). W analizie pominięto charakterystykę poszczególnych miesięcy. Zostały wyróżnione okresy o podobnych cechach rozkładu:

1. Okres od stycznia do kwietnia (rys. 2.1–2.4) – na ogół największe sumy opadów występują wówczas w północno-zachodniej i zachodniej Polsce oraz na obszarze gór i przedgórz. Przebieg izohiet jest silnie zróżnicowany i wskazuje, że czynniki kształtujące opady są zróżnicowane. W strefie Pojezierza Pomorskiego izohiety są ułożone równoległe do linii brzegowej, w zachodniej Polsce wykazują tendencję do przebiegu południkowego, natomiast na pozostałym obszarze – do równoleżnikowego. Różnice pomiędzy obszarami o najwięk-

szej i najmniejszej miesięcznej sumie wahają się od 84,0 mm (w lutym) do 111,0 mm (w kwietniu).

2. Okres od maja do czerwca (rys. 2.5–2.6) – zmniejszają się sumy opadów w północno-zachodniej Polsce (poza wyniesieniami pojeziernymi eksponowanymi na wiatry z sektora zachodniego); szczególnie jest to widoczne w strefie wybrzeża, gdzie małe opady są konsekwencją ochładzającego wpływu Bałtyku. Małe sumy opadów występują także na Nizinie Wielkopolskiej. Na południe od pasa nizin środkowej Polski izohiety zagęszczają się i układają równoleżnikowo, wskazując na duży wzrost opadów w kierunku obszarów górskich. W czerwcu występują największe różnice pomiędzy obszarami o największej i najmniejszej miesięcznej sumie, osiągające 172,3 mm.

3. Okres od lipca do grudnia (rys. 2.7–2.12) – izohiety na ogół układają się równoleżnikowo i zagęszczają w północnej i południowej Polsce, jako efekt dużych zmian sum opadów. Najmniejsze sumy opadów występują w pasie środkowej Polski i wzrastają na północ i południe.

Geograficzne rozkłady średnich miesięcznych sum opadów atmosferycznych, wyrażone w procentach sumy rocznej (rys. 3.1–3.12), pozwalają określić zarówno zmiany opadów w kolejnych miesiącach, jak i wskazać na zróżnicowanie czynników kształtujących opady w przekroju rocznym. Z rozkładów geograficznych wynika, że w niektórych miesiącach wystąpiło bardzo duże ich podobieństwo. Najważniejsze cechy zestawiono poniżej:

1. W okresie od grudnia do marca (rys. 3.1–3.3, 3.12) udział sum opadów zmniejsza się, w przybliżeniu ku wschodowi. Szczególnie duże wartości występują w części zachodniej i pół-

nocno-zachodniej Polski. W porównaniu z obszarami o najniższym udziale różnice dochodzą do 2,9–4%. Rozkład ten można wyjaśnić wpływem adwekcji powietrza z zachodu oraz znad M. Bałtyckiego (przede wszystkim w grudniu).

2. W kwietniu (rys. 3.4) kierunek zmian opadów znacznie się różni od poprzedniego – udział opadów zmniejsza się z południowego zachodu na północny wschód i wschód (od 7,8 do 5,0%). Najwyższe wartości (powyżej 7%) występują w południowo-zachodniej i południowej Polsce. W miesiącu tym zaczyna się kształtować rozkład zbliżony do następnego okresu: maj–czerwiec.

3. W maju i czerwcu (rys. 3.5–3.6) udziały sum opadów ogólnie zmniejszają się ku północy. W północnej Polsce izolynie w przybliżeniu układają się równoległe do linii brzegowej. W okresie tym gwałtownie wzrastają różnice pomiędzy obszarami o największym i najmniejszym udziale. W stosunku do kwietnia (2,9%), różnice w maju wzrosły do 6,2%, natomiast w czerwcu do 8,1%. Największy udział opadów maja (powyżej 10%) i czerwca (powyżej 13%) występuje w południowej i wschodniej Polsce. Może to być spowodowane osłabieniem wpływu zachodniej cyrkulacji atmosferycznej, ochładzającym wpływem Morza Bałtyckiego i wzrostem oddziaływania na opady czynników o zasięgu lokalnym.

4. W lipcu (rys. 3.7) sytuacja jest odwrócona w stosunku do rozkładu udziału sum opadów w kwietniu – zmiany przyjmują kierunek z północnego zachodu na południowy wschód. Największy wzrost sum opadów obserwuje się na skłonie południowo-wschodnim Pojezierza Pomorskiego i dalej, w kierunku doliny Wisły (powyżej 15%), oraz w Kotlinie Kłodzkiej (powyżej 15%). Rozkład ten jest w dalszym ciągu warunkowany wpływem czynników lokal-

nych. Zaznacza się również wzrost wpływu zachodniej cyrkulacji.

5. W sierpniu (rys. 3.8) układ izolinii jest podobny do układu w styczniu i lutym. Kierunek zmian jest jednak przeciwny – opady wzrastają na wschód i południe Polski. Największy ich udział występuje na Pobrzeżu Gdańskim, w północno-wschodniej Polsce, w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim.

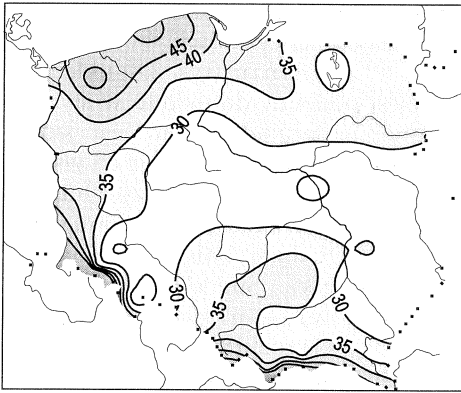
6. Od września do listopada (rys. 3.9–3.11) rozkład charakteryzuje się wzrostem udziału sum opadów ku północy (o 4,5–5,5%), czyli odwrotnie do rozkładu w maju i czerwcu. Taki układ wynika ze wzrastającego, w stosunku do lata, wpływu cyrkulacji atmosferycznej i bardzo widocznego w tej porze roku oddziaływania Bałtyku na opady w północnej Polsce.

7. Największe różnice pomiędzy obszarem o największym i najmniejszym miesięcznym udziale opadów w sumie rocznej występują w czerwcu (8,1%), a najmniejsze od grudnia do kwietnia (od 2,9 do 4,0%).

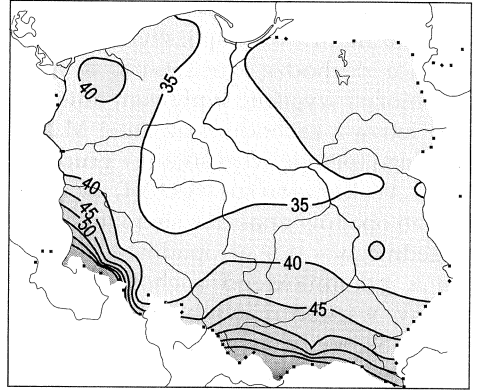
#### ŚREDNIE MAKSYMIMA I MINIMA SUM OPADÓW

W przebiegu rocznym maksima i minima opadów przypadają w Polsce w różnych miesiącach, w zależności od temperatury, zawartości pary wodnej w powietrzu oraz warunków sprzyjających jej kondensacji.

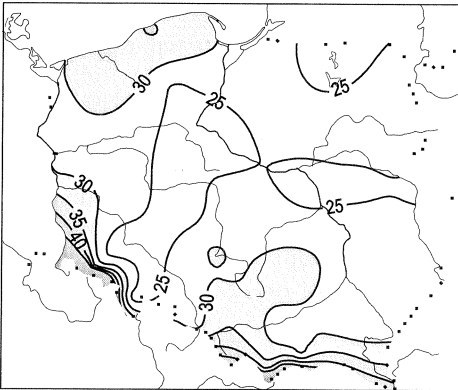
Największe miesięczne sumy opadów w przeważającej części kraju występują w lipcu (76,4% stacji). Główną przyczyną lipcowego maksimum jest stopień nagrzania podłoża atmosfery (posiada kontynentalny charakter). Na południowym i północnym wschodzie Polski oraz w niektórych częściach Karpat, przede wszystkim w Tatrach, pojawiają się maksima w czerwcu (18,2% stacji).



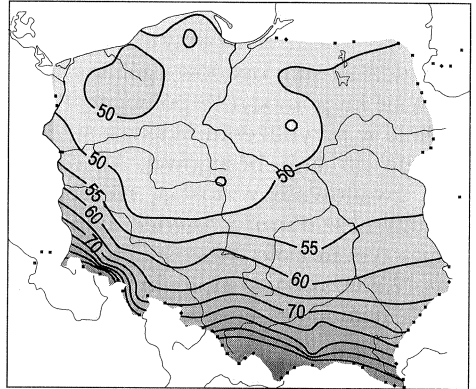
1) Styczeń (January)



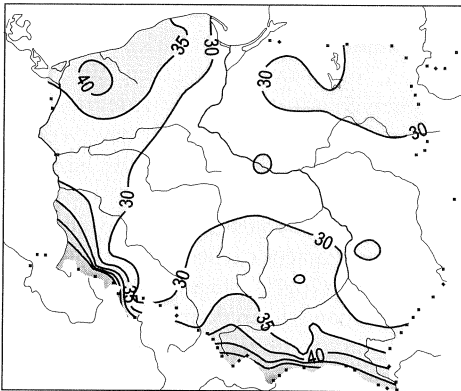
4) Kwiecień (April)



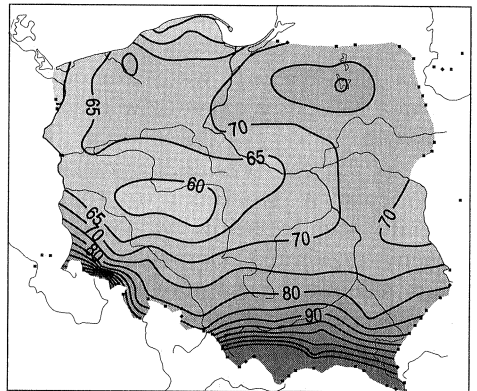
2) Luty (February)



5) Maj (May)

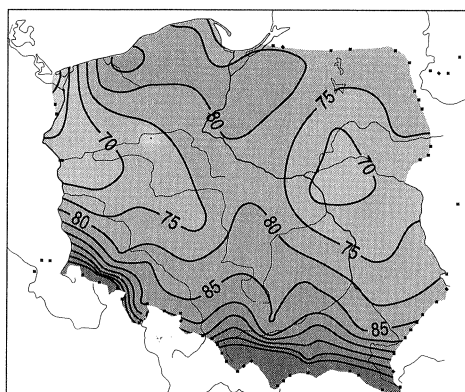


3) Marzec (March)

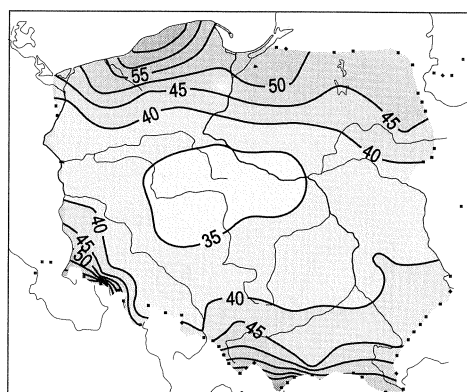


6) Czerwiec (June)

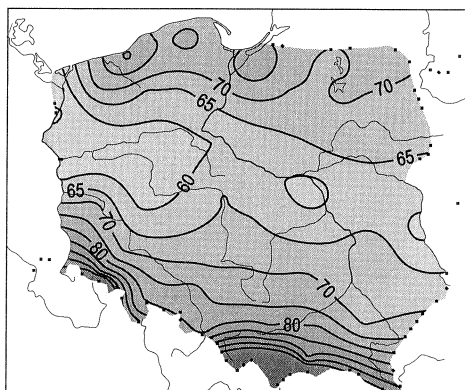
Rys. 2.1.–2.12. Średnie miesięczne sumy (w mm) opadów atmosferycznych (1951–1995)  
Fig. 2.1.–2.12. Mean monthly precipitation totals (in mm) (1951–1995)



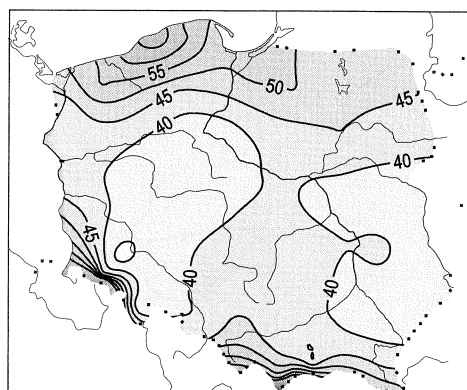
7) Lipiec (July)



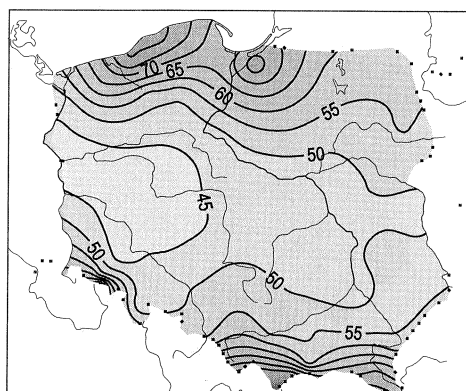
10) Październik (October)



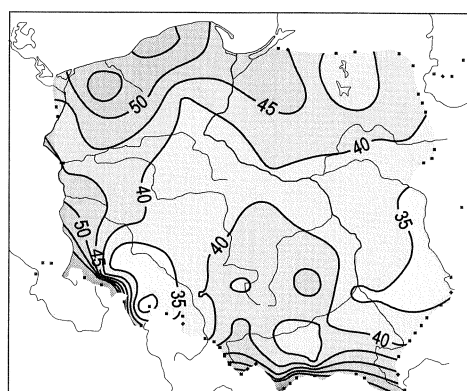
8) Sierpień (August)



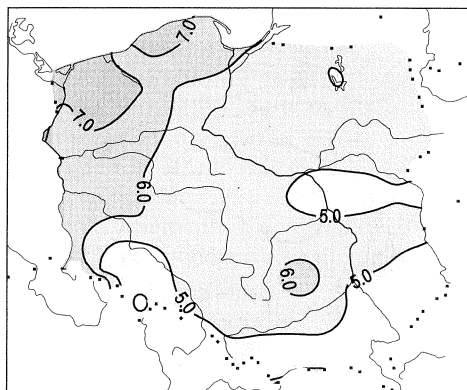
11) Listopad (November)



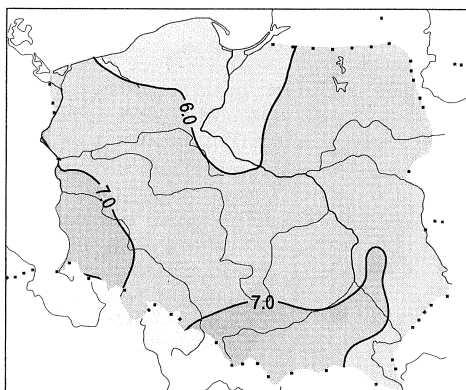
9) Wrzesień (September)



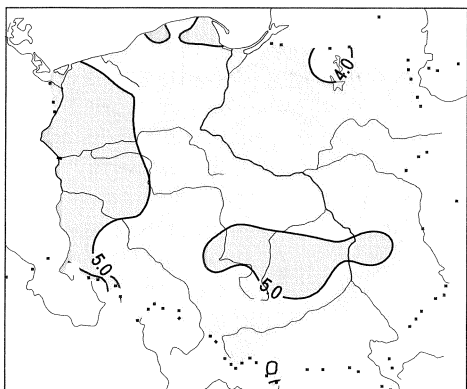
12) Grudzień (December)



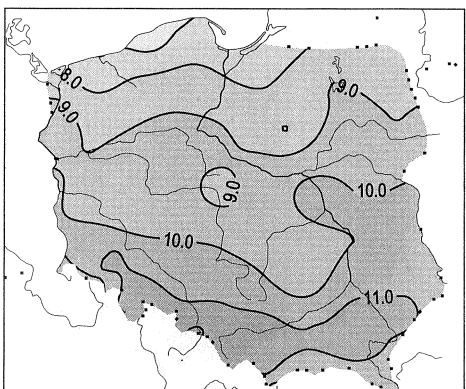
1) Styczeń (January)



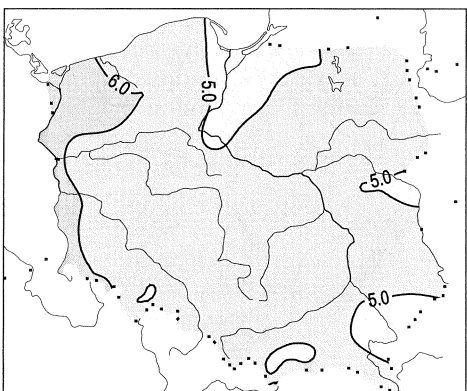
4) Kwiecień (April)



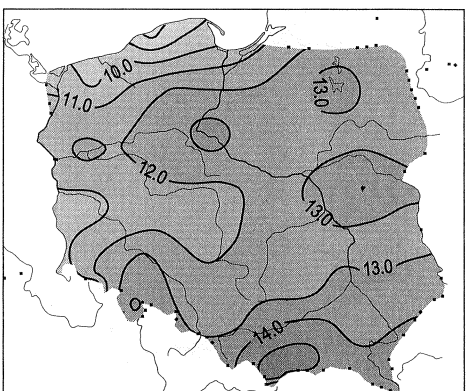
2) Luty (February)



5) Maj (May)



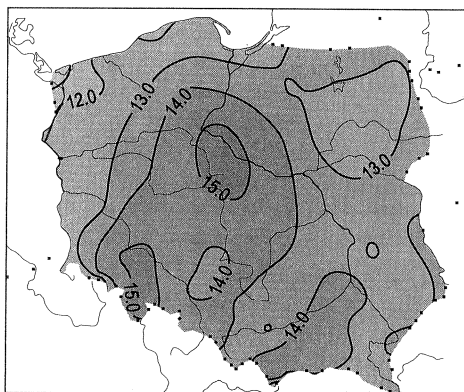
3) Marzec (March)



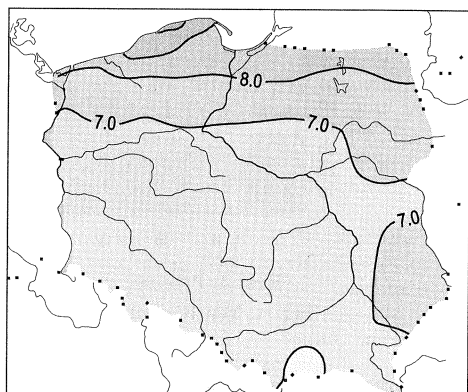
6) Czerwiec (June)

Rys. 3.1.-3.12. Udział (w %) sum opadów danego miesiąca w sumie rocznej (1951-1995)  
 Fig. 3.1.-3.12. The shares (in %) of monthly precipitation sums in the annual precipitation values within the area (1951-1995)

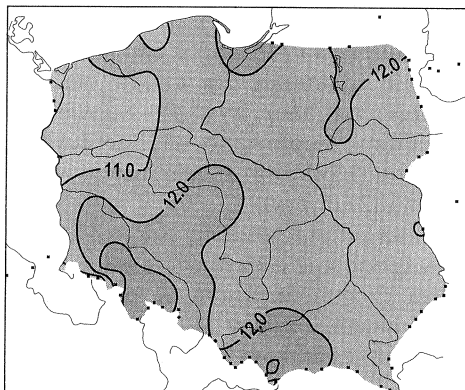




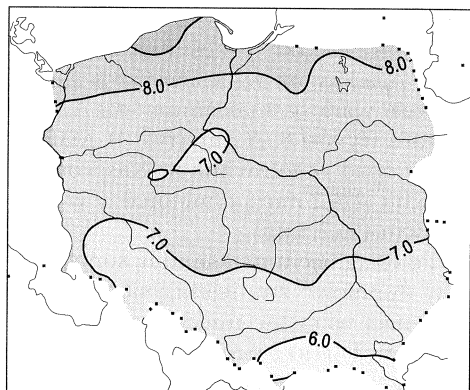
7) Lipiec (July)



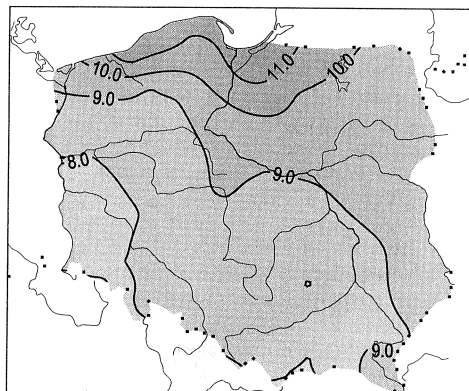
10) Październik (October)



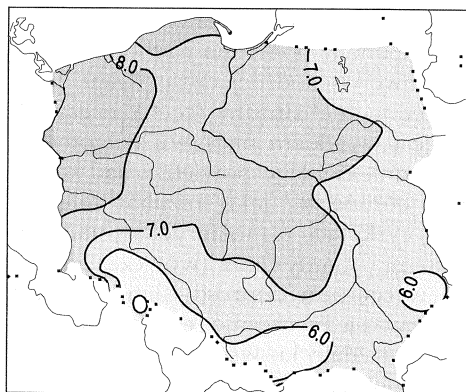
8) Sierpień (August)



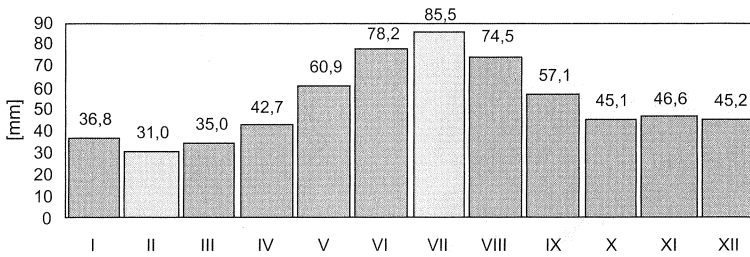
11) Listopad (November)



9) Wrzesień (September)



12) Grudzień (December)



Rys. 4. Przebieg roczny sum opadów w Polsce (1951–1995)

Fig. 4. Yearly course of precipitation totals in Poland (1951–1995)

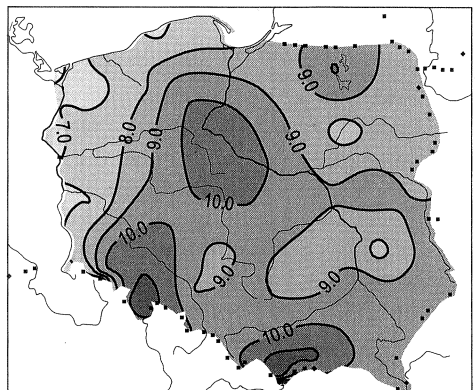
Uważane są one także za przejaw kontynentalizmu opadowego. Wyjątek stanowi wybrzeże, gdzie maksimum występuje w sierpniu (3,6% stacji). Są tu także przypadki przesunięcia maksimum opadów na wrzesień (1,8% stacji). Średnia wartość maksimum dla całego obszaru wynosi 85,5 mm (rys. 4). Maksymalny opad zanotowano na Kasprowym Wierchu (226,2 mm), a minimalny w Świnoujściu (56,2 mm).

Po osiągnięciu maksimum, sumy opadów stopniowo zmniejszają się, po czym zaczynają wzrastać między październikiem i listopadem lub między listopadem i grudniem. Zaznaczają się więc drugorzędne maksima opadowe, głównie na północy, zachodzie i w centrum Polski. Natomiast nie występują one w północno-wschodniej i południowo-wschodniej części kraju. Drugorzędne maksimum (cecha oceaniczna) jest wynikiem napływu wilgotnego, względnie ciepłego powietrza nad kontynent europejski, jako rezultat intensywnej cyrkulacji atmosferycznej nad Północnym Atlantykiem (wówczas ciśnienie w centrum depresji islandzkiej jest najniższe i jednocześnie centrum jest przesunięte najdalej ku wschodowi i północy). W północnej Polsce dodatkowo dopływ ciepła z powierzchni morza do atmosfery powoduje wzrost opadów jesienią.

Minimum opadów jest także zróżnicowane przestrzennie. Najczęściej

pojawia się ono w lutym (92,7% stacji). W niektórych jednak regionach minimum występuje w styczniu (Kotlina Kłodzka) – 3,6% stacji lub w marcu (okolice Helu i Elbląga) – 3,6%. Średnia wartość minimum dla całego obszaru wynosi 31,0 mm (rys. 4). Największe minimum zanotowano na Kasprowym Wierchu (105,4 mm), a najmniejsze w Kętrzynie (21,6 mm).

Rozkład przestrzenny minimów opadów (podobnie jak i maksimów) w roku ulega dużym zmianom w poszczególnych latach i zależy w znacznym stopniu od czynników cyrkulacyjnych.



Rys. 5. Średnia roczna amplituda, wyrażona w procentach rocznej sumy opadów (1951–1995)

Fig. 5. Mean annual amplitude as percentage of yearly sums of precipitation (1951–1995)

## AMPLITUDA ROCZNA

Istotnym wskaźnikiem rocznego przebiegu opadów jest amplituda (różnica między maksymalnymi i minimalnymi średnimi opadami miesięcznymi, wyrażona w procentach sumy rocznej). Jej geograficzny rozkład warunkowany jest występowaniem najwyższych i najniższych sum opadów (rys. 5). W latach 1951–1995 jej wartość waha się na terenie Polski od 5,5% (Świnoujście) do 12,0% (Zakopane). Najmniejsze amplitudy (poniżej 8%) występują w północno-zachodniej Polsce, na Nizinie Mazowieckiej, w północno-zachodniej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej oraz na Śnieżce (5,5%) i Kasprowym Wierchu (6,9%). Największe amplitudy (powyżej 10%) występują w pasie ciągnącym się od Kłodzka (11,9%), przez Wrocław (12,4%), Kalisz (11,7%) do Torunia (11,1%). Duża amplituda występuje również w trójkącie Zakopane (12,0%), Nowy Sącz (11,2%) i Tarnów (10,1%). Z rozkładu przestrzennego amplitudy rocznej wynika, że największe jej wartości występują na tych obszarach, gdzie maksymalne i minimalne opady miesięczne występowały w skrajnych porach roku, natomiast najniższe na obszarach, gdzie przebieg opadów odznaczał się mało zróżnicowanymi sumami miesięcznymi, z tendencją do wzrostu w okresie jesienno-zimowym, lub też minimum opadów wystąpiło jesienią (Śnieżka, Kasprowy Wierch).

## SUMY OPADÓW W PORACH ROKU

Analiza sum opadów w porach roku ma na celu wyeksponowanie cech rozkładu sum opadów w skrajnych porach roku na tle zmian rocznych. Uwzględniając wysokość sum opadów wniesionych do sumy rocznej na obszarze całej Polski,

uszeregowano pory roku w kolejności malejącej: lato (37,5%), jesień (23,5%), wiosna (21,9%) i zima (17,7%). Widoczne są jednak istotne różnice regionalne. Kożuchowski i Wibig (1988) wyróżnili 3 typy sezonowego rozkładu opadów w Polsce (sumy opadów uszeregowano w kolejności malejącej):

1. Typ Polski południowej  
– lato, wiosna, jesień, zima
2. Typ pomorski  
– lato, jesień, zima, wiosna
3. Typ strefy środkowej  
– lato, jesień, wiosna, zima

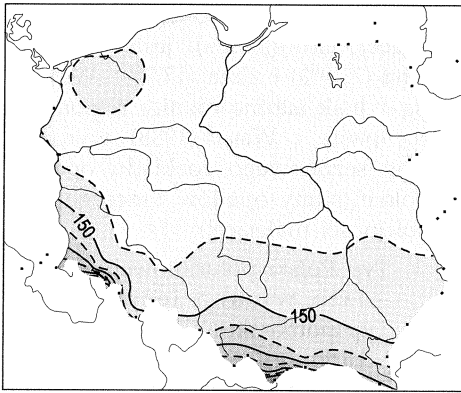
W latach 1951–1995 typowy układ lato–jesień–wiosna–zima występuje w środkowej i północno-wschodniej Polsce oraz w zachodniej części Pojezierza Pomorskiego. Występują także inne typy:

– lato–jesień–zima–wiosna na wybrzeżu i Pojezierzu Pomorskim; wyjątek stanowi tu Ustka, gdzie opady jesieni przewyższyły opady letnie (jesień–lato–zima–wiosna)

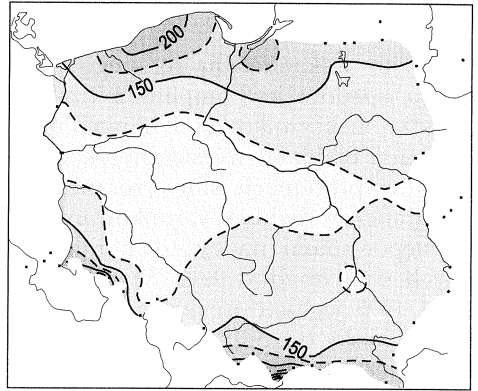
– lato–wiosna–jesień–zima obejmuje pas zachodni, ciągnący się od Gorzowa Wielkopolskiego na południe oraz cały obszar Polski południowej, z wyjątkiem Śnieżki i Kasprowego Wierchu, gdzie opady zimy przewyższyły opady jesieni (lato–wiosna–zima–jesień).

Rozkłady geograficzne udziału opadów pór roku w sumie rocznej (rys. 7.1–7.4) wskazują na ich wzrost wiosną z północy na południe (o 7,6%), a jesienią ku północy (o 11,7%). Natomiast latem udział sum opadów wzrasta z północnego zachodu na południe i południowy wschód (o 13,7%), a zimą – odwrotnie (o 10,3%).

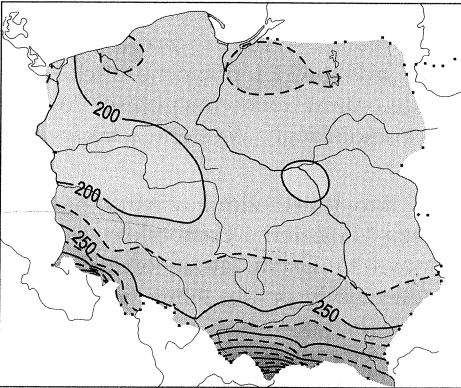
Wiosną (rys. 6.1) średnia suma opadów dla całego obszaru Polski wynosi 138,6 mm. Małe sumy opadów (poniżej 125 mm) występują w północnej



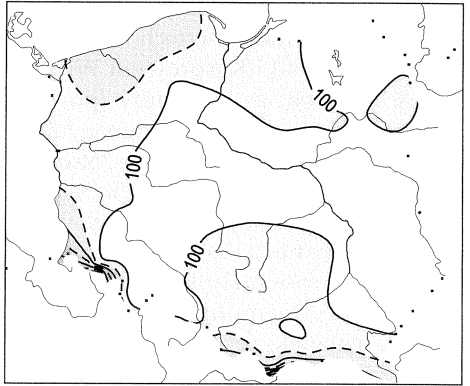
1) Wiosna (Spring)



3) Jesień (Autumn)



2) Lato (Summer)



4) Zima (Winter)

Rys. 6.1.–6.4. Średnie sumy opadów (w mm) w porach roku  
 Fig. 6.1.–6.4. Mean precipitation totals (in mm) in seasons

i środkowej Polsce. Zakres zmienności sum opadów jest tu mały – ok. 25 mm. Na obszarze wyżyn i gór izohiety układają się równoleżnikowo, a sumy zwiększają się wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza, od powyżej 125 mm do 425,7 na Kasprowym Wierchu. Na całym obszarze zakres zmienności jest duży – 325,6 mm.

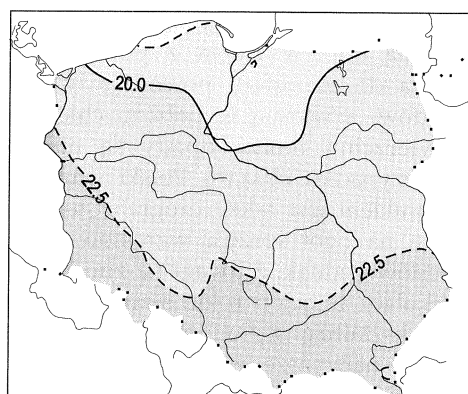
Latem (rys. 6.2) otrzymuje największą sumę opadów (238,3 mm). Najuboższe w opady letnie (poniżej 200 mm) są zachodnie obszary Pojezierza Pomorskie-

go, Pojezierze Wielkopolskie i Kotlina Warszawska. Na obszarze wyżyn i gór izohiety, podobnie jak wiosną, układają się równoleżnikowo, a sumy zwiększają się od powyżej 225 mm do 622,2 mm na Kasprowym Wierchu. Należy także zwrócić uwagę, że na obszarze środkowej Polski opady letnie są wyraźnie wyższe (powyżej 200 mm) niż w innych porach roku. Na całym obszarze zakres zmienności sum opadów, w stosunku do pozostałych pór roku, jest największy i wynosi 451,7 mm. W kształtowaniu

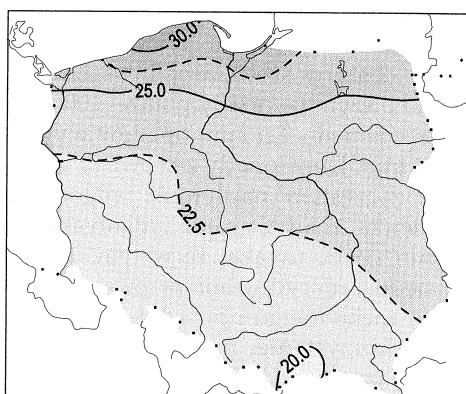
dużych letnich sum opadów największy udział mają opady konwekcyjne, wywołane prądami wstępującymi nad silnie nagrzanym lądem. Najczęstsze i najbardziej intensywne obserwuje się w środkowej części Polski. Ponadto, w tym okresie (wg LENARTA, 1983) obserwuje się maksymalne potoki pary wodnej (głównie w sierpniu), jednakże zarysowuje się wyraźna dywergencja strumienia pary wodnej, szczególnie we wschodniej części kraju. Efektem tego rozkładu mogą być niższe opady w północnej części

Polski i wyższe w Karpatach. Nie można tu jednak pominąć roli adwekcji wilgotnego powietrza napływającego z północnego zachodu, które także przyczynia się do wzrostu opadów na obszarze wyżyn i w górach.

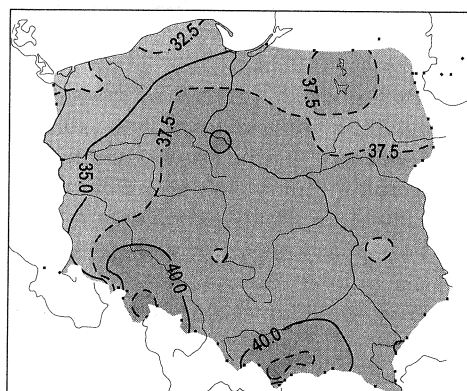
Jesień (rys. 6.3), ze średnią sumą 148,8 mm, cechuje się występowaniem największych sum opadów (powyżej 150 mm) w północnej Polsce, szczególnie w strefie wybrzeża i na północno-zachodnim skłonie Pojezierza Pomorskiego. Duże opady otrzymują także ob-



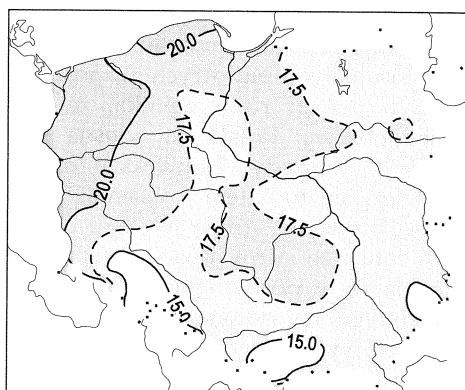
1) Wiosna (Spring)



3) Jesień (Autumn)



2) Lato (Summer)



4) Zima (Winter)

Rys. 7.1.–7.4. Udział (w %) sum opadów pór roku w sumie rocznej (1951–1995)

Fig. 7.1.–7.4. Percentage (in %) of seasons precipitation sums in the annual precipitation values within the area (1951–1995)

szary górskie. Są one jednak mniejsze, w porównaniu z opadami wiosennymi, ponieważ wiosną – przy częstym występowaniu północnej składowej cyrkulacji na eksponowanych ku północy stokach – opady są względnie wysokie, a jesienią – wobec południowej składowej tej cyrkulacji – opady są względnie niskie. Zakres zmienności sum opadów wynosi 239,4 mm.

Zimą (112,9 mm) strefa największych opadów (powyżej 125 mm) występuje w północno-zachodniej części Pojezierza Pomorskiego (rys. 6.4). Większe sumy występują jedynie na Śnieżce i Kasprowym Wierchu. Większość obszaru środkowej i wschodniej Polski otrzymuje opady poniżej 100 mm. Zakres zmienności sum opadów wynosi 286,8 mm. Duże opady zimowe są związane z częstym napływem wilgotnego powietrza znad Oceanu Atlantyckiego. LENART (1983) uważa, że w tym okresie występuje zdecydowana przewaga transportu zachodniego i południowego oraz że wykorzystanie przepływającej nad Polską pary wodnej jest większe niż latem. W styczniu strumienie pary wodnej wykazują nawet skłonności do zbieżności.

Z oceny przestrzennego zróżnicowania stosunków opadowych w poszczególnych porach roku wynika, że północne obszary Polski są wiosną najuboższe w opady. Największe opady pojawiają się tu latem i jesienią. Środkowa Polska otrzymuje w ciągu całego roku mniejsze sumy opadów (z wyjątkiem lata), w porównaniu z obszarami położonymi na północ i południe. Na obszarze wyżyn i gór największe sumy opadów występują latem i wiosną, najmniejsze zaś – zimą (wyjątek stanowi Śnieżka i Kasprowy Wierch, gdzie najniższe sumy występują jesienią).

Na obszarze Polski przestrzenny rozkład opadów w poszczególnych porach

roku jest zróżnicowany. Wynika to z różnorodności czynników, które go kształtują. Do najważniejszych należy tu cyrkulacja atmosferyczna. Jej wpływ jest szczególnie widoczny w porze jesiennej i zimowej. W lecie duże jest znaczenie czynników lokalnych, sprzyjających rozwojowi konwekcji nad ogrzonym lądem. Widoczny jest także wpływ cyrkulacji znad Morza Bałtyckiego w strefie wybrzeża i na skłonie północno-zachodnim Pojezierza Pomorskiego. Wpływ ten zaznacza się we wszystkich porach roku, jednakże o wysokości opadów decyduje głównie w przejściowych porach roku. Jesienią dopływ ciepła z powierzchni morza do atmosfery powoduje wzrost opadów, a wiosną w pobliżu chłodnej powierzchni morza opady są niskie. W przypadku obszaru Polski ważnym czynnikiem jest także orografia terenu, która na ogół sprzyja wzrostowi sum opadów. Jednak, z uwagi na zmienność cyrkulacji w ciągu roku, sumy opadów i tu kształtują się odmiennie. Przykładem są najwyższe wzniesienia – Kasprowy Wierch i Śnieżka, gdzie największe sumy opadów występują latem i wiosną, a sumy zimowe przekroczyły jesienne. Taki typ nie wystąpił na żadnej innej stacji w Polsce.

Różnorodność czynników powoduje, że powstają duże różnice w wysokości sum opadów pomiędzy skrajnymi porami roku. Sumy letnie przekraczają 2,2 razy sumy zimowe. Lokalnie różnice są znacznie większe i wahają się od 1,4 na Śnieżce do 3,37 w Zakopanem i 3,51 w Kłodzku. Stosunek ten jest niższy od 2 na Pojezierzu Pomorskim, wybrzeżu Bałtyku, Ziemi Lubuskiej, w Karconoszach, Tatrach (poza obszarami kotlin) oraz na Roztoczu i w Bieszczadach. Średnia różnica wynosi 125,4 mm. W skali regionów różnice są większe i wahają się w granicach:

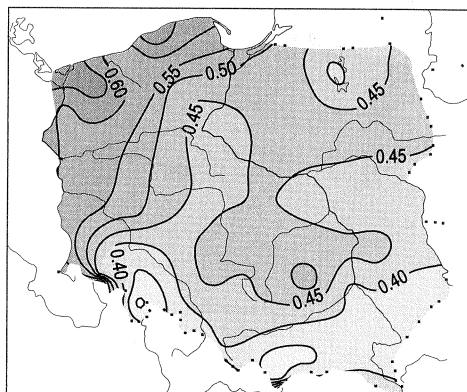
- w północno-zachodniej Polsce:  
od 52,5 do 115,0 mm,
- w północno-wschodniej Polsce:  
od 107,1 do 136,7 mm,
- w środkowej Polsce:  
od 75,6 do 145,0 mm,
- w pasie wyżyn:  
od 139,0 do 176,0 mm,
- na obszarze gór:  
od 170,0 do 261 mm,
- wyróżniły się także stacje położone w kotlinach – Zakopane i Kłodzko, gdzie sumy letnie były ok. 3,5 razy wyższe od zimowych.

W przejściowych porach roku różnice są małe. Sumy jesienne tylko w niewielkim stopniu (1,1) przekraczają sumy wiosenne. Średnia różnica wynosi zaledwie 10,2 mm na korzyść jesieni. W skali regionów różnice są większe. W 23 stacjach sumy wiosenne przewyższyły jesienne (wahały się od 0,3 mm w Poznaniu do 74,0 mm na Kasprowym Wierchu), a w 32 sumy jesienne przewyższyły wiosenne (wahały się od 0,4 mm w Zamościu do 103,1 mm w Ustce).

Z powyższego wynika, że istnieje przewaga opadów letnich nad zimowymi, z kolei opady jesieni i zimy w skali całej Polski są w przybliżeniu jednakowe, lecz regionalnie zróżnicowane, gdyż w ok. 58,2% stacji opady jesienne przewyższyły opady wiosenne.

#### ILORAZY SUM OPADÓW

Wskaźnikami przebiegu rocznego sum opadów i jednocześnie miarą oceanizmu pluwialnego są ilorazy: opadów zimy i lata (Z/L) oraz jesieni i wiosny (J/W). Duże wartości ilorazów wskazują bowiem na oceaniczne cechy rocznego przebiegu opadów atmosferycznych, małe zaś świadczą o cechach kontynentalnych. Na całym obszarze Polski iloraz



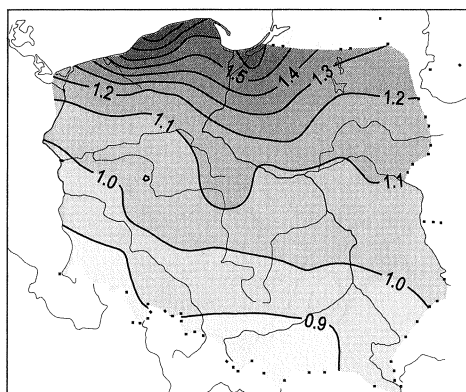
Rys. 8. Iloraz sum opadów zimy/lata

Fig. 8. Quotient of the winter and summer

zimy i lata jest równy 0,5, natomiast jesieni i wiosny 1,1.

Wartość ilorazu opadów zimy i lata (Z/L) maleje z zachodu na wschód (rys. 8), wskazując na stopniowe osłabienie cech oceanicznych i wyraźny wzrost kontynentalizmu w rozkładzie opadów. Na skłonie południowo-wschodnim Pojezierza Pomorskiego opady lata są już dwukrotnie wyższe od opadów zimy i stopniowo wzrastają w kierunku Wisły. Wartość ilorazu zmienia się od 0,72 na Śnieżce, 0,70 w Ustce do 0,28 w Kłodzku, 0,3 w Zakopanem i wskazuje na wyraźne cechy oceaniczne północno-zachodniej Polski i szczytów górskich oraz kontynentalizm kotlin górskich i pogórzy.

W przypadku ilorazu jesieni i wiosny (rys. 9) izoliny układają się równoleżnikowo (lekko odchylając się w zachodniej Polsce ku północnemu zachodowi), a ich wielkość wzrasta ku północy – od 0,83 (Kasprowy Wierch) do 1,87 (Ustka). Zmiany te zachodzą najszybciej na północy kraju, zwłaszcza na Pomorzu. Przebieg ten warunkowany jest ocieplającym wpływem Morza Bałtyckiego w okresie jesieni, który stopniowo maleje w głąb lądu. Wzdłuż linii



Rys. 9. Iloraz sum opadów jesieni/wiosny  
Fig. 9. Quotient of the autumn and spring

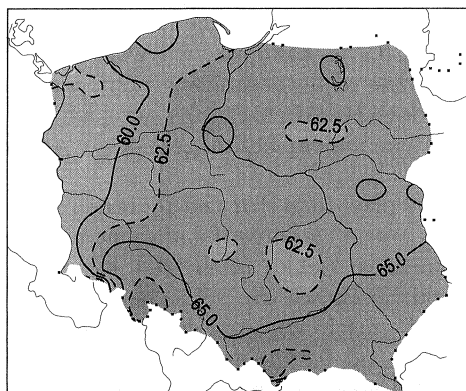
Zamość–Kielce–Wieluń–Leszno–Gorzów Wielkopolski następuje zrównanie sum opadów jesieni i wiosny, na południe od tej linii wiosną jest więcej opadów niż jesienią.

Z podziału sumy rocznej na sumy półroczne (półrocze ciepłe – od maja do października i półrocze chłodne – od listopada do kwietnia) wynika, że na obszarze Polski 62,9% (401,4 mm) opa-

dów spada w półroczu ciepłym. We wszystkich stacjach sumy opadów w półroczu ciepłym były wyższe od sum w półroczu chłodnym (średnio o 164,1 mm).

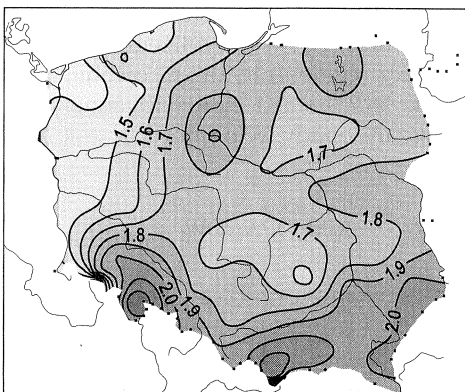
Rozkłady geograficzne (rys. 10) charakteryzują się wzrostem udziału opadów półrocza ciepłego – od izolinii 60% – z północnego zachodu na południowy wschód. Natomiast na zachód i północ od tej izolinii udział sum opadów tego półrocza jest znacznie niższy. Udział sum półrocza ciepłego na całym obszarze zmienia się od 56,7% (w Świnoujściu) do 70,1% (w Kłodzku). Różnica pomiędzy obszarami o największym i najmniejszym udziale w sumie rocznej wynosi 13,4% (91,5–422,5 mm). Ponadto rozkład geograficzny udziału sum opadów w półroczu ciepłym jest bardzo podobny do rozkładu letniego (rys. 7.2).

Według KOZUCHOWSKIEGO i WIBIG (1988) istotny jest przebieg izolinii 64% w półroczu ciepłym (lub 36% udziału półrocza chłodnego), która wyznacza zasięg występowania oceanicznych cech przebiegu opadów. W Polsce zasięg tej



Rys. 10. Opady półrocza ciepłego w procentach rocznej sumy opadów

Fig. 10. Precipitation in the warm seasons as a percentage of yearly sums of precipitation



Rys. 11. Iloraz sum opadów półrocza ciepłego/półrocza chłodnego

Fig. 11. Quotient of the warm and cold half year



izolinii obejmuje Polskę północno-zachodnią, częściowo środkowo-wschodnią oraz najwyższe góry.

Iloraz opadów półrocza ciepłego i chłodnego (Pc/Pch), zmieniający się w granicach od 1,2 (na Śnieżce) do 2,3 (w Kłodzku), ma rozkład geograficzny odwrócony w porównaniu do rozkładu ilorazu zimy i lata – jego wartość wzrasta z zachodu na wschód (rys. 11).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy zmian pola opadów w przekroju rocznym w Polsce wysnuć można następujące wnioski:

- sumy letnie przekraczają średnio 2,2 razy sumy zimowe – średnia różnica wynosi 125,4 mm;

- w skali regionów różnice są większe i zmieniają się od 52,5 mm w północno-zachodniej Polsce do 261 mm w górach;

- w przejściowych porach roku różnice są małe, sumy jesienne tylko w niewielkim stopniu (1,1) przekraczają sumy wiosenne; średnia różnica wynosi zaledwie 10,2 mm na korzyść jesieni;

- wartość ilorazu opadów zimy i lata (Z/L) maleje z zachodu na wschód, wskazując na stopniowe osłabienie cech oceanicznych i wyraźny wzrost kontynentalizmu w rozkładzie opadów;

- wartość ilorazu opadów jesieni i wiosny (Z/L) maleje z północy na południe; w północnej części kraju duże wartości ilorazu są efektem ociepla-

jącego wpływu Morza Bałtyckiego w okresie jesieni;

- na obszarze Polski 62,9% opadów spada w półroczu ciepłym.

## LITERATURA

- Atlas klimatyczny Polski. Warszawa 1973.
- BAC S., ROJEK M., 1981: Meteorologia i klimatologia. PWN, Warszawa.
- EWERT A., 1984: Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Słupsk.
- KACZOROWSKA Z., 1986: Pogoda i klimat. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- KOZUCHOWSKI K., WIBIG J., 1988: Kontynentalizm pluwiálny w Polsce, zróżnicowanie geograficzne i zmiany wieloletnie. Acta Geographica Lodziensis, 55.
- LENART W., 1983: Transport pary wodnej nad terytorium Polski. Przegląd Geof., 28, 3–4.
- MARTYN D., 1985: Klimaty kuli ziemskiej. PWN, Warszawa.
- OSTROMEŃSKI J., 1948: Wiekowe wahania opadów w północnych zlewniach Środkowej Europy. Gosp. Wodna, 8, 4.
- PASZYŃSKI J., NIEDZWIEDŹ T., 1991: Klimat. [W:] L. Starkel (red.), Geografia Polski – środowisko przyrodnicze. PWN, Warszawa.
- RACHWAŁSKA Z., 1962: Średnie miesięczne temperatury i średnie miesięczne sumy opadów obszaru województw Polski. Lublin (maszynopis).
- RADOMSKI Cz., 1987: Agrometeorologia. PWN, Warszawa.
- SCHMUCK A., 1959: Zarys klimatologii Polski, PWN, Warszawa.
- STOPA-BORYCZKA M., BORYCZKA J., 1976: Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. II. Wyd. UW, Warszawa.
- TAMULEWICZ J., 1993: Struktura pola opadów atmosferycznych Polski w okresie 1951–1980. Uniw. A. Mickiewicza, Seria Geogr., 56. Poziom.

## PRECIPITATION TOTALS IN POLAND FOR THE 1951–1995 PERIOD

## Summary

The aim of this article is the analysis of the seasonal and annual course of precipitation totals and their spatial distribution in Poland. The basis for the analysis was mean daily precipitation totals for the 1951–1995 period from 55 IMWM (Institute of Meteorology Water Management) stations and precipitation maps showing mean monthly, seasonal and annual rainfall distribution. The main part of the work is a description of spatial distribution of precipitation in Poland. Particularly winter and summer precipitation totals has been analyzed.

In the article an annual period has been divided into four meteorological seasons: spring (whole months – III, IV, V), summer (VI, VII, VIII), autumn (IX, X, XI) and winter (XII, I, II).

The research of rainfall variation in Poland in the seasonal and annual course has shown that:

- summer precipitation totals are two times higher than in winter,
- differences between spring and autumn precipitation totals are small, autumn slightly (1,1) exceed spring values,
- quotient of winter/summer total precipitation decrease eastward showing gradual growth of continentality,
- quotient of autumn/spring total precipitation diminishes from the north to the south of Poland; rather big quotients in the north are the result of the warming caused by the Baltic Sea during the autumn,
- 62.9% of precipitation in Poland occur in the warm half-year.