

ELIGIUSZ BRZEŹNIAK

ANOMALNE OPADY ATMOSFERYCZNE W DORZECZU WISŁOKA W PÓŁWIECZU 1951—2000

Opracowanie zawiera analizę zmian opadów atmosferycznych w pięćdziesięcioleciu 1951—2000 w dorzeczu Wisłoka. Porównano średnie 10-letnie, 30-letnie i 50-letnie roczne oraz sezonowe sumy opadów. W oparciu o wielkość dodatnich i ujemnych odchyień od średniej sumy wieloletniej wyznaczono normalne i anomalne wartości opadów dla roku, czterech głównych pór roku oraz miesięcy.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, anomalne opady, dorzecze Wisłoka.

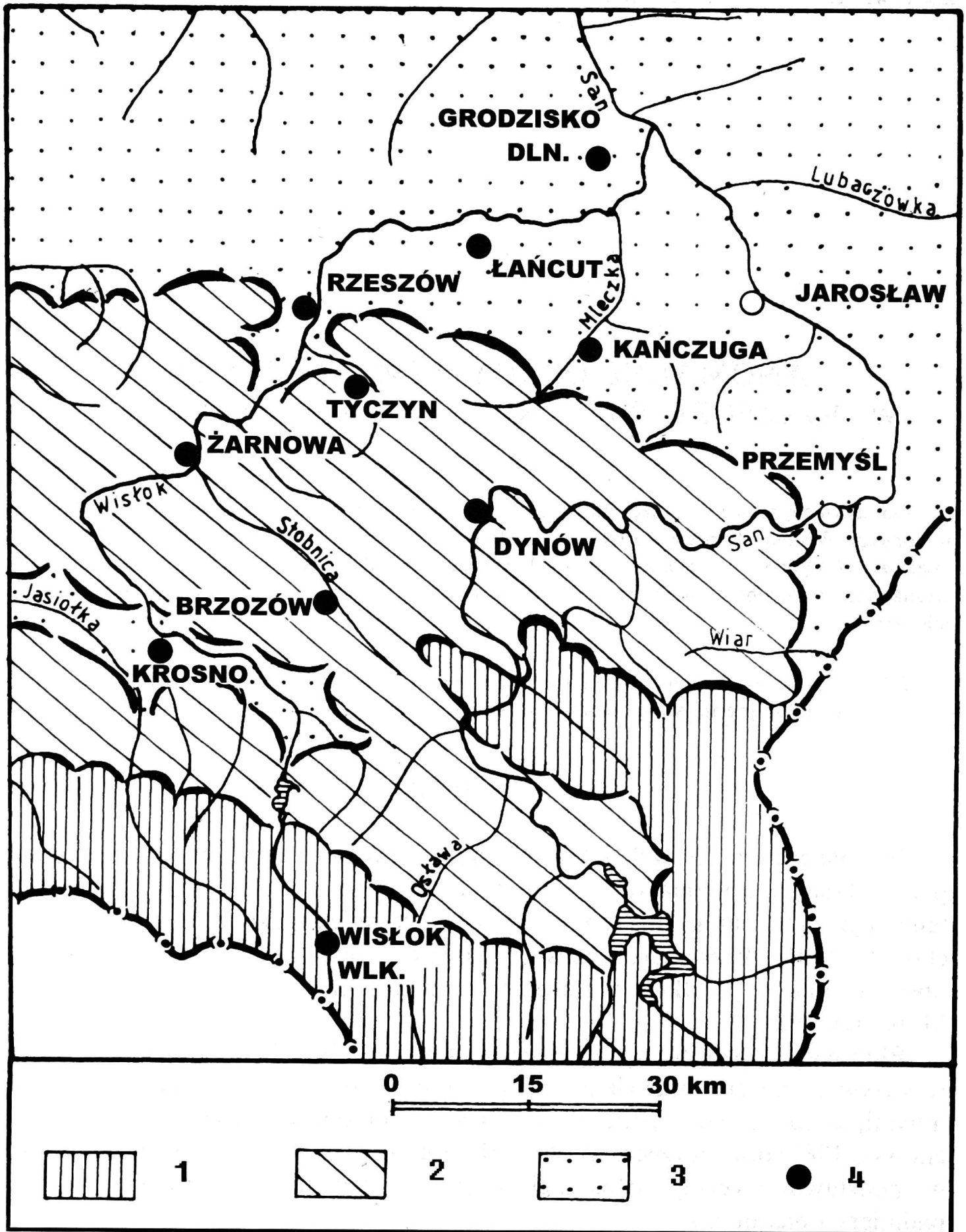
Key words: precipitation, anomalous precipitation, Wisłok river basin.

I. WSTĘP

W analizach przeszłych jak i przyszłych transformacji klimatu niezmiennie podkreślane są wahania opadów atmosferycznych w skali globalnej. Jednakże tendencje tych zmian nie znalazły dotychczas jednoznacznej oceny (Kozuchowski 1996). Bezsporna pozostaje jedynie rosnąca zmienność sum opadów obserwowana w środkowej Europie, w tym także w Polsce (Kozuchowski, Marciniak 1991).

Fluktuacje opadów występujące w skali lokalnej bądź regionalnej mogą wykazywać znaczne odchylenia od globalnych trendów. Ujawniają je, między innymi, oceny zmian opadów na obszarze południowej części Polski (Kozuchowski 1985) oraz dorzecza Wisłoka (Brzeźniak 2000). Zwraca się w nich uwagę na podstawową cechę wieloletniej zmienności opadów, jaką są ich okresowe nadmiary i niedobory.

Celem prezentowanego opracowania jest wyznaczenie ekstremalnych zdarzeń w 50-letnim ciągu opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisłoka (ryc. 1). Artykuł stanowi równocześnie kontynuację rozważań nad zmiennością jednego z elementów klimatu w skali regionalnej — opadów atmosferycznych.



Ryc. 1. Obszar badań

1 — góry średnie i niskie; 2 — pogórza; 3 — kotliny śródgórskie i przedgórskie; 4 — punkty pomiarowe

Fig. 1. Area investigations

1 — mountains of intermediate and low height; 2 — foothills; 3 — intramontane and submontane depressions; 4 — measurement points

II. MATERIAŁ I METODA

Materiał analityczny stanowiły miesięczne i roczne sumy opadów z 9 punktów pomiarowych IMGW, dysponujących 50-letnimi ciągami obserwacyjnymi z lat 1951—2000. Reprezentują one dwa regiony opadowe, wyróżnione w obrębie dorzecza Wisłoka. Górską i pogórska część dorzecza należy do pluwialnego Regionu Karpackiego — Wschodniego, a nizinna (północna) do Regionu Sandomierskiego (Cebulak 1992).

Po zweryfikowaniu danych miesięcznych, polegającym na uzupełnieniu luk w materiale obserwacyjnym, przeprowadzono analizę zmienności sum opadów dla serii 50-letniej i dla zalecanej przez WMO 30-letniej normy klimatycznej 1961—1990 oraz okresów 10-letnich. W tym celu wykorzystano metody statystyki matematycznej, tj. wartości przeciętne, ekstremalne, odchylenia standardowe, współczynniki zmienności oraz średnie ruchome 5-letnie. Wskaźniki te, mniej lub bardziej precyzyjnie, charakteryzują opady normalne i odchylenia od nich. Nową metodę wyznaczania normy i anomalii opadów zaproponował w ostatnim okresie Sz. Mrugała (1997). Określa ją przedział wielkości opadów pomiędzy średnią wartością odchylen dodatnich a średnią wartością odchylen ujemnych od średniej wieloletniej sumy opadów. Sumy opadów różne od tak wyznaczonej normy traktowane są jako opady anomalne. Metodę tę zastosowano do wyznaczenia wieloletniej zmienności opadów zarówno w aspekcie czasowym, jak i przestrzennym.

III. WYNIKI

Opady atmosferyczne w dorzeczu Wisłoka charakteryzuje duża różnorodność zmian, wyrażonych różnymi kierunkami stałych tendencji — trendów liniowych. Tendencję wzrostową opadów stwierdzono na stacjach położonych w dnach dolin rzecznych (Rzeszów, Żarnowa, Wisłok Wielki), na pozostałym obszarze dorzecza obserwowano trendy zniżkowe. Zmienność opadów podkreśla także brak synchroniczności odchylen od normy w poszczególnych fragmentach badanego obszaru. Odchylenia od dominującej tendencji zaznaczają się zarówno w przypadku sum rocznych, jak i sezonowych sum opadów atmosferycznych (Brzeźniak 2000).

1. WIELOLETNI ROZKŁAD OPADÓW

Podstawową cechą zmienności opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisłoka są fluktuacje, składające się, z mniej lub bardziej regularnie występujących po sobie, wzrostów i spadków. Ilustrują je średnie sumy opadów z ustalonych przedziałów czasowych (tab. 1).

Tabela 1 — Table 1

Roczne i sezonowe sumy opadów atmosferycznych (mm) w dorzeczu Wisłoka
Annual and seasonal precipitation totals (mm) in the Wisłok basin

Okres Period	Stacja — Station								
	Rze- szów	Kań- czuga	Tyczyn	Żar- nowa	Grodzi- sko Dln.	Łańcut	Krosno	Brzo- zów	Wisłok Wielki
Rok — Year									
1951—1960	544	665	621	667	620	597	702	716	825
1961—1970	624	671	707	741	679	650	740	772	941
1971—1980	651	627	672	699	680	663	696	792	900
1981—1990	567	579	646	668	592	524	640	682	870
1991—2000	668	650	713	792	677	606	723	722	852
1961—1990	616	626	675	702	651	612	692	749	904
1951—2000	612	638	672	714	650	608	700	737	878
Zima — Winter									
1951—1960	90	125	100	119	111	113	120	132	146
1961—1970	101	125	120	143	136	123	98	134	147
1971—1980	97	101	100	111	113	95	76	119	126
1981—1990	95	99	107	119	115	88	98	129	163
1991—2000	93	90	105	126	109	79	109	121	136
1961—1990	98	109	109	124	121	102	91	127	145
1951—2000	96	108	106	123	117	100	100	127	143
Wiosna — Spring									
1951—1960	129	170	133	155	146	151	157	136	157
1961—1970	151	151	176	169	157	146	173	180	207
1971—1980	134	139	141	151	150	147	156	171	199
1981—1990	144	138	157	157	138	122	153	168	211
1991—2000	170	173	185	205	169	138	187	173	210
1961—1990	145	143	158	159	148	139	161	173	205
1951—2000	147	154	158	167	152	141	165	166	197
Lato — Summer									
1951—1960	202	248	245	252	226	201	290	280	344
1961—1970	262	277	281	286	251	261	330	308	370
1971—1980	278	248	284	277	264	274	300	322	368
1981—1990	212	226	257	260	219	206	269	249	310
1991—2000	232	219	242	268	222	227	241	259	292
1961—1990	253	250	274	274	245	247	299	293	349
1951—2000	239	244	262	269	236	234	286	284	337
Jesień — Autumn									
1951—1960	125	155	144	143	137	131	166	168	182
1961—1970	124	118	129	141	132	120	139	148	215
1971—1980	130	138	149	162	156	149	165	182	211
1981—1990	118	116	127	133	122	109	121	137	192
1999—2000	170	297	181	193	176	161	187	170	213
1961—1990	126	124	135	145	137	126	142	155	206
1951—2000	135	147	146	154	145	134	156	161	203

W dorzeczu Wisłoka średnie z pięćdziesięciolecia (1951—2000) roczne sumy opadów przyjmowały wartości wyższe od 600 mm. W Kotlinie Jasielsko-Krośnieńskiej i na Północnym Przedkarpaciu wahały się w granicach 600—700 mm, w części pogórskiej wynosiły 700—900 mm. Północno-wschodnie stoki Beskidu Niskiego, stanowiące najbardziej południowy fragment dorzecza, otrzymywały powyżej 900 mm opadu w ciągu roku (Brzeźniak i in. 1991). Opady tego samego rzędu wielkości notowano jako średnie z 30-lecia 1961—1990. Najwyższe sumy roczne (1259 mm) odnotowano na stacji Wisłok Wielki w 1980 r., najmniejsze (313 mm) w Krośnie w 1954 r.

Istotne różnice notowano w przypadku średnich sum opadów roku z kolejnych 10-leci. Rozpiętość ich wartości (różnica między najwyższymi a najniższymi sumami) zmieniała się w zakresie od 89 mm (Grodzisko Dolne) do 139 mm (Łańcut). Zwiększone opady cechowały dziesięciolecia 1961—1970 (Kańczuga, Krosno, Wisłok Wielki), 1971—1980 (Grodzisko Dolne, Łańcut, Brzozów) i 1991—2000 (Rzeszów, Tyczyn, Żarnowa). Najbardziej suchą była dekada lat pięćdziesiątych i osiemdziesiątych. Brak synchroniczności zmian średnich 10-letnich sum opadów roku znajduje uzasadnienie w rozkładzie różnic średnich opadów sezonów termicznych, występujących w kolejnych dekadach analizowanego półwiecza.

Analogicznie do sum rocznych także średnie pięćdziesięcioletnie opady zimy były podobne do sum z okresu 1961—1990, ale różniły się znacznie od sum dziesięcioletnich. Kierunki tych odchyłeń przyjmowały różne znaki z dekady na dekadę. W drugiej dekadzie (1961—1970) dodatnie odchylenia obejmowały niemal całe dorzecze z wyjątkiem Krosna, by w następnej (1971—1980) przyjąć odmienne — ujemne — znaki różnic (oprócz Rzeszowa). Najwilgotniejsza była zima dekady 1961—1970 (z wyjątkiem Krosna), a średnie opady stanowiły wówczas 114% średniej sumy 50-letniej. Okres najbardziej suchy obejmował różne dziesięciolecia: 1951—1960 (na jednej stacji), 1971—1980 (na pięciu stacjach) oraz 1991—2000 (na trzech stacjach), wskazując tym samym na różnorodność zmian opadów zimy na obszarze dorzecza.

Regularny rozkład przestrzenny cechował opady wiosny, których średnie sumy z okresu 1951—2000 zmieniały się prawie strefowo, od południowego zachodu w kierunku północno-wschodnim. Równocześnie jest to sezon, w którym średnie sumy pięćdziesięcioletnie opadów różniły się o 2 do 8 mm od średnich sum 30-letnich (1961—1990). Na przeważającej części dorzecza odchylenia opadów z drugiej i piątej dekady od średnich okresu 1951—2000 przyjmowały te same, dodatnie znaki, w pozostałych dekadach były ujemne. Najwięcej opadów wiosennych notowano w okresie 1991—2000, o 8—23% więcej od średniej sumy pięćdziesięcioletniej.

Okres letni odznaczał się silną koncentracją opadów (38—41% sumy rocznej) oraz najwyższymi ich wartościami w stosunku do pozostałych sezonów termicznych. Podstawowym czynnikiem kształtującym wielkość opadów były wówczas

warunki orograficzne, gdyż średnie sumy pięćdziesięcioletnie obniżały się relatywnie do zmian cech morfometrycznych terenu. Ich wartości okazały się także niższe od wyznaczonych dla okresu 30-letniego, a różnice wahały się od 5 mm na stacji Żarnowa do 14 mm w Rzeszowie. Średnie 10-letnie sumy opadów letnich zmieniały się w zakresie kilkudziesięciu mm, a zmiany te na całym obszarze przyjmowały ten sam kierunek. Najwilgotniejsze były dekady lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, kiedy opady były wyższe o 6—17% od normy wieloletniej. Najbardziej suche natomiast okazały się lata pięćdziesiąte i dziewięćdziesiąte, o sumach opadów o 7—16% niższych od średniej z okresu 1951—2000.

Warunki pluwalne jesieni były zbliżone do wiosny; różnice między średnimi sumami pięćdziesięcioletnimi tych sezonów sięgały 5—13 mm. Trzydziestolecie 1961—1990 odznaczało się zwiększoną suchością w stosunku do okresu 1951—2000, gdyż średnie sumy opadów były wówczas o 6—23 mm niższe, jedynie w Wisłoku Wielkim o 3 mm wyższe. Dla jesieni charakterystyczny jest brak zgodności kierunków zmian opadów w kolejnych dekadach. Jedynie w dwóch ostatnich dziesięcioleciach odchylenia od średniej 50-letniej przyjmowały te same znaki. Najwięcej opadów jesiennych obserwowano w okresie 1991—2000 (tylko w Wisłoku Wielkim w dekadzie 1961—1970, a w Brzozowie 1971—1980), najmniej w dziesięcioleciu 1981—1990 (w Wisłoku Wielkim w latach 1951—1960).

Podstawową cechą wieloletniej zmienności opadów w dorzeczu Wisłoka są fluktuacje, wyrażone okresami wzrostów i spadków ich sum. Podkreślają one różnokierunkowe zmiany opadów, wyrażone wartościami ekstremalnymi i wybranymi miarami dyspersji, prezentowanymi w tabeli 2.

Wartości ekstremalnych sum opadów znacząco odbiegały od średnich z wielolecia. Maksymalne sumy roczne stanowiły 138—147%, a na stacji w Rzeszowie aż 165% wartości średniej, podczas gdy najniższe osiągały 57—71%, w Krośnie 45% średniej z 50-lecia. Dzięki temu rozproszenie sum rocznych określone za pomocą odchylenia standardowego (σ) wahało się od $\pm 112,2$ mm w Grodzisku Dolnym do $\pm 147,9$ mm w Wisłoku Wielkim. Wzrost dyspersji opadów w kierunku górskiej części dorzecza dotyczył także opadów sezonowych i miesięcznych.

Sezon zimowy (XII—II) charakteryzował się największą stabilnością w czasie warunków pluwalnych, podkreśloną odchyleniem standardowym zamykającym się w granicach od $\pm 28,8$ mm (Rzeszów) do $\pm 45,0$ mm (Wisłok Wielki). Wiosna (III—V) cechowała się większą zmiennością opadów niż zima; odchylenia standardowe wahały się od $\pm 39,0$ mm (Grodzisko Dolne) do $\pm 58,0$ mm (Wisłok Wielki). Z kolei okres letni (VI—VIII) pod względem opadów był najbardziej niestały, o czym świadczą największe różnice między wartościami ekstremalnymi oraz najsilniejsza dyspersja w układzie sezonowym. Odchylenia standardowe mieściły się w granicach od $\pm 62,6$ mm (Grodzisko Dolne) do $\pm 99,5$ mm

Tabela 2 — Table 2

Charakterystyki statystyczne rocznych i sezonowych sum opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisłoka w okresie 1951—2000

Statistical characteristics of year and seasonal precipitation totals in the Wisłok basin in the period 1951—2000

Charakterystyka Characteristic	Stacja — Station								
	Rze- szów	Kań- czuga	Tyczyn	Żar- nowa	Grodzi- sko Dln.	Łańcut	Krosno	Brzo- zów	Wisłok Wielki
Rok — Year									
Średnia	612	638	672	712	650	608	700	737	878
Max. (rok)	1008 (1966)	885 (1953)	988 (1966)	996 (1966)	907 (1966)	885 (1980)	968 (1960)	1048 (1980)	1259 (1980)
Min. (rok)	360 (1959)	419 (1982)	383 (1951)	473 (1957)	337 (1961)	381 (1990)	313 (1954)	519 (1961)	620 (1961)
σ	124,9	118,6	130,7	132,5	112,2	114,5	137,7	120,9	147,9
ν	20,4	18,6	19,5	18,6	17,3	18,8	19,7	16,4	16,9
Zima — Winter									
Średnia	97	108	106	123	117	100	100	127	143
Max. (rok)	167 (1983)	200 (1953)	165 (1983)	199 (1968)	204 (1968)	211 (1953)	185 (1952)	229 (1983)	283 (1983)
Min. (rok)	32 (1954)	56 (1996)	45 (1954)	53 (1980)	40 (1954)	42 (1954)	39 (1954)	60 (1969)	67 (1997)
σ	55,7	34,7	31,1	37,8	35,2	36,9	36,1	33,3	45,0
ν	41,3	32,1	29,2	30,7	30,2	37,0	36,2	26,2	31,4
Wiosna — Spring									
Średnia	147	154	158	167	152	141	165	166	197
Max. (rok)	307 (1966)	459 (1953)	299 (1989)	273 (1994)	221 (1999)	227 (1975)	300 (1989)	298 (1978)	387 (1989)
Min. (rok)	60 (1959)	68 (1959)	62 (1982)	61 (1959)	57 (1961)	54 (1982)	92 (1982)	58 (1953)	83 (1956)
σ	46,0	57,5	53,5	51,0	39,0	42,4	47,3	47,8	58,0
ν	31,3	37,3	33,8	30,5	25,7	30,1	28,7	29,5	29,5
Lato — Summer									
Średnia	239	244	262	269	236	234	286	284	337
Max. (rok)	460 (1980)	436 (1953)	476 (1980)	453 (1980)	423 (1980)	447 (1980)	526 (1980)	567 (1980)	637 (1980)
Min. (rok)	101 (1951)	89 (1951)	94 (1951)	110 (1951)	95 (1951)	91 (1951)	105 (1976)	64 (1952)	177 (1952)
σ	76,1	76,4	83,3	82,6	62,6	71,1	89,9	90,4	99,5
ν	31,9	31,4	31,8	30,7	26,5	30,4	31,5	31,9	29,6
Jesień — Autumn									
Średnia	135	147	146	154	145	134	156	161	203
Max. (rok)	269 (1952)	300 (1952)	280 (1952)	307 (1952)	322 (1952)	268 (1952)	359 (1974)	319 (1952)	385 (1992)
Min. (rok)	39 (1959)	41 (1959)	50 (1959)	43 (1959)	41 (1959)	49 (1969)	62 (1959)	50 (1959)	76 (1959)
σ	55,7	63,5	57,0	59,7	60,4	54,4	66,6	57,9	71,6
ν	41,3	43,2	39,1	38,8	41,8	40,5	42,7	35,9	35,4

Średnia — average, σ — odchylenie standardowe (standard deviation), ν — współczynnik zmienności (variability coefficient)

Tabela 3 — Table 3

Normalne i anomalne opady roczne i sezonowe w dorzeczu Wisłoka
(na podstawie danych z okresu 1951—2000)

Normal and anomalous of year and seasonal precipitation totals in the Wisłok basin
in the period 1951—2000

Charakterystyka Characteristic	Stacja — Station								
	Rze- szów	Kań- czuga	Tyczyn	Żar- nowa	Gro- dzi- sko Dln.	Łań- cut	Kro- sno	Brzo- zów	Wisłok Wielki
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rok — Year									
Górna granica normy Upper border of norm	703	742	779	824	736	696	818	832	1016
Dolna granica normy Lower border of norm	513	549	565	579	556	512	608	642	776
Średnia wartość dodatniej anomalii Average value of positive anomaly	784	806	858	890	814	772	902	924	1136
Średnia wartość ujemnej anomalii Average value of negative anomaly	443	496	496	515	498	447	540	584	723
Zima — Winter									
Górna granica normy Upper border of norm	122	142	135	156	148	136	133	155	186
Dolna granica normy Lower border of norm	74	83	81	90	88	74	72	96	109
Średnia wartość dodatniej anomalii Average value of positive anomaly	137	159	150	172	165	161	152	170	209
Średnia wartość ujemna anomalii Average value of negative anomaly	63	68	69	74	75	61	57	80	93
Wiosna — Spring									
Górna granica normy Upper border of norm	179	197	200	201	181	175	206	211	249
Dolna granica normy Lower border of norm	111	123	113	121	111	104	130	128	157
Średnia wartość dodatniej anomalii Average value of positive anomaly	212	253	234	237	199	198	254	234	289
Średnia wartość ujemna anomalii Average value of negative anomaly	92	100	92	99	94	87	112	107	134

cd. tab. 3. — continued tab. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lato — Summer									
Górna granica normy Upper border of norm	314	313	329	341	286	292	369	357	421
Dolna granica normy Lower border of norm	189	194	195	200	182	180	226	215	265
Średnia wartość dodatniej anomalii Average value of positive anomaly	365	375	381	393	343	334	424	432	507
Średnia wartość ujemna anomalii Average value of negative anomaly	151	155	162	160	155	143	176	169	224
Jesień — Autumn									
Górna granica normy Upper border of norm	186	207	191	213	192	178	213	201	275
Dolna granica normy Lower border of norm	93	107	100	112	102	93	112	114	155
Średnia wartość dodatniej anomalii Average value of positive anomaly	228	261	230	261	242	230	276	251	331
Średnia wartość ujemna anomalii Average value of negative anomaly	69	74	73	86	75	68	86	83	120

(Wisłok Wielki). Warunki pluwiacyjne jesieni (IX—XI) charakteryzowały się — w stosunku do wiosny — nieco większym zakresem zmian opadów; odchylenie standardowe wahało się od $\pm 54,4$ mm (Łańcut) do $\pm 71,6$ mm (Wisłok Wielki).

Przebieg roczny opadów w obrębie dorzecza był podobny, z najwyższymi sumami w lipcu, wahającymi się w granicach od 87 mm (Rzeszów) do 120 mm (Wisłok Wielki) i najniższymi w lutym, a w południowej części dorzecza w styczniu, które stanowiły wówczas 31—33% sum lipcowych.

Sumy miesięczne cechował wyraźny wzrost dyspersji w pierwszym półroczu, aż do maksimum w lipcu; odchylenie standardowe wahało się wówczas od $\pm 40,0$ mm (Grodzisko Dolne) do $\pm 64,2$ mm (Wisłok Wielki). W drugiej połowie roku zaznaczał się spadek zmienności sum miesięcznych; odchylenie standardowe osiągnęło najniższe wartości w miesiącach zimowych (od $\pm 15,0$ mm w Rzeszowie do $\pm 20,0$ mm w Wisłoku Wielkim). Na wielkości te decydujący wpływ wywierały sumy ekstremalne. W październiku największe sumy miesięczne ponad 3-krotnie (w Grodzisku Dolnym i Łańcucie nawet 4,3-krotnie) przekraczały wartość średnią 50-letnią, najmniejsze natomiast — w lutym — stanowiły zaledwie 3% tej wartości.

2. CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA LAT, SEZONÓW I MIESIĘCY O OPADACH NORMALNYCH

W świetle przyjętej metody górną granicę normy wyznacza odchylenie od średniej rocznej sumy z wielolecia w przedziale 113—117%, a dolną odchylenie od 81 do 88%. Rozpiętość rocznej normy opadów (różnica między górną a dolną granicą normy) wahała się od 180—190 mm w północnej części dorzecza do 210—245 mm w części środkowej i południowej.

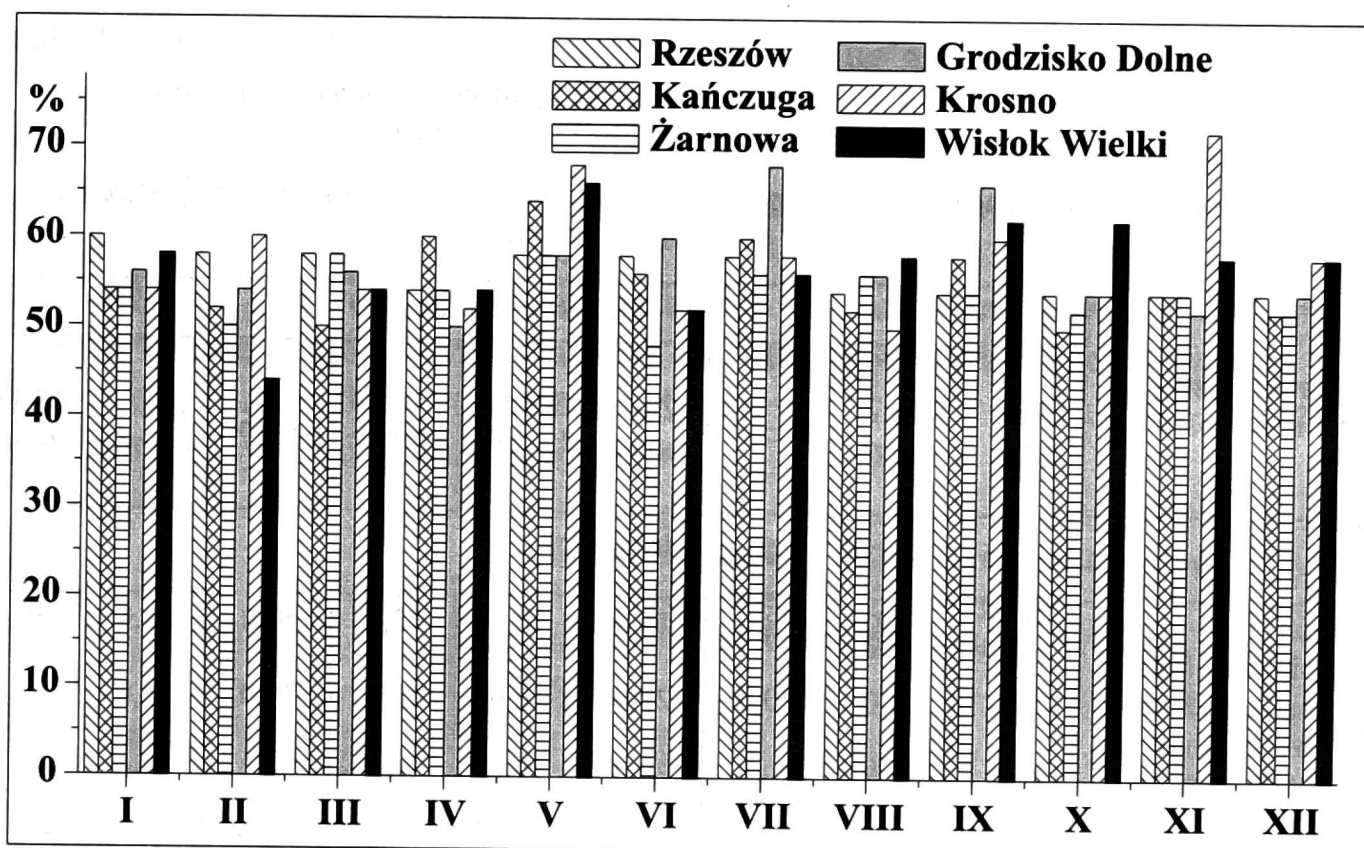
W skali całego dorzecza Wisłoka, w analizowanym okresie 50-letnim tylko pięciokrotnie, w latach: 1962, 1964, 1972, 1981 i 1983 sumy roczne opadów mieściły się w granicach normy. W kolejnych sześciu latach (1963, 1973, 1975, 1990, 1991 i 1995) tylko lokalnie, na jednej stacji pomiarowej, notowano niewielkie niedobory wilgoci. W pozostałych okresach, na całym obszarze bądź w poszczególnych jego fragmentach, sumy roczne opadów były wyższe lub niższe od normy. Prawdopodobieństwo wystąpienia roku o opadach normalnych wahało się w granicach od 48—50% w Kańczudze i Krośnie do 60—62% w Grodzisku Dolnym i Łańcucie.

Wieloletnie ciągi sum rocznych ujawniły koncentrację opadów normalnych w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych, drugiej lat siedemdziesiątych oraz w końcu lat osiemdziesiątych i w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Lata o opadach normalnych występowały pojedynczo lub w ciągach 2-letnich, zaś 40—80% przyjmowała charakter serii 3-letnich i dłuższych, które wystąpiły pięć- lub sześciokrotnie w analizowanym okresie. Jedynie na stacji w Krośnie zanotowano jeden ciąg rocznych opadów w granicach normy, ale była to w całym półweczu najdłuższa sekwencja, bo 9-letnia, obejmująca okres 1989—1997.

W analizowanym okresie (1951—2000) połowa i więcej sezonowych sum opadów mieściła się w granicach normy. Jej granice, zarówno górna, jak i dolna, wyrażały się prawie 3-krotnie wyższymi wartościami bezwzględnymi w okresie letnim niż w sezonie zimowym (tab. 3). Najmniejszą częstością opadów normalnych cechowała się zima (46—56%), największą odnotowano w sezonie jesiennym (58—62%).

Wyraźne zróżnicowanie regionalne i czasowe cechowało częstość miesięcy o opadach normalnych (ryc. 2). Zarówno ich górna, jak i dolna granica nawiązywały do wysokości opadów, stąd największe wartości bezwzględne przyjmowały w Wisłoku Wielkim. Średnie wartości wyznaczonych granic opadów normalnych zmieniały się z miesiąca na miesiąc. Największą rozpiętością normy odznaczał się październik, w którym odchylenie górnej granicy normy od średniej z 50-lecia wynosiło od 65 do 80%, a dolnej granicy od -42 do -54%. Prawidłowość ta jest charakterystyczna także dla innych rejonów Polski (Kossowska-Cezak, Mrugała 1999, Twardosz 2000).

W drugiej połowie ubiegłego stulecia ponad 50% miesięcy znalazło się w granicach wyznaczonej normy; najmniej w Żarnowej — 53,8 %, najwięcej



Ryc. 2. Częstość (%) występowania miesięcy o opadach normalnych w dorzeczu Wisłoka (1951—2000)

Fig. 2. The frequency of occurrence (%) months of norm of precipitation in the Wisłok river basin (1951—2000)

w Krośnie — 57,7%. Najczęściej opady normalne pojawiały się w maju (56—66%), najmniejszy udział miały w lutym (44—58%). Największa częstość miesięcznych sum opadów normalnych wystąpiła w listopadzie w Krośnie i wynosiła 72%, najmniejsza dotyczyła lutego na stacjach w Łańcucie i Wisłoku Wielkim (44%).

3. CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA LAT, SEZONÓW I MIESIĘCY O DODATNIEJ ANOMALII OPADOWEJ

Dorzecze górnej Wisły, którego fragment stanowi dorzecze Wisłoka jest obszarem, gdzie największe sumy dają opady rozlewne, burzowe (ulewne lub nawalne), ciągłe w strefie frontalnej oraz deszcze o dłuższym czasie trwania, tzw. „słota” (Cebulak 1998).

W 50-letniej serii średnich rocznych sum opadów liczba lat o anomalii dodatniej wahała się w granicach od 8 (Wisłok Wielki) do 12 (Kańczuga), z czego w pięciu (1965, 1966, 1970, 1974 i 1980) wystąpiła na obszarze całego dorzecza. 55—67% (w Kańczudze 42%, a w Wisłoku Wielkim 75%) tych lat koncentrowało się w 16-leciu 1965—1980. Anomalie dodatnie rocznych sum opadów najczęściej występowały w pojedynczych latach, a najdłuższe były ciągi 3-letnie na stacjach w Łańcucie (1965—1967) i Rzeszowie (1998—2000).

Tabela 4 — Table 4

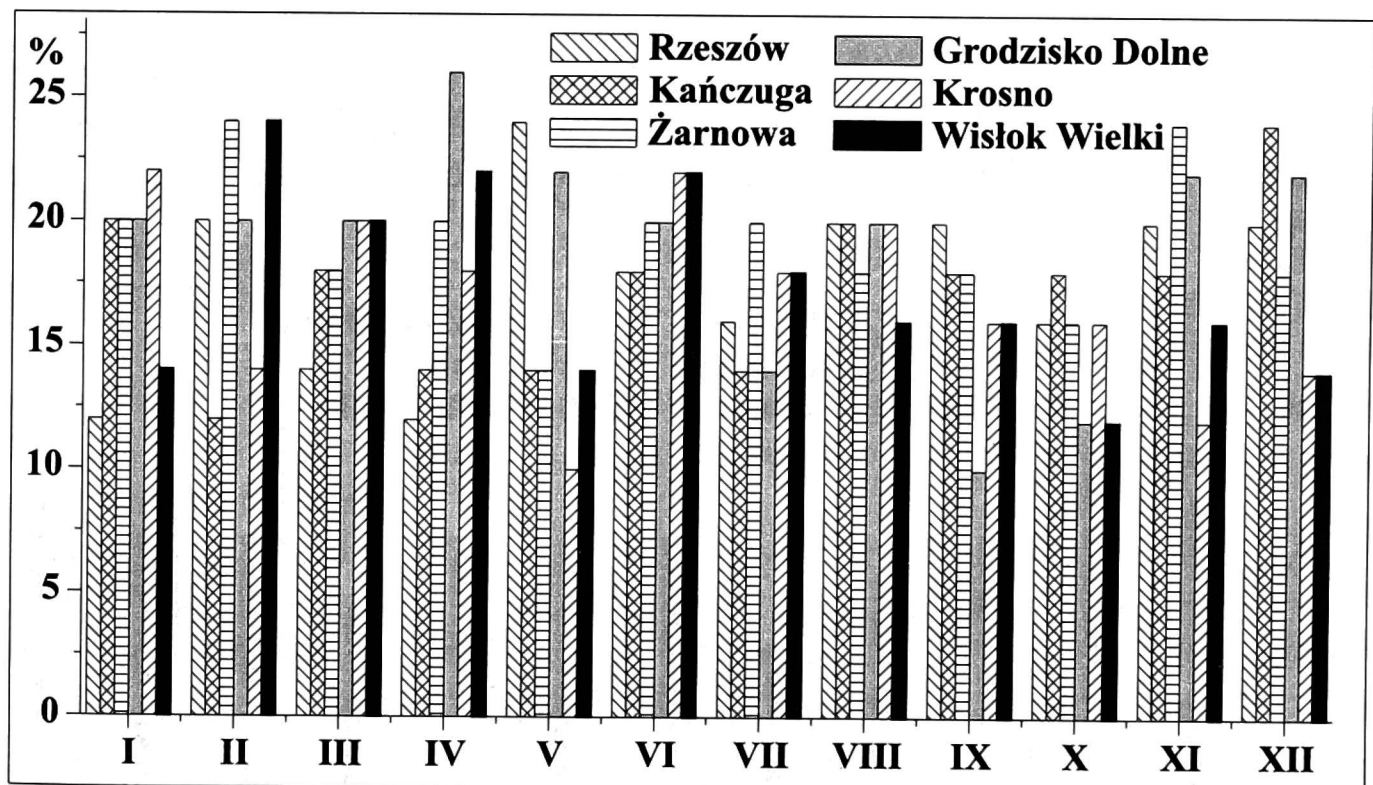
Częstość występowania (%) normy i anomalii opadów w dorzeczu Wisłoka
na podstawie danych z okresu 1951—2000

Frequency of the occurrence (%) of norm and anomalies of precipitation in the Wisłok basin
in the period 1951—2000

Charakterystyka Characteristic	Stacja — Station								
	Rze- szów	Kań- czuga	Tyczyn	Żar- nowa	Grodzi- sko Dln.	Łańcut	Krosno	Brzo- zów	Wisłok Wielki
Rok — Year									
Norma Precipitation norm	58,0	48,0	58,0	58,0	60,0	62,0	50,0	58,0	54,0
Anomalia dodatnia Positive anomaly	20,0	24,0	20,0	22,0	18,0	18,0	20,0	18,0	16,0
Anomalia ujemna Negative anomaly	22,0	28,0	22,0	20,0	22,0	20,0	30,0	24,0	30,0
Zima — Winter									
Norma Precipitation norm	46,0	52,0	52,0	50,0	50,0	52,0	48,0	56,0	50,0
Anomalia dodatnia Positive anomaly	22,0	22,0	22,0	26,0	22,0	18,0	24,0	22,0	20,0
Anomalia ujemna Negative anomaly	26,0	26,0	26,0	24,0	28,0	30,0	28,0	22,0	30,0
Wiosna — Spring									
Norma Precipitation norm	52,0	60,0	52,0	54,0	54,0	50,0	58,0	54,0	54,0
Anomalia dodatnia Positive anomaly	22,0	12,0	22,0	22,0	26,0	22,0	14,0	22,0	18,0
Anomalia ujemna Negative anomaly	26,0	28,0	26,0	24,0	20,0	28,0	28,0	24,0	28,0
Lato — Summer									
Norma Precipitation norm	56,0	58,0	54,0	60,0	66,0	56,0	56,0	64,0	56,0
Anomalia dodatnia Positive anomaly	16,0	18,0	22,0	20,0	14,0	20,0	20,0	16,0	16,0
Anomalia ujemna Negative anomaly	28,0	24,0	24,0	20,0	20,0	24,0	24,0	20,0	28,0
Jesień — Autumn									
Norma Precipitation norm	60,0	58,0	58,0	62,0	58,0	62,0	58,0	62,0	60,0
Anomalia dodatnia Positive anomaly	16,0	18,0	20,0	14,0	18,0	16,0	16,0	20,0	14,0
Anomalia ujemna Negative anomaly	24,0	24,0	22,0	24,0	24,0	22,0	26,0	18,0	26,0

Dodatnie anomalie opadowe wyznaczają górne granice normy, które nawiązują do wysokości opadów. Najwyższe jej wartości były synchroniczne z maksymalnymi sumami sezonowymi i miesięcznymi; pojawiały się w lecie i lipcu. Najniższa górna granica wystąpiła w zimie i lutym, tylko w Kańczudze i Żarnowej w styczniu.

W układzie pór roku częstość dodatnich anomalii opadów nie wykazywała istotnych różnic regionalnych (tab. 4). W analizowanym okresie, wiosną notowano 6—13 przypadków, latem 7—11, jesienią 8—10, a zimą 9—13 sezonów o ponadnormatywnych sumach opadów.



Ryc. 3. Częstość (%) występowania miesięcy o dodatniej anomalii opadowej w dorzeczu Wisłoka (1951—2000)

Fig. 3. The frequency of occurrence (%) months of positive anomalies of precipitation in the Wisłok river basin (1951—2000)

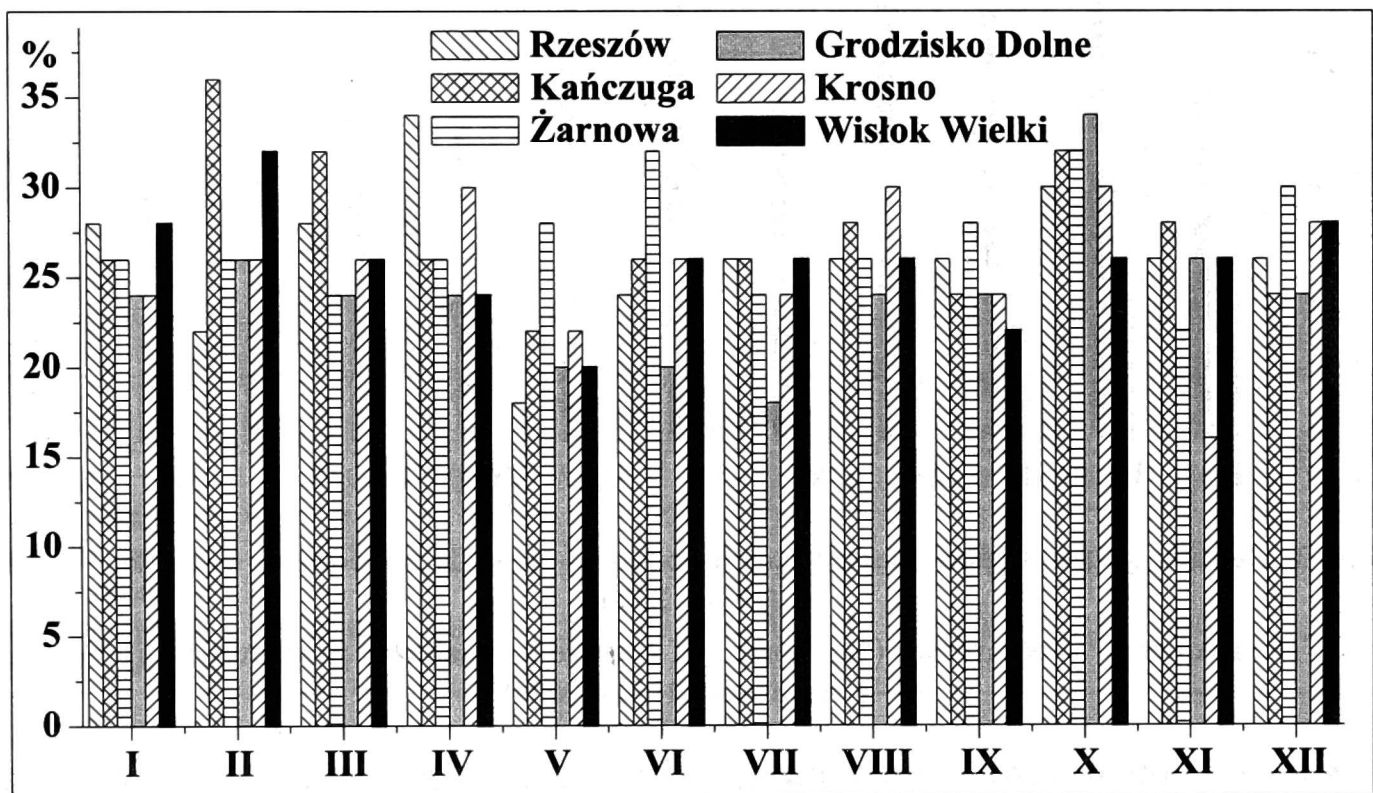
Spośród 600 analizowanych miesięcy 101—115 (odpowiednio Żarnowa i Krosno) było z anomalią dodatnią. Miesięczna liczba takich przypadków na każdej stacji wynosiła od 5 (w Łańcucie w styczniu, Krośnie w maju i Grodzisku Dolnym we wrześniu) do 13 (w Łańcucie w lutym, Grodzisku Dolnym i Brzozowie w marcu oraz Tyczynie w lipcu). Największą częstością anomalii dodatnich cechował się luty, najmniejszą październik (ryc. 3). Ten ostatni wyróżniał się także, obok lipca, głębokimi anomaliami. Różnica między maksymalnymi z 50-lecia opadami miesięcznymi a granicą anomalii dodatniej na stacji Wisłok Wielki wynosiła w lipcu 237 mm, a w październiku 140 mm, i były to najwyższe wartości dla całego dorzecza.

Anomalie dodatnie opadów najczęściej występowały w pojedynczych miesiącach; od 51% (Łańcut) do 69—70% (Żarnowa i Tyczyn) ogólnej liczby miesięcy

z ponadnormatywnymi opadami. Ciągi 2-miesięczne zdarzyły się 10—18 razy, tylko w Krośnie 6-krotnie, a w Łańcucie aż 23-krotnie. Sekwencje 3-miesięczne anomalii zanotowano 6-krotnie, przy czym w jednym przypadku był to ciąg synchroniczny na wszystkich stacjach, a obejmował okres od września do listopada 1952 r. Najdłuższym był ciąg 4-miesięczny, który trwał od stycznia do kwietnia 2000 r., a wystąpił jedynie w beskidzkiej części dorzecza (Krosno, Wisłok Górny).

4. CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA LAT, SEZONÓW I MIESIĘCY O UJEMNEJ ANOMALII OPADOWEJ

W przeciwieństwie do okresów wilgotnych, okresy suche określane przez ujemne anomalie opadów, odznaczały się większą częstością występowania, i to nawet o 14%, jak w przypadku sum rocznych na stacji Wisłok Wielki (tab. 4).



Ryc. 4. Częstość (%) występowania miesięcy o ujemnej anomalii opadowej w dorzeczu Wisłoka (1951—2000)

Fig. 4. The frequency of occurrence (%) months of negative anomalies of precipitation in the Wisłok river basin (1951—2000)

Liczebność lat o anomalii ujemnej wahała się od 10 (Żarnowa, Łańcut) do 15 (Krosno, Wisłok Wielki). W tej liczbie tylko 3-krotnie, tj. lata 1951, 1982 i 1986 były suche na całym badanym obszarze. W analizowanym półwieczu 22—50% (w Łańcucie tylko 20%) lat o niedoborach wilgoci koncentrowało się w 11-leciu 1951—1961, zaś w 7-leciu zamykającym ubiegły wiek (1993—2000) lata takie pojawiały się jedynie lokalnie w beskidzkiej części dorzecza (Wisłok

Wielki). Lata anomalne ujemne występowały pojedynczo, rzadko układały się w ciągi dwu- i więcejletnie. Najdłuższe były ciągi 4-letnie na stacjach w Łańcucie (1988—1991) i Wisłoku Wielkim (1996—1999).

W podziale na pory roku największymi niedoborami opadów charakteryzowała się zima, w której częstość ujemnych anomalii opadowych wahała się w granicach 22—32%, podczas gdy wiosną i latem od 20 do 28%, a jesienią w przedziale 18—26% (tab. 4). Na przeważającym obszarze dorzecza Wisłoka najbardziej suchą była wiosna 1952 r., lato 1951 r., jesień 1959 r. i zima przełomu 1953/1954 r.; sezonowe sumy opadów sięgały 35—60% wartości średnich.

Znacznie większemu zróżnicowaniu w czasie, w obrębie charakteryzowanego dorzecza podlegała liczba i częstość miesięcy z anomaliami ujemnymi (ryc. 4). Na każdej stacji takie przypadki zdarzyły się od 9—17 razy (Rzeszów, Grodzisko Dolne) do 11—18 razy (Kańczuga). Najmniejszą częstością anomalii ujemnych odznaczał się maj (9—14%), największą październik (24—34%).

Anomalie ujemne występowały na obszarze całego dorzecza lub obejmowały tylko jego fragmenty. W skali całego dorzecza, w rozkładzie wieloletnim deficyt miesięcznych opadów pojawiał się 1—3 razy w roku, zaś w latach 1982 i 1986 wystąpiło po 5 takich miesięcy. W 10 latach nie zarejestrowano ani jednego miesiąca, w którym anomalia ujemna pojawiłaby się synchronicznie na całym analizowanym obszarze.

Największą anomalią ujemną był całkowity brak opadów. Spośród analizowanych stacji na sześciu, miesięczne sumy lutego 1976 r. wynosiły 0 mm, na pozostałych sięgały zaledwie 1 mm. Także w lutym 1954 r. w Krośnie oraz w marcu 1974 r. w Wisłoku Wielkim sumy miesięczne opadów wynosiły 0 mm.

Miesiące o anomaliiach ujemnych najczęściej występowały jednostkowo. W ogólnej liczbie miesięcy o niedoborach opadów ich częstość wahała się w granicach 50—53%, za wyjątkiem Krosna i Żarnowej, gdzie sięgała 62—63% i Kańczugi, gdzie wynosiła tylko 44%. Liczebność ciągów 2-, 3- i 4-miesięcznych nie wykazywała istotnych różnic regionalnych; notowano je na wszystkich analizowanych punktach pomiarowych. Najdłuższe ciągi — 5-miesięczne — zanotowano 3-krotnie: w Rzeszowie w 1982 r., Brzozowie w 1952 r. i Wisłoku Wielkim w 1956 r. Rekordowe serie 6-miesięczne wystąpiły tylko w Tyczynie (VII—XII 1951 r.) i Grodzisku Dolnym (I—VI 1956 r.).

IV. PODSUMOWANIE

W ostatnich latach problematyka zmienności klimatu nabrała szczególnego znaczenia, także ze względu na okresowe nadmiary, bądź niedobory opadów. Dużą różnorodność ich wahań ujawniła analiza wieloletnich serii opadowych w skali regionalnej.

W dorzeczu Wisłoka tę cechę opadów podkreślają różnokierunkowe wahania sum opadowych, zarówno rocznych, jak i sezonowych, wyrażone zróżnicowanymi

miarami dyspersji. Wskazują one na występowanie okresowych nadmiarów i niedoborów opadów.

Zastosowanie metody Sz. Mrugały (1997) pozwoliło na ustalenie liczebności i częstości opadów normalnych i anomalnych w roku, porach roku i poszczególnych miesiącach. W przebiegu wieloletnim, niezależnie od skali czasowej, ponad 50% opadów mieściło się w granicach normy. W grupie opadów anomalnych przeważały okresy z niedoborami, które utrzymywały się także w dłuższych sekwencjach niż anomalie dodatnie. Na przykład prawdopodobieństwo wystąpienia miesiący o anomalnie niskich opadach było około 1,5 większe niż o anomalii dodatniej. Wielkości te nie odbiegają od wyznaczonych dla innych rejonów kraju (Kossowska-Cezak, Mrugała 1997).

Rodzaj i wielkość anomalii opadowej jest prawdopodobnie warunkowana przyczynami cyrkulacyjnymi, także w odniesieniu do dorzecza Wisłoka. Celowe będą zatem dalsze próby poszukiwania związków cech cyrkulacji z opadami anomalnymi w skali regionalnej.

Instytut Geografii, Akademia Pedagogiczna, Kraków

LITERATURA

- Brzeźniak E., 2000, *Wahania opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisłoka w latach 1951—1995*. Probl. Zagosp. Ziem Górsk., 46, 73—86.
- Brzeźniak E., Czemerda A., Paczos S., 1991, *Opady atmosferyczne na obszarze Beskidu Niskiego*. Probl. Zagosp. Ziem Górsk., 31, 79—94.
- Cebulak E., 1992, *Maksymalne opady atmosferyczne w dorzeczu górnej Wisły*. Zesz. Nauk. UJ, Pr. Geogr., 90, 79—96.
- Cebulak E., 1998, *Przegląd opadów ekstremalnych, które wywołały powódzie w XX wieku w dorzeczu górnej Wisły*. Konferencja naukowa w Krakowie 7—9 maja 1998. Wyd. Oddz. PAN, Kraków, 21—37.
- Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*. Pr. Geogr. IGiPZ PAN, 123, 1—101.
- Kossowska-Cezak U., Mrugała Sz., 1999, *Opady atmosferyczne o anomalnej wysokości (na przykładzie Warszawy i Lublina)*. Prz. Geof., 44, 1—2, 39—51.
- Koźuchowski K., 1985, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881—1980*. Acta Geogr. Lodzienia, 48, 1—158.
- Koźuchowski K., 1996, *Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych*. Prz. Geogr., 68, 1—2, 79—98.
- Koźuchowski K., Marciniak K., 1991, *Tendencje zmian temperatury i opadów w Europie środkowej w stuleciu 1881—1980*. Acta Univ. Nicolai Copernici, 22, 73, 23—43.
- Mrugała Sz., 1997, *Próba określenia normy i anomalii opadów atmosferycznych*. Prz. Geof., 42, 2, 169—174.
- Twardosz R., 2000, *Opady normalne i anomalne w Krakowie w latach 1850—1998*. Prz. Geof., 45, 2, 171—182.

ELIGIUSZ BRZEŹNIAK

ANOMALOUS PRECIPITATION IN WISŁOK RIVER BASIN
IN THE HALF-CENTURY 1951—2000

S u m m a r y

Taking into account monthly, seasonal and annual precipitation totals from 9 raingauges located in Wisłok catchment area, an attempt was taken to set extreme events, determined by anomalous rainfalls during 50 years period 1951—2000 (Fig 1). The attention was paid to spatial and time differentiation, stating significant differences between averages from the following 10-years, 30-years and 50-years periods (Table 1).

The variety of precipitation changes is underlined by their extreme values and dispersion measures (Table 2). They confirm the highest stability of pluvial conditions in winter months and the directions in spatial layout testify to the increase of precipitation dispersion towards higher altitudes.

The picture of precipitation variability are also anomalies, which are underlined by periods of rainfalls within the bounds of norm, their surplus (positive anomaly) and shortage (negative anomaly). In the investigated period of 50 years, irrespective of time scale, over 50% of precipitation was contained within the bounds of norm (Table 3, 4). In the group of anomalous rainfalls periods with negative anomalies prevailed (Fig. 1, 2, 3). The probability of occurring of months with anomalous low precipitation was about 1,5 times larger than of positive anomaly. Anomalous low precipitation remained also in longer sequences, in the case of monthly totals even to 6 months.

Departament of Geography, Pedagogical University, Kraków