

Urszula Kossowska-Cezak¹

**NADMIARY I NIEDOSTATKI OPADÓW
ATMOSFERYCZNYCH
WE WSCHODNIEJ CZĘŚCI NIZINY MAZOWIECKIEJ
(NA PRZYKŁADZIE WARSZAWY-OKĘCIA
I SIEDLECA)**

**SURPLUS AND DEFICIT OF PRECIPITATION
IN EASTERN PART OF MAZOVIAN LOWLAND
(ON AN EXAMPLE OF WARSAW-OKĘCIE AND SIEDLCE)**

*Pani profesor Elżbiecie Mycielskiej-Dowgiałto
z wyrazami szacunku
autorka*

Abstrakt

W artykule przedstawiono warunki opadowe wschodniej części Niziny Mazowieckiej na podstawie serii miesięcznych sum opadów z okresu 1949-2010 ze stacji Warszawa-Okęcie i Siedlce. Przyjęto, że miesiące o sumach opadów 75-125% średniej sumy wieloletniej to miesiące normalne, > 150% anomalnie wilgotne i < 50% anomalnie suche. Miesiące anomalne najczęściej występują pojedynczo, ale mogą też tworzyć serie po 3-4 miesiące. Ponadto występują okresy 2-7 miesięczne o całkowitej sumie > 150% lub < 50% średniej sumy wie-

¹ Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin, ul. Grzegorzewskiej 10, 02-778 Warszawa.

loletniej. Okresów anomalnie wilgotnych było na Okęciu 22, w Siedlcach 27, a okresów anomalnie suchych odpowiednio 42 i 45. Anomalnie wilgotny był ostatni rok 2010 (najwyższa suma roczna w okresie 1949-2010).

W okresie 1949-2010 opady w Warszawie wzrastały o 15,6 mm/10 lat, a w Siedlcach nie zmieniały się. Prawdopodobnie jest to spowodowane osłonięciem rozrastające się drzewa w sąsiedztwie stacji meteorologicznej w Siedlcach.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, miesiące anomalnie wilgotne, miesiące anomalnie suche, Warszawa-Okęcie, Siedlce

Abstract

In the article the precipitation conditions in the Eastern part of Mazovian Lowland, based on the series of monthly precipitation totals from period 1949-2010, from the weather stations Warsaw-Okęcie and Siedlce are presented. The months with precipitation totals 75-125% of the many years' mean value are accepted as the normal ones, > 150% as anomalously wet ones and < 50% as anomalously dry ones. Anomalous months are most frequent as individual ones, but they also can made the series of 3-4 months. Moreover the periods of 2-7 months with whole precipitation total > 150% or < 50% of many years' mean values can occur. The anomalously wet periods were 22 in Okęcie, 27 in Siedlce, the anomalously dry periods were 42 and 45 respectively. Anomalously wet was year 2010, with the highest precipitation total in the period 1949-2010.

During the mentioned period precipitation in Warsaw-Okęcie increased 15,6 mm/10 years, but in Siedlce they did not change. It is probably a result of growing trees in the vicinity of the weather station in Siedlce.

Key words: atmospheric precipitation, anomalously wet months, anomalously dry months, Warsaw-Okęcie, Siedlce

Wprowadzenie

Inspiracją do podjęcia zagadnienia nadmiarów i niedostatków opadów atmosferycznych we wschodniej części Niziny Mazowieckiej, czy szerzej – zagadnienia zmienności czasowej opadów na tym obszarze stała się interesująca relacja Pani Profesor Elżbiety Mycielskiej-Dowgiałło. Pani Profesor posiada domek letniskowy w okolicy Siedlec, wokół którego w roku 2010, na suchym dotychczas terenie, pojawiły się po raz pierwsze rozległe rozlewiska (które żartobliwie nazwała „pojezierzem”). To zjawisko nasuwa pytanie, czy w ostatnim czasie występowały tam anomalnie wysokie opady, a jeśli tak, to jak duża była ta anomalia i jak często można spodziewać się podobnej.

Próba odpowiedzi na tak postawiony problem została podjęta na podstawie analizy wieloletniej serii sum miesięcznych opadów z Siedlec, a dla celów porównawczych – podobnej serii z Warszawy-Okęcie. Do analizy przyjęto najdłuższą dostępną serię, tzn. od jesieni 1948 r., kiedy to ponownie uruchomiono stację meteorologiczną w Siedlcach po przerwie spowodowanej działaniami wojennymi, do końca roku 2010.

Położenie stacji określają współrzędne geograficzne: Warszawa-Okęcie – 52°10'N, 20°58'E i 106 m n.p.m., Siedlce – 52°11'N, 22°15'E i 152 m n.p.m.

Ze względu na położenie obu stacji uzyskane wyniki można w dużej mierze uznać za reprezentatywne dla wschodniej części Niziny Mazowieckiej

Ogólna charakterystyka opadów w Warszawie i Siedlcach

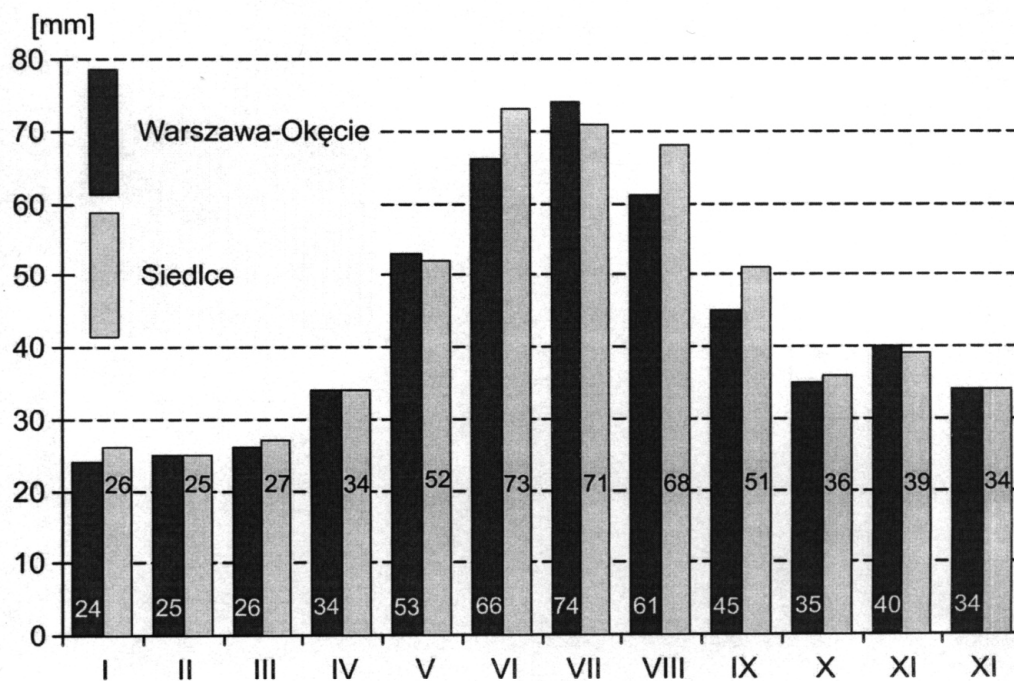
Sumy roczne opadów. W przyjętym w opracowaniu 62-leciu 1949-2010 średnia suma roczna opadów wyniosła w Warszawie na Okęciu 520 mm, a w Siedlcach 538 mm. Suma opadów w Siedlcach wyższa o 3% w porównaniu z Okęciem nie oznacza jednak, że opady w Siedlcach są w ogóle wyższe niż w Warszawie, co łatwo można byłoby wyjaśnić wyższym o 40 m położeniem stacji meteorologicznej w Siedlcach.

W rzeczywistości wielkość opadów na terenie Warszawy jest bardzo zróżnicowana, co wykazały badanie wielu autorów (np. Kaczorowska 1967, Bogdańska 1972, Lorenc 1991). Zgodnie wykazano, że najniższe opady występują na południowo-zachodnich krańcach miasta, gdzie znajduje się lotnisko na Okęciu, a najwyższe opady są związane z terenami o największym zanieczyszczeniu powietrza, tzn. śródmiejskimi oraz źródłami zanieczyszczeń pyłowych, jakimi są elektrociepłownie (obecnie Siekierki). W tych to częściach Warszawy opady są nawet nieco większe niż w Siedlcach, co łatwo wykazać na przykładzie najstarszej stacji warszawskiej – Obserwatorium Astronomiczne: w latach 1891-1930 średnia suma roczna opadów w Obserwatorium wynosiła 555 mm, a w Siedlcach 546 mm (Wiszniewski 1953), w latach 1931-1960 odpowiednio 561 i 549 (*Atlas...* 1977). Można więc uznać, że ilość opadów, jaka spada na obszar Warszawy i Siedlec, czy szerzej – całej wschodniej części Niziny Mazowieckiej – jest podobna, co znajduje potwierdzenie w najnowszym *Atlasie klimatu Polski* (Lorenc 2005): obydwie stacje leżą w obszarze z opadami nieco poniżej 550 mm.

Tabela 1. Średnie wieloletnie, najwyższe i najniższe sumy opadów miesięczne i roczne – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 1. Mean many years, the highest and the lowest values of the monthly and yearly precipitation totals – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Suma opadów	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
	Warszawa-Okęcie												
Średnia (mm)	24	25	26	34	53	66	74	61	45	35	40	34	520
Udział w sumie rocznej (%)	5	5	5	6	10	13	14	12	9	7	8	6	100
Największe (mm)	79	72	65	93	183	149	214	179	138	148	109	81	800
% sumy średniej	329	288	250	274	345	226	289	293	307	423	272	238	154
Rok	2007	2002	1994	1994	1962	2009	1997	1977	1995	1974	2010	2002	2010
Najmniejsze (mm)	1	0	5	4	16	14	15	4	1	0	12	3	330
% sumy średniej	4	0	19	12	30	21	20	7	2	0	30	9	63
Rok	1997	1976	1974 1982	1976	1979	2000	1982	1968	1951	1951	1954	2002	1951
Siedlce													
Średnia (mm)	26	25	27	34	52	73	71	68	51	36	39	34	538
Udział w sumie rocznej (%)	5	5	5	6	10	14	13	13	9	7	7	6	100
Największe (mm)	73	68	70	90	114	226	179	256	167	180	105	90	742
% sumy średniej	281	272	259	265	219	310	252	376	327	500	269	265	138
Rok	2007	2002	2009	1994	1984	1985	1997	2006	2010	1974	2010	1966	2010
Najmniejsze (mm)	2	1	5	5	12	18	8	3	12	1	8	5	364
% sumy średniej	8	4	19	15	23	25	11	4	24	3	21	15	68
Rok	1997	1976	1953 1974 1984	2009	1993	2000	2006	1984	1951	1951	1959 1975	1972	1953



Ryc. 1. Średni przebieg roczny opadów w Warszawie-Okęciu i Siedlcach (1949-2010)

Fig. 1. Mean annual course of precipitation in Warsaw-Okęcie and Siedlce (1949-2010)

Przebieg roczny opadów w Warszawie-Okęciu i w Siedlcach przedstawiono w tab. 1 oraz na rys. 1. Łatwo na nich zauważyć, że przebieg ten cechuje się wyraźnym cyklem rocznym, z najniższymi opadami od stycznia do marca oraz z letnim maksimum – od czerwca do sierpnia. Prawidłowość ta występuje na obydwu stacjach, dlatego rozkład sezonowy opadów jest na nich praktycznie taki sam: w Warszawie w zimie spada 16% średniej sumy rocznej (83 mm), na wiosnę 22% (114 mm), w lecie 39% (202 mm) i w jesieni 23% (121 mm), a w Siedlcach odpowiednio 16, 21, 39 i 24% (85, 113, 212 i 127 mm).

W ciągu 8 miesięcy – od października do maja – sumy opadów na obydwu stacjach są prawie takie same (tylko w jednym miesiącu różnią się o 2 mm), również praktycznie taka sama jest średnia suma wieloletnia z okresu od października do maja (Okęcie 271 mm, Siedlce 272 mm). Różnice w ilości opadów zaznaczają się natomiast w miesiącach od czerwca do września: w czerwcu, sierpniu i wrześniu suma opadów w Siedlcach jest łącznie o 20 mm (tzn. o 12%) wyższa niż w Warszawie, a w lipcu o 3 mm (4%) niższa. Wyższa suma roczna opadów w Siedlcach jest zatem wynikiem obfitszych opadów w okresie letnim.

Porównanie średnich sum miesięcznych z okresu letniego ujawnia, że na każdej stacji zaznacza się nieco inny przebieg roczny: w Warszawie występuje wyraźne maksimum roczne w lipcu, podczas gdy w Siedlcach najwyższe opady miesięczne przypadają na czerwiec, ale w kolejnych miesiącach – lipcu i sierpniu są niewiele niższe (rys. 1, tab. 1).

Zakres zmienności i częstość sum opadów różnej wielkości. Wielkość sum miesięcznych opadów atmosferycznych ulega wielkim zmianom w czasie – nie tylko w średnim przebiegu rocznym, ale tym bardziej z miesiąca na miesiąc czy też w tym samym miesiącu z roku na rok; znacznym wahaniom ulegają także sumy roczne (tab. 1).

Najniższe sumy miesięczne w ciągu całego roku mogą osiągać zaledwie kilka, kilkanaście milimetrów, a na Okęciu były nawet 2 miesiące w ogóle bez opadów (październik 1951 i luty 1976; w Siedlcach w obydwu miesiącach 1 mm). W miesiącach o najobfitszych opadach ich suma może znacznie przekraczać 100 mm, a wyjątkowo nawet 200 mm (Okęcie: lipiec 1997 – 214 mm, Siedlce: czerwiec 1985 – 226 mm i sierpień 2006 – 256 mm).

Podczas najsuchszej pory roku może spaść zaledwie około 20 mm wody (Warszawa: jesień 1951 – 20 mm, Siedlce: zima 1997 – 23 mm), a podczas najbardziej deszczowej ponad 300 mm (Warszawa: lato 1972 – 338 mm, Siedlce: lato 1985 – 403 mm). Sumy roczne opadów w rozpatrywanym 62-leciu wahały się na Okęciu od 330 mm (1951) do 800 mm (2010), a w Siedlcach od 364 mm (1953) do 742 mm (2010).

Mimo tak dużej zmienności w czasie, częstość sum miesięcznych z poszczególnych lat (tab. 2) nawiązuje wyraźnie do średniego przebiegu rocznego – od września do kwietnia najczęściej występują sumy 21-40 mm, które są też najczęstsze w całym roku (na Okęciu 37%, w Siedlcach 36%). Sumy opadów tej wielkości stanowią lub nawet przekraczają 50% w marcu i listopadzie na obydwu stacjach, a na Okęciu również w styczniu. Od stycznia do marca znaczny (30-40%) jest też udział sum opadów poniżej 20 mm; w ciągu roku jest ich po około 20% na obydwu stacjach. Październik wyróżnia się największą częstością (ponad 20%) sum opadów poniżej 10 mm; w tym tylko miesiącu opady miesięczne 0-20 mm zdarzają się nawet częściej niż

te 21-40 mm. Od października do kwietnia częstość sum miesięcznych opadów różnej wielkości na obydwu stacjach jest podobna – odznacza się nie tylko przewagą sum 21-40 mm, lecz również brakiem sum powyżej 80 mm od stycznia do marca i tylko sporadycznym pojawianiem się w pozostałych miesiącach (tylko w październiku w Siedlcach 5 przypadków w ciągu 62 lat).

Tabela 2. Częstość (%) sum opadów miesięcznych i rocznych – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 2. Frequency (%) of the monthly precipitation totals – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Suma opadów [mm]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
	Warszawa-Okęcie												
> 200	–	–	–	–	–	–	1,6	–	–	–	–	–	0,1
151-200	–	–	–	–	1,6	–	3,2	3,2	–	–	–	–	0,7
101-150	–	–	–	–	1,6	19,3	14,5	6,5	1,6	3,2	3,2	–	4,2
81-100	–	–	–	3,2	8,1	12,9	25,8	8,1	6,5	–	1,6	1,6	5,6
61-80	3,2	1,6	1,6	4,8	14,5	16,1	17,7	24,2	14,5	14,5	8,1	9,7	10,9
41-60	7,8	14,5	14,5	24,2	37,1	25,8	12,9	30,6	27,4	17,7	24,2	22,6	21,4
21-40	51,6	45,2	51,6	48,4	33,9	19,4	19,4	24,2	33,9	27,4	50,0	38,7	37,0
11-20	27,4	25,9	22,6	12,9	3,2	5,6	4,8	1,6	14,5	14,5	12,9	17,7	13,7
0-10	12,9	12,9	9,7	6,5	–	–	–	1,6	1,6	22,6	1,6	9,7	6,4
Siedlce													
> 200	–	–	–	–	–	1,6	–	1,6	–	–	–	–	0,3
151-200	–	–	–	–	–	4,8	4,8	4,8	1,6	1,6	–	–	1,5
101-150	–	–	–	–	6,5	8,1	14,5	6,5	4,8	1,6	1,6	–	3,6
81-100	–	–	–	1,6	6,5	14,5	14,5	9,7	12,9	4,8	3,2	1,6	5,8
61-80	3,2	1,6	1,6	9,7	22,6	32,3	19,4	27,4	16,1	4,8	9,7	8,1	13,0
41-60	8,1	11,3	12,9	21,0	27,4	22,6	24,2	30,7	14,5	21,0	22,6	21,0	19,8
21-40	45,2	45,2	53,2	45,2	33,9	14,5	19,4	17,7	37,1	30,7	50,0	41,9	36,2
11-20	35,5	29,0	22,6	9,7	3,2	1,6	1,6	–	12,9	14,5	9,7	22,6	13,6
0-10	8,1	12,9	9,7	12,9	–	–	1,6	1,6	–	21,0	3,2	4,8	6,3

Od maja do września wyraźnie zwiększa się częstość sum miesięcznych opadów powyżej 40 mm, a także zaznacza się zróżnicowanie ich częstości między Okęciem i Siedlcami. Co prawda, jeszcze w maju w Siedlcach i już we wrześniu na obu stacjach najczęstsze są – tak jak w chłodniejszej porze roku – opady miesięczne o wysokości 21-40 mm (tab. 2), ale wyraźnie zmniejsza się udział miesięcy z opadami poniżej 20 mm na rzecz tych powyżej 40 mm.

W maju na Okęciu maksimum częstości sum miesięcznych opadów przypada na przedział 41-60 mm (37%), przy nadal znacznym (34%) udziale sum 21-40 mm; w Siedlcach nadal częstsze są opady 21-40 mm

(34%) niż 41-60 mm (27%), ale znacznie częściej niż na Okęciu zdarzają się sumy miesięczne 61-80 mm (odpowiednio 23 i 15%). Poczynając od maja, sumy miesięczne poniżej 20 mm występują już bardzo rzadko, pojawiają się natomiast powyżej 100 mm. Największe prawdopodobieństwo wystąpienia tak wysokich opadów miesięcznych przypada na czerwiec i lipiec (do 19%). W czerwcu maksimum częstości sum miesięcznych opadów przypada na Okęciu na przedział 41-60 mm (26%), a w Siedlcach 61-80 mm (32%), w lipcu zaś odpowiednio na 81-100 mm (26%) i 41-60 mm (24%) co wyraźnie nawiązuje do średnich wieloletnich sum opadów w tych miesiącach. W sierpniu na obu stacjach najczęściej (31%) występują opady miesięczne 41-60 mm, ale w Siedlcach nieco częściej (13%) niż na Okęciu zdarzają się opady powyżej 100 mm.

Podczas zimy (XII-II) na obu stacjach zdecydowanie przeważają sumy opadów 51-100 mm (na Okęciu 50%, w Siedlcach 33%), a na wiosnę (III-V) i w jesieni (IX-XI) 101-150 mm (na Okęciu odpowiednio 50 i 52%, a Siedlcach 52 i 44%). Wyraźnie mniejszy udział opadów tej wielkości w Siedlcach niż w Warszawie jesienią (44 i 52%) jest zrekompensowany dwukrotnie większą częstością opadów 151-200 mm (16 i 8%). W lecie (VI-VIII) na obu stacjach suma opadów najczęściej osiąga 151-200 mm (na Okęciu 43,5%, w Siedlcach 42%), ale na Okęciu częściej niż w Siedlcach występują sumy sezonowe poniżej 100 mm, rzadziej zaś powyżej 200 mm (odpowiednio w Warszawie 14,5 i 42%, w Siedlcach 9,5 i 48,5%). Większa częstość wysokich sum opadów w lecie w Siedlcach szczególnie zaznacza się w zakresie powyżej 300 mm – 11%, podczas gdy na Okęciu tylko 3%. Oznacza to, że wyższe średnie opady w miesiącach letnich i w całym sezonie w Siedlcach są wynikiem szczególnie wysokich opadów w pojedynczych latach.

Sumy roczne opadów (tab. 3) na Okęciu najczęściej osiągają 451-500 mm (31%), poza tym dość częste są w granicach 501-550 mm (19%), zatem w połowie lat badanego wielolecia suma roczna opadów osiągnęła tu od 451 do 550 mm. W Siedlcach opady roczne najczęściej osiągały 501-550 mm (21%), a nieco niższe (451-500 mm), jak i wyższe (551-600 mm) występowały z równą częstością po 14,5%, a więc w połowie lat 62-letnia sumy roczne osiągały tu wartości od 451

do 600 mm. Opady roczne powyżej 600 mm na Okęciu stanowiły 18% wszystkich sum rocznych, a w Siedlcach 28%, co potwierdza wyższe średnie sumy opadów w Siedlcach w porównaniu z Okęciem.

Tabela 3. Częstość (%) sum opadów rocznych – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 3. Frequency (%) of the yearly totals of precipitation – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Suma opadów (mm)	Warszawa-Okęcie	Siedlce
> 700	3,2	6,5
651-700	6,5	8,1
601-650	8,1	12,9
551-600	12,9	14,5
501-550	19,4	21,0
451-500	30,6	14,5
401-450	12,9	19,4
351-400	3,2	3,2
≤ 350	3,2	–

Opady normalne i anomalne

Pojęcie normy i anomalii. W związku z wielką zmiennością sum opadów miesięcznych, sezonowych i rocznych ważnym zagadnieniem w klimatologii (jak również w hydrologii) jest to, jaką ich wielkość należy uznać za normalną, a także – jak niskie lub wysokie muszą być opady, aby można było uznać je za anomalne. Zagadnieniem tym zajmowało się wielu autorów, dotychczas jednak nie ustalono jednoznacznych, powszechnie przyjętych zasad (Kossowska-Cezak, Bajkiewicz-Grabowska 2008). Spośród wielu różnych metod przyjęto tu najprostszą, opartą na wielkości opadów w danym miesiącu i roku wyrażonej w procentach odpowiedniej średniej sumy wieloletniej. Klasyfikację opartą na takiej podstawie, odnoszącą się do pór roku i całego roku zaproponowała Z. Kaczorowska (1962); za sezon i rok normalny autorka przyjęła taki, w którym suma opadów mieści się w zakresie od 90 do 110% średniej sumy wieloletniej. Niektórzy autorzy stosują tę klasyfikację również do miesięcy, co jednak jest niesłuszne, ponieważ zakres zmienności sum miesięcznych jest zdecydowanie większy

niż sum sezonowych, a tym bardziej rocznych. Przedział normy 90-110% jest więc w przypadku miesięcy zbyt wąski, co prowadzi do tego, że miesiące „normalne” pojawiają się rzadziej niż np. „suche”, co podważa sens tak określonej „normy”. W opracowaniu przyjęto zatem za A. Schmuckiem (1962) za normalne pod względem opadowym miesiące, w których suma opadów mieści się w granicach „średnia wieloletnia +/- 25%”. Ostatecznie przyjęto w pracy następujące kategorie miesięcy i lat pod względem opadowym, określone wartością procentową ilości opadów w danym miesiącu i roku w odniesieniu do odpowiedniej średniej sumy wieloletniej:

	Miesiąc	Rok
skrajnie wilgotny	> 200%	> 150%
bardzo wilgotny	151-200%	126-150%
wilgotny	126-150%	111-125%
normalny	75-125%	90-110%
suchy	50-74%	75-89%
bardzo suchy	25-49%	50-74%
skrajnie suchy	< 25%	< 50%

Udział miesięcy i lat poszczególnych kategorii w Warszawie-Okęciu i w Siedlcach w latach 1949-2010 podano w tab. 4 i 5.

Tabela 4. Częstość (%) miesięcy poszczególnych kategorii opadowych – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 4. Frequency (%) of the months of different precipitation categories – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Miesiące (% suma średniej)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
	Warszawa-Okęcie												
Skrajnie wilgotny (> 200%)	3,2	6,4	3,2	4,8	3,2	4,8	4,8	6,4	3,2	6,4	4,8	3,2	4,6
Bardzo wilgotny (151-200%)	12,9	9,7	12,9	9,7	8,1	14,5	8,1	6,5	14,5	19,4	8,1	14,5	11,6
Wilgotny (126-150%)	9,7	11,3	12,9	14,5	6,5	8,1	14,5	9,7	9,7	3,2	9,7	12,9	10,2
Normalny (75-125%)	45,2	37,1	40,4	37,1	48,4	37,1	35,5	40,3	33,9	25,9	40,4	35,5	38,0
Suchy (50-74%)	12,9	19,4	16,1	17,7	25,8	21,0	16,1	19,4	21,0	14,5	24,2	11,3	18,3
Bardzo suchy (25-49%)	9,7	8,1	11,3	9,7	8,1	11,3	17,7	16,1	16,1	14,5	12,9	16,1	12,6
Skrajnie suchy (< 25%)	6,4	8,1	3,2	6,5	–	3,2	3,2	1,6	1,6	16,1	–	6,5	4,7
Siedlce													
Skrajnie wilgotny (> 200%)	8,1	4,8	3,2	6,4	3,2	6,4	8,1	6,4	6,4	8,0	4,8	4,8	6,0
Bardzo wilgotny (151-200%)	6,4	14,5	11,3	11,3	9,7	4,8	9,7	4,8	16,1	16,1	9,7	11,3	10,5
Wilgotny (126-150%)	17,7	11,3	12,9	11,3	16,1	9,7	8,1	8,1	4,8	8,1	6,4	14,5	10,7
Normalny (75-125%)	25,9	37,1	40,4	40,4	32,3	46,8	35,5	45,1	25,9	22,6	46,8	27,5	35,5
Suchy (50-74%)	24,2	16,1	11,3	14,5	27,4	22,6	21,0	21,0	24,2	11,3	21,0	24,2	19,9
Bardzo suchy (25-49%)	14,5	12,9	16,1	11,3	9,7	9,7	16,1	12,9	21,0	21,0	8,1	14,5	14,0
Skrajnie suchy (< 25%)	3,2	3,2	4,8	4,8	1,6	–	1,6	1,6	1,6	12,9	3,2	3,2	3,4

Tabela 5. Częstość (%) lat poszczególnych kategorii opadowych – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 5. Frequency (%) of the years of different precipitation categories – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Rok (% suma średniej)	Warszawa-Okęcie	Siedlce
Skrajnie wilgotny (> 150%)	1,6	–
Bardzo wilgotny (126-150%)	8,1	9,7
Wilgotny (111-125%)	17,7	19,4
Normalny (90-110%)	48,4	38,7
Suchy (75-89%)	17,7	29,0
Bardzo suchy (50-74%)	6,5	3,2
Skrajnie suchy (< 50%)	–	–

Za miesiące i lata anomalne, będące dalej przedmiotem analizy, przyjęto te z kategorii „skrajnie” i „bardzo suche” oraz „skrajnie” i „bardzo wilgotne”.

Częstość miesięcy normalnych i anomalnych pod względem opadowym zmienia się znacznie w ciągu roku. W Warszawie na Okęciu udział miesięcy normalnych w badanym wieloleciu zmieniał się od 26% w październiku do 48% w maju, a w Siedlcach od 23% w październiku i 26% w styczniu i wrześniu do 47% w czerwcu i listopadzie (tab. 4). Ogólna liczba takich miesięcy wyniosła na Okęciu 38%, w Siedlcach 35,5%, tzn. średnio 4-5 w roku.

Porównanie odpowiednich wartości w tab. 4 wykazuje, że udział miesięcy normalnych zmienia się z miesiąca na miesiąc w sposób nieregularny i różny na każdej z rozpatrywanych stacji, a jedyną wyraźnie zaznaczającą się prawidłowością jest najmniejsze prawdopodobieństwo wystąpienie normalnego października zarówno w Warszawie, jak i w Siedlcach.

Na obydwu stacjach o około 10% częściej występują opady miesięczne poniżej normy (tzn. poniżej 75% średniej sumy wieloletniej) aniżeli powyżej normy (tzn. powyżej 125%). W Warszawie jest to odpowiednio 36 i 26%, a w Siedlcach 37 i 27% wszystkich miesięcy. Szczególnie częste są miesiące suche (50-74% średniej sumy wieloletniej), które w Warszawie stanowią 18%, a w Siedlcach 20%. Oznacza

to, że w badanym okresie ponad połowę miesięcy stanowiły normalne i suche (razem o wielkości opadów od 50 do 125% średniej sumy wieloletniej w danym miesiącu), sporadycznie rekompensowane opadami anomalnie wysokimi, przekraczającymi 2-, 3-krotnie i więcej średnia wieloletnią sumę miesięczną (por. w tab. 1 najwyższe sumy opadów).

Jak wspomniano wcześniej, za miesiące anomalnie wilgotne przyjęto bardzo i skrajnie wilgotne, to znaczy o sumach przekraczających 150% średniej sumy miesięcznej. Miesiące takie występują z podobną częstością na Okęciu i w Siedlcach, stanowiąc nieco ponad 16% wszystkich miesięcy w wieloleciu, co odpowiada średniej częstości dwóch takich miesięcy w roku. Wśród miesięcy anomalnie wilgotnych sporadycznie pojawiają się takie, w których suma opadów przekracza 2,5-krotnie lub więcej odpowiednią sumę miesięczną; przypadków takich na Okęciu było 14, a w Siedlcach 16 w ciągu 62 lat.

Największą frekwencją miesięcy anomalnie wilgotnych wyróżnia się październik – na Okęciu 26%, w Siedlcach 24% oraz na Okęciu czerwiec (19%) i w Siedlcach wrzesień (22%). Najrzadziej anomalnie wilgotny bywa na Okęciu maj (11%) oraz lipiec, sierpień i listopad (13%), a w Siedlcach czerwiec i sierpień (11%) oraz maj (13%).

Miesiące anomalnie suche to bardzo i skrajnie suche, tzn. z opadami poniżej 50% średniej sumy wieloletniej. Występują one tylko one nieznacznie częściej niż anomalnie wilgotne – nieco ponad 17% na każdej ze stacji, a więc średnio 2 takie miesiące w roku. W niektórych miesiącach anomalnie suchych suma miesięczna opadów może stanowić zaledwie kilka procent odpowiedniej średniej sumy wieloletniej; w 62-leciu takich miesięcy na Okęciu było 8 (w tym 2 miesiące z brakiem opadów, tzn. 0%), w Siedlcach 7.

Szczególnie dużą częstością miesięcy anomalnie suchych odznacza się październik – na Okęciu 31%, w Siedlcach 34%, poza tym anomalnie suchy dość często bywa na Okęciu lipiec (21%), a w Siedlcach wrzesień (23%). Zdecydowanie najrzadziej anomalnie suchy na Okęciu bywa maj (8%), a w Siedlcach czerwiec (10%) i niewiele częściej (11%) maj i listopad.

Ogólnie zatem należy stwierdzić, że miesiącem o najbardziej zmiennych warunkach opadowych jest październik: najrzadziej spo-

śród wszystkich miesięcy miewa opady normalne, najczęściej natomiast bywa anomalnie wilgotny, a tym bardziej anomalnie suchy. Należy też dodać, że w październiku stopień tych anomalii jest szczególnie duży: w najsuchszych miesiącach suma opadów wynosi nawet poniżej 5% średniej sumy wieloletniej, a najwyższa suma miesięczna na Okęciu przekroczyła 400%, w Siedlcach zaś osiągnęła 500%. Podobnymi cechami, choć w mniejszym stopniu skrajności, odznacza się też wrzesień, zwłaszcza w Siedlcach.

Najmniejszym prawdopodobieństwem wystąpienia anomalnych sum opadów odznacza się na Okęciu maj (miesiące anomalnie wilgotne 11%, tzn. 7 w 62-leciu, anomalnie suche 8%, tzn. 5 w 62-leciu) i listopad (po 13%, tzn. po 8 miesięcy), a w Siedlcach czerwiec (anomalnie wilgotne 11%, anomalnie suche 10%) i maj (odpowiednio 13 i 11%).

W ciągu roku występują zwykle na przemian miesiące o różnej kategorii opadowej – tak w normie, jak i powyżej albo poniżej normy. W wyniku tego wiele anomalii miesięcznych wzajemnie się znosi i w rezultacie zakres względnej zmienności sum rocznych opadów okazuje się znacznie mniejszy niż sum miesięcznych: na Okęciu od 63 do 154%, a w Siedlcach od 68 do 138% średniej sumy wieloletniej; oznacza to, że żaden rok w ciągu 62 lat nie był skrajnie suchy, a na Okęciu był tylko jeden rok skrajnie wilgotny (tab. 5). Większość lat była normalna, ale wystąpiła znaczna różnica ich częstości między obu stacjami: na Okęciu było ich ponad 48%, gdy w Siedlcach prawie o 10% mniej. W Siedlcach natomiast znacznie częstsze były lata z opadami poniżej normy (32%, na Okęciu 25%), zwłaszcza te w zakresie 50-74% średniej sumy wieloletniej (tab. 5).

Okresy z nadmiarem i niedostatkim opadów

W poprzednim rozdziale stwierdzono, że miesiące zarówno anomalnie wilgotne, jak i anomalnie suche występują na obydwu stacjach ze zbliżoną średnią częstością około dwóch w roku. W rzeczywistości ich częstość jest bardzo zmienna w czasie – mogą nie pojawiać się nawet przez kilkanaście miesięcy, jak i występować bezpośrednio jeden po drugim. Taki ciąg anomalnych miesięcy prowadzi do kumulacji

nadmiaru lub niedostatku wody opadowej, co stanowi niekorzystne, a nawet niekiedy groźne zjawisko meteorologiczno-hydrologiczne.

A. Okresy z nadmiarem opadów

Miesiące o skrajnie wysokich opadach mogą być wyróżniane z dwojakiego punktu widzenia: bezwzględnej sumy opadów, wyrażonej wysokością warstwy wody (w milimetrach), jak i w sposób względny – wielkością przekroczenia średniej wieloletniej sumy opadów (w procentach). W tabeli 6 podano zestawienie 15 miesięcy o najwyższych opadach w 62-leciu zarówno z jednego, jak i drugiego punktu widzenia; 15 miesięcy odpowiada częstości 2% w ciągu 62 lat (1949-2010).

Tabela 6. Miesiące o najwyższych sumach opadów atmosferycznych – Warszawa-Okęcie i Siedlce (1949-2010)

Table 6. Months with the highest precipitation totals – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Warszawa-Okęcie								Siedlce							
Opady najwyższe bezwzględnie				Opady najwyższe względnie				Opady najwyższe bezwzględnie				Opady najwyższe względnie			
*Lp.	Miesiąc i rok	mm	%	Lp.	Miesiąc i rok	%	mm	Lp.	Miesiąc i rok	mm	%	Lp.	Miesiąc i rok	%	mm
1.	VII 1997	214	289	1.	X 1974	423	148	1.	VIII 2006	256	376	1.	X 1974	500	180
2.	VII 1970	193	261	2.	X 1980	400	140	2.	VI 1985	226	310	2.	VIII 2006	376	256
3.	V 1962	183	345	3.	V 1962	345	183	3.	VIII 1977	195	287	3.	X 1980	331	119
4.	VIII 1977	179	293	4.	I 2007	329	79	4.	VI 1988	194	266	4.	IX 2010	327	167
5.	VIII 2006	165	270	5.	IX 1995	307	138	5.	X 1974	180	500	5.	VI 1985	310	226
6.	VII 1960	159	215	6.	VIII 1977	293	179	6.	VII 1997	179	252	6.	VIII 1977	287	195
7.	VI 2009	149	226	7.	VII 1997	289	214	7.	VII 1960	167	235	7.	I 2007	281	73
8.	X 1974	148	423	8.	II 2002	288	72	8.	IX 2010	167	327	8.	IX 1952	276	141
9.	VIII 2010	143	234	9.	I 2008	283	68	9.	VI 2009	166	227	9.	II 2002	272	68
10.	VI 1981	142	215	10.	IV 1994	274	93	10.	VIII 1972	158	232	10.	X 2009	269	97
11.	VIII 2002	141	231	11.	XI 2010	272	109	11.	VII 2000	154	217	11.	XI 2010	269	105
12.	X 1980	140	400	12.	XI 1952	270	108	12.	VIII 1949	153	225	12.	VI 1988	266	194
13.	VII 2001	139	188	13.	VIII 2006	270	165	13.	VI 1956	153	210	13.	XII 1966	265	90
14.	IX 1995	138	307	14.	VII 1970	261	193	14.	VII 1955	146	206	14.	IV 1994	265	90
15.	VI 2007	134	203	15.	IV 1970	250	85	15.	VII 1975	143	201	15.	III 2009	259	70
					III 1994	250	65								

Łatwo można zauważyć, że te 2% przypadków o najwyższych opadach miesięcznych obejmuje na Okęciu miesiące wyłącznie od maja do października, w Siedlcach tylko od czerwca do października, a zdecydowana ich większość przypada na czerwiec, lipiec i sierpień. Te najwyższe opady na Okęciu osiągnęły od 134 do 214 mm² na miesiąc, a w Siedlcach od 143 do 256 mm.

Miesiące o najwyższym przekroczeniu średniej sumy wieloletniej mogą pojawiać się w ciągu całego roku; te względnie najwyższe sumy miesięczne na Okęciu osiągają 250-423%, a w Siedlcach 259-500%.

Na Okęciu 8 miesięcy spośród 15 o najwyższych opadach (mm) należy jednocześnie do 15 miesięcy o najwyższej względnej sumie miesięcznej (%); w Siedlcach takich miesięcy stwierdzono tylko 6 (tab. 6).

Miesiące i ciągi miesięcy anomalnie wilgotnych. Wcześniej ustalono, że miesiące anomalnie wilgotne to takie, w których suma opadów przekroczyła 150% średniej wieloletniej sumy miesięcznej. W badanym wieloleciu takich miesięcy na Okęciu było 120, a w Siedlcach 122 (tab. 7), a więc występowały średnio po 2 w roku. W rzeczywistości ich częstość była bardzo zróżnicowana, gdyż zdarzały się lata w ogóle bez takich miesięcy (na Okęciu 7, w Siedlcach 8), jak i mogło ich być 4 lub więcej (na Okęciu 4-6 miesięcy w 11 latach, w Siedlcach 4-7 miesięcy w 6 latach). Lata ze znaczną liczbą miesięcy anomalnie wilgotnych zwykle odznaczały się zwiększoną sumą roczną opadów, ale nie występuje tu prosty związek, ponieważ na sumę roczną opadów wpływa też charakter pozostałych miesięcy. Na obydwu stacjach najwyższe opady wystąpiły w roku 2010 (tab. 8); – na Okęciu był to rok skrajnie wilgotny (154%), a w Siedlcach bardzo wilgotny (138%). Na obydwu stacjach w tym roku było po 4 miesiące anomalnie wilgotne. W drugim pod względem ilości opadów na Okęciu był rok 1970 (148% – bardzo wilgotny), z 5 miesiącami anomalnie wilgotnymi, a w Siedlcach rok 1966 (135% – również bardzo wilgotny), z 7 miesiącami anomalnie wilgotnymi.

Tabela 7. Liczba miesięcy o sumach opadów > 150% średniej sumy wieloletniej – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 7. Number of the months with precipitation total > 150% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Warszawa-Okęcie	10	10	10	9	7	12	8	8	11	16	8	11	120
Siedlce	9	12	9	11	8	7	11	7	14	15	9	10	121
W tym jednocześnie na obu stacjach	7	7	5	7	4	4	4	4	10	11	6	8	77

²Wartość ta została znacznie przekroczona w lipcu 2011 r. – 294 mm.

Tabela 8. Lata o najwyższych i najniższych sumach opadów i liczba miesięcy anomalnie wilgotnych (> 150%) i anomalnie suchych (< 50%) – Warszawa-Okęcie i Siedlce (1949-2010)

Table 8. Years with the highest and the lowest precipitation totals and number of the anomalously wet (> 150%) and the anomalously dry (< 50%) months – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Lata o najwyższych opadach											
Lp.	Warszawa-Okęcie					Lp.	Siedlce				
	Rok	Suma opadów		Liczba miesięcy			Rok	Suma opadów		Liczba miesięcy	
		mm	%	> 150%	< 50%			mm	%	> 150%	< 50%
1.	2010	800	154	4	1	1.	2010	742	138	4	2
2.	1970	767	148	5	1	2.	1966	727	135	7	–
3.	1974	691	133	4	2	3.	1985	709	132	2	–
4.	1981	657	126	3	1	4.	1974	706	131	3	2
5.	2009	654	126	3	2	5.	2009	693	129	3	2
6.	1994	653	126	6	3	6.	1952	685	127	4	1
7.	1972	648	125	4	3	7.	1977	673	125	2	2
8.	1962	621	119	3	3	8.	1956	663	123	3	2
9.	1998	617	119	5	–	9.	1994	660	123	6	2
10.	1966	608	117	3	–	10.	1960	639	119	2	–
							1970	638	119	4	1
Lata o najniższych opadach											
Lp.	Warszawa-Okęcie					Lp.	Siedlce				
	Rok	Suma opadów		Liczba miesięcy			Rok	Suma opadów		Liczba miesięcy	
		mm	%	> 150%	< 50%			mm	%	> 150%	< 50%
1.	1951	330	63	–	4	1.	1953	364	68	–	4
2.	1976	348	67	1	3	2.	1991	394	73	–	4
3.	1953	371	71	1	5	3.	1993	413	77	–	3
4.	1959	379	73	2	5	4.	2003	418	78	–	2
5.	1969	411	79	–	2	5.	1987	424	79	1	3
6.	1982	411	79	–	4	6.	1983	428	80	2	3
7.	1964	413	79	1	5	7.	1951	429	80	1	3
8.	1963	420	81	–	4	8.	1969	429	80	–	3
9.	1975	431	83	–	3	9.	1971	434	81	1	3
10.	1968	432	83	2	2		1973	434	81	1	2
	1979	432	83	1	3	10.	1986	435	81	–	3
							1975	437	81	1	4

Wśród 120 miesięcy anomalnie wilgotnych na Okęciu było 37 miesięcy, w których suma opadów przekroczyła dwukrotnie średnią sumę wieloletnią, i 5 miesięcy, w których przekroczyła ją trzykrotnie, w Siedlcach było

ich odpowiednio 44 i 5. Około 2/3 miesięcy anomalnie wilgotnych (77) było jednocześnie na obu stacjach (tab. 7). Miesiące te synchronicznie występowały częściej w okresie jesienno-zimowym, kiedy opady są głównie związane z frontami atmosferycznymi i napływem wilgotnych mas powietrza morskiego, podczas gdy w najcieplejszych miesiącach roku, kiedy znaczny udział mają opady konwekcyjne, a więc bardziej ograniczone przestrzennie, zgodność ta była znacznie mniejsza, tzn. anomalnie wilgotny miesiąc na Okęciu nie miał swojego odpowiednika w Siedlcach i odwrotnie.

Tabela 9. Ciągi miesięcy o sumach opadów > 150% średniej sumy wieloletniej – Warszawa-Okęcie i Siedlce, 1949-2010

Table 9. Series of the months with precipitation total > 150% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	Długość ciągu (miesiące)	1	2	3	4	2-4
Warszawa-Okęcie	Liczba ciągów	84	9	6	–	15
	Liczba miesięcy w ciągach	84	18	18	–	36
	% miesięcy w ciągach	70,0	15,0	15,0	–	30,0
Siedlce	Liczba ciągów	88	9	4	1	14
	Liczba miesięcy w ciągach	88	18	12	4	34
	% miesięcy w ciągach	72,1	14,8	9,8	3,3	27,9

Miesiące anomalnie wilgotne w większości pojawiały się pojedynczo (na Okęciu 84, w Siedlcach 88), z rzadka tylko tworząc ciągi kolejnych miesięcy (tab. 9). Ciągi takie na Okęciu nie przekroczyły 3 miesięcy, a w Siedlcach wystąpił 1 ciąg 4-miesięczny. Ten najdłuższy ciąg, od sierpnia do listopada 1950 roku, nie miał swojego odpowiednika na Okęciu (tu anomalnie wilgotny był tylko wrzesień), natomiast wszystkie 4 ciągi 3-miesięczne w Siedlcach wystąpiły synchronicznie na Okęciu. Były to:

- 1) od września do listopada 1952 (na Okęciu 219% średniej sumy 3-miesięcznej, przekroczenie tej sumy o 144 mm, w Siedlcach odpowiednio 247% i 187 mm),
- 2) od października do grudnia 1966 (Okęcie 184%, 91 mm, Siedlce 214%, 124 mm),
- 3) od lutego do kwietnia 1967 (Okęcie 202%, 87 mm, Siedlce 201% 79 mm),
- 4) od marca do maja 1994 (Okęcie 217%, 133 mm, Siedlce 209%, 123 mm).

Na Okęciu ponadto ciągi 3 miesięcy anomalnie wilgotnych objęły okresy od listopada 1992 do stycznia 1993 (181%, przekroczenie średniej sumy o 83 mm) oraz od lutego do kwietnia 1998 (165%, 55 mm).

W rzeczywistości okresy anomalnie wilgotne są dłuższe, niż wynika to z zestawienia ciągów miesięcy anomalnie wilgotnych. Miesiące takie bywają poprzedzane lub rozdzielane, albo same poprzedzają miesiące wilgotne („tylko” > 125%), które łącznie składają się na ciąg kilkumiesięczny, w którym całkowita ilość opadów przekracza 150% średniej łącznej sumy opadów w tych miesiącach, co każe zakwalifikować cały ten okres jako anomalnie wilgotny.

Tak rozumianych okresów anomalnie wilgotnych było w ciągu 62 lat na Okęciu 22, od 2 do 7 miesięcy (łącznie 67 miesięcy), a w Siedlcach 27, od 2 do 4 miesięcy (również 67 miesięcy) (tab. 10). Poza tymi ciągami było ponadto na Okęciu 71, a w Siedlcach 74 pojedyncze miesiące anomalnie wilgotne. Te pojedyncze miesiące oraz te objęte ciągami anomalnie wilgotnymi wystąpiły w łącznej liczbie 138 na Okęciu i 141 w Siedlcach (około 19% wszystkich miesięcy 62-lecia). Mimo podobnej liczebności tych miesięcy na obu stacjach, zaznacza się wyraźna różnica między nimi: na Okęciu ciągów było mniej, ale zdarzały się znacznie dłuższe niż w Siedlcach; na Okęciu pojedyncze miesiące oraz ciągi 2-miesięczne objęły 91 spośród 138 miesięcy (66%), a w Siedlcach 108 spośród 141 (77%) (tab. 10).

Tabela 10. Liczba miesięcy pojedynczych oraz ciągów o łącznych sumach opadów > 150% odpowiedniej średniej sumy wieloletniej – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 10. Number of individual months and periods with whole precipitation total > 150% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	Długość okresu (miesiące)	1	2	3	4	5	6	7	2-7
Warszawa-Okęcie	Liczba okresów	71	10	7	1	3	-	1	22
	Liczba miesięcy w okresach	71	20	21	4	15	-	7	67
	% miesięcy w okresach	51,4	14,5	15,2	2,9	10,9	-	5,1	48,6
Siedlce	Liczba okresów	74	17	7	3	-	-	-	27
	Liczba miesięcy w okresach	74	34	21	12	-	-	-	67
	% miesięcy w okresach	52,5	24,1	14,9	8,5	-	-	-	47,5

Tabela 11. Okresy anomalnie wilgotne 3-miesięczne i dłuższe – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 11. Periods anomalously wet of 3 month's duration and longer ones – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Lp.	Warszawa-Okęcie				Siedlce			
	Okres od – do	Liczba miesięcy	% średniej sumy opadów	Przewyższenie średniej sumy opadów (mm)	Okres od – do	Liczba miesięcy	% średniej sumy opadów	Przewyższenie średniej sumy opadów (mm)
1.	IX-XI 1952	3	219	144	VIII-X 1950	4	168	132
2.	II-VI 1962	5	192	189	IX-XI 1952	3	247	187
3.	X 1966 – IV 1967	7	186	187	II-IV 1958	3	160	52
4.	X-XII 1970	3	184	92	III-VI 1962	4	160	111
5.	VI-X 1972*	4	171	176	X-XII 1966	3	214	124
6.	VII-IX 1978	3	151	92	II-V 1967	4	170	97
7.	IX 1992 – I 1993	5	172	129	X-XII 1970	3	167	73
8.	III-V 1994	3	217	133	IX-XI 1992	3	158	74
9.	II-IV 1998	3	165	55	III-V 1994	3	209	123
10.	I-III 2002	3	174	62	I-III 2004	3	158	45
11.	II-IV 2004	3	174	63				
12.	V-IX 2010	5	176	227				
5a.	*IV-X 1972	6	161	203				

Ciągów anomalnie wilgotnych 3-miesięcznych i dłuższych było na Okęciu 12, a w Siedlcach 10. Zestawienie tych ciągów zawiera tab. 11; podano czas wystąpienia ciągu, sumę opadów, jej wielkość procentową w stosunku do średniej wieloletniej sumy w takim ciągu oraz wielkości przewyższenia tej sumy.

Jak można było się spodziewać, w podanym zestawieniu znalazły się wszystkie podane wcześniej ciągi miesięcy anomalnie wilgotnych – bądź jako okresy wilgotne, bądź też ich części składowe, np. na Okęciu 2 ciągi 3-miesięczne z 1966 roku (październik-grudzień) i 1967 (luty-kwiecień) wraz z wilgotnym styczniem (138%) utworzyły najdłuższy z okresów – 7-miesięczny. Warto też zwrócić uwagę, że 4-miesięczny okres z roku 1972 (czerwiec-wrzesień) wraz z anomalnie wilgotnym kwietniem (164%) oraz normalnym majem (109%) również praktycznie utworzyły okres anomalnie wilgotny trwający 6 miesięcy; okres ten jednak w zestawieniach (tab. 10) nie został uwzględniony, ponieważ miesiąc dzielący anomalnie wilgotne nie był wilgotny, lecz normalny (cho-

ciaż z sumą opadów powyżej średniej wieloletniej). Takich przypadków stwierdzono w ciągu 62 lat jeszcze 3: 1 na Okęciu i 2 w Siedlcach, ale nie zostały one uwzględnione, ponieważ w każdym przypadku były to tylko pojedyncze miesiąca anomalnie wilgotne rozdzielone miesiącem normalnym.

Należy zwrócić uwagę na różny rozkład czasowy zarówno okresów anomalnie wilgotnych 3-miesięcznych i dłuższych (tab. 11), jak i ogólnej liczby miesięcy pojedynczych i objętych tymi okresami na obydwu stacjach. Na Okęciu połowa (6) wymienionych okresów przypadła na lata 1952-1978, a druga połowa (6) na ostatnie 19 lat, w Siedlcach zaś 7 spośród 10 na lata 1950-1970 i tylko 3 na lata 1992-2004. Spośród 138 miesięcy na Okęciu na lata 1949-1960 przypadło 18, 1961-1970 – 26, 1971-1980 – 21, 1981-1990 – 17, 1991-2000 – 28 i 2001-2010 – 28, a w Siedlcach spośród 141 miesięcy przypadło odpowiednio: 29, 26, 21, 19, 22 i 24. Jest więc widoczne, że do około roku 1970 anomalnie wilgotne miesiące częściej występowały w Siedlcach, a w ciągu ostatnich 20 lat na Okęciu. Szczególnie należy zwrócić tu uwagę na 5-miesięczny okres anomalnie wilgotny na Okęciu w ostatnim roku objętym badaniami 2010 (od maja do września, tab. 11), z nadwyżką opadów stanowiącą 44% średniej sumy rocznej, podczas gdy w Siedlcach anomalnie wilgotnie były tylko maj, sierpień i wrzesień, ale w czerwcu i lipcu opady były poniżej średniej sumy wieloletniej (82 i 68%). Warto też zauważyć, że na Okęciu 6 spośród 15 najbardziej deszczowych miesięcy (tab. 6) wystąpiło po roku 2000, gdy w Siedlcach w tym czasie było ich tylko 3. Natomiast najrzadziej zgodnie na obydwu stacjach miesiące i okresy anomalnie wilgotne (i to wyłącznie 2-miesięczne) występowały w 10-leciu 1981-1990.

B. Okresy z niedostatkim opadów

Miesiące o skrajnie niskich opadach, jak i te o skrajnie wysokich, mogą być wyróżniane w sposób bezwzględny (suma w milimetrach warstwy wody), jak i względny (% średniej sumy wieloletniej). W tabeli 12 podano zestawienie 2% miesięcy o najwyższych opadach (praktycznie więcej niż 2% ze względu na kilkakrotne występowanie takiej samej wartości) w 62-leciu.

Tabela 12. Miesiące o najniższych sumach opadów atmosferycznych – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 12. Months with the lowest precipitation totals – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Warszawa-Okęcie								Siedlce								
Opady najniższe bezwzględnie				Opady najniższe względnie				Opady najniższe bezwzględnie				Opady najniższe względnie				
Lp.	Miesiąc i rok	mm	%	Lp.	Miesiąc i rok	%	mm	Lp.	Miesiąc i rok	mm	%	Lp.	Miesiąc i rok	%	mm	
1.	X 1951	0	0	1.	X 1951	0	0	1.	X 1951	1	3	1.	X 1951	3	1	
2.	II 1976	0	0	2.	II 1976	0	0	2.	II 1976	1	4	2.	II 1976	4	1	
3.	IX 1951	1	2	3.	IX 1951	2	1	3.	II 1972	2	8	3.	VIII 1984	4	3	
4.	I 1997	1	4	4.	I 1997	4	1	4.	I 1997	2	8	4.	X 2005	6	2	
5.	X 1949	3	9	5.	VIII 1968	7	4	5.	X 2005	2	6	5.	II 1972	8	2	
6.	I 1963	3	12	6.	X 1949	9	3	6.	VIII 1984	3	4	6.	I 1997	8	2	
7.	XII 2002	3	9	7.	XII 2002	9	3	7.	X 2000	3	8	7.	X 2000	8	3	
8.	X 2010	3	9	8.	X 2010	9	3	8.	X 1961	4	11	8.	X 1961	11	4	
9.	I 1964	4	17	9.	X 1965	11	4	9.	III 1953	5	19	9.	VII 2006	11	8	
10.	X 1965	4	11	10.	X 1988	11	4	10.	XII 1972	5	15	10.	X 1988	14	5	
11.	VIII 1968	4	7	11.	I 1963	12	3	11.	III 1974	5	19	11.	XII 1972	15	5	
12.	IV 1976	4	12	12.	X 2000	14	5	12.	III 1984	5	19	12.	IV 2009	15	5	
13.	X 1988	4	11	13.	X 2005	14	5	13.	X 1988	5	14	13.	X 1965	17	6	
14.	II 1972	5	20	14.	IV 1984	15	5	14.	IV 2009	5	15	14.	IV 1988	18	6	
15.	III 1974	5	19	15.	IV 1988	15	5	15.	I 1964	6	23	15.	III 1953	19	5	
	II 1982	5	20						X 1965	6	17			III 1974	19	5
	III 1982	5	19						IV 1988	6	18			III 1984	19	5
	IV 1984	5	15													
	IV 1988	5	15													
	I 1996	5	21													
	X 2000	5	14													
	II 2003	5	20													
X 2005	5	14														

Miesiącem o najniższych opadach (od 0 do 5 mm na Okęciu, od 1 do 6 mm w Siedlcach) – zgodnie z wcześniejszymi wynikami (tab. 2 i 4) – najczęściej był październik, natomiast skrajnie niskie opady miesięczne zdarzały się tylko raz w 62-leciu lub nie wystąpiły wcale od maja do września oraz w listopadzie i grudniu. Względny niedostatek opadów w tych najsuchszych miesiącach wyraził się wartością od 0 do 15% odpowiedniej średniej sumy wieloletniej, a w Siedlcach od 3 do 19%; na obydwu stacjach najczęściej był to również październik. Miesiące o najniższych opadach bezwzględnych (mm), jak i względnych (%) były praktycznie te same (tab. 12), choć w nieco zmienionej kolejności.

Tabela 13. Liczba miesięcy o sumach opadów < 50% średniej sumy wieloletniej – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 13. Number of the months with precipitation total < 50% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Warszawa-Okęcie	9	10	9	10	5	9	13	11	12	19	8	14	128
Siedlce	11	10	13	10	6	6	11	9	14	21	7	11	129
w tym jednocześnie na obu stacjach	5	6	6	5	-	3	8	3	6	14	5	9	70

Miesiące i ciągi miesięcy anomalnie suchych. Za miesiące anomalnie suche przyjęto takie, w których suma opadów stanowiła mniej niż 50% średniej sumy wieloletniej (tab. 13). W ciągu 62 lat miesięcy takich było na Okęciu 127, w Siedlcach 128, a zatem tylko nieznacznie więcej niż miesiące anomalnie wilgotnych; ich średnia częstość była praktycznie taka sama i wyniosła 2 miesiące w roku. W rzeczywistości jednak zdarzały się lata bez miesięcy anomalnie suchych (na Okęciu 8, w Siedlcach 9), jak i takie, w których ich było 4 lub więcej (na Okęciu 4-5 miesięcy w 8 latach, w Siedlcach 4 miesiące w 9 latach). Lata, w których wystąpiło 4 lub więcej miesięcy anomalnie suchych, w większości były suche, a przynajmniej miały opady poniżej średniej sumy wieloletniej, ale nie było to regułą (tab. 7). W najsuchszych latach jednak tak na Okęciu (1951 – 53%), jak i w Siedlcach (1953 – 68%), były po 4 miesiące anomalnie suche, podobnie jak w kolejnych latach pod względem suchości (Okęcie: 1976 – 67%, Siedlce: 1991 – 73%); wszystkie te lata należą do kategorii bardzo suchych. Bardzo suche były również dwa lata spośród 3, w których na Okęciu było po 5 miesięcy anomalnie suchych (trzeci rok był suchy).

Spośród 127 miesięcy anomalnie suchych na Okęciu było 35 miesięcy z opadami poniżej 25%, a w tym 8 z opadami poniżej 10%, w Siedlcach spośród 128 odpowiednio 26 i 7. Miesiące anomalnie suche częściej niż anomalnie wilgotne występowały tylko na jednej z rozpatrywanych stacji – jednocześnie na obydwu było tylko 55% miesięcy (anomalnie wilgotnych 64-65%). Anomalnie suche najczęściej by-

wał – jak już wcześniej wspomniano – październik, zwłaszcza w Siedlcach, a najrzadziej maj, czerwiec i listopad (tab. 13).

Tabela 14. Ciągi miesięcy o sumach opadów < 50% średniej sumy wieloletniej – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 14. Series of the months with precipitation total < 50% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	Długość okresu (miesiące)	1	2	3	4	2-4
Warszawa-Okęcie	Liczba okresów	76	21	2	1	24
	Liczba miesięcy w okresach	76	42	6	4	52
	% miesięcy w okresach	59,4	32,8	4,7	3,1	40,6
Siedlce	Liczba okresów	75	22	2	1	25
	Liczba miesięcy w okresach	75	44	6	4	54
	% miesięcy w okresach	58,1	34,1	4,7	3,1	41,9

Miesiące anomalnie suche rzadziej niż anomalnie wilgotne występowały pojedynczo (na Okęciu 76, w Siedlcach 75), znacznie częściej natomiast tworzyły ciągi, zwłaszcza 2-miesięczne (odpowiednio 21 i 22), a najdłuższe z nich na obydwu stacjach wyniosły po 4 miesiące (tab. 14). Te najdłuższe ciągi, 3- i 4-miesięczne zdarzały się jednak sporadycznie; na każdej stacji było ich tylko po 3 w ciągu 62 lat. Były to na Okęciu:

- 1) od września do listopada 1951 (17% odpowiedniej średniej sumy wieloletniej, niedobór w stosunku do niej 101 mm),
 - 2) od sierpnia do listopada 1959 (odpowiednio 34% i 120 mm),
 - 3) od lipca do września 1999 (odpowiednio 42% i 107 mm)
- i w Siedlcach:
- 1) od września do listopada 1959 (35% średniej sumy wieloletniej w tych miesiącach, niedobór 83 mm),
 - 2) od października 1995 do stycznia 1996 (odpowiednio 40% i 81 mm),
 - 3) od sierpnia do października 2005 (odpowiednio 31% i 107 mm).

Jak widać, na każdej stacji te ciągi miesięcy anomalnie suchych wystąpiły w różnym czasie, znaczną zgodność jedynie wykazują ciągi z 1959 roku.

Tabela 15. Liczba miesięcy pojedynczych oraz ciągów o łącznych sumach opadów < 50% odpowiedniej średniej sumy wieloletniej – Warszawa i Siedlce, 1949-2010

Table 15. Number of individual months and periods with whole precipitation total < 50% of the many years mean value – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Stacja	Długość okresu (miesiące)	1	2	3	4	5	6	7	2-7
Warszawa-Okęcie	Liczba okresów	45	19	11	7	3	1	1	42
	Liczba miesięcy w okresach	45	38	33	28	15	6	7	127
	% miesięcy w okresach	26,2	22,1	19,2	16,3	8,7	3,5	4,0	73,8
Siedlce	Liczba okresów	50	31	10	3	–	–	1	45
	Liczba miesięcy w okresach	50	62	30	12	–	–	7	111
	% miesięcy w okresach	31,1	38,5	18,6	7,5	–	–	4,3	68,9

Miesiące anomalnie suche (< 50%) wraz z suchymi (50-74%) miesiącami sąsiednimi lub je rozdzielającymi tworzą okresy anomalnie suche, tzn. o sumarycznej ilości opadów poniżej 50% odpowiedniej średniej sumy wieloletniej (w opracowaniu uwzględniono również 3 okresy o sumie równej 50%). Takich okresów anomalnie suchych było na Okęciu 42, w Siedlcach 45, obejmujących łącznie z pojedynczymi miesiącami anomalnie suchymi odpowiednio 172 i 161 miesiące (tab. 15), co stanowi odpowiednio 23 i 22% miesięcy 62-lecia. Mimo że na obydwu stacjach najdłuższe okresy anomalnie suche osiągnęły taką samą długość 7 miesięcy, zaznaczyła się wyraźna różnica między stacjami: na Okęciu było zdecydowanie więcej okresów 3-miesięcznych i dłuższych (razem 25, obejmujących 89 miesięcy spośród 172, tzn. 52%, w Siedlcach odpowiednio 14 i 49 ze 161, tzn. 30%), w Siedlcach zaś było więcej pojedynczych miesięcy i okresów 2-miesięcznych (razem 81 przypadków obejmujących 112 miesięcy, tzn. 70%, na Okęciu odpowiednio 64 i 83, tzn. 48% (tab. 15).

Tabela 16. Okresy anomalnie suche 3-miesięczne i dłuższe – Warszawa i Siedlce, 1949-2010
 Table 16. Periods anomalously dry of 3 month's duration and longer once – Warsaw-Okęcie and Siedlce, 1949-2010

Warszawa-Okęcie					Warszawa-Okęcie				
Lp.	Okres od – do	Liczba miesięcy	% średniej sumy opadów	Niedobór do średniej sumy opadów (mm)		Okres od – do	Liczba miesięcy	% średniej sumy opadów	Niedobór do średniej sumy opadów (mm)
1.	VI-XII 1951	7	42	-207	20.	VII-IX 1999	3	41	-107
2.	III-V 1953	3	43	-64	21.	IV-VI 2000	3	43	-87
3.	VIII-X 1953	3	47	-75	22.	VIII-XI 2005	4	49	-93
4.	VIII-XI 1954	4	40	-108	23.	V-VII 2006	3	38	-120
5.	VII-XI 1959	5	44	-143	Siedlce				
6.	XII 1962 – IV 1963	5	40	-86	1.	IX-XII 1951	4	29	-114
7.	III-V 1964	3	48	-59	2.	III-V 1953	3	42	-66
8.	XII 1964 – III 1965	4	46	-59	3.	XII 1953 – II 1954	3	46	-46
9.	VII-X 1967	4	47	-119	4.	VIII-XI 1959	4	42	-113
10.	VII-IX 1968	3	49	-92	5.	VIII-X 1961	3	42	-90
11.	XII 1968 – IV 1969	5	50	-72	6.	I-III 1975	3	49	-40
12.	IX-XII 1975	4	48	-81	7.	III-IV 1976	3	33	-58
13.	II-IV 1976	3	20	-68	8.	VI-VIII 1983	3	46	-115
14.	IV-VI 1979	3	42	-89	9.	II-IV 1984	3	42	-50
15.	X 1984 – I 1985	4	50	-67	10.	IV-VI 1993	3	48	-82
16.	II-IV 1986	3	45	-47	11.	X 1995 – IV 1996	7	45	-121
17.	V-VIII 1992	4	45	-110	12.	XII 1996 – II 1997	3	27	-62
18.	X 1995 – III 1996	6	50	-92	13.	VIII-XI 2005	4	36	-124
19.	XI 1996 – I 1997	3	33	-66	14.	X-XII 2007	3	41	-64

Zestawienie okresów anomalnie suchych 3-miesięcznych i dłuższych zawiera tab. 16. Okazuje się, że jedynie 2 spośród nich objęły na obydwu stacjach te same miesiące (marzec – maj 1953 i sierpień – listopad 2005), a ponadto 5 różniło się długością, większą swoją częścią obejmując jednak te same miesiące (1951, 1959, 1976, 1995/96, 1996/97).

Pozostałe okresy występowały w różnym czasie, chociaż w większości przypadków podczas 3-miesięcznego lub dłuższego okresu anomalnie suchego na jednej stacji na drugiej z nich pojawiał się także okres 2-miesięczny lub pojedynczy miesiąc.

Jak wspomiano wcześniej (i co wynika z tabeli 15), na Okęciu były 172 miesiące łącznie anomalnie suche i objęte okresami anomalnie suchymi, a w Siedlcach 161 miesięcy. Rozkład tych miesięcy w ciągu mie-

nionego wielolecia różnił się dość istotnie na obydwu stacjach: na Okęciu było ich w latach 1949-1960 – 36, 1961-1970 – 38, 1971-1980 – 27, 1981-1990 – 25, 1991-2000 – 25, 2001-2010 – 21, a w Siedlcach odpowiednio: 29, 20, 25, 26, 33 i 28. Jak widać, na Okęciu takich miesięcy najwięcej było w latach 1961-1970 (38), na te lata przypadło też najwięcej okresów anomalnie suchych 3-miesięcznych i dłuższych (6), a w tym samym 10-leciu w Siedlcach takich miesięcy było najmniej (20) i tylko jeden okres 3-miesięczny. Na Okęciu takich miesięcy najmniej wystąpiło w ostatnim 10-leciu 2001-2010 (21) i tylko 2 dłuższe okresy (3 i 4 miesiące), w Siedlcach natomiast ostatnie 20-lecie odznaczało się zwiększoną częstością takich miesięcy (1991-2000 – 33, 2001-2010 – 28) i ostatnie 10-lecie taką samą liczbą okresów anomalnie suchych jak Okęcie (po 2).

Podsumowując zagadnienie nadmiarów i niedostatków opadów na Okęciu i w Siedlcach – bo tak właśnie należy interpretować występowanie miesięcy i okresów anomalnie wilgotnych i anomalnie suchych – wypada stwierdzić, że są one względnie częste, ponieważ występują średnio po 2 w roku. W rzeczywistości najczęściej występują w liczbie od 1 do 3, a nadmiary i niedostatki wody opadowej wzajemnie się rekompensują, sprawiając, że tylko raz na kilka lat suma roczna opadów różni się od średniej wieloletniej więcej niż o 25% (tab. 7). Pojawienie się roku bardzo wilgotnego albo bardzo suchego jest zwykle konsekwencją pojawienia się większej liczby miesięcy lub dłuższego ciągu anomalnie wilgotnego/suchego przy braku lub tylko pojedynczych miesiącach o cechach przeciwnych, przy czym ważna jest też wielkość nadmiaru/niedoboru spadłej wody w stosunku do wartości średniej w danym okresie.

Miesiące anomalnie wilgotne – zarówno pojedyncze, jak i objęte takimi okresami – w rzeczywistości występują nieco rzadziej niż anomalnie suche: te pierwsze stanowią po 19% wszystkich miesięcy wielolecia na obu stacjach, drugie zaś 23% na Okęciu i 22% w Siedlcach. Pojawianie się miesięcy i okresów wilgotnych na obu stacjach wykazują większą zgodność niż anomalnie suchych: na Okęciu tych ostatnich miesięcy jest więcej, częściej mają tendencję do tworzenia długich okre-

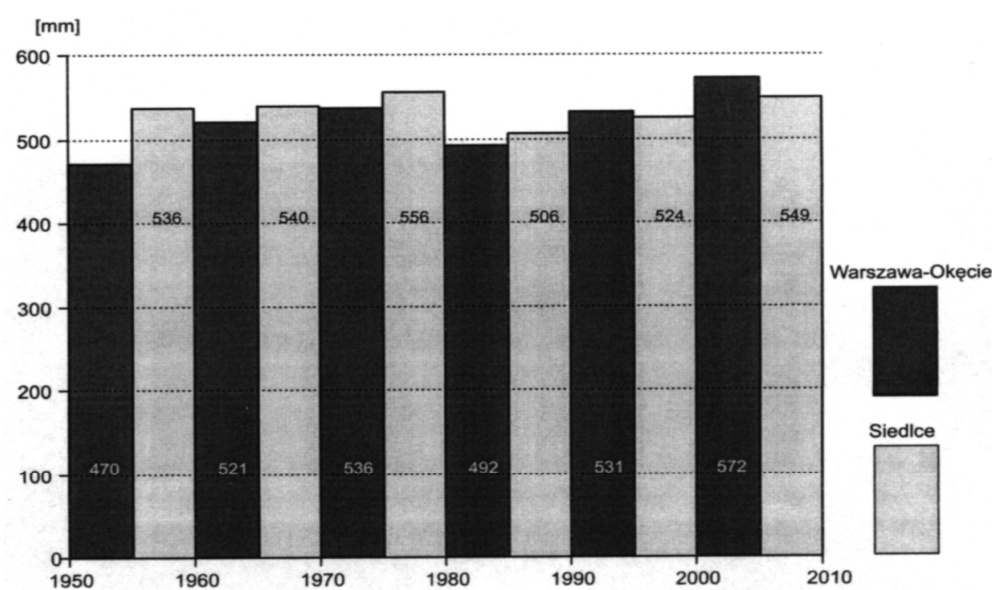
sów, a w najsuchszych miesiącach opady bywają niższe niż w Siedlcach. W Siedlcach zatem opady są nie tylko średnio wyższe niż na Okęciu, ale też rzadziej występują miesiące skrajnie suche (np. o opadach do 5 mm), okresy anomalnie suche najczęściej są tylko 2-miesięczne, natomiast w miesiącach najbardziej deszczowych zarówno suma opadów, jak i jej przewyższenie w stosunku do średniej wieloletniej bywają większe niż na Okęciu.

Przytoczone prawidłowości nie występowały jednak podobnie na obu stacjach w ciągu wielolecia 1949-2010. W pierwszej części „bardziej wilgotno” było w Siedlcach, w końcowej na Okęciu, a w części środkowej, zwłaszcza w 10-leciu 1981-1990, różnice były najmniejsze.

Zmiany wieloletnie opadów w Warszawie-Okęciu i w Siedlcach

Stwierdzone różnice w częstości miesięcy anomalnie wilgotnych i suchych na Okęciu i w Siedlcach latach 1949-2010 każą zwrócić uwagę na kształtowanie się opadów na tych stacjach w ujęciu czasowym.

Ryc. 2. Średnie 10-letnie sumy roczne opadów w Warszawie-Okęciu i Siedlcach (1949-2010)
Fig. 2. Mean 10-years totals of precipitation in Warsaw-Okęcie and Siedlce (1949-2010)



Jak stwierdzono na początku, średnia wieloletnia suma roczna opadów w Siedlcach była nieznacznie (o 3%) wyższa niż na Okęciu (odpowiednio 538 i 520 mm) (tab. 1). W kolejnych 10-letniach – od 1951-1960 do 2001-2010 – różnica ta wyraźnie się zmieniała (rys. 2): w pierwszych czterech 10-letniach (od 1951 do 1990) opady były wyższe w Siedlcach, a w dwóch ostatnich sytuacja uległa odwróceniu. Średnia 10-letnia suma roczna była wyższa w Siedlcach niż na Okęciu kolejno o 66, 19, 20 i 14 mm, a potem niższa o 7 i 23 mm (tzn. różnica wyniosła odpowiednio 14, 4, 4, 3, -1 i -4% średniej sumy na Okęciu). Warto dodać, że w dwóch pierwszych latach objętych opracowaniem, tj. w roku 1949 i 1950 opady w Siedlcach były wyższe odpowiednio o 140 i 100 mm (28 i 20%).

Jak wykazali U. Kossowska-Cezak i J. Skrzypczuk (2012), w 62-letniu 1949-2010 suma roczna opadów na Okęciu wzrastała o 15,6 mm na 10 lat (wzrost wysoce istotny statystycznie, na poziomie 2%). Wzrost ten zachodzi głównie w letnim półroczu hydrologicznym (od maja do października) – o 9,8 mm na 10 lat (wzrost istotny statystycznie na poziomie 10%, w półroczu chłodnym tylko 4,6 mm na 10 lat, nieistotny statystycznie). W tym samym czasie opady w Siedlcach wykazywały tylko wahania z roku na rok (podobnie zresztą jak wszędzie w Polsce), ale nie przejawiały żadnej tendencji zmian, a nawet – ściśle rzecz biorąc – zaznaczyła się bardzo słaba tendencja spadkowa, około 1 mm na 10 lat, nieistotna statystycznie.

Aczkolwiek różnice między średnimi 10-letnimi sumami rocznymi opadów w Siedlcach i na Okęciu stopniowo zmniejszały się, a po roku 1990 zmieniły znak na przeciwny, to różnice te w pojedynczych latach przyjmowały różną wartość i znak. Jak można było się spodziewać, w większości lat opady w Siedlcach były wyższe, w tym w 9 latach różnica przekroczyła 100 mm, a dwukrotnie nawet 200 mm: w roku 1976 w Siedlcach spadło 557 mm wody, a na Okęciu tylko 348 mm i w roku 1985 odpowiednio 709 i 507 mm. Były też jednak lata z opadami wyższymi na Okęciu, niekiedy nawet ponad 100 mm: w roku 1970 na Okęciu spadło 767 mm wody, w Siedlcach 638 mm, w roku 1981 odpowiednio 657 i 531 mm oraz w roku 2003 odpowiednio 534 i 418 mm. Przegląd sum miesięcznych opadów w wymienio-

nych (i innych) latach ujawnia, że tak duże różnice sum rocznych opadów są wynikiem różnic ilości opadów w pojedynczych miesiącach. Okazuje się, że są to głównie miesiące od czerwca do września. Na przykład, w 1985 roku w Siedlcach w czerwcu i lipcu opady osiągnęły łącznie 337 mm, gdy na Okęciu tylko 126 mm (odpowiednio 234 i 90% średniej sumy wieloletniej); w 1976 roku w lipcu w Siedlcach spadło 135 mm wody (190%), a na Okęciu 38 mm (51%); w 2010 roku we wrześniu odpowiednio 167 i 89 mm (327 i 198%). Przypadków takich było więcej. Podobnie było w latach o wyższych opadach rocznych na Okęciu: w 1970 roku spadło tu w maju 89 mm wody (168%), a w lipcu 193 mm (261%), gdy w Siedlcach odpowiednio 43 i 81 mm (83 i 109%); w 1981 roku na Okęciu w miesiącach od czerwca do sierpnia spadło 296 mm (147%), w Siedlcach zaś 174 mm (82%). Fakt, że te największe różnice miesięcznych sum opadów, wpływające w istotny sposób na ich sumy roczne, przypadają na najcieplejsze miesiące roku, wyjaśnia przyczynę tych różnic – wysokie sumy opadów pojawiające się tylko na jednej z rozpatrywanych stacji są wynikiem obfitych, ale ograniczonych przestrzennie opadów konwekcyjnych. Warunki bardziej im sprzyjające występują w położonych wyżej, na wzniesieniu, Siedlcach.

Osobne zagadnienie stanowi brak tendencji wzrostowej ilości opadów w Siedlcach, tak wyraźnej na Okęciu. Tendencje takie są kształtowane przez wielkoskalowe czynniki cyrkulacyjne, można byłoby zatem oczekiwać podobnych tendencji w miejscach oddalonych od siebie zaledwie o około 70 kilometrów. Brak tego podobieństwa każe szukać jego przyczyn w warunkach lokalnych obu stacji meteorologicznych.

Jak podano na wstępie, stacja Okęcie leży w otwartej przestrzeni lotniska po południowo-zachodniej stronie Warszawy, z dala od zabudowy, w dość jednorodnych warunkach od początku swojego istnienia. Inaczej jest w Siedlcach, które w ciągu ostatnich 60 lat podwoiły liczbę ludności, zwiększyły zasięg terytorialny i zmieniły strukturę zabudowy. Co prawda, stacja meteorologiczna znajduje się poza obszarem zabudowanym, w północno-zachodniej części miasta, ale w bezpośrednim sąsiedztwie od strony południowej i południowo-zachod-

niej rozciąga się teren ogródków działkowych, a od strony zachodniej i północno-zachodniej niewielki lasek. Ogrody działkowe powstały w latach 1970., a więc najstarsze drzewa na ich terenie mają już ponad 30 lat. Lasek brzozowy powstał później, ale dość gęste drzewa też już osiągnęły wysokość 10-15 metrów. Można zatem wyrazić przypuszczenie, że wyrosłe w ciągu ostatnich 20-40 lat drzewa w pobliżu stacji, i to od strony przeważających wiatrów, przyczyniły się do miejscowego zmniejszenia opadów, dając lokalny efekt cienia opadowego, nasilający się w miarę upływu czasu.

Podsumowanie i wnioski

Opady atmosferyczne są elementem klimatu bardzo zmiennym w czasie i przestrzeni, podlegającym licznym uwarunkowaniom. Na ich ilość w danym miejscu wpływa tak cyrkulacja atmosferyczna (napływ wilgotnych lub suchych mas powietrznych, obecność układów niskiego lub wysokiego ciśnienia), jak i cechy położenia tego miejsca (wysokość nad poziomem morza, położenie w stosunku do form terenu, pokrycie terenu, stopień osłonięcia). Dlatego też przedstawiona dość szczegółowa analiza porównawcza warunków opadowych Warszawy-Okęcia i Siedlec, na podstawie wyników pomiarów w latach 1949-2010, może być podstawą do wniosków dotyczących różnych aspektów tych warunków.

I. Warunki opadowe na obu stacjach wykazały liczne podobieństwa, które można uznać za cechy charakterystyczne dla całej wschodniej części Niziny Mazowieckiej:

- 1) średnia wieloletnia suma opadów między 500 a 550 mm,
- 2) przebieg roczny z wyraźnym maksimum w lecie (od czerwca do sierpnia około 40% średniej sumy rocznej) i minimum od stycznia do marca (około 15%),
- 3) przewaga miesięcy o sumach opadów od 21 do 40 mm (36-37% miesięcy w wieloleciu) i 41-60 mm (20-21%) oraz rzadkie pojawianie się miesięcy tak o bardzo niskich opadach – 0-10 mm (6%, praktycznie tylko od października do kwietnia),

jak i bardzo wysokich – powyżej 100 mm (5%, tylko od maja do listopada),

- 4) udział miesięcy w opadach normalnych (75-125% średniej wieloletniej sumy miesięcznej) stanowiący 36-38% wszystkich miesięcy i większy o około 10% udział z opadami poniżej normy (36-37%) niż powyżej normy (26-27%),
- 5) nieregularne pojawianie się miesięcy anomalnie wilgotnych (>150% średniej sumy wieloletniej) oraz anomalnie suchych (< 50%), których najczęściej jest po 1-3 w roku,
- 6) miesiącem o największej zmienności sum opadów, w tym z tendencją do szczególnie częstego występowania bardzo niskich opadów, jest październik, a największą stałością warunków opadowych odznaczają się maj i listopad.

II. Warunki opadowe obu stacji wykazały również pewne różnice. Podstawową różnicą jest występowanie nieco wyższych opadów w Siedlcach niż na Okęciu, co nie oznacza jednak, że w Siedlcach opady są w ogóle wyższe niż w Warszawie, lecz jedynie to, że Okęcie leży w najsuchszej części Warszawy. Przez większą część roku zresztą opady są średnio takie same na obu stacjach, wyższe opady w Siedlcach są tylko od czerwca do września. Tym niemniej w Siedlcach rzadziej występowały opady o skrajnie niskich wartościach, a częściej o skrajnie wysokich, tutaj też maksymalne sumy miesięczne były wyższe niż na Okęciu. Ten stan utrzymywał się do około roku 1990, po czym sytuacja uległa odwróceniu, tzn. opady w Siedlcach stały się niższe niż na Okęciu.

Ta sytuacja znajduje pełne potwierdzenie w tendencji wzrostowej opadów w badanym wieloleciu na Okęciu o ponad 15 mm na 10 lat, gdy w Siedlcach w tym samym czasie wielkość opadów nie uległa zmianie. Przyczyny braku wzrostu opadów w Siedlcach można upatrywać w zmianie otoczenia stacji meteorologicznej – osłonięcia jej od zachodu i południo-zachodu, czyli od strony najczęstszych wiatrów w tej części Polski, przez drzewa rosnące na sąsiednim terenie ogródków działkowych i niewielkiego lasu. Czy taka jest rzeczywiście przyczyna różnicy w zmianach wieloletnich opadów na Okęciu i w Siedlcach, mogłoby jednak rozstrzygnąć dopiero podobne opraco-

wanie na podstawie danych pomiarowych z innej stacji opadowej działającej w tym regionie.

III. W związku z zasadniczym celem opracowania należy stwierdzić, że występowanie miesięcy z nadmiernymi lub niedostatecznymi opadami jest zjawiskiem naturalnym w klimacie Polski, pojawiającym się praktycznie w każdym roku. Ponieważ jednak najczęściej występują one pojedynczo i na przemian, nadmiary i niedobory, choć niekiedy dotkliwe, w ciągu roku w dużym stopniu się rekompensują. Dopiero seria miesięcy anomalnie wilgotnych lub suchych, przy braku miesięcy o cechach przeciwnych, prowadzi do niekorzystnych lub wręcz groźnych zjawisk, jakie stanowią wezbrania opadowe i susze. Należy przy tym pamiętać, że poważne konsekwencje może przynieść nawet krótkotrwały bardzo obfity opad, podczas gdy susza jest zjawiskiem rozwijającym się w czasie.

W badanym 62-leciu do szczególnie wilgotnych jednocześnie na obu stacjach należy zaliczyć miesiące jesienne 1952 roku, wiosnę 1962, okres od jesieni 1966 do wiosny 1967, jesień 1992, wiosnę 1994 i początek 2004 roku; szczególny przypadek stanowią ostatnie 2 lata badanego okresu z wysokimi opadami rocznymi, w tym rok 2010 z najwyższą sumą w wieloleciu na obydwu stacjach, w których to latach miesiące o opadach anomalnie wysokich przeplatały się z miesiącami anomalnie suchymi.

Do okresów najsuchszych należy zaliczyć lato i jesień 1951, wiosnę 1953, koniec lata i jesień 1959, zimę 1962/63 i wiosnę 1963, wiosnę 1976, okres od jesieni 1996 do wiosny 1997, koniec lata i jesień 2005; oprócz wymienionych występowały suche okresy tylko na jednej stacji.

Tu należy przypomnieć wcześniej stwierdzoną większą zgodność czasową miesięcy anomalnie wilgotnych niż suchych i jej przyczynę: wysokie opady są głównie związane z frontami atmosferycznymi i napływem wilgotnego powietrza w zasięgu rozległych niżów, są to więc opady obejmujące duże obszary. Wysokie opady mogą być również pochodzenia konwekcyjnego, a zatem ograniczone przestrzennie. Ich skutkiem bywają zarówno skrajnie wysokie opady na jednej tylko ze stacji, jak i wystąpienie opadu podczas okresu ogólnie suchego; wielkość tego opadu

może jednak wpłynąć na sumę miesięczną, która może wówczas przekroczyć przyjęty „próg suchości”.

IV. W związku z postawioną na początku kwestią nieoczekiwane go pojawienia się w roku 2010 po raz pierwszy rozległych rozlewisk w miejscu położonym w okolicy Siedlec należy stwierdzić, że wystąpienie w dwóch kolejnych latach 2009 i 2010 wysokich opadów całkowicie wyjaśnia sprawę. Opady te w Siedlcach wyniosły odpowiednio 129 i 138% średniej rocznej sumy wieloletniej, a łączna nadwyżka w stosunku do tej sumy wyniosła 359 mm, była więc tylko o 5 mm niższa od najniższej sumy rocznej (por. tab. 7).

Jest to wynik uzyskany na podstawie pomiarów wykonywanych na stacji meteorologicznej w Siedlcach, gdzie opady od około 20 lat są zmniejszane prawdopodobnie przez lokalny cień opadowy. Ponieważ postawiona kwestia dotyczy miejsca położonego na północ od miasta, w otwartej przestrzeni, można wyrazić przypuszczenie, że opady w ostatnich latach były tam wyższe niż na stacji meteorologicznej w Siedlcach, co tym bardziej tłumaczyłoby zaobserwowaną sytuację.

Podziękowanie. Autorka składa serdeczne podziękowanie Panu mgr. Pawłowi Barei za udzielenie wyczerpujących informacji na temat zagospodarowania przestrzennego Siedlec w okresie badanego wielolecia.

Literatura

Atlas klimatyczny Polski, 1977, Część tabelaryczna, z. 3 Opady atmosferyczne i pokrywa śnieżna. Warszawa, IMGW-WŁiK.

Bogdańska B., 1972, *Kształtowanie się opadów atmosferycznych w Warszawie i jej okolicach w okresie 1966-1970.* Praca magisterska wykonana w Zakładzie Klimatologii UW.

Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim.* Prace Geograficzne IG PAN, nr 33.

Kaczorowska Z., 1967, *Opady Wielkiej Warszawy i jej okolic w okresie 1956-1960.* Przegląd Geofizyczny, 12 (20), 3-7.

Kossowska-Cezak U., Bajkiewicz-Grabowska E., 2008, *Podstawy hydrometeorologii*. Warszawa, Wyd. Naukowe PWN.

Kossowska-Cezak U., Skrzypczuk J., 2012, *Zamiany roczne i wieloletnie opadów atmosferycznych we wschodniej części Niziny Mazowieckiej (na przykładzie Warszawy-Okęcia i Siedlec)*. [w:] *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, t. 26-27, Z Badań klimatu Mazowsza (z uwzględnieniem większych miast)*. Warszawa, Wyd. UW.

Lorenc H., 1991, *Wpływ urbanizacji Warszawy na zmienność opadów atmosferycznych*. *Wiadomości IMGW*, 14 (35), 1-4.

Lorenc H. (red.), 2005, *Atlas klimatu Polski*. Warszawa, IMGW.

Schmuck A., 1962, *Posuchy i wysokie opady atmosferyczne w województwie wrocławskim w latach 1950-1959*. *Czasopismo Geograficzne*, 4.

Wiszniewski W. (red.), 1953, *Atlas opadów atmosferycznych w Polsce, 1891-1930*. Warszawa, PI-HM-P. P. Wyd. Komunikacyjna.