

TEMPERATURA POWIETRZA I WIELKOŚĆ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM W LATACH 1966–2021

PATRYCJA BALCERZAK, LESZEK KOLENDOWICZ*, MAREK PÓŁROLNICZAK**

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska
Przyrodniczego, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań
*ORCID: 0000-0003-0197-4563, **ORCID: 0000-0002-2322-9217

Abstract: *Air temperature and precipitation in Łódź province in 1966–2021.* The aim of the study is to investigate the course of air temperature and precipitation in Łódź Province in 1966–2021. The study uses daily data provided by the IMGW-PIB net from three meteorological stations: Łódź–Lublinek, Sulejów, and Wieluń. The average air temperature in Łódź province is 8.3°C. When analyzing the annual course of air temperature, the lowest values were recorded in January (2.1°C on average), the highest were recorded in July (18.4°C). A growing, statistically significant trend in air temperature was observed at all the stations in the analyzed multi-year period. The rate of changes in the average air temperature in Łódź province reached the maximum value of 0.35°C/10 years at all the three analyzed stations. The average rainfall totals in Łódź province are not very diversified. The average annual sum of precipitation in the analyzed period in Łódź province ranged from 562.2 mm to 597.2 mm. On a seasonal scale, the heaviest precipitation was in the summer months (June–August), and the lowest in winter (December–February), while autumn rainfall was slightly higher than in the spring. The biggest amounts of rainfall were recorded in July (84.8 mm), while the minimum rainfall was in February (25.8 mm). At all the stations, there was an upward trend in precipitation in the spring and autumn, and a downward trend in the summer. On average, in Łódź province there were 169 days with precipitation.

Keywords: air temperature, precipitation, Łódź province

WSTĘP

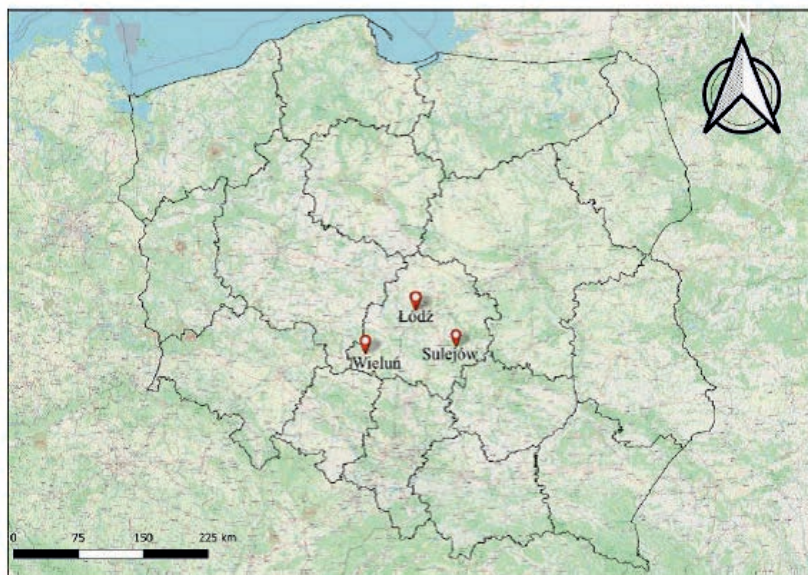
Temperatura powietrza to jeden z podstawowych i bardzo ważnych elementów pogody. Pomiar tego parametru rozpoczęto już w XVIII w. (Woś 2000). Dobowy przebieg temperatury powietrza zależy od dobowych wahań bilansu promieniowania na powierzchni Ziemi, a te z kolei są wynikiem wymiany ciepła z podłożem i atmosferą oraz transportu ciepła utajonego. Przebieg roczny temperatury powietrza zależy przede wszystkim od szerokości geograficznej danego miejsca oraz wysokości nad poziomem morza. Opad atmosferyczny to element meteorologiczny cechujący się dużą zmiennością zarówno w czasie, jak i przestrzeni (Woś 1999) i rozumiany jest jako opadające z atmosfery na powierzchnię Ziemi ciekłe lub stałe produkty kondensacji pary wodnej. Wysokość opadu wyrażana jest w milimetrach (mm) i oznacza grubość warstwy wody, jaka utworzyłaby się na powierzchni Ziemi, gdyby nie spływała, nie wsiąkała i nie parowała (Woś

2000). Opad możemy podzielić również ze względu na czas trwania. Wyróżnia się opady ciągłe – jednostajne, o małym natężeniu, które trwają ponad kilkanaście godzin, oraz opady przelotne – krótkotrwałe, o dużym natężeniu, trwające kilkadziesiąt minut.

Badania dotyczące temperatury powietrza i opadów na obszarze Polski są powszechnym tematem w literaturze i były przedmiotem wielu publikacji: Wibig i Fortuniaka (1998), Fortuniaka i Kłysika (2004), Piotrowskiego (2004), Rzepy (2004), Siedleckiego i Pawlaka (2004), Wibig (2007), Podstawczyńskiej (2010), Jędruskiewicz i Zielińskiego (2016), Radziuna (2017), Wibig i Radziuna (2019). Podstawczyńska (2010) przedstawiła cechy wieloletniej zmienności temperatury powietrza, opadów atmosferycznych, liczby dni z opadem i dni bezopadowych oraz termiczno-opadowego wskaźnika suchości na przykładzie Łodzi, opierając się na danych z lat 1904–2006. Wibig i Radziun (2019) w artykule dotyczącym opadu atmosferycznego w województwie łódzkim w latach 1961–2015 wykorzystali dobowe sumy opadów z 20 posterunków opadowych w celu przedstawienia zmienności czasowej i przestrzennej. W pracy przeanalizowano rozkład miesięcznych, sezonowych i rocznych opadów uśrednionych. Średnią opadu policzono na podstawie średniej ze wszystkich stacji leżących w granicach województwa. Do odwzorowania sum miesięcznych posłużono się wykresami zwanymi „pudełkiem z wąsami”. Trend liniowy dotyczący zmienności miesięcznych i sezonowych sum opadu atmosferycznego na stacjach obliczono, wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów oraz test t-Studenta w celu badania statystycznej istotności. Zbadano również rozkład opadów w zależności od intensywności, licząc dni z opadem równym lub przekraczającym 0,1 mm, 1 mm, 10 mm, 20 mm i 50 mm. Wykorzystane zostały cztery wskaźniki charakteryzujące rozkład opadów w skali roku. O rekonstrukcji serii temperatury powietrza w Łodzi z okresu 1903–2000 piszą Wibig, Fortuniak i Kłysik (2004). W opracowaniu wykorzystane zostały średnie miesięczne wartości temperatury powietrza ze stacji pomiarowych Uniwersytetu Łódzkiego w Łodzi oraz ze stacji IMGW-PIB Łódź-Lublinek. Wibig i Fortuniak (1998) w pracy dotyczącej ekstremalnych warunków opadowych w Łodzi w okresie 1931–1995 przedstawili roczny przebieg częstości występowania dni bez opadu i z opadem w poszczególnych przedziałach wartości. Stwierdzili, że wystąpienie opadu zależy przede wszystkim od charakteru cyrkulacji, a mniej od kierunku napływu mas powietrza. Zbadano długoletnią zmienność częstości dni bezopadowych i dni z sumą opadu >10 mm oraz największej sumy opadu w roku. Radziun (2017) opisuje związki występowania opadów z cyrkulacją atmosferyczną. W pracy wykorzystuje dobowe sumy opadów atmosferycznych (1961–2015) pochodzące z siedmiu stacji meteorologicznych IMGW-PIB: Szczerców, Poddębice, Skierniewice, Sieradz, Żychlin, Sulejów i Łódź. Obliczono w tej pracy średnie miesięczne sumy opadów z dni z danym typem cyrkulacji atmosferycznej. W celu analizy zmienności opadów i ich powiązania z typami cyrkulacji zastosowano kalendarz typów cyrkulacji opracowany przez Piotrowskiego

(2009). Wibig (2007) w pracy dotyczącej fal ciepła i chłodu na przykładzie Łodzi wykorzystwała maksymalne i minimalne temperatury dobowe z lat 1931–2006. Obliczono odchylenie standardowe każdego dnia, posługując się średnią dobową. Za dni bardzo ciepłe uznano takie, w których temperatura była wyższa od średniej o 1,28 odchylenia standardowego lub więcej, a te, w których temperatura była niższa od średniej o 1,28 odchylenia standardowego lub więcej, uznano za bardzo chłodne. Jędruszkiewicz i Zieliński (2016) opisują zróżnicowanie wysokich dobowych sum opadów atmosferycznych na tle cyrkulacji atmosferycznej. W pracy wykorzystano dobowe sumy opadów z trzech stacji pomiarowych. Ze względu na braki w danych, autorzy dokonali uzupełnienia danych, wykorzystując metodę bazującą na korelacji liniowej Pearsona. Degirmendzić i Kożuchowski (2014) w opracowaniu o zmianach termicznych pór roku w Łodzi w latach 1947–2003 określili klimatyczne daty początków i czas trwania termicznych pór roku. Siedlecki i Pawlak (2004) podjęli się opisu miesięcznych sum opadów atmosferycznych w Łodzi w latach 1903–2003. W artykule przedstawiono podstawowe statystyki miesięczne, sezonowe i roczne sum opadów. Wyróżnione zostały okresy o niskich i wysokich opadach miesięcznych poprzez analizę odchyłeń sum miesięcznych, sezonowych i rocznych od wartości średnich. Cykliczność opadów badano metodami analizy spektralnej. Rzepa (2004) w swojej publikacji dokonał analizy najwyższych dobowych, pięciodniowych i dziesięciodniowych sum opadów atmosferycznych w Łodzi w latach 1903–2003. Dane pochodziły ze stacji Uniwersytetu Łódzkiego oraz stacji IMGW-PIB Łódź-Lublinek. Przedstawione wyniki opisują, jak kształtowały się opady w ostatnim stuleciu oraz ukazana została ich sezonowa zmienność. Wykorzystano rozkład Gumbela w celu obliczenia wysokości opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia równym 1, 10, 25 i 50%. Z kolei okresy bezopadowe w Łodzi w latach 1903–2003 w swojej pracy opisuje Piotrowski (2004). Wymieniony Autor przedstawił rezultaty analizy zmienności dni bezopadowych w różnych przedziałach czasowych (sezonowym, półrocznym i rocznym) na tle sum opadów atmosferycznych.

Celem niniejszej pracy jest określenie wybranych cech wieloletniej zmienności i przebiegu temperatury powietrza oraz wielkości opadów atmosferycznych na trzech stacjach meteorologicznych IMGW-PIB w województwie łódzkim (Łódź-Lublinek, Sulejów oraz Wieluń) w latach 1966–2021 (ryc. 1). Do analizy wykorzystano dobowe wartości temperatury powietrza i opadów atmosferycznych od 01.01.1966 do 31.12.2021 roku. W opracowaniu dokonano analizy przebiegów wieloletnich wartości średniej rocznej i sezonowej, obliczono skrajne wartości temperatury powietrza (≤ 10 i ≥ 90 percentyla) oraz opadów atmosferycznych (≥ 90 percentyla).



Ryc. 1. Położenie stacji meteorologicznych
Fig. 1. Location of meteorological stations

REZULTATY BADAŃ

Wieloletni przebieg wartości rocznych temperatury powietrza

Średnia roczna temperatura powietrza w badanym okresie jako średnia ze wszystkich stacji pomiarowych wyniosła $8,3^{\circ}\text{C}$. Temperatura ta wahała się od $8,0^{\circ}\text{C}$ w Sulejowie do $8,6^{\circ}\text{C}$ w Wieluniu, a średnia roczna temperatura powietrza w Łodzi wyniosła $8,3^{\circ}\text{C}$. W Łodzi-Lublinku średnia roczna temperatura powietrza była najwyższa w 2019 r. i wyniosła $10,3^{\circ}\text{C}$, a najniższa w 1987 r. ($6,0^{\circ}\text{C}$). W Sulejowie najwyższa średnia roczna temperatura powietrza wyniosła $10,3^{\circ}\text{C}$ (2019 r.), najniższa wystąpiła w 1980 r. ($6,2^{\circ}\text{C}$). W Wieluniu najwyższa średnia roczna temperatura wystąpiła w 2019 r. i wyniosła $10,7^{\circ}\text{C}$, najniższa natomiast wyniosła $6,7^{\circ}\text{C}$ w roku 1980. Średnia roczna amplituda temperatury powietrza w latach 1966–2021 wyniosła $20,5^{\circ}\text{C}$ w Łodzi-Lublinku i Sulejowie oraz $20,1^{\circ}\text{C}$ w Wieluniu. Wartości skrajne średniej rocznej amplitudy powietrza osiągnęły $12,2^{\circ}\text{C}$ w Łodzi-Lublinku (1990 r.) oraz $30,8^{\circ}\text{C}$ w 2006 r. w Sulejowie.

W wieloletnim przebiegu temperatury powietrza stwierdzono znaczący wzrost średnich dekadowych wartości temperatury powietrza, począwszy od drugiej dekady badanego okresu (1976–1985). Największy wzrost zaobserwowano w Sulejowie. Najwyższe wartości średniej dekadowej temperatury powietrza występują w ostatniej dekadzie – lata 2016–2021 (tab. 1).

Tab. 1. Średnia temperatura powietrza (°C) w kolejnych dekadach wielolecia 1966–2021 w wybranych stacjach meteorologicznych w województwie łódzkim

Tab. 1. Average air temperature (°C) in the subsequent decades of the multi-year period 1966–2021 at selected meteorological stations in the Łódź Voivodship

Stacja	1966–1975	1976–1985	1976–1985	1976–1985	1976–1985	1976–1985	Średnia
Łódź-Lublinek	7,9	7,5	8,3	8,4	9,0	9,4	8,4
Sulejów	7,7	7,3	8,0	8,3	8,1	9,4	8,1
Wieluń	8,1	7,8	8,5	8,8	9,2	9,6	8,7

Na wszystkich stacjach w badanym wieloleciu zaobserwowano rosnący, istotny statystycznie trend wartości średniej rocznej i sezonowej temperatury powietrza, zarówno w okresie wieloletnim, jak i w poszczególnych dekadach tego okresu (tab. 2, ryc. 2). Tempo zmian średniej rocznej temperatury osiągnęło wartość $0,35^{\circ}\text{C}/10$ lat na wszystkich trzech analizowanych stacjach. Wartości te są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$. Biorąc pod uwagę trendy obserwowane w poszczególnych dekadach, zauważa się, że największy wzrost zaznaczył się w Łodzi w okresie 1986–1995 oraz 1996–2005 wynoszący $1,4^{\circ}\text{C}/10$ lat. Najmniejszy wzrost odnotowano w Sulejowie dla okresu 2006–2015 ($0,05^{\circ}\text{C}/10$ lat). Zmienność temperatury w województwie łódzkim jest podobna, rośnie ona do okresu 1966–2005, osiągając wzrost $1,1\text{--}1,4^{\circ}\text{C}/10$ lat, następnie spadając w ostatnim okresie do $0,05^{\circ}\text{C}/10$ lat.

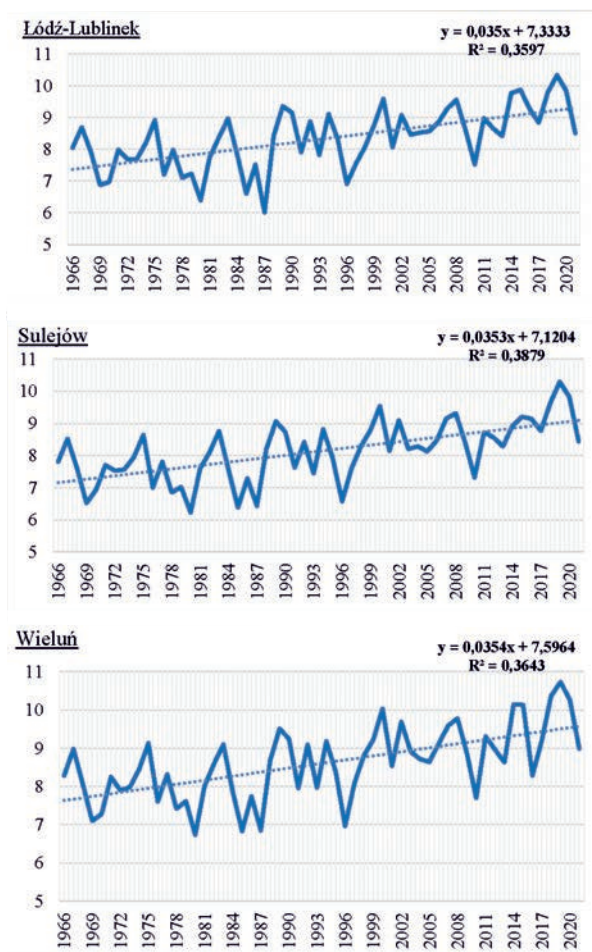
Tab. 2. Dekadowe, sezonowe i roczne wielkości trendu (°C na 10 lat) średniej temperatury powietrza w wybranych stacjach meteorologicznych w województwie łódzkim w wieloleciu 1966–2021. Wartości są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$

Tab. 2. Decade, seasonal and annual trend values (°C over 10 years) of the average air temperature at selected meteorological stations in the Łódź Voivodship in the multi-year period 1966–2021.

The values are statistically significant at the level of $\alpha = 0.05$

Okres	Łódź-Lublinek	Sulejów	Wieluń
1966–1975	0,40	0,43	0,41
1976–1985	0,47	0,42	0,15
1986–1995	1,40	0,95	0,97
1996–2005	1,40	1,08	1,21
2006–2015	0,52	0,05	0,55
2016–2021	0,05	0,05	1,20
Zima	0,39	0,35	0,36
Wiosna	0,31	0,43	0,23
Lato	0,45	0,51	0,51
Jesień	0,26	0,25	0,31
Rok	0,35	0,35	0,35

Biorąc pod uwagę sezony, zauważa się również wzrost średniej temperatury powietrza (tab. 2). W sezonie zimowym średnia temperatura powietrza w badanym wieloleciu wzrastała w tempie od $0,35^{\circ}\text{C}/10$ lat w Sulejowie do $0,39^{\circ}\text{C}/10$ lat w Łodzi-Lublinku. Średnie tempo wzrostu temperatury powietrza wiosną wynosiło w Łodzi-Lublinku $0,31^{\circ}\text{C}/10$ lat oraz w Sulejowie $0,43^{\circ}\text{C}/10$ lat. Obserwowany trend w Wieluniu nie był istotny statystycznie. Średnia temperatura powietrza sezonu letniego cechuje się istotnie statystycznym wzrostem we wszystkich analizowanych stacjach od $0,45^{\circ}\text{C}/10$ lat w Łodzi-Lublinku do $0,51^{\circ}\text{C}/10$ lat na pozostałych stacjach. W sezonie jesiennym widoczne są najniższe trendy temperatury wynoszące od $0,25^{\circ}\text{C}/10$ lat w Sulejowie do $0,31^{\circ}\text{C}/10$ lat w Wieluniu.



Ryc. 2. Przebieg średniej rocznej temperatury powietrza ($^{\circ}\text{C}$) na wybranych stacjach w województwie łódzkim w latach (1966–2021)

Fig. 2. The course of the average annual air temperature ($^{\circ}\text{C}$) at selected stations in the Łódź Voivodship in the years (1966–2021)

Biorąc pod uwagę wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza w analizowanych stacjach, stwierdzić należy, że najcieplejszym miesiącem był lipiec ($18,4^{\circ}\text{C}$), rzadziej sierpień ($17,9^{\circ}\text{C}$), najchłodniejszym miesiącem natomiast był styczeń ($-2,1^{\circ}\text{C}$) oraz luty ($-0,7^{\circ}\text{C}$) (tab. 3). Wieluń charakteryzował się najwyższymi wartościami temperatury powietrza zarówno lipca ($18,5^{\circ}\text{C}$), jak i stycznia ($-1,6^{\circ}\text{C}$). Nieco niższe wartości wystąpiły w Sulejowie, gdzie średnia temperatura najcieplejszego miesiąca wyniosła $18,2^{\circ}\text{C}$, najchłodniejszego natomiast $-2,3^{\circ}\text{C}$. Lipiec był również najcieplejszym miesiącem w Łodzi ($18,4^{\circ}\text{C}$), a styczeń najchłodniejszym ($-2,1^{\circ}\text{C}$).

Tab. 3. Średnie miesięczne i roczne wartości średniej ($T_{\text{śr}}$), maksymalnej (T_{max}) i minimalnej (T_{min}) temperatury powietrza ($^{\circ}\text{C}$) w latach 1966–2021 na poszczególnych stacjach

Tab. 3. Average monthly and annual values of the average ($T_{\text{śr}}$), maximum (T_{max}) and minimum (T_{min}) air temperature ($^{\circ}\text{C}$) in the years 1966–2021 at individual stations

Stacje		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Łódź-Lublinek	$T_{\text{śr}}$	-2,1	-0,8	2,9	8,0	13,5	16,7	18,4	18,0	13,4	8,6	3,6	-0,3	8,3
	T_{max}	0,5	2,4	7,1	13,4	18,7	22,2	24,1	23,8	18,7	12,9	6,4	2,1	12,7
	T_{min}	-4,6	-3,7	-0,8	3,2	7,9	11,3	13,0	12,7	8,9	4,9	1,0	-2,7	4,3
Sulejów	$T_{\text{śr}}$	-2,3	-1,0	2,6	7,9	13,0	16,4	18,2	17,4	13,0	8,3	3,3	-0,4	8,0
	T_{max}	0,5	2,4	7,1	13,5	19,0	22,1	24,2	23,6	18,8	13,1	6,3	2,0	12,7
	T_{min}	-5,1	-4,0	-1,1	2,8	7,5	10,7	12,4	11,8	8,4	4,6	0,7	-2,9	3,8
Wieluń	$T_{\text{śr}}$	-1,6	-0,3	3,3	8,4	13,3	16,7	18,5	18,2	13,8	9,0	4,0	0,1	8,6
	T_{max}	1,0	2,9	7,7	13,8	18,9	22,3	24,2	24,0	19,0	13,4	6,9	2,4	13,0
	T_{min}	-4,1	-3,1	-0,2	3,6	8,1	11,5	13,2	13,0	9,5	5,5	1,5	-2,2	4,7
ŚREDNIA		-2,1	-0,7	3,0	8,2	13,3	16,6	18,4	17,9	13,6	8,8	3,6	-0,3	8,4

Dane przedstawione w tab. 4 wskazują na wzrost miesięcznych wartości temperatury powietrza w wieloletnim okresie 1966–2021. Największy wzrost obserwowany jest na stacji Wieluń, gdzie wynosi on od $0,06^{\circ}\text{C}/10$ lat w maju do $0,56^{\circ}\text{C}/10$ lat w sierpniu. Nieco mniejszy wzrost zaobserwowano na stacji Łódź-Lublinek. Wartości trendu wahają się od $0,15^{\circ}\text{C}/10$ lat październiku do $0,51^{\circ}\text{C}/10$ lat w kwietniu. Najmniejszymi wzrostami trendu charakteryzuje się stacja w Sulejowie. Tendencje wzrostowe wahają się od $0^{\circ}\text{C}/10$ lat w maju do $0,55^{\circ}\text{C}/10$ lat w lipcu. Spośród wszystkich stacji największym wzrostem charakteryzuje się kwiecień i lipiec, najmniejszym natomiast maj i październik. Zmiany te na ogół są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$.

Tab. 4. Miesięczne wartości trendu ($^{\circ}\text{C}$ na 10 lat) średniej temperatury powietrza w województwie łódzkim w wieloleciu 1966–2021. Wartości są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$

Tab. 4. Monthly trend values ($^{\circ}\text{C}$ over 10 years) of the average air temperature in the Łódź Voivodship in the years 1966–2021. The values are statistically significant at the level of $\alpha = 0.05$

Okres	Łódź-Lublinek	Sulejów	Wieluń
I	0,45	0,48	0,42
II	0,29	0,28	0,25
III	0,23	0,17	0,25
IV	0,51	0,47	0,51
V	0,18	0,00	0,06
VI	0,43	0,44	0,44
VII	0,49	0,55	0,53
VIII	0,42	0,20	0,56
IX	0,25	0,09	0,35
X	0,15	0,06	0,21
XI	0,36	0,18	0,38
XII	0,43	0,28	0,41

Wartości ekstremów absolutnych

By zobrazować zakres wahań temperatury powietrza na danym obszarze, dokonano analizy średnich wartości ekstremów absolutnych (absolutne minimum i maksimum). W tym celu zbadano zmiany absolutnych wartości oraz częstość występowania temperatur minimalnych (T10p) i maksymalnych (T90p). W analizowanym wieloleciu 1966–2021 najniższa temperatura została zanotowana w Sulejowie ($-32,2^{\circ}\text{C}$) dnia 14.01.1987 (tab. 5), w tym samym dniu w Wieluniu również odnotowano najniższą temperaturę powietrza równą $-28,3^{\circ}\text{C}$. W Łodzi najniższa temperatura powietrza wyniosła $-30,3^{\circ}\text{C}$ (30.01.1987 r.). W rozpatrywanym okresie najwyższa temperatura została odnotowana w Sulejowie, wyniosła ona $38,0^{\circ}\text{C}$ (08.08.2013 r.), również w tym samym dniu w Wieluniu najwyższa temperatura powietrza była równa $37,1^{\circ}\text{C}$. W Łodzi absolutne maksimum temperatury powietrza wyniosło $37,6^{\circ}\text{C}$ odnotowane dnia 1.08.1994 roku. Zakres temperatury pomiędzy najwyższą i najniższą wartością temperatury powietrza na danych stacjach oscylował na podobnym poziomie. Największy zakres temperatury wynosi $70,2^{\circ}\text{C}$ w Sulejowie, nieco niższa różnica wystąpiła w Łodzi ($67,9^{\circ}\text{C}$) oraz Wieluniu ($65,4^{\circ}\text{C}$).

Tab. 5. Najwyższe i najniższe wartości temperatury powietrza na wybranych stacjach w wieloleciu 1966–2021

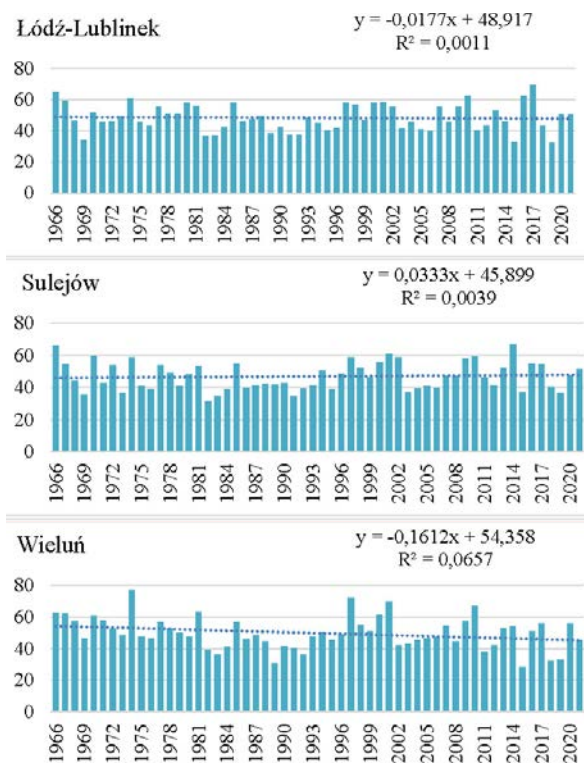
Tab. 5. The highest and the lowest air temperature values at selected stations in the years 1966–2021

Stacja	Temperatura [°C]						zakres
	minimalna			maksymalna			
	najniższa	data	percentyl		najwyższa	data	
			10	90			
Łódź-Lublinek	-30,3	30.01.1987	-5,2	25,5	37,6	01.08.1994	67,9
Sulejów	-32,2	14.01.1987	-5,4	25,5	38,0	08.08.2013	70,2
Wieluń	-28,3	14.01.1987	-4,4	25,6	37,1	08.08.2013	65,4

Przebieg roczny opadów atmosferycznych

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w wieloleciu 1966–2021 wahała się od 562,2 mm do 597,2 mm. Najwyższa suma opadów wystąpiła w Wieluniu, najniższa natomiast w Sulejowie. W Łodzi średnia roczna suma opadów była równa 581 mm. Średnie sumy opadów w województwie łódzkim są mało zróżnicowane (ryc. 3). Najobfitszy w opady atmosferyczne był rok 1974, suma opadów wyniosła wtedy 925,5 mm na stacji Wieluń. Na tej stacji rok 2015 był natomiast najuboższy w opady – 338 mm. W Sulejowie najwyższa roczna suma opadów wyniosła 831,8 mm (2017 r.), najniższa natomiast 387,9 (2019 r.). W Wieluniu minimum opadu wystąpiło w 1982 r. – 375,1 mm, a maksimum w 2014 r. – 800,8 mm. Wartości te nie są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$. Biorąc pod uwagę średnią roczną wartość sum opadów atmosferycznych wszystkich stacji, najwilgotniejszy był rok 1974 (786,1 mm) oraz 1966 (773,7 mm). Obfite w opady były również lata 2010 (755,8 mm) i 1997 (753,5 mm). Najsuchszy spośród wszystkich lat analizowanego wielolecia był rok 2015, kiedy suma opadów nie przekraczała 400 mm (392,1 mm). Nieco wyższe, jednak nadal niewielkie, sumy opadów wystąpiły w 2019 (404,8 mm), 1982 (427,1 mm) oraz 1983 r. (431,4 mm).

Analiza przebiegu wieloletniego sum rocznych opadów atmosferycznych we wziętych pod uwagę stacjach meteorologicznych wskazuje na występowanie zróżnicowania zarówno wielkości, jak i kierunku trendów. Dla stacji Łódź-Lublinek oraz Wieluń trend jest ujemny (kolejno -2,12 mm/10 lat oraz -17,29 mm/10 lat). Tendencję wzrostową zaobserwowano z kolei na stacji w Sulejowie (4,0 mm/10 lat). Jednakże zaobserwowane trendy nie są istotne statystycznie.



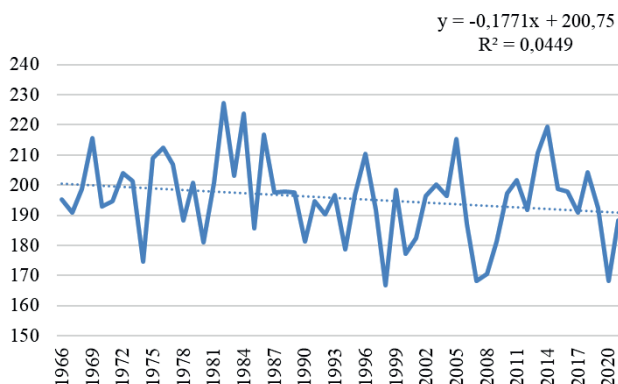
Ryc. 3. Przebieg średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych (mm) w wieloletniu 1966–2021 na wybranych stacjach województwa łódzkiego

Fig. 3. The course of the average annual sum of atmospheric precipitation (mm) in the multi-year period 1966–2021 at selected stations of the Łódź Voivodship

Ważną charakterystyką jest liczba dni bezopadowych. W pracy przedstawiono średnią roczną liczbę dni bezopadowych wybranych stacji województwa łódzkiego (Łódź-Lublinek, Sulejów, Wieluń). Rycina 4 przedstawia średnią roczną liczbę dni bezopadowych trzech analizowanych stacji. Największa średnia liczba dni bez opadów atmosferycznych na badanym obszarze wyniosła 227 dni (62,3%) w 1982 r. oraz dwa lata później w 1984 – 224 dni (61,3%). Najmniejsza liczba dni bez opadu była równa 167 (45,7%) w 1998 r. oraz 168 dni w 2007 i 2002 r. (46,1%).

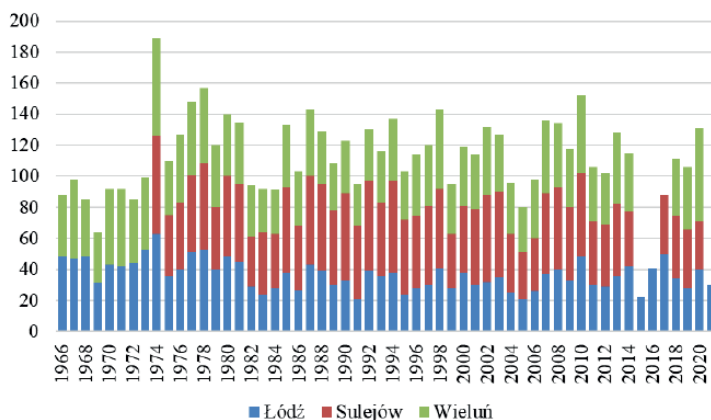
W celu zbadania liczby dni z ekstremalnymi sumami opadowymi w województwie łódzkim w dalszych badaniach wzięto pod uwagę dobowe sumy opadów wyższe od 90 percentyla ich wartości w poszczególnych stacjach. Maksymalne sumy opadów na każdej stacji wyniosły 24 mm. Najwięcej dni z opadem maksymalnym (24 mm) wystąpiło na stacji w Łodzi (19), nieco mniej takich dni było w Wieluniu (12) oraz najmniej w Sulejowie – 9 dni. Liczba dni z opadem powyżej 90 percentyla na każdej stacji wyniosła średnio 37 dni (ryc. 5). Najwięcej takich

dni wystąpiło w 1974 r., gdzie na każdej stacji liczba dni była równa 63. Rok 1974 był zarazem najwilgotniejszy (786,1 mm). Zdarzyły się również lata bez opadu powyżej 90 percentyla: 11 lat w Sulejowie oraz 4 w Wieluniu.



Ryc. 4. Średnia roczna suma dni bezopadowych w kolejnych latach okresu 1966–2021 ze stacji wziętych pod uwagę w opracowaniu

Fig. 4. Average annual sum of days without precipitation in the subsequent years of the period 1966–2021 from the stations considered in the study



Ryc. 5. Liczba dni z opadem maksymalnym (wartości powyżej 90 percentyla) na wybranych stacjach województwa łódzkiego w wieloleciu 1966–2021

Fig. 5. Number of days with maximum rainfall (values above the 90th percentile) at selected stations of the Łódź Voivodship in the multi-year period 1966–2021

W tabeli poniżej (tab. 5) przedstawiono średnie sumy opadów atmosferycznych w kolejnych dekadach wielolecia 1966–2021 w wybranych stacjach województwa łódzkiego. Dekady 1976–1985 oraz 1986–1995 wskazują na znaczną tendencję spadkową w porównaniu z okresem początkowym (1966–1975) (tab. 5). W kolejnej dekadzie (1996–2005) analizowanego okresu występuje wzrost sumy

opadów atmosferycznych na wszystkich stacjach województwa łódzkiego. W kolejnych latach 2006–2015 obserwujemy spadek sumy opadów w porównaniu z okresem poprzedzającym tę dekadę. Kolejny okres 6-letni również ukazuje tendencję spadkową, z wyjątkiem Łodzi, gdzie notuje się najwyższą sumę opadów w całym analizowanym okresie. Maksimum opadowe w Łodzi przypada na okres 2016–2021 (617,1 mm), w Sulejowie jest to dekada 1996–2005 (596,2 mm), w Wieluniu maksimum wyniosło 687,3 mm (1966–1975). Minima opadowe na wszystkich stacjach przypadają na okres 1986–1995 i wynoszą kolejno 519,2 mm (Łódź), 494,2 mm (Sulejów) oraz 517,5 mm (Wieluń).

Tab. 5. Średnie sumy opadów atmosferycznych (mm)
w kolejnych dekadach wielolecia 1966–2021 na wybranych stacjach

Tab. 5. Average sums of atmospheric precipitation (mm)
in the subsequent decades of the multi-year period 1966–2021 at selected stations

Okres	Łódź-Lublinek	Sulejów	Wieluń
1966–1975	603,6	590,5	687,3
1976–1985	586,0	531,8	588,2
1986–1995	519,2	494,2	517,5
1996–2005	605,2	596,2	641,4
2006–2015	569,2	593,6	582,4
2016–2021	617,1	569,8	545,6

Przebieg sezonowy opadów atmosferycznych

Biorąc pod uwagę sezony w ciągu roku, najwyższe sumy opadów atmosferycznych przypadają na miesiące letnie (VI–VIII), a najmniejsze zimą (XII–II) (ryc. 6). Opady jesienne były nieco wyższe niż wiosenne. Zgodnie z typologią Chomicza (1971), województwo łódzkie znajduje się w obszarze klimatu kontynentalno-morskiego. Zimą średnie sumy opadów atmosferycznych wahały się od 88 mm w Sulejowie do 116,8 mm w Wieluniu. W Łodzi były równe 106,2 mm. Najsuchsza zima w całym analizowanym okresie w Wieluniu wystąpiła na przełomie lat 1995/96, suma opadów wyniosła zaledwie 49,3 mm. Najwyższy opad zimowy, bo powyżej 200 mm wystąpił na przełomie 1975/76 (214,2 mm) oraz 2004/05 (204,6 mm). W Łodzi najuboższa w opady atmosferyczne była zima przełomu 1971/72, suma opadów wyniosła jedynie 26,8 mm. Największe opady natomiast wystąpiły zimą 2004/05 (175,5 mm) oraz 2015/16 (173,1 mm). W Sulejowie najniższe opady wystąpiły zimą 1968/69 (34,2 mm). Zimy 1977/78, 1984/85, 1990/91 oraz 2002/03 również charakteryzowały się niskimi sumami opadów poniżej 50 mm. Najobfitsza w opady zima wystąpiła na tej stacji na przełomie lat 2005/06 (140,8 mm).

Wiosną średnia suma opadów oscylowała w granicach od 101,6 mm w Wieluniu do 127,5 w Sulejowie, w Łodzi suma opadów była równa 127,1 mm. Podczas

najsuchszej wiosny spadło 66,8 mm w Łodzi w 1972 roku. Najwilgotniejsza okazała się wiosna w 1976 roku (221,2 mm), nieco mniej spadło w 2010 r. (204,4 mm). W Wieluniu najniższe sumy opadów sezonu wiosennego wystąpiły w latach 2018, 1976, 1984 i 2011 (odpowiednio – 36,9 mm, 43,7 mm, 47,2 mm i 49 mm). Najwyższa suma opadów wyniosła 175,7 mm (2004 r.) oraz 174,5 (2001 r.). W Sulejowie najwyższe sumy oscylowały w okolicach 234,8 mm (2014 r.), najniższe natomiast – 68 mm (1982 r.).

Letnie opady należą do najwyższych spośród wszystkich sezonów w roku. Średnia suma opadów wówczas wyniosła od 214,4 mm w Łodzi do 224,6 mm w Sulejowie, nieco mniej, bo 224,5 mm, w Wieluniu. W Łodzi najniższe wartości sum opadów kształtują się w okolicach 76,4 mm (1983 r.), najwyższe sięgają 381,2 mm (1980 r.) oraz 372,4 mm (1985 r.). W Sulejowie wysokie sumy opadów przypadają na lata 1972 (384,1 mm) oraz 2014 (377,8 mm), najsuchsze lata osiągają sumy 103 mm w 1992 r. oraz 105,5 mm (2004 r.). W Wieluniu padła rekordowa suma opadów atmosferycznych w 1997 r. wynosząca 512,1 mm, mniej wilgotne lata wystąpiły w 2010 i 2001 r., wynosząc kolejno – 380,4 mm i 376,1 mm. Najsuchsze lato wystąpiło w 1992 r., a sumy opadów osiągnęły jedynie 90 mm.

Jesienne sumy opadów w województwie są zbliżone do sum wiosennych. W wieloleciu 1966–2021 wartości wahały się od 121,8 mm w Sulejowie do 154,2 w Wieluniu. Maksima jesiennych sum opadów sięgają 325,9 mm (1974 r.) w Wieluniu, najniższe sumy opadów na tej stacji są równe 70 mm (2015 r.) W Sulejowie sumy opadów oscylują w granicach 44,1 mm (2011 r.) do 275,8 mm (2017 r.). W Łodzi ubogie w opady sezony jesiennie nie przekraczają 50 mm, wynosząc 40,7 mm – 2011 r. oraz 41,6 mm w 1982 roku. Najwilgotniejsza jesień wystąpiła w 2017 r., wynosząc 323,8 mm.

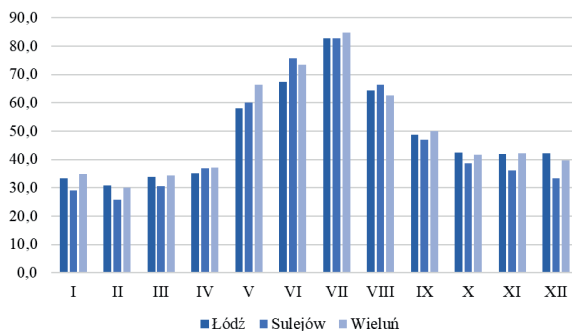


Ryc. 6. Sezonowe sumy opadów atmosferycznych (mm) na wybranych stacjach w województwie łódzkim w latach 1966–2021

Fig. 6. Seasonal sums of atmospheric precipitation (mm) at selected stations in the Łódź Voivodship in the years 1966–2021

Przebieg roczny miesięcznych wartości sum opadów atmosferycznych

Występowanie wysokich miesięcznych sum opadów atmosferycznych było najczęstsze w okresie maj–sierpień, średnie sumy miesięczne oscylowały wtedy w granicach 57,9 mm – 84,8 mm (ryc. 7). Największymi sumami opadów charakteryzuje się lipiec, w Łodzi i Sulejowie sumy opadowe są równe 82,8 mm, w Wieluniu – 84,8 mm. Najmniejsze sumy opadów występują od września do kwietnia. Minimum opadowe przypada na luty, gdzie sumy wahają się od 25,8 mm (Sulejów) do 30,8 mm (Łódź).



Ryc. 7. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych (mm) na poszczególnych stacjach w województwie łódzkim w okresie 1966–2021

Fig. 7. Average monthly sums of atmospheric precipitation (mm) at individual stations in the Łódź Voivodship in the period 1966–2021

Tab. 6. Miesięczne wartości trendu (mm na 10 lat) średniej sumy opadów atmosferycznych w województwie łódzkim w wieloletnim okresie 1966–2021. Wartości są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$

Tab. 6. Monthly trend values (mm per 10 years) of the average sum of atmospheric precipitation in the Łódź Voivodship in the multi-year period 1966–2021. The values are statistically significant at the level of $\alpha = 0.05$

Stacja	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Łódź-Lublinek	1,97	0,95	0,80	-0,73	2,31	-3,51	-2,48	-1,17	2,52	0,53	-2,59	-0,72
Sulejów	1,41	1,41	1,06	-0,10	2,62	0,06	-0,73	-1,51	1,72	0,92	-1,97	-0,89
Wieluń	-2,03	-1,13	-0,37	-1,84	0,94	-0,92	-0,47	-5,43	0,72	-0,86	-4,76	-3,20

Miesięczne sumy opadów atmosferycznych w ciągu analizowanego wieloletniego okresu wykazują tendencję zarówno spadkową, jak i wzrostową. Na wszystkich stacjach widoczna jest tendencja wzrostowa opadów w sezonie wiosennym i jesiennym

oraz malejąca tendencja w sezonie letnim. Największym wzrostem wartości opadowej charakteryzuje się maj (2,62 mm/10 lat w Sulejowie), wrzesień, styczeń oraz luty na wszystkich analizowanych stacjach, z wyjątkiem Wielunia, gdzie odnotowana jest tendencja spadkowa przez większą część roku (tab. 8). Tendencję wzrostową widać również w innych miesiącach, tj. w marcu i październiku. Tendencje ujemne obserwowane są w kwietniu, czerwcu, lipcu, sierpniu, listopadzie i grudniu na większości stacji. Największy spadek zaobserwowano w Wieluniu, gdzie szczególnie wyróżniły się miesiące sierpień (-5,43 mm/10 lat) oraz listopad (-4,76 mm/10 lat) – wartości te są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Średnia roczna temperatura powietrza na wszystkich analizowanych stacjach pomiarowych wyniosła 8,3°C. Temperatura wahała się od 8,0°C (Sulejów), poprzez 8,3°C w Łodzi-Lublinku do 8,6°C w Wieluniu. W swojej pracy Podstawczyńska (2010), analizując temperaturę powietrza i opady atmosferyczne w ostatnim stuleciu (1904–2006), przedstawiła nieco niższe wartości temperatury powietrza. Wynoszą one za ten okres 7,8°C w Łodzi, wahając się od 5,5°C w 1940 r. do 9,6°C (1989, 2000).

Średnia roczna amplituda temperatury powietrza w badanym wieloleciu była równa 20,5°C w Łodzi i Sulejowie oraz 20,1°C w Wieluniu. Wartości skrajne oscylowały w granicach od 12,2°C do 30,8°C. W swojej publikacji Wójcik i Miętus (2014) stwierdzają, że w latach 1951–2010 w Polsce średnia roczna amplituda temperatury powietrza wyniosła 21,8°C, a jej wartości skrajne osiągnęły 16,7°C oraz 29,6°C

W wieloletnim przebiegu temperatury powietrza stwierdzono znaczący, istotny statystycznie ($\alpha = 0,05$) wzrost temperatury powietrza. Tempo zmian było równe 0,35°C/10 lat na wszystkich trzech stacjach województwa łódzkiego. Podstawczyńska (2010) opisuje istotny statystycznie wzrost średnio o 0,1°C/10 lat dla okresu 1904–2006.

Jedną z cech wieloletniej zmienności temperatury powietrza są okresy zarówno cieplejsze, jak i chłodniejsze. Najchłodniejszą dekadą w analizowanym czasie były lata 1976–1985 ze średnią temperaturą 7,3°C (Sulejów), 7,5°C (Łódź), 7,8°C (Wieluń). W kolejnych dekadach temperatura stopniowo wzrastała, osiągając w ostatnich latach średnio 9,4°C w Łodzi i Sulejowie oraz 9,6°C w Wieluniu. Tę zależność potwierdzają w swojej pracy Wójcik i Miętus (2014).

Podstawczyńska (2010) stwierdza, że ocieplenie ujawnia się w szeregach czasowych średnich wartości temperatury wszystkich miesięcy. Największe w sierpniu, najmniejsze natomiast we wrześniu i grudniu. Istotnym statystycznie wzrostem średnich wartości temperatury cechują się kwiecień, maj, czerwiec, sierpień, październik i listopad. W województwie łódzkim (1966–2021) największym,

istotnym statystycznie wzrostem również cechuje się sierpień ($0,56^{\circ}\text{C}/10$ lat – Wieluń), najmniejszym wrzesień ($0,18^{\circ}\text{C}/10$ lat – Sulejów), ale również listopad ($0,28^{\circ}\text{C}/10$ lat – Sulejów). Na wszystkich analizowanych stacjach istotnym statystycznie wzrostem charakteryzują się następujące miesiące: kwiecień, czerwiec, lipiec, sierpień, wrzesień, listopad oraz grudzień.

Jak opisują Bielec-Bąkowska i Piotrowicz (2013) oraz Wójcik i Miętus (2014), największe wahania temperatury powietrza występują zimą, nieco mniejsze wahania temperatury cechują wiosnę, lato, a najmniejsze jesień. Zimą średni wzrost temperatury powietrza oscyluje od $0,35^{\circ}\text{C}/10$ lat w Sulejowie do $0,39^{\circ}\text{C}/10$ lat w Łodzi. Wzrost średniej wartości temperatury wiosną wyniósł od $0,23^{\circ}\text{C}/10$ lat w Wieluniu do $0,43^{\circ}\text{C}$ w Sulejowie. Latem występuje największy wzrost temperatury powietrza od $0,45^{\circ}\text{C}/10$ lat w Łodzi do $0,51^{\circ}\text{C}/10$ lat w Sulejowie i Wieluniu. W sezonie jesiennym obserwowany jest najmniejszy wzrost temperatury od $0,25^{\circ}\text{C}/10$ lat w Sulejowie do $0,31^{\circ}\text{C}/10$ lat w Wieluniu.

Na wszystkich stacjach najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią temperaturą równą $18,4^{\circ}\text{C}$, rzadziej sierpień ($17,9^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejszy spośród wszystkich miesięcy był styczeń ($-2,0^{\circ}\text{C}$) oraz luty ($-0,7^{\circ}\text{C}$). Tę zależność potwierdza również Podstawczyńska (2010). W swojej publikacji opisuje lipiec jako miesiąc z najwyższymi średnimi wartościami temperatury powietrza ($18,0^{\circ}\text{C}$), luty natomiast to miesiąc z najniższymi średnimi wartościami temperatury, przeciętnie $-2,9^{\circ}\text{C}$.

Absolutne maksimum dobowe temperatury powietrza w Łodzi wyniosło $37,6^{\circ}\text{C}$ i wystąpiło 01.08.1994 r., jak wcześniej stwierdziła w swojej pracy Podstawczyńska (2010). Absolutne minimum dobowe w Łodzi wyniosło $-30,3^{\circ}\text{C}$ (30.01.1987 r.). Podstawczyńska (2010) z kolei wymienia absolutne minimum temperatury równe $-31,1^{\circ}\text{C}$ (17.01.1963 r.). W Sulejowie najwyższa dobowa temperatura wyniosła $38,0^{\circ}\text{C}$ dnia 08.08.2013 roku. Tego samego dnia również w Wieluniu wystąpiło absolutne maksimum dobowe temperatury powietrza równe $37,1^{\circ}\text{C}$. W tym samym dniu, tj. 14.01.1987 r. w Sulejowie i Wieluniu wystąpiło absolutne minimum dobowe temperatury powietrza wynoszące kolejno $-32,2^{\circ}\text{C}$ i $-28,3^{\circ}\text{C}$.

Dzięki przeprowadzonym badaniom widoczny jest wzrost liczby dni z temperaturą maksymalną oraz spadek liczby dni z temperaturą minimalną w badanych stacjach w latach 1966–2021. Podobne spostrzeżenia w swojej publikacji przedstawiły Bielec-Bąkowska i Piotrowicz (2013).

Średnie sumy opadów w województwie łódzkim są mało zróżnicowane. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w badanym wieloleciu w województwie łódzkim wahała się od $562,2$ mm do $597,2$ mm, z najwyższą sumą opadów w Wieluniu oraz najniższą w Sulejowie. W Łodzi w okresie 1903–2004 średnia roczna suma opadów wyniosła 579 mm (Wibig i Radziun 2019). Podstawczyńska (2010) opisuje sumę opadów atmosferycznych w Łodzi na poziomie 575 mm w badanym wieloleciu 1904–2006. Radziun (2017) opisuje średnią sumę rocznych opadów w Łodzi w okresie 1961–2015 jako mało zróżnicowane. Wyniosły one od 515 mm do 594 mm.

W sezonowej skali najwyższe sumy opadów atmosferycznych przypadają na miesiące letnie (VI–VIII), a najmniejsze zimą (XII–II), opady jesienne natomiast są nieco wyższe od wiosennych. Wibig i Radziun (2019) stwierdzają, że opady lata dwukrotnie przekraczają te zimowe, a opady jesieni były nieco wyższe niż wiosny. Podstawczyńska (2010) również opisuje opady letnie jako te z najwyższymi sumami spośród wszystkich pór roku oraz przewagę opadów jesiennych nad wiosennymi. W środkowej Polsce średnia suma opadów atmosferycznych w półroczu ciepłym jest średnio o 50% wyższa niż w półroczu chłodnym. Opady jesienia i wiosną są natomiast bardzo zbliżone (Radziun 2017).

Zgodnie z typologią Chomicza (1971), województwo łódzkie znajduje się w obszarze klimatu kontynentalno-morskiego. Potwierdzają to w swojej pracy Wibig i Radiun (2019), opisując, że najwyższe sumy opadów notowane są latem, a najniższe zimą. Opady jesienne i wiosenne były na zbliżonym poziomie.

Największymi sumami opadów charakteryzuje się lipiec w Łodzi i Sulejowie, gdzie sumy opadowe są równe 82,8 mm, a w Wieluniu – 84,8 mm. Minimum opadowe przypada na luty, kiedy sumy wahają się od 25,8 mm (Sulejów) do 30,8 mm (Łódź). W Łodzi, według Podstawczyńskiej (2010), opady lipca również są najwyższe (88 mm), najniższe natomiast opady charakteryzują styczeń i luty. W opracowaniu Wibig i Radziuna (2019) podobnie sumy opadów na stacjach województwa łódzkiego są najwyższe w lipcu (82,6 mm), a najniższe w lutym (29,5 mm).

Na wszystkich stacjach widoczna jest tendencja wzrostowa opadów w sezonie wiosennym i jesiennym oraz malejąca tendencja w sezonie letnim, co potwierdzają Czarnecka i Nidzgorzka-Lencewicz (2012).

Przeciętnie w województwie łódzkim notuje się 169 dni z opadem (46,4%). Podstawczyńska (2010) w swojej pracy notuje 167 dni z opadem i obserwuje również niewielki trend rosnący rocznej liczby dni z opadem. W województwie łódzkim (1966–2021) również widoczny jest niewielki rosnący trend liczby dni z opadem, co potwierdzają też Kożuchowski i Żmudzka (2003). Podstawczyńska (2007) w swojej publikacji stwierdza, że w Łodzi dominuje grupa dni bez opadu stanowiąca średnio 54,2%. W województwie łódzkim (1966–2021) odsetek dni bezopadowych jest równy 53,6%.

PODSUMOWANIE

Analiza wieloletniego przebiegu temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na stacjach w województwie łódzkim w latach 1966–2021 pozwala stwierdzić, że:

1. Średnia roczna temperatura powietrza na wszystkich analizowanych stacjach pomiarowych wyniosła 8,3°C.

2. Średnia roczna amplituda temperatury powietrza w badanym wieloleciu była równa 20,5°C w Łodzi i Sulejowie oraz 20,1°C w Wieluniu.

3. W wieloletnim przebiegu temperatury powietrza stwierdzono znaczący, istotny statystycznie ($\alpha = 0,05$) wzrost temperatury powietrza wynoszący $0,35^{\circ}\text{C}/10$ lat.

4. Ocieplenie ujawnia się w szeregach czasowych średnich wartości temperatury wszystkich miesięcy. Największym, istotnym statystycznie wzrostem cechuje się sierpień ($0,56^{\circ}\text{C}/10$ lat – Wieluń), najmniejszym wrzesień ($0,18^{\circ}\text{C}/10$ lat – Sulejów).

5. Największe wahania temperatury powietrza występują zimą, nieco mniejsze wiosną i latem, a najmniejsze jesienią.

6. Na wszystkich stacjach najcieplejszym miesiącem był lipiec ($18,4^{\circ}\text{C}$), rzadziej sierpień ($17,9^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejszym spośród wszystkich miesięcy był styczeń ($-2,0^{\circ}\text{C}$) oraz luty ($-0,7^{\circ}\text{C}$).

7. Zgodnie z typologią Chomicza (1971), województwo łódzkie znajduje się w strefie opadów o charakterze kontynentalno-morskim.

8. Absolutne maksimum dobowe temperatury powietrza w Łodzi wyniosło $37,6^{\circ}\text{C}$ (01.08.1994 r.), a absolutne minimum dobowe wyniosło $-30,3^{\circ}\text{C}$ (30.01.1987 r.). W Sulejowie najwyższa dobowa temperatura była równa $38,0^{\circ}\text{C}$ dnia 08.08.2013 r., a tego samego dnia również w Wieluniu wystąpiło absolutne maksimum dobowe temperatury powietrza $37,1^{\circ}\text{C}$. W tym samym dniu, tj. 14.01.1987 r., w Sulejowie i Wieluniu wystąpiło absolutne minimum dobowe temperatury powietrza wynoszące kolejno $-32,2^{\circ}\text{C}$ i $-28,3^{\circ}\text{C}$.

9. Średnie sumy opadów w województwie łódzkim są mało zróżnicowane. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w badanym wieloleciu w województwie łódzkim wahała się od $562,2$ mm do $597,2$ mm.

10. W sezonowej skali najwyższe sumy opadów atmosferycznych przypadają na miesiące letnie (VI–VIII), a najmniejsze zimą (XII–II). Opady jesienne natomiast są nieco wyższe od wiosennych.

11. Największymi sumami opadów charakteryzuje się lipiec – $84,8$ mm. Minimum opadowe przypada na luty – $25,8$ mm.

12. Na wszystkich omawianych stacjach widoczna jest tendencja wzrostowa opadów w sezonie wiosennym i jesiennym oraz malejąca tendencja w sezonie letnim.

13. Przeciętnie w województwie łódzkim notuje się 169 dni z opadem.

LITERATURA

- Degirmendźić J., Kożuchowski K., 2014: *Sezonowe wahania liczby niżów śródziemnomorskich w Europie Środkowo-Wschodniej*. Przegląd Geofizyczny (1–2), 5–18.
- Jędruszkiewicz J., Zieliński M., 2016: Acta Geographica Lodziensia (104), 201–211.
- Kożuchowski K., Żmudzka E., 2003: *100-year series of areally averaged temperatures and precipitation totals in Poland*. Acta Univ. Wratislaviensis, 2542, Studia Geogr., 75, 116–122.

- Piotrowski P., 2004: *Okresy bezopadowe w Łodzi w latach 1903–2003*, [w:] *100 lat obserwacji meteorologicznych w Łodzi*. Acta Geographica Lodziensia, nr 89, 103–114.
- Piotrowski P., 2009: *Obiektywna metoda klasyfikacji cyrkulacji atmosferycznej dla Polski*. Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica, 10, 216 s. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, ISSN 1427-9711.
- Podstawczyńska A., 2007: *Okresy suche i wilgotne w Łodzi w XX wieku*. Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica (8).
- Podstawczyńska A., 2010: *Temperatura powietrza i opady w regionie łódzkim w stuleciu*, [w:] J. Twardy, S. Żurek, J. Forsyś (red.), *Torfowisko Żabieniec: warunki naturalne i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 63–74.
- Radziun W., 2017: *Związek występowania opadów z cyrkulacją atmosferyczną w środkowej Polsce*. Przegląd Geograficzny (3–4), 217–235.
- Rzepa M. 2004: *Najwyższe dobowe, pięciodniowe i dziesięciodniowe sumy opadów atmosferycznych w Łodzi w latach 1903–2003*. Acta Geogr. Lodz., 89, 87–99.
- Siedlecki M., Pawlak W., 2004: *Sumy miesięczne opadów atmosferycznych w Łodzi w latach 1903–2003*. Acta Geographica Lodziensia (89), 73–86.
- Wibig J. (2007): *Fale ciepła i chłodu w środkowej Polsce na przykładzie Łodzi*. Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Physica, nr 08/2008.
- Wibig J., Fortuniak K., 1998: *Ekstremalne warunki opadowe w Łodzi w okresie 1931–1995*. Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica, 3, 241–249.
- Wibig J., Fortuniak K., Kłysik K. (2004): *Rekonstrukcja serii temperatury powietrza w Łodzi z okresu 1903–2000*. Acta Geographica Lodziensia, 89, 19–33.
- Wibig J., Radziun W., 2019: *Opady atmosferyczne w województwie łódzkim w latach 1961–2015*, Acta Geographica Lodziensia (109), 29–47.
- Woś A., 1999: *Klimat Polski*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Woś A., 2000: *Meteorologia dla geografów*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Źródła internetowe

- <https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/LODZKIE.pdf> [dostęp: 12.06.2022].
- <https://www.wios.lodz.pl/files/docs/r09xixwojewództwo.pdf> [dostęp: 12.06.2022].
- <https://pl.climate-data.org/europa/polska/%C5%82odz-voivodeship/%C5%82odz-627/> [dostęp: 12.06.2022].