

Małgorzata Kirschenstein

Instytut Geografii
Pomorska Akademia Pedagogiczna
Słupsk

WIELOLETNIE ZMIANY SUM OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA WYBRANYCH STACJACH PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ POLSKI

Wstęp

Wieloletnie serie obserwacyjne mają zastosowanie w opracowywaniu prognoz klimatycznych (Boryczka 1993, 1997; Kożuchowski 1985, 1994; Miętus 1996; Ewert 1998, Kirschenstein 2002a, b, 2004), ponieważ pozwalają ocenić zmienność danego elementu meteorologicznego (na przykład temperatury i opadów atmosferycznych) lub prognozować zmiany klimatu. W tej pracy zostanie przedstawiona analiza wieloletnich sum opadów na obszarze północno-zachodniej Polski. Obszar ten obejmuje Pojezierze Pomorskie po Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką na południu i przyległą od wschodu Dolinę Dolnej Wisły. Znajduje się tu sześć stacji (Szczecin, Koszalin, Lębork, Gorzów Wlkp., Chojnice i Bydgoszcz, po 1980 r. – Toruń), które mają ciągi obserwacji z okresu 1861-1996. Pole opadów na wybranym obszarze jest kształtowane przez wiele czynników, m.in. cyrkulację atmosferyczną, położenie obszaru Bałtyku w zasięgu częstych wędrowek ośrodków niskiego ciśnienia, położenie północnej części pojezierzy w zasięgu oddziaływania drugorzędowego strefowego maksimum opadów (60-70°N), wpływ Morza Bałtyckiego oraz hipsometrię i orografię północno-zachodniej Polski.

Dane obserwacyjne nie są w pełni jednorodne, jednakże ich uśrednienie wskaże zróżnicowanie w przebiegu rocznych, półrocznych i sezonowych sum opadów. W celu wyeliminowania krótkookresowych wahań zastosowano filtr trójkątny 7-wyrazowy: $a'_i = 1/16 (a_{i-3} + 2*a_{i-2} + 3*a_{i-1} + 4*a_i + 3*a_{i+1} + 2*a_{i+2} - a_{i+3})$. Przy opracowaniu brane będą pod uwagę średnie wieloletnie obliczone dla każdej stacji oraz średnie z 6 stacji – reprezentujące w przybliżeniu obszar północno-zachodniej Polski. Na wykresach zostały uwzględnione średnie ze 136 lat i średnie 10-letnie. W analizie zostaną przedstawione podstawowe cechy przebiegów średnich rocznych sum opadów, czasu występowania maksimum i minimum opadów, zróżnicowania sezonowego – w porach roku i półroczach. Cechy te pozwolą ukazać zróżnicowanie czasowe i przestrzenne pola opadów w północno-zachodniej Polsce.

Wieloletnie roczne sumy opadów

Średnia roczna wyrównana suma opadów (tab. 1) z 6 stacji wynosi 589,9 mm; najwyższa wystąpiła w Koszalinie (709,2 mm), najniższa – w Bydgoszczy (513,2 mm). Wieloletnie zmiany średnich rocznych sum opadów wykazują pewną rytmiczność – na przemian występują okresy ich wzrostu i spadku (ryc. 1). W Koszalinie najwyższe sumy opadów wystąpiły w latach: 1926 (809,3 mm) i 1980 (815,4 mm), a tylko w 1864 r. suma opadów (598,3 mm) była niższa od 600 mm. Na żadnej z pozostałych stacji suma roczna nie przekroczyła 800 mm. W Łęborku zakres zmienności rocznych sum opadów jest największy i waha się od 744,8 mm (1980 r.) do 487,7 mm (1875 r.). Na pozostałych stacjach zarówno wartości najwyższe, jak i najniższe były zbliżone: Bydgoszcz – od 625,2 (1980 r.) do 424,5 mm (1885 r.); Chojnice – od 646,0 (1889 r.) do 470,6 mm (1900 r.); Gorzów Wlkp. – od 663,7 (1967 r.) do 464,9 mm (1874 r.); Szczecin – od 673,4 (1940 r.) do 457,3 mm (1864 r.). Przebieg krzywych wskazuje na duże różnice w wysokości sum opadów pomiędzy stacjami, znaczne podobieństwo w rozkładzie okresów wzrostu i spadku opadów, choć na każdej stacji widoczne są lata odbiegające od ogólnych prawidłowości. Zróżnicowa-

Tabela 1

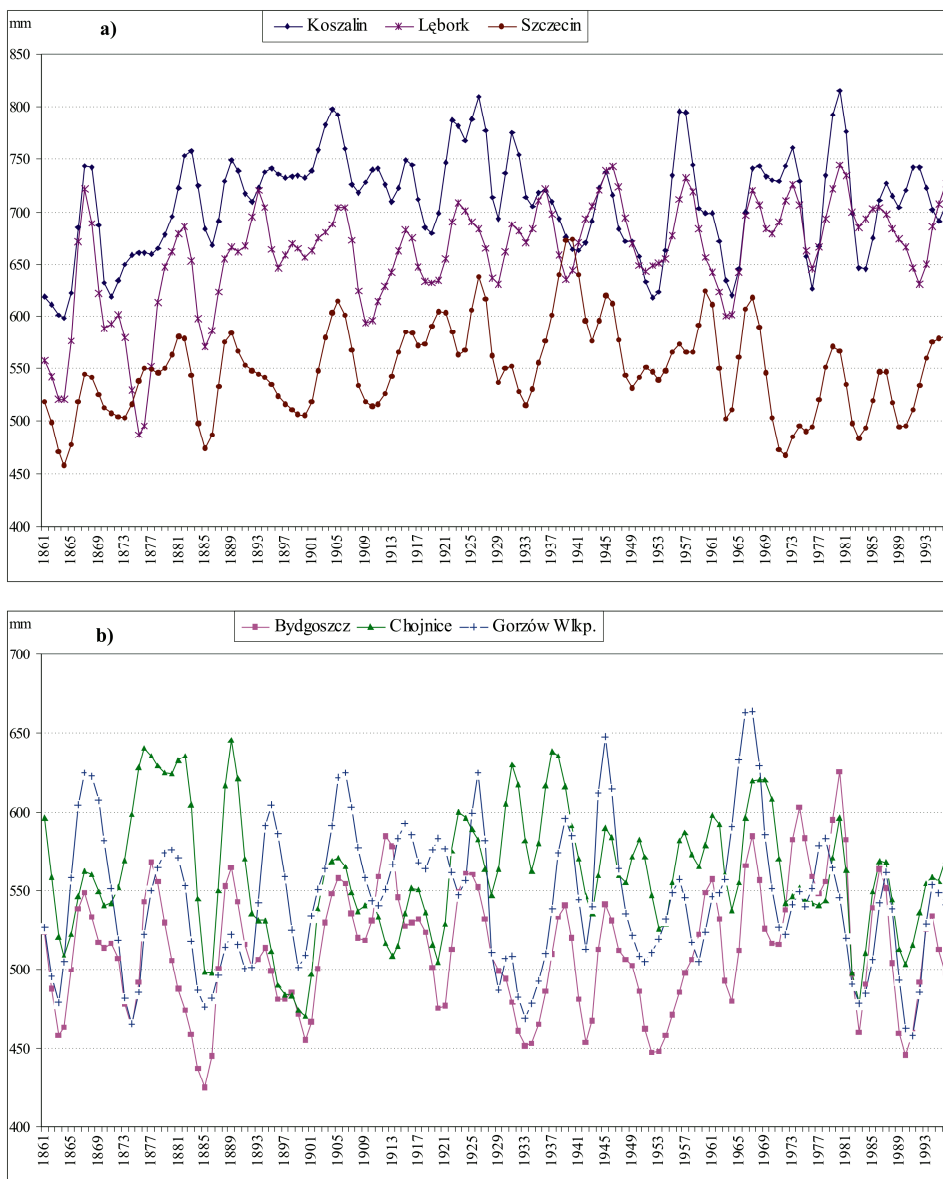
Średnie miesięczne i roczne sumy opadów (1861-1996)

Stacja Miesiąc, rok	Jed- nostka	Koszalin	Bydgoszcz	Chojnice	Gorzów Wlkp.	Łębork	Szczecin	Średnia z 6 stacji
styczeń	mm	46,1	29,6	34,0	36,9	42,6	36,9	37,7
luty	mm	36,4	24,6	28,0	30,8	33,0	29,1	30,3
marzec	mm	39,1	28,9	33,3	33,7	36,9	34,4	34,4
kwiecień	mm	41,4	34,1	36,1	36,8	36,8	37,6	37,1
maj	mm	50,6	49,9	49,4	46,6	51,1	46,8	49,1
czerwiec	mm	67,5	59,0	62,6	64,0	58,1	56,4	61,3
lipiec	mm	87,8	71,4	77,3	73,5	84,0	72,0	77,7
sierpień	mm	87,7	61,5	69,2	62,0	77,6	62,8	70,1
wrzesień	mm	77,5	44,6	48,8	42,4	74,9	46,8	55,8
październik	mm	63,5	38,1	42,8	38,7	59,3	43,1	47,6
listopad	mm	58,6	36,3	40,5	39,8	54,5	40,5	45,0
grudzień	mm	53,0	35,2	39,1	40,8	51,4	43,2	43,8
rok	mm	709,2	513,2	561,1	546,0	660,2	549,6	589,9

* Maksimum i minimum pogrubiono

nie w kształtowaniu wieloletnich sum opadów wynika ze zmiennego oddziaływania ogólnej i lokalnej cyrkulacji oraz uwarunkowań geograficznych (Kirschenstein 2004).

Przykładem znacznych różnic w przebiegu rocznym opadów pomiędzy stacjami jest również czas występowania maksimum i minimum opadów. W przebiegu rocznym średnie wieloletnie maksimum opadów na wszystkich stacjach wystąpiło w lip-



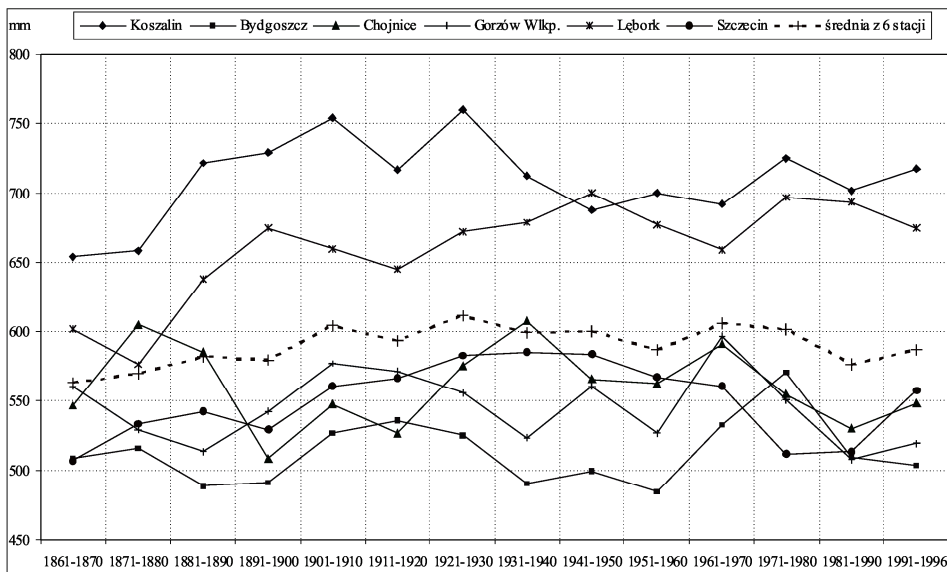
Ryc. 1. Wieloletnie zmiany rocznych sum opadów (1861-1996) w: a) Koszalinie, Łęborgu, Szczecinie; b) Bydgoszczy, Chojnicach i Gorzowie Wlkp.

cu, minimum natomiast w lutym (tab. 1). Jednakże w poszczególnych latach maksimum i minimum pojawiało się w różnych miesiącach. W Koszalinie i Lęborku były to: VII, VIII, IX, X, XI; w Szczecinie – VI, VII, VIII i XI; w Chojnicach, Gorzowie Wlkp. i Bydgoszczy – VI, VII, VIII. O występowaniu maksimum opadów w lecie decydują centra akcji atmosferycznej, stopień nagrzania podłoża atmosfery, zawartość pary wodnej w powietrzu i warunki sprzyjające jej kondensacji.

Brak maksimum czerwcowego w Koszalinie i Lęborku oraz duży udział lat z maksimum w sierpniu i miesiącach jesiennych świadczy o wpływie Morza Bałtyckiego, którego ochładzające oddziaływanie powoduje przesunięcie maksimum na późniejsze miesiące. Na stacjach tych bardzo często poza maksimum letnim pojawia się również drugie maksimum w miesiącach jesiennych – jako przejaw wpływu zarówno Morza Bałtyckiego, jak i Oceanu Atlantyckiego. Na pozostałych stacjach przeważają lata z maksimum lipcowym, bardzo często pojawia się także maksimum w czerwcu. Maksima czerwcowe i lipcowe są z kolei przejawem cech kontynentalnych przebiegu opadów (Kirschenstein 2004).

Minimum opadów, o występowaniu którego w dużym stopniu decydują czynniki cyrkulacyjne, ulegało (podobnie jak maksimum) dużym zmianom w poszczególnych latach. Poza lutym minimum pojawiało się także w styczniu, marcu lub kwietniu (poza Bydgoszczą).

W przebiegu krzywych 10-letnich widoczne są także cykliczne zmiany opadów (ryc. 2). Średnia z 6 stacji charakteryzuje się wyraźnym wzrostem sum opadów w 10-leciach: 1901-1910, 1921-1930, 1961-1970. Uogólniając, możemy przyjąć, że roczne sumy opadów na obszarze północno-zachodniej Polski wzrastały od początku rozważanego okresu do początku lat 30. XX w., po czym zmniejszały się do początku lat 60. W latach 60. opady ponownie zaczęły wzrastać i był to jeden z okresów



Ryc. 2. Średnie 10-letnie sumy opadów (1861-1996)

o najwyższych sumach opadów w całym badanym wieloleciu. Następnie, od początku lat 70. zaznaczyła się tendencja spadkowa, a w latach 90. opady ponownie zaczęły wzrastać. W Koszalinie i Lęborku wszystkie średnie 10-letnie przewyższały średnią z 6 stacji, zaś w Chojnicach tylko w 10-leciach: 1871-1880 i 1931-1940. Pozostałe stacje miały wartości niższe.

Sumy opadów w porach roku

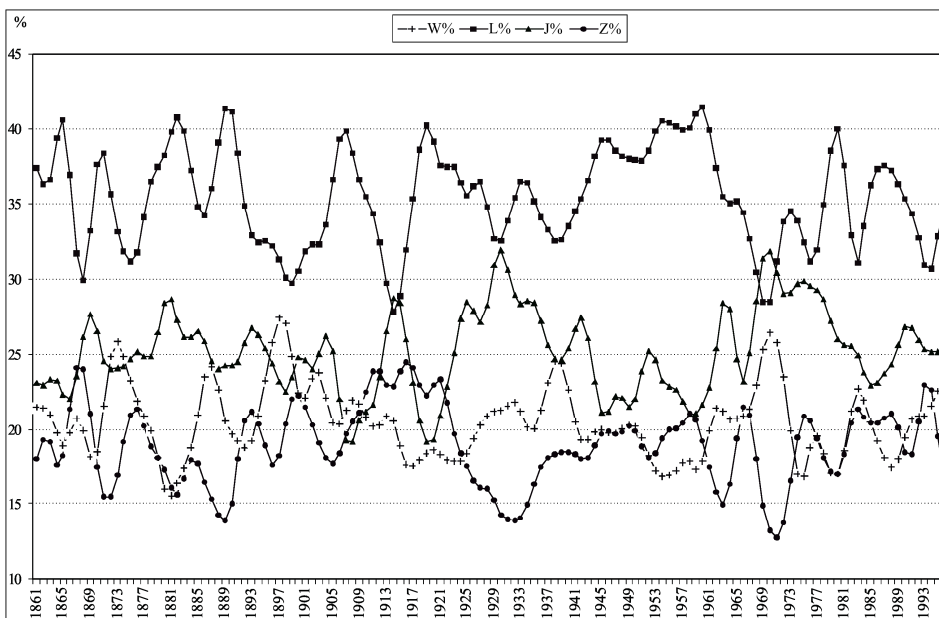
Porównując sumy opadów w poszczególnych porach roku, możemy określić porę koncentracji sum opadów lub wskazać sezon maksymalnych i minimalnych opadów w ciągu roku. Podział ten pozwala więc określać asymetrię rocznego przebiegu opadów i w rezultacie wskazać, jaki wpływ miały pory roku i półrocza na kształtowanie opadów w północno-zachodniej Polsce. Ponadto porównanie poszczególnych stacji pozwala ocenić przestrzenne zróżnicowanie sezonowych sum opadów. Okres roczny został więc podzielony na pory meteorologiczne, obejmujące pełne trzy miesiące: wiosnę (III, IV, V), lato (VI, VII, VIII), jesień (IX, X, XI), zimą (XII, I, II).

Biorąc pod uwagę wyróżnione przez Kozuchowskiego i Wibig (1988) typy sezonowego rozkładu opadów w Polsce, uszeregowano dla północno-zachodniej Polski pory roku w kolejności malejącej. Otrzymano na podstawie średnich wieloletnich z 6 stacji typ średni strefy środkowej – lato, jesień, wiosna, zima (tab. 2). Widoczne są jednak istotne różnice regionalne. W Koszalinie i Lęborku, gdzie opady zimy przewyższyły opady wiosny, wystąpił średni typ pomorski – lato, jesień, zima, wiosna. Interesujący jest również wynik szczegółowej analizy udziału pór roku w sumie rocznej (średnia z 6 stacji) z poszczególnych lat (ryc. 3).

Tabela 2

Średnie sumy opadów w porach roku (1861-1996)

Stacja Charakterystyka	Jednostka	Koszalin	Bydgoszcz	Chojnice	Gorzów Wlkp.	Lębork	Szczecin	Średnia z 6 stacji
wiosna – W	mm	131,0	112,9	118,8	117,2	124,8	118,8	120,6
lato – L	mm	243,0	191,9	209,1	199,5	219,7	191,2	209,1
jesień – J	mm	199,6	119,1	132,2	120,9	188,7	130,5	148,5
zima – Z	mm	135,6	89,4	101,0	108,4	127,0	109,2	111,8
wiosna – W	%	18,5	22,0	21,2	21,5	18,9	21,6	20,4
lato – L	%	34,3	37,4	37,2	36,5	33,3	34,8	35,4
jesień – J	%	28,1	23,2	23,6	22,1	28,6	23,7	25,3
zima – Z	%	19,1	17,4	18,0	19,9	19,2	19,9	18,9
suma WLJZ	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0



Ryc. 3. Udziały pór roku w sumie rocznej (1861-1996)

Układy są bardzo różne i nie wszystkie mieszczą się w klasyfikacji wyróżnionej przez Kożuchowskiego i Wibig (1988). Autorzy wyróżnili trzy podstawowe typy: typ Polski południowej (lato, wiosna, jesień, zima), typ pomorski (lato, jesień, zima, wiosna), typ strefy środkowej (lato, jesień, wiosna, zima). Wszystkie występują w północno-zachodniej Polsce z następującym udziałem: typ strefy środkowej – 59,6%; typ pomorski – 24,3%; typ Polski południowej – 5,1% (tab. 3). Ponadto przy rozważaniu tylko wartości średnich wieloletnich z 6 stacji pojawiły się inne typy, o układzie: lato-zima-jesień-wiosna (6,6%); jesień-lato-zima-wiosna (2,2%); lato-wiosna-zima-jesień (2,2%). Ta różnorodność świadczy o dużej zmienności występowania w północno-zachodniej Polsce pór roku z maksymalnymi i minimalnymi opadami. Ponadto analiza danych z poszczególnych stacji ujawniła dodatkowe 4 typy, które nie są widoczne w wartościach średnich z 6 stacji. W rezultacie w północno-zachodniej Polsce otrzymano 10 typów sezonowego rozkładu opadów (tab. 3). Na stacjach położonych w niewielkiej odległości od Morza Bałtyckiego (Koszalin, Łębork) istotny udział w rocznej sumie opadów ma jesień. Często pojawiały się okresy, w których sumy jesienne przewyższały letnie (Łębork – 29,5%; Koszalin – 15,5%) lub gdy jesień znajdowała się na drugiej pozycji po lecie (Koszalin – 81,6%; Łębork – 64,7%). Koszalin i Łębork charakteryzują się niskimi opadami wiosennymi. Ma to swoje uzasadnienie – jesienią wzrost opadów powodowany jest częstą adwekcją ciepłych i wilgotnych mas powietrza znad morza oraz intensywną w tym czasie działalnością cyklonalną na południowym Bałtyku, wiosną natomiast, kiedy wody Bałtyku są chłodne, opady w strefie wybrzeża są niskie. Letnie opady są warunkowane w znacznym stopniu silnym rozwojem konwekcji nad ogrzany lądem,

Tabela 3

Częstość (w%) występowania typów sezonowego rozkładu opadów (1861-1996)

Stacja Typ	Koszalin	Bydgoszcz	Chojnice	Gorzów Wlkp.	Lębork	Szczecin	Średnia z 6 stacji
LJWZ	31,6	52,2	47,1	39,7	25,0	31,6	59,6
LJZW	50,0	6,6	19,1	8,1	39,7	16,9	24,3
LWJZ	0,0	29,4	20,6	19,1	2,9	18,4	5,1
LWZJ	0,0	0,0	4,4	8,1	0,0	5,1	2,2
LZJW	2,9	2,2	5,9	9,6	2,9	8,8	6,6
LZWJ	0,0	5,9	2,9	14,7	0,0	11,0	0,0
JLZW	5,9	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	2,2
JLWZ	7,4	0,0	0,0	0,7	15,5	5,2	0,0
JZLW	2,2	0,0	0,0	0,0	0,7	1,5	0,0
WLJZ	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
suma	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Maksima częstości pogrubiono

dlatego sumy opadów w tej porze roku są z reguły najwyższe (Kirschenstein 2004). W Koszalinie i Lęborku pojawiły się jednak sumy letnie niższe od jesiennych. Przyczyną jest ochładzający wpływ Bałtyku, który opóźnia przyrost temperatury powietrza w strefie wybrzeża, powodując obniżenie opadów lub przesunięcie ich maksimum często na miesiące jesienne.

Na stacjach położonych w zachodniej części północno-zachodniej Polski – Szczecin, Gorzów Wlkp. – w przeciwieństwie do pozostałych stacji dużym udziałem charakteryzują się opady zimowe, stąd częste są tu typy (LZJW, LZWJ), w których zima znajduje się na drugiej pozycji po lecie (Szczecin – 19,8%, Gorzów Wlkp. – 24,3%). Wyższe zimowe sumy są tu powodowane częstą w tym czasie adwekcją powietrza znad Oceanu Atlantyckiego. Na stacjach tych widoczny jest także wzrost częstości typów (LWJZ, LWZJ) z wyższymi opadami wiosną (Szczecin – 23,5%, Gorzów Wlkp. – 27,2%). W Szczecinie pojawił się nawet typ (1,5%), w którym sumy wiosenne przewyższyły letnie (tab. 3). Ten rodzaj typu pojawił się również w Bydgoszczy (3,7%).

W Bydgoszczy i Chojnicach częste były typy z udziałem opadów letnich, wiosennych i jesiennych, niskie z kolei były opady zimowe. W tym wypadku wyraźna przewaga udziału opadów sezonów ciepłych świadczy o dużym wpływie czynników lokalnych i słabnących wpływach oceanicznych.

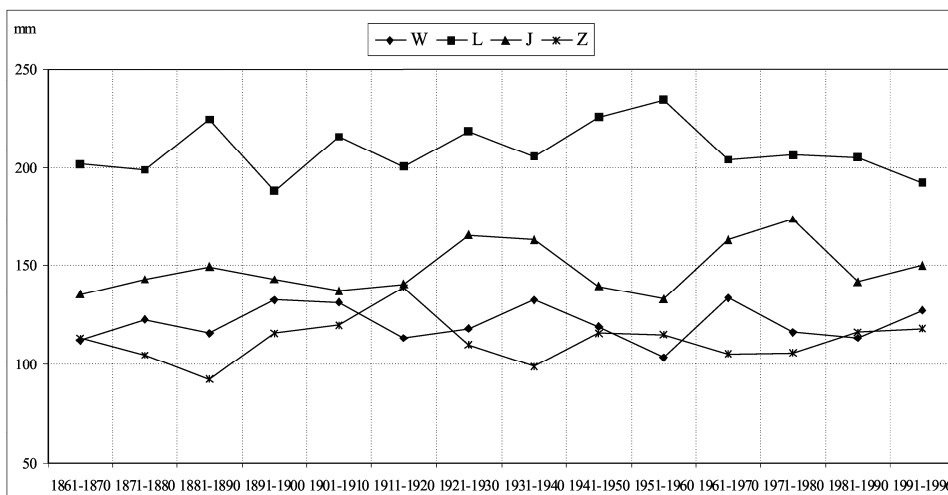
W wieloletnich ciągach typów sezonowego rozkładu opadów widoczna jest pewna prawidłowość: gdy dany typ następuje, wówczas trwa najczęściej od 2 do 5 lat. Naj-

dłuższy, 21-letni ciąg wystąpił w typie lato-jesień-wiosna-zima. Rzadko występuje gwałtowna zmiana typu, ponieważ gdy w uszeregowaniu ma nastąpić zmiana pozycji danej pory roku, wówczas już od 2-4 lat widoczna jest stopniowa tendencja spadkowa.

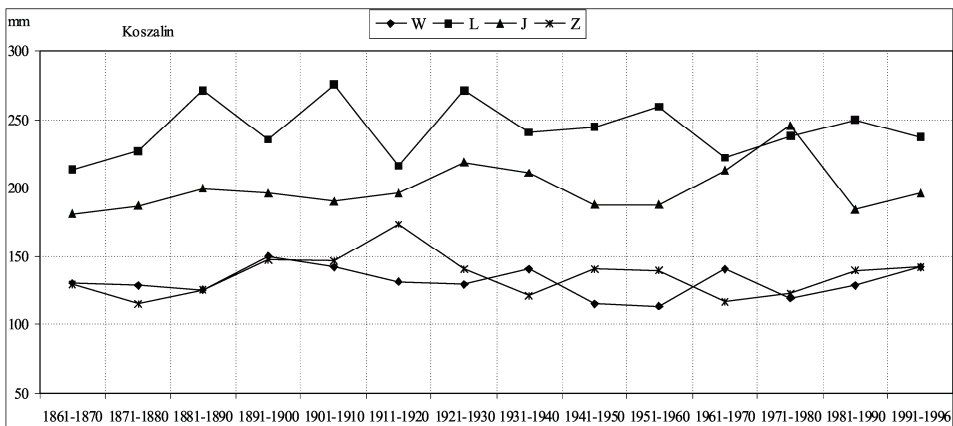
Analiza zgromadzonego materiału wykazała, że również sezonowy rozkład opadów wykazuje cykliczność. W XIX i na początku XX w. pojawiały się często wiosny z dość wysokimi opadami, natomiast opady jesienią nie wykazywały dużych wahań. Od lat 20. XX w. sytuacja się zmienia, gdyż pojawiają się dłuższe okresy z wyraźnym wzrostem udziału sum jesiennych – gdy one wzrastają, to na ogół zmniejszają się sumy letnie i zimowe oraz odwrotnie.

W przedziałach 10-letnich (ryc. 4) najwyższa wiosenna suma opadów (133,7 mm) wystąpiła w latach 1961-1970 – w 10-leciu o wysokiej rocznej sumie opadów, zaś letnia suma (234,4 mm) – w latach 1951-1960, czyli w 10-leciu, w którym z kolei zaobserwowano wyraźne zmniejszenie rocznej sumy opadów. Przyczyną był spadek opadów w pozostałych porach roku. Wiosną i jesienią wystąpiło wówczas minimum (odpowiednio: wiosną – 103,4 mm, jesienią – 133,4 mm). Maksimum jesiennie (173,4 mm) wystąpiło w latach 1971-1980, zimowe (138,9 mm) – w 1911-1920.

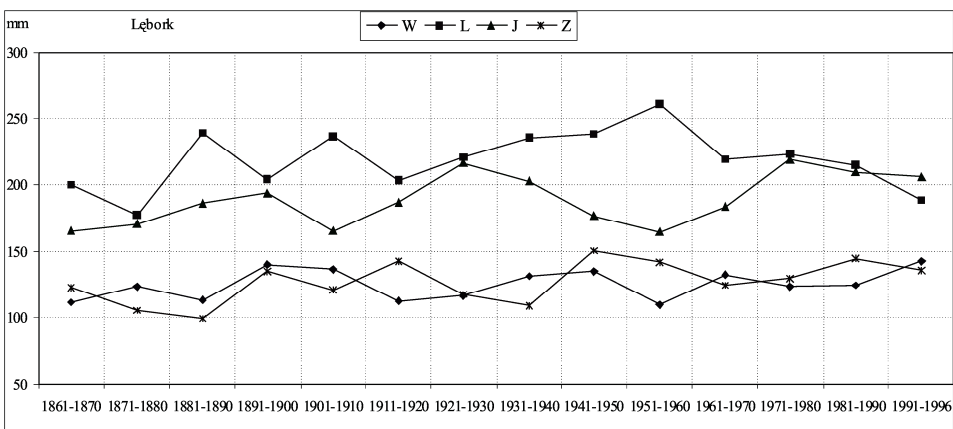
W przebiegu krzywych 10-letnich sum opadów w porach roku (średnie z 6 stacji) możemy zauważyć podobną cykliczność występujących na przemian okresów wzrostu i spadku. Letnie sumy były zawsze wyższe od sum pozostałych pór roku. Podobnie sumy jesienne. Wiosenne sumy tylko w czterech 10-leciach były niższe od zimowych. Cecha ta jest widoczna w Koszalinie i Lęborku (ryc. 5, 6), gdzie 10-letnie sumy opadów jesiennych są wyraźnie wyższe niż wiosenne i zimowe, w niektórych 10-leciach są zbliżone do sum letnich lub je przekraczają. Na pozostałych stacjach (ryc. 7, 8, 9, 10) sumy opadów jesiennych są znacznie niższe (rzadko przekraczają 150 mm). Pojawia się także pewna prawidłowość: wzrostowi sum opadów letnich odpowiada ich spadek wiosną oraz wzrostowi sum opadów jesiennych odpowiada ich spadek zimą.



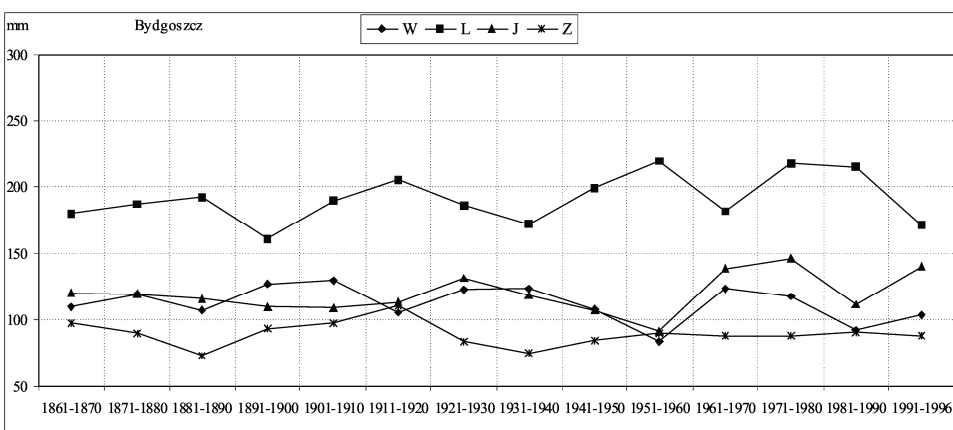
Ryc. 4. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku (średnie z 6 stacji)



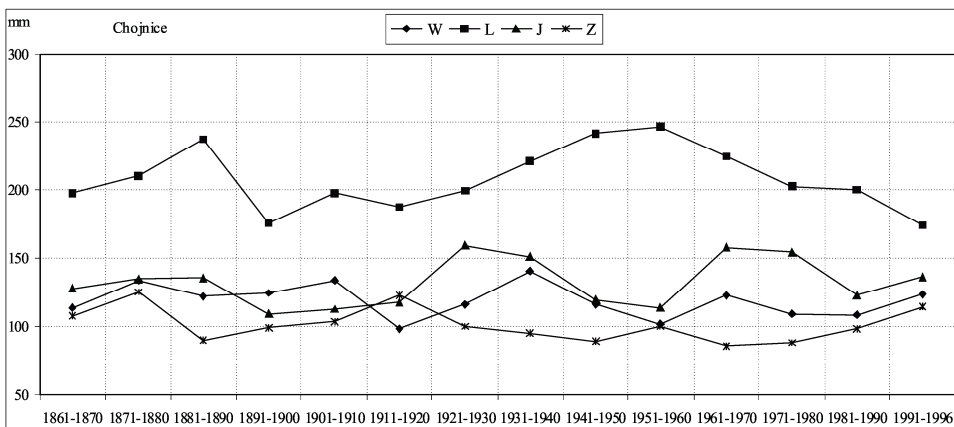
Ryc. 5. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Koszalinie



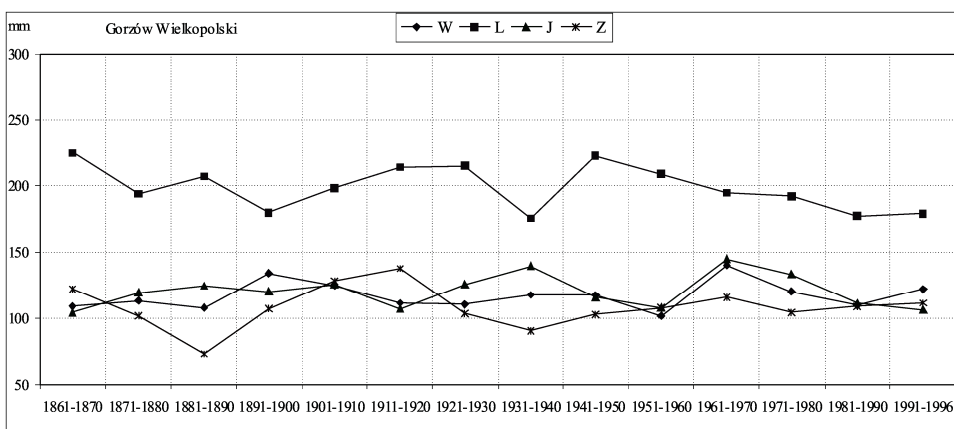
Ryc. 6. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Łęborgu



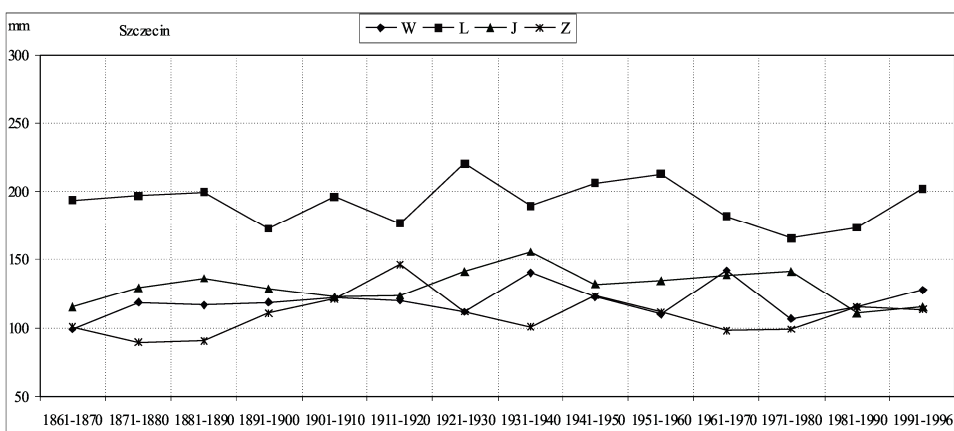
Ryc. 7. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Bydgoszczy



Ryc. 8. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Chojnicach



Ryc. 9. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Gorzowie Wielkopolskim



Ryc. 10. Średnie 10-letnie sumy opadów w porach roku w Szczecinie

Sumy opadów półrocznych

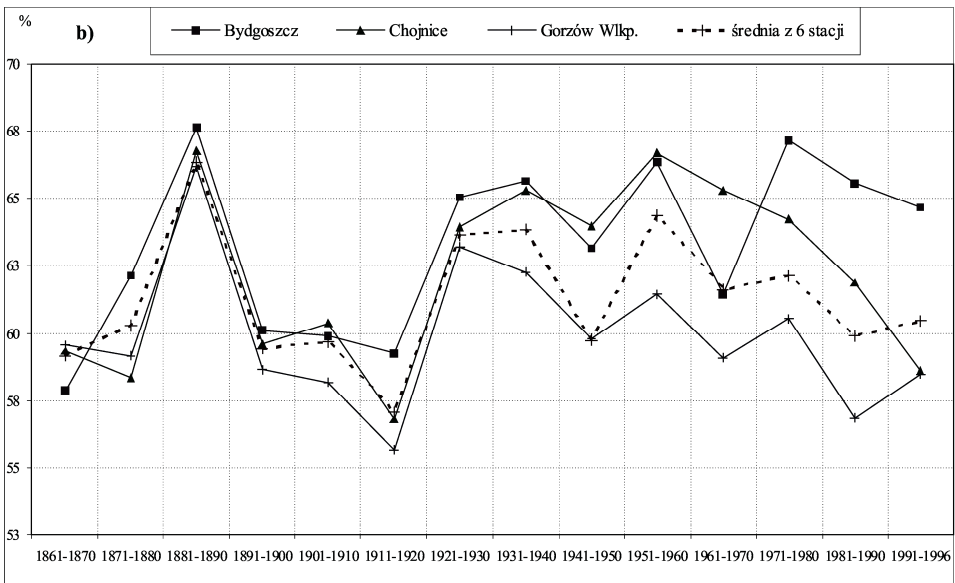
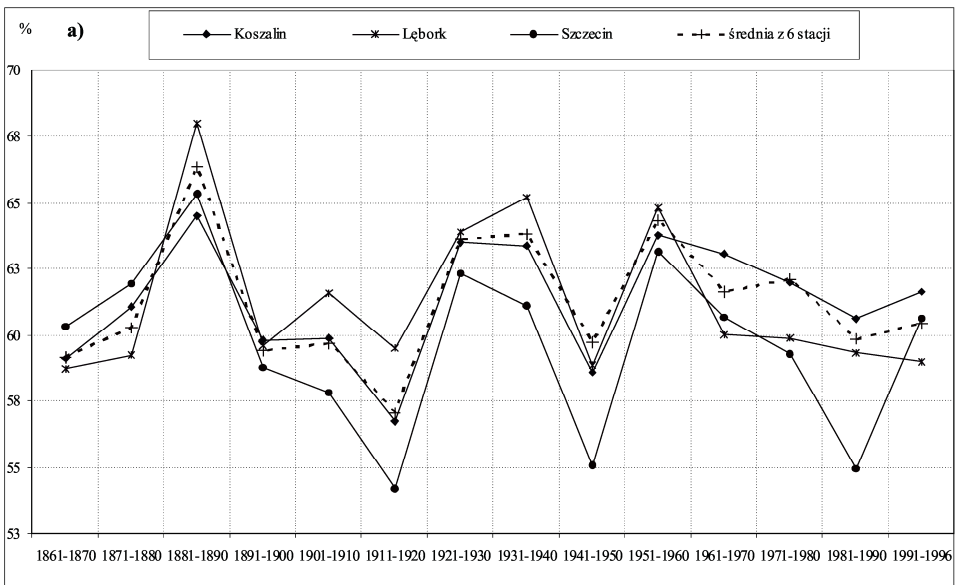
Udział sum opadów półrocza ciepłego (V-X) w sumie rocznej z całego wielolecia (średnia z 6 stacji) wynosi 61,3% (tab. 4). Z przebiegu krzywej opadów półrocza ciepłego z okresów 10-letnich (ryc. 11) wynika, że największy udział był w 10-leciu 1881-1890 (66,3% – spowodowany wysokimi opadami letnimi), najmniejszy – w 1911-1920 (57,0% – nastąpił wówczas spadek opadów letnich, wystąpiło minimum opadów wiosennych i maksimum zimowych). Duży udział opadów letnich wystąpił również w latach 20., 30. i 50. Z porównania krzywych dotyczących poszczególnych stacji wynika, że są one podobne jedynie od początku wielolecia do lat 50. Później w Chojnicach i Lęborku tendencja spadkowa utrzymała się do końca badanego okresu, w Koszalinie i Szczecinie do końca lat 80., a w Gorzowie Wlkp. spadek wystąpił w latach 60. i 80. oraz w Bydgoszczy w latach 60. i od początku lat 80.

Tabela 4

Średnie półroczne sumy opadów (1861-1996)

Charakterystyka \ Stacja	Jednostka	Koszalin	Bydgoszcz	Chojnice	Gorzów Wlkp.	Lębork	Szczecin	Średnia z 6 stacji
półrocze ciepłe – Pc	mm	434,6	324,5	350,2	327,2	405,0	327,9	361,6
półrocze chłodne – Pch	mm	274,6	188,7	210,9	218,8	255,2	221,7	228,3
Pc – Pch	mm	160,0	135,8	139,3	108,4	149,8	106,2	133,3
półrocze ciepłe – Pc	%	61,3	63,2	62,4	59,9	61,3	59,7	61,3

Szczecin charakteryzuje się najmniejszym udziałem półrocza ciepłego (59,7%) w całym wieloleciu, najmniejszą średnią wieloletnią różnicą (tab. 4) pomiędzy sumą opadów w półroczu ciepłym i chłodnym (106,2 mm) i jednocześnie największymi wahaniami między okresami wzrostu i spadku udziału półrocza ciepłego (ryc. 11). Największy spadek (11,1%) wystąpił pomiędzy 10-leciami: 1881-1890 a 1911-1920. Podobne cechy wykazuje Gorzów Wlkp. z udziałem wieloletnim 59,9%. W Szczecinie i Gorzowie Wlkp. w większości 10-leci wartości są niższe od średniej z 6 stacji. Największy udział półrocza ciepłego występuje w Bydgoszczy (63,2%) i Chojnicach (62,4%) i tu z kolei w większości 10-leci wartości są wyższe od średniej z 6 stacji. Mniejszymi wieloletnimi udziałami charakteryzują się Koszalin (61,3%) i Lębork (61,3%) – w ok. pięciu 10-leciach przekraczały średnią z 6 stacji. Uzyskane dane potwierdzają, że na stacjach najbardziej oddalonych od wpływu Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego (Bydgoszcz, Chojnice) udział opadów ciepłego okresu roku jest większy, ponieważ słabną wpływy obu tych zbiorników i wzrasta wpływ podłoża, nad którym szczególnie latem występują warunki korzystne do rozwoju konwekcji.



Ryc. 11. Średni 10-letni udział półrocza ciepłego w sumie rocznej w: a) Koszalinie, Lęborku, Szczecinie, średnia z 6 stacji; b) Bydgoszczy, Chojnicach i Gorzowie Wlkp., średnia z 6 stacji

Największy wieloletni udział półrocza chłodnego występuje na stacjach położonych w zachodniej części północno-zachodniej Polski (Szczecinie – 40,3%, Gorzowie Wlkp. – 40,1%), wskazując na istotną rolę, jaką odgrywa w tym okresie cyrkulacja zachodnia, powodująca wzrost cech oceanicznych w przebiegu opadów. Niższy

udział półroczia chłodnego występuje w Koszalinie i Lęborku (po 38,7%), jednakże na stacjach tych poza wpływem zachodniej cyrkulacji widoczny jest wpływ Morza Bałtyckiego na wzrost opadów, szczególnie jesienią i na początku zimy.

Ilorazy sum opadów

Wskaźnikami przebiegu rocznego sum opadów i jednocześnie miarą oceanizmu pluwialnego są ilorazy: opadów zimy i lata (Z/L), jesieni i wiosny (J/W). Duże wartości ilorazów wskazują bowiem na oceaniczne cechy rocznego przebiegu opadów atmosferycznych, małe zaś świadczą o cechach kontynentalnych (Kozuchowski, Wibig 1988). Dodatkowo uwzględniono iloraz półroczia ciepłego i chłodnego (Pc/Pch). Na całym obszarze północno-zachodniej Polski iloraz zimy i lata jest równy 0,5; jesieni i wiosny 1,2; półroczia ciepłego i chłodnego 1,6 (tab. 5). Występują zatem duże różnice pomiędzy skrajnymi porami roku i półrociami. W przejściowych porach roku różnice są znacznie mniejsze. W wieloleciu jednak (średnia z 6 stacji) wartość ilorazu Z/L zmieniała się od 0,3 do 0,8; J/W – od 0,8 do 1,8 oraz Pc/Pch – od 1,2 do 2,3.

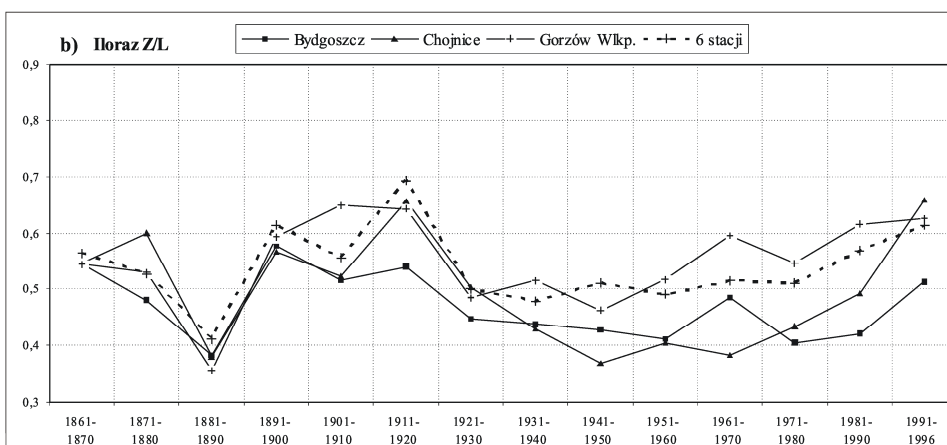
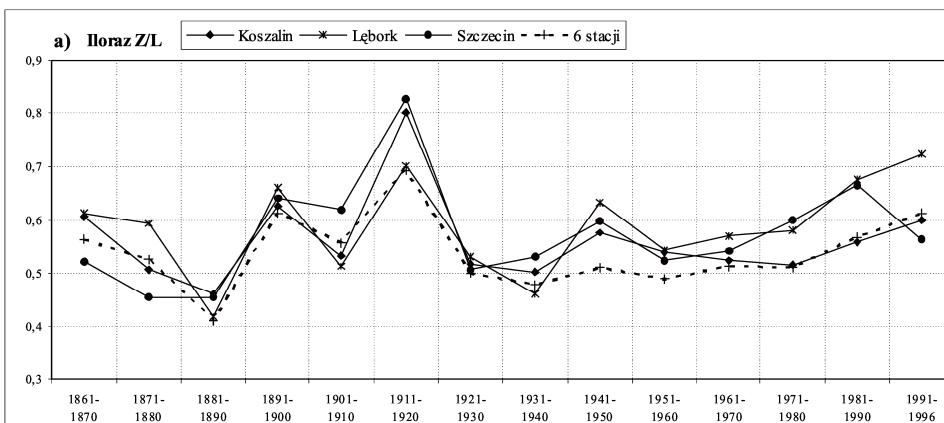
Tabela 5

Średnie ilorazy sum opadów (1861-1996)

Stacja \ Charakterystyka	Koszalin	Bydgoszcz	Chojnice	Gorzów Wlkp.	Lębork	Szczecin	Średnia z 6 stacji
iloraz Z/L	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
iloraz J/W	1,5	1,1	1,1	1,0	1,5	1,1	1,2
iloraz Pc/Pch	1,6	1,7	1,7	1,5	1,6	1,5	1,6

Średnia 10-letnia wartość ilorazu opadów zimy i lata (Z/L) była najwyższa (0,6) w Koszalinie, Lęborku i Szczecinie. Na pozostałych stacjach sumy opadów letnich były już ok. 2 razy wyższe od zimowych. W Bydgoszczy i Chojnicach pojawiały się okresy, w których sumy letnie były 3,5 razy wyższe od zimowych. Największe maksimum Z/L wystąpiło w okresie 1911-1920 (ryc. 12). Od lat 50. wystąpiła tendencja do wzrostu opadów zimowych względem letnich.

Największe wartości ilorazu jesieni i wiosny (J/W) charakteryzowały Koszalin i Lębork. Ich krzywe (ryc. 13a) przebiegają powyżej średniej i wskazują trzy wysokie maksima: 1881-1890, 1921-1930, 1971-1980 oraz jedno mniejsze w latach 1951-1960. W okresie 1973-1979 w Koszalinie sumy jesienne były ok. 2 razy wyższe od wiosennych (z maksimum 2,6 w 1975 r.). Również w Lęborku wystąpiło wówczas maksimum – 2,2 (1979 r. i 1980 r.). Na pozostałych stacjach (ryc. 13) wartości ilorazów są niższe od średniej, a przebieg krzywych w przybliżeniu podobny. Od ogólnych prawidłowości najbardziej odbiega krzywa dla Bydgoszczy, w której od 10-lecia 1931-1940 zaznacza się stały wzrost sum jesiennych względem wiosennych.



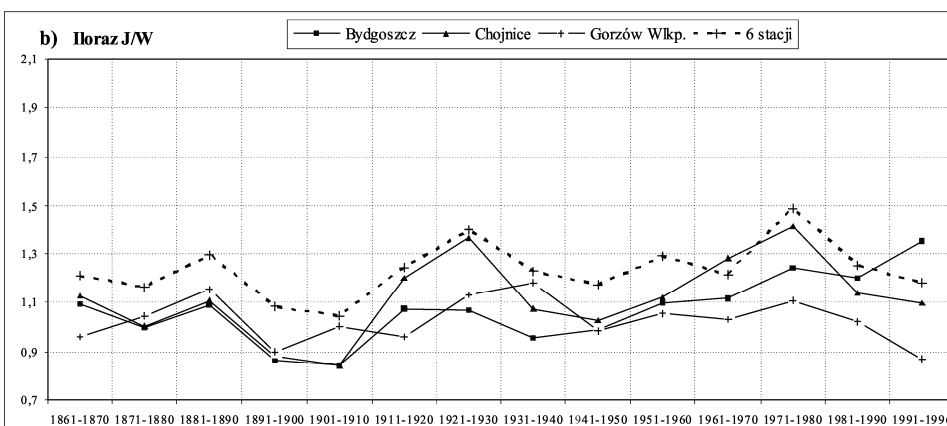
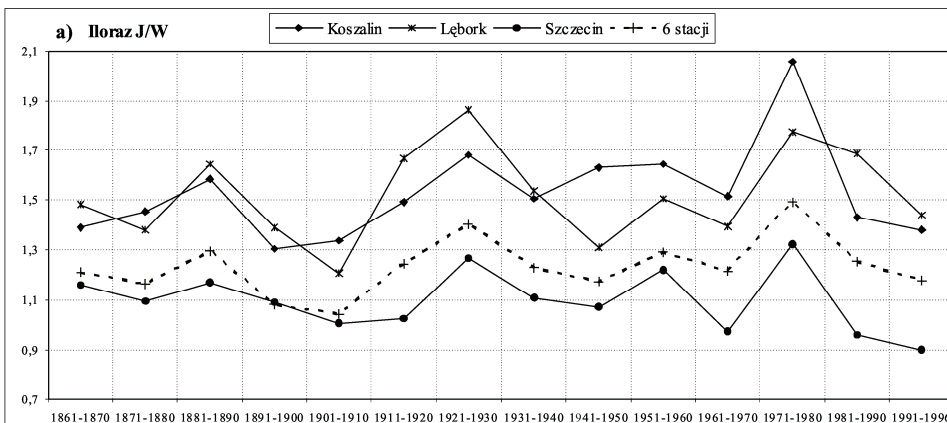
Rys. 12. Iloraz zimy i lata w 10-letnich: a) Koszalinie, Lęborku, Szczecinie, średnia z 6 stacji; b) Bydgoszczy, Chojnicach i Gorzowie Wlkp., średnia z 6 stacji

Iloraz półrocza ciepłego i chłodnego (Pc/Pch) najwyższy jest w Bydgoszczy i Chojnicach, najniższy w Gorzowie Wlkp. i Szczecinie.

Podsumowując możemy stwierdzić, że w przybliżeniu iloraz Z/L maleje z zachodu na wschód, iloraz J/W maleje z północy na południe, a iloraz Pc/Pch – ze wschodu na zachód.

Wnioski

Analiza wieloletnich sum opadów wykazała dużą zmienność czasową i przestrzenną pola opadów w północno-zachodniej Polsce. Wynika ona z różnorodności warunkujących ją czynników. Do najważniejszych należy cyrkulacja atmosferyczna i obecność Morza Bałtyckiego. Ich zmienne oddziaływanie na sumy sezonowe, pół-



Rys. 13. Iloraz jesieni i wiosny w 10-letnich w: a) Koszalinie, Lęborku, Szczecinie, średnia z 6 stacji; b) Bydgoszczy, Chojnicach i Gorzowie Wlkp., średnia z 6 stacji

roczne i w efekcie roczne widoczne jest w cykliczności występujących na przemian okresów wzrostu i spadku sum opadów. W rezultacie przeprowadzonych badań stwierdzono kilka prawidłowości.

- Roczne sumy opadów wzrastały od początku rozważanego okresu do lat 30. XX w. oraz w latach 60. i 90. W pozostałych okresach zaznaczyła się tendencja spadkowa.
- Najwyższe wieloletnie sumy opadów wystąpiły w Koszalinie i Lęborku. Najniższe – w Gorzowie Wlkp.
- Średnie maksimum opadów wystąpiło w lipcu, minimum w lutym. Jednakże w przebiegu wieloletnim czas występowania maksimum i minimum na poszczególnych stacjach był zróżnicowany. Maksimum mogło wystąpić w okresie od czerwca do listopada, minimum od stycznia do kwietnia.
- W całym wieloleciu udział pór roku w sumie rocznej był następujący: lato (35,4%), jesień (25,3%), wiosna (20,4%), zima (18,9%).

- Stwierdzono dużą różnorodność występujących typów sezonowego rozkładu opadów i ich przestrzenne zróżnicowanie w północno-zachodniej Polsce.
- Stacje Koszalin i Lębork charakteryzowały się dużym udziałem opadów jesiennych i małym wiosennych, Szczecin i Gorzów Wlkp. dużym udziałem opadów zimowych i wiosennych, a Chojnice i Bydgoszcz – letnich i wiosennych.
- Udział opadów półrocza ciepłego w sumie rocznej z całego wielolecia wynosi 61,3%.
- Ilorazy zimy i lata (0,5), jesieni i wiosny (1,2) oraz półrocza ciepłego i chłodnego (1,6) wskazują na duże różnice w skrajnych porach roku i półroczach oraz małe w porach przejściowych.
- Rozkłady przestrzenne ilorazów potwierdzają, że stacje położone w zachodniej i północnej części mają cechy oceaniczne w przebiegu opadów, Chojnice i Bydgoszcz natomiast – cechy kontynentalne.

Literatura

- Boryczka J., 1993, *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*. Warszawa
- Boryczka J., 1997, *Wahania klimatu Ziemi zdeterminowane cyklicznością parametrów Układu Słonecznego*. Prace i Studia Geograficzne UW, t. 20
- Ewert A., 1998, *Korelacja i spektrum wieloletnich serii opadów atmosferycznych w północno-zachodniej Polsce*. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna, t. 49
- Kirschenstein M., 2002a, *Cyrkulacyjne uwarunkowania opadów w północno-zachodniej Polsce*. Przegląd Geofizyczny, r. 47, z. 1-2
- Kirschenstein M., 2002b, *Opady a typy cyrkulacji atmosferycznej w północno-zachodniej Polsce*. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna, t. 53
- Kirschenstein M., 2004, *Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu opadów w północno-zachodniej Polsce*. Słupsk
- Kożuchowski K., 1985, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881-1980*. Acta Geographica Lodziensia 48
- Kożuchowski K., 1994, *Zmiany wskaźnika opadów atmosferycznych w Polsce (1861-1990)*. W: *Współczesne zmiany klimatyczne – Klimat Polski i regionu Morza Bałtyckiego na tle zmian globalnych*. Szczecin
- Kożuchowski K., Wibig J., 1988, *Kontynentalizm pluwialny w Polsce, zróżnicowanie geograficzne i zmiany wieloletnie*. Acta Geographica Lodziensia 55
- Miętus M., 1996, *Zmienność temperatury i opadów w rejonie polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego i jej spodziewany przebieg do roku 2030*. Materiały Badawcze IMiGW, Seria Meteorologia, z. 26