



Zmienność czasowa i przestrzenna opadów atmosferycznych w Wielkopolsce w latach 1981–2014

Temporal and spatial variability of atmospheric precipitation in Wielkopolska in the 1981–2014 period

Katarzyna Szyga-Pluta

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
ul. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań
pluta@amu.edu.pl

Zarys treści. Celem niniejszego opracowania jest charakterystyka warunków pluwialnych w województwie wielkopolskim na przełomie XX i XXI w. Praca obejmuje analizę przebiegu wieloletniego, rocznego i sezonowego opadów atmosferycznych oraz ich rozkład przestrzenny i zmienność liczby dni z opadem o określonej intensywności. Podstawą analizy są dobowe sumy opadów atmosferycznych z okresu 1981–2014 z 5 stacji synoptycznych, 9 stacji klimatologicznych i 78 posterunków opadowych zlokalizowanych w województwie wielkopolskim. Dane pozyskano z IMGW-PIB. Średnia suma roczna w Wielkopolsce w badanym okresie wynosiła 548 mm. Amplituda wahań przekraczała 500 mm. Rozkład opadów w Wielkopolsce charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem przestrzennym. Największa średnia suma opadów atmosferycznych oraz największa liczba dni z opadem występowała w północno-zachodniej, północnej oraz południowej części województwa. Obszarem o najniższych opadach był rejon Równiny Wrzesińskiej oraz wschodnia część Wielkopolski. Najbardziej intensywne opady najrzadziej występowały w środkowej części badanego obszaru. Najbardziej zróżnicowanym rozkładem charakteryzują się opady o najmniejszej intensywności.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, liczba dni z opadem, Wielkopolska.

Wstęp

Opady atmosferyczne, obok temperatury powietrza, należą do najważniejszych charakterystycznych cech klimatu. Element ten jest bardzo zróżnicowany zarówno przestrzennie, jak i czasowo. Zgodnie z Piątym Raportem IPCC (2013) zachodzące w XX w. zmiany w globalnym cyklu hydrologicznym na skutek ocieplenia nie będą jednorodne. Prognozuje się wzrost kontrastu w wielkości opadu pomiędzy wilgotnymi a suchymi regionami i porami roku, choć możliwe są lokalne wyjątki.

W literaturze polskiej problematyka opadów atmosferycznych jest często pojęta w ujęciu zarówno czasowym, jak i przestrzennym. Opracowania te

dotyczą zarówno skali krajowej (np. Kaczorowska 1962; Olechnowicz-Bobrowska, 1970; Kożuchowski, 1985, 2004; Ewert, 1984; Tamulewicz, 1993; Kirschenstein i Baranowski, 2005; Ziernicka-Wojtaszek, 2006; Wibig, 2009; Woś, 2010; Czarnańska i Nidzgorska-Lencewicz, 2012; Szwed, 2018) jak i regionalnej (Kożuchowski i Trepieńska, 1986a, 1986b, Tamulewicz, 1992; Niedźwiedź, 1993; Woś, 1994; Twardosz, 2000; Kirschenstein, 2005; Farata, 2010; Ilnicki i inni, 2012).

Wcześniejsze serie pomiarowe opadów w Poznaniu opracowali R. Kaczorowska (1980), J. Tamulewicz (1996) oraz K. Szyga-Pluta i K. Grześkowiak (2016). Uzyskane wyniki analiz wskazują, że opady atmosferyczne charakteryzują się dużą zmiennością oraz wykazują czasową i przestrzenną nieciągłość. W wielu publikacjach pojawia się również powiązanie częstości występowania opadów atmosferycznych na danym obszarze z cyrkulacją powietrza (Olechnowicz-Bobrowska, 1970; Niedźwiedź, 1993; Twardosz, 1997; Woś, 2010) lub z sytuacją synoptyczną (Twardosz 2000). Na obszarze Polski obserwuje się duże różnice miesięcznych i rocznych sum opadów występujących w poszczególnych latach, co można uznać za charakterystyczne dla tej części Europy (Woś, 2010). Opady o normalnej i anomalnej wysokości w poszczególnych miesiącach i porach roku na obszarze Polski analizował S. Mrugała (2001). W różnych publikacjach dotyczących opadów atmosferycznych województwo wielkopolskie określane jest jako obszar największego deficytu wodnego w skali kraju (Woś, 1994; Farat, 2004).

Celem niniejszego opracowania jest charakterystyka warunków pluwialnych w województwie wielkopolskim na przełomie XX i XXI w. Praca obejmuje analizę przebiegu wieloletniego, rocznego i sezonowego opadów atmosferycznych oraz ich rozkład przestrzenny i zmienność liczby dni z opadem o określonej intensywności w latach 1981–2014.

Obszar, dane i metody badań

Podstawą analizy są dobowe sumy opadu atmosferycznego z lat 1981–2014 z 5 stacji synoptycznych, 9 stacji klimatologicznych i 78 posterunków opadowych zlokalizowanych w województwie wielkopolskim (ryc. 1). Dane te zostały udostępnione przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB). Ze względu na dużą zbieżność granic historycznych Wielkopolski z obecnym podziałem administracyjnym (z 1999 r.), zróżnicowanie przestrzenne opadów przedstawiono w granicach województwa wielkopolskiego. Województwo wielkopolskie rozciąga się na obszarze części Pojezierzy Południowobałtyckich oraz Nizin Środkowopolskich. Przez teren województwa przebiegają dwie pradoliny: przez część północną Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka, a środkową Pradolina Warciańsko-Odrzańska. W ukształtowaniu terenu obserwuje się dominację płaskich lub falistych wysoczyzn oraz równin. Średnie wzniesienia województwa wielkopolskiego nie przekraczają 300 m n.p.m. Najwyżej położony

punkt w obrębie województwa stanowi Kobyła Góra (284 m n.p.m.), położona w paśmie Wzgórz Ostrzeszowskich. Najniżej usytuowane miejsce zlokalizowane jest w Dolinie Noteci (31 m n.p.m.), niedaleko Krzyża.



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji pomiarowych

The locations of precipitation stations

Opracowanie własne, podobnie pozostałe ryciny i tabele / Author's own elaboration, like remaining figures and tables

Na podstawie pozyskanych danych obliczono średnie sumy opadu dla miesięcy, sezonów (wiosna III-V, lato VI-VIII, jesień IX-XI, zima XII-II) oraz roku. Dokonano analizy zmian w wieloletnim przebiegu sum rocznych opadów atmosferycznych w latach 1981–2014 uśrednionych dla wszystkich stacji. Dla serii pomiarowej obliczone zostały standardowe charakterystyki klimatologiczne w ujęciu rocznym i wieloletnim. Analiza sum opadów atmosferycznych w porach roku oraz stosunek opadów zimy i lata, jesieni i wiosny, półrocza ciepłego i chłodnego obrazują rozkład sezonowy opadów. Obliczono również liczbę dni z opadem w ciągu roku i w porach roku. Dane z IMGW-PIB pozwoliły na wykonanie map rozkładu przestrzennego opadów za pomocą programu ArcGIS. Wykonano również mapy rozkładu opadów atmosferycznych dla 4 wybranych miesięcy: lutego jako miesiąca o najniższych opadach, lipca jako miesiąca charakteryzującego się najwyższymi sumami opadu, a także kwietnia i października, które reprezentują miesiące o najniższych opadach wiosną i jesienią. Przy opisie przestrzennej zmienności opadów zastosowano nazwy mezoregionów według regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego (2000). W celu ustalenia intensywności opadów wykorzystano kryteria B. Olechnowicz-Bobrowskiej (1970) uwzględniające określone przedziały sum dobowych opadów.

Wyniki

Zmienność opadów atmosferycznych w latach 1981–2014

Średnia roczna suma opadów z 92 stacji w Wielkopolsce w latach 1981–2014 wyniosła 548 mm. W przebiegu wieloletnim opadów charakterystyczna jest duża zmienność ich wysokości z roku na rok (ryc. 2). W następujących po sobie latach różnica między wysokością opadów wynosiła od 7 do 357 mm. Stosunkowo małą zmiennością rocznych sum opadów charakteryzował się okres od 1993 do 2002 r. Najbardziej suche lata, kiedy sumy roczne nie przekroczyły 400 mm w badanym okresie, to: 1982, 1989, 1992 i 2003 r. Ilość opadów na obszarze województwa wielkopolskiego wzrosła w badanym okresie o 23 mm na dekadę, jednakże zmiana ta jest nieistotna statystycznie. Biorąc pod uwagę szczególnie wysokie opady w roku 2010 lub 1981 i bardzo niskie opady w następujących po nich latach, tempo wzrostu opadów jest zależne od wybranego okresu. W latach 1981–2009 opady wzrastały w tempie 15 mm/rok. Rozpatrując kolejne dekady można zauważyć, że w latach 80. XX w. następował spadek wysokości opadów, w latach 90. wzrost, po czym znowu okres spadku i od 2000 r. okres wzrostu sum opadów atmosferycznych. W całym analizowanym okresie na badanym obszarze istnieje tendencja do wzrostu średniej sumy opadów atmosferycznych (z 92 stacji). Wzrost sum opadów w badanym okresie można zauważyć we wszystkich porach roku – największy jest jednak wiosną (ryc. 2). Tendencja do wzrostu opadów charakteryzu-



Objaśnienie: R^2 – współczynnik determinacji
 Explanation: R^2 – coefficient of determination

Ryc. 2. Roczne i sezonowe sumy opadów atmosferycznych w województwie wielkopolskim w latach 1981–2014 (średnia z 92 stacji)
 Annual and seasonal precipitation totals in Wielkopolskie Voivodeship in the years 1981–2014 inclusive (average from 92 stations)

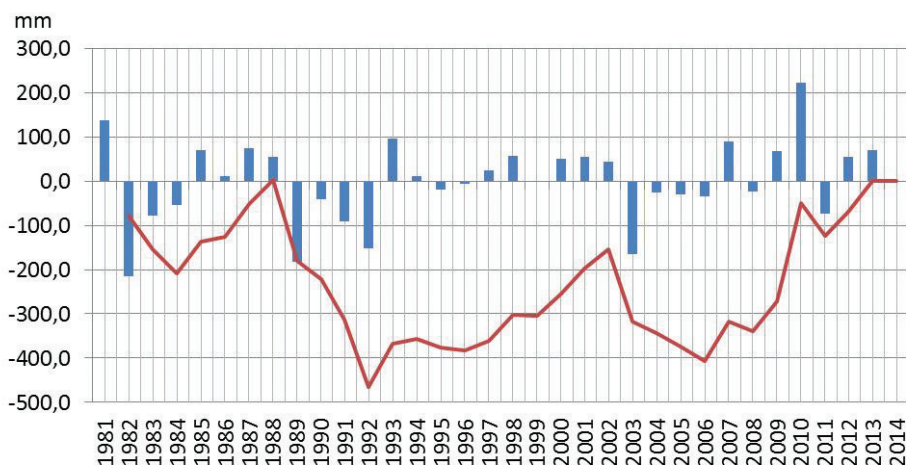
je zdecydowaną większość analizowanych stacji, bo aż 80,4% z nich. Natomiast 7,6% stacji wykazuje tendencję do spadku opadów atmosferycznych w badanym okresie, np. Turek, Turew, Żerków i Trzcianka. Stacje, które nie wykazują tendencji do wzrostu, ani spadku opadów położone są przede wszystkim w południowej części województwa wielkopolskiego (np. Kościan, Świętno, Koźmin Wielkopolski, Ostrzeszów).

W latach 1981–2014 najbardziej zasobnym w opady w Wielkopolsce był rok 2010. Średnia roczna suma opadów osiągnęła na tym obszarze wówczas 770 mm,

co stanowiło 140% średniej 34-letniej. W 2010 r. miały miejsce katastrofalne wzebrania, które w konsekwencji doprowadziły do wielu powodzi bądź podtopień nie tylko na badanym obszarze, ale i w skali całego kraju. Najmniejsza suma opadów atmosferycznych na tym obszarze wystąpiła w roku 1982 i była równa 331 mm. Wartość ta stanowiła zaledwie 60% średniej wieloletniej.

Okres od 1981 do 1993 r. charakteryzowała duża zmienność wysokości opadów, która wyrażała się poprzez znaczne wahania sum rocznych oraz odchylenia rocznych sum opadów od średniej wieloletniej (ryc. 3). Maksymalna wartość dodatnia odchylenia wystąpiła w roku 2010 (222 mm), natomiast najniższa ujemna – w roku 1982 (215 mm). Po roku 1981, w którym to średnia suma opadów znacznie przewyższyła średnią wieloletnią (o 138 mm), w ciągu trzech następnych lat przeważały ujemne odchylenia opadów atmosferycznych. Najniższymi rocznymi sumami opadów wyróżniły się lata: 1989, 1992, 2003 r. (151–183 mm). Widoczne są również trzy okresy o bardzo niskich opadach: 1982–1984, 1989–1992, 2003–2006. W ocenianym 34-leciu wystąpiły także lata z odchyleniem dodatnim od średniej wieloletniej. Wyróżnić można dwa takie okresy, z których krótszy przypadła na lata 1985–1988, a dłuższy na lata 1997–2002.

Najwyższe średnie sezonowe sumy opadów wystąpiły latem (200,1 mm) i są one wyższe od opadów wiosennych o 76,8 mm, jesiennych o 85,7 mm i zimowych o 90,9 mm (tab. 1). W półroczu ciepłym (Pc) średnia suma opadów atmosferycznych wyniosła 323,3 mm, a w półroczu chłodnym (Pch) 223,6 mm. Zatem sezonowy rozkład opadów na badanym obszarze to LWJZ (Lato, Wiosna, Jesień, Zima), określony przez K. Kożuchowskiego i J. Wibig (1988) jako typ Polski poł-



Ryc. 3. Odchylenia rocznych sum opadów atmosferycznych w województwie wielkopolskim od wartości średniej z lat 1981–2014 ze skumulowaną krzywą odchyleń (średnie z 92 stacji)
Departures of annual precipitation totals in Wielkopolskie Voivodeship from the average for the period 1981–2014, together with a cumulative curve for the departures (average from 92 stations)

dniowej. Sezonowe zróżnicowanie wielkości opadów atmosferycznych związane jest z napływem różnych mas powietrza.

Tabela 1. Średnie sezonowe sumy opadów atmosferycznych w województwie wielkopolskim (1981–2014). Średnie z 92 stacji
Mean seasonal precipitation totals in Wielkopolskie Voivodship (1981–2014). Averages from 92 stations

Sezon <i>Season</i>	Średni opad [mm] <i>Mean precipitation [mm]</i>	Udział [%] <i>Share [%]</i>
Wiosna / <i>Spring</i> III-V	123,3	22,5
Lato / <i>Summer</i> VI-VIII	200,1	36,6
Jesień / <i>Autumn</i> IX-XI	114,4	20,9
Zima / <i>Winter</i> XII-II	109,2	20,0
Półrocze ciepłe / <i>Warm half-year</i> III-VIII	323,3	59,1
Półrocze chłodne / <i>Cold half-year</i> IX-II	223,6	40,9

Wskaźnikami rocznego przebiegu sum opadów atmosferycznych oraz miarą oceanizmu pluwialnego jest iloraz opadów zimy i lata (Z/L). Wysokie wartości ilorazów świadczą o oceanicznych cechach przebiegu rocznego opadów, a małe o cechach kontynentalnych (Kožuchowski i Wibig, 1988). Cechą kontynentalizmu pluwialnego jest przewaga opadów wiosennych nad jesiennymi, czego miarą jest iloraz opadów jesieni i wiosny (J/W). W Wielkopolsce średni iloraz zimy i lata w badanym okresie jest równy 0,5, jesieni i wiosny 0,9, a półrocza ciepłego i chłodnego 1,4 (tab. 2). Wartość ilorazu Z/L w kolejnych latach w Wielkopolsce była zróżnicowana i przyjmowała wartości od 0,2 do 1,2, J/W od 0,4 do 1,7, a Pc/Pch od 1,0 do 2,3. Wskazuje to na wyraźne ścieranie się na tym obszarze wpływów oceanicznych i kontynentalnych i ich zróżnicowaną dominację w poszczególnych latach. J. Tamulewicz (1996) stwierdził, że trudno wskazać zwarte co najmniej kilkuletnie okresy z latami o określonym stopniu cech kontynentalnych i oceanicznych.

Obszar Wielkopolski w badanym okresie charakteryzował się średnimi rocznymi opadami w wysokości 548 mm. Opady latem mają największy udział w sumie rocznej opadów. Maksymalna suma lipca stanowi prawie 14% sumy rocznej. Minimalna suma lutego nie przekracza 6% sumy rocznej. Miesiącami o niższych opadach są również kwiecień i październik. Najwyższą sumę miesięczną w latach 1981–2014 zanotowano w sierpniu 1985 r. (165,3 mm), a najniższą w listopadzie 2011 r. (2,3 mm) (tab. 3).

W skali roku opady wykazują słabe zróżnicowanie – współczynnik zmienności wyniósł 16,4% (tab. 3). W poszczególnych miesiącach przeważają duże wartości tego współczynnika (powyżej 40%). Najwyższa wartość współczynnika zmienności (56,4%) przypada na październik, co świadczy o największym zróżnicowaniu

w tym miesiącu. Najniższa wartość współczynnika zmienności (40,4%) przypada na kwiecień.

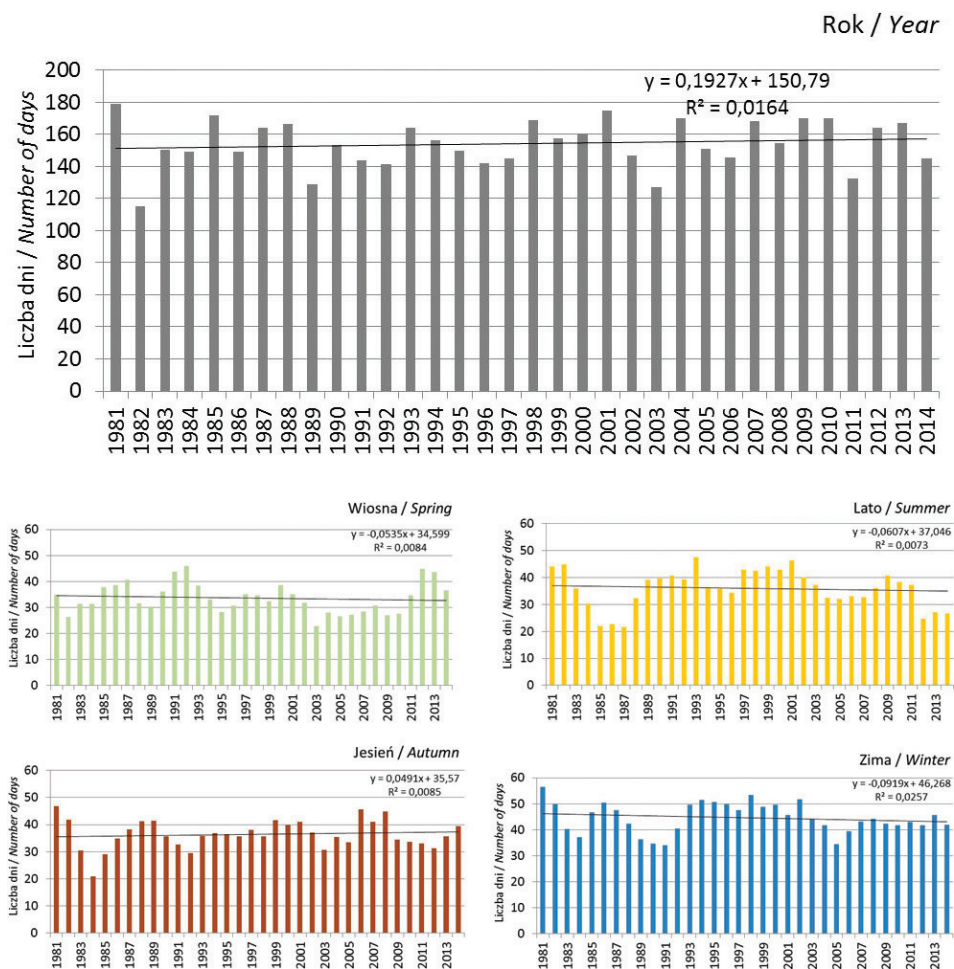
Tabela 2. Iloraz opadów w poszczególnych porach roku w województwie wielkopolskim (1981–2014). Średnie z 92 stacji
The quotient of precipitation in different seasons in Wielkopolskie Voivodeship (1981–2014). Averages from 92 stations

Iloraz Quotient	Zima/Lato Winter/Summer	Jesień/Wiosna Autumn/Spring	Półrocze ciepłe/Półrocze chłodne Warm half-year/Cold half-year
Średni Mean	0,5	0,9	1,4
Minimalny Lowest	0,2 (1996)	0,4 (1982)	1,0 (1983, 1998)
Maksymalny Highest	1,2 (1983)	1,7 (1987, 1990)	2,3 (1996)

Tabela 3. Charakterystyki występowania opadów atmosferycznych województwie wielkopolskim w poszczególnych miesiącach oraz w roku (1981–2014). Średnie z 92 stacji
A characterisation of the occurrence of precipitation in Wielkopolskie Voivodeship by months and through the year (in the 1981–2014 period). Averages from 92 stations

Miesiąc Month	Średnia Mean [mm]	Udział sum miesięcznych w sumie rocznej Share of monthly total in annual total [%]	Minimum Minimum		Maksimum Maximum		Współczynnik Zmienności Coefficient of variation [%]
			mm	Rok wystąpienia Year of occurrence	mm	Rok wystąpienia Year of occurrence	
I	36,9	6,7	4,4	1997	79,4	2007	48,6
II	31,2	5,7	6,0	2003	67,1	2002	41,9
III	38,0	6,9	13,0	1996	78,2	1992	47,8
IV	31,5	5,8	9,9	2009	68,6	1999	40,4
V	53,9	9,8	19,0	1989	119,6	2010	42,5
VI	60,3	11,0	17,9	1992	104,2	2009	42,1
VII	76,5	14,0	25,3	2006	150,6	1996	46,9
VIII	63,5	11,6	24,5	2003	165,3	1985	47,1
IX	44,7	8,2	6,1	1982	107,0	2001	48,2
X	32,9	6,0	8,3	2005	80,5	2002	56,4
XI	37,1	6,8	2,3	2011	141,1	2010	49,8
XII	41,4	7,6	9,1	1996	91,6	2005	42,8
Rok Year	547,8	100,0	333,1	1982	769,9	2010	16,4

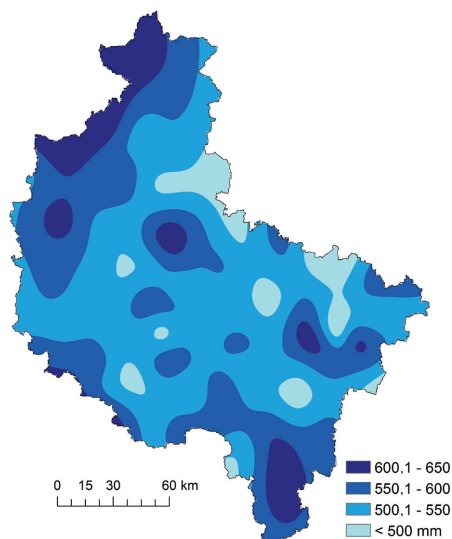
Średnia roczna liczba dni z opadem w Wielkopolsce w badanym okresie wykazuje znaczną zmienność z roku na rok (ryc. 4). Najwięcej takich dni wystąpiło w roku 1981 charakteryzującym się również wysoką sumą opadów. Natomiast w roku o najwyższych opadach, tj. 2010, liczba dni z opadem nie należała do najwyższych, co świadczy o większej frekwencji opadów intensywnych. Najmniej dni z opadem wystąpiło w 1982 r., czyli roku o najniższej średniej sumie rocznej opa-



Objaśnienie: R^2 – współczynnik determinacji
Explanation: R^2 – coefficient of determination

Ryc. 4. Roczna i sezonowa liczba dni z opadem w województwie wielkopolskim w latach 1981–2014

Annual and seasonal numbers of days with precipitation in Wielkopolskie Voivodeship in the years 1981–2014



Ryc. 5. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych w województwie wielkopolskim (1981–2014)

Mean annual precipitation totals in Wielkopolskie Voivodeship (1981–2014)

dów. W latach 1981–2014 liczba dni z opadem wykazuje tendencję do wzrostu (trend nieistotny statystycznie). W poszczególnych porach roku średnia liczba dni z opadem zmienia się znacznie w kolejnych latach analizowanego okresu i jedynie jesienią zauważa się nieznaczny wzrost liczby takich dni.

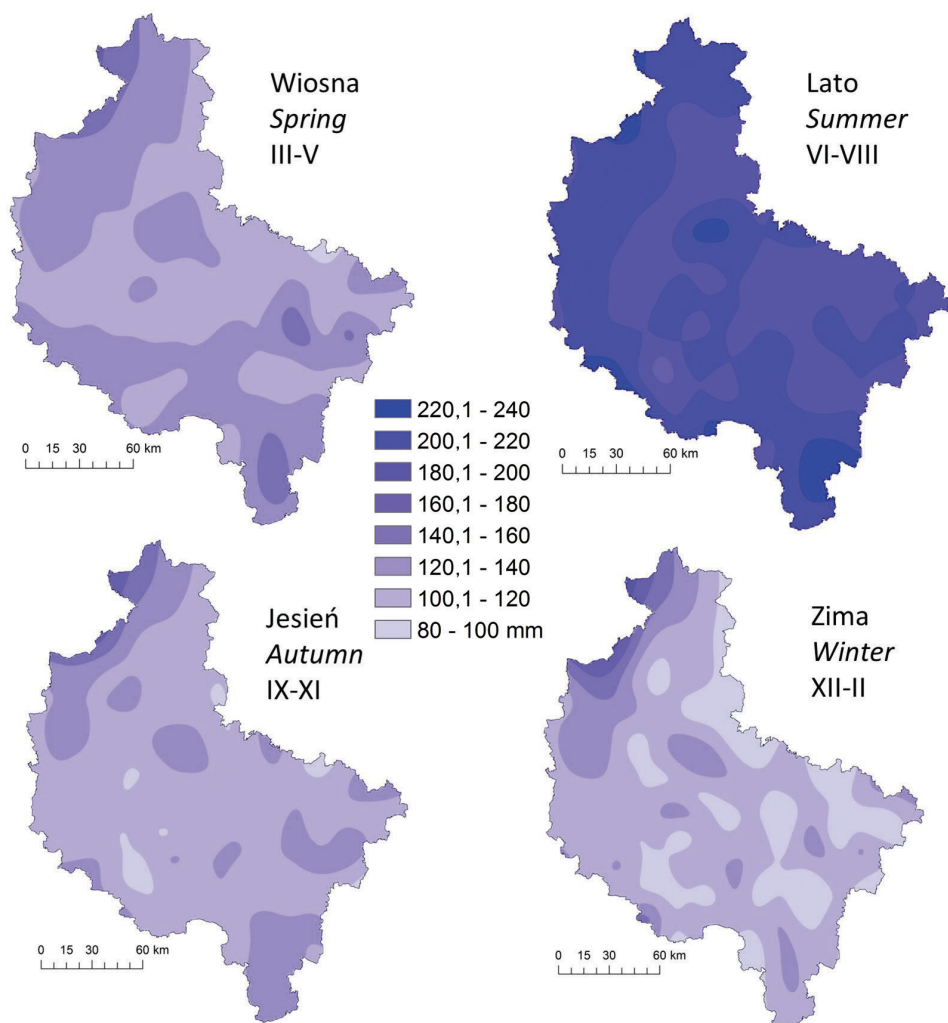
Zróżnicowanie przestrzenne opadów atmosferycznych w latach 1981–2014

W województwie wielkopolskim występują znaczne różnice w średnich rocznych sumach opadów atmosferycznych wynikające z przyczyn lokalnych (ryc. 5). Najwyższymi sumami opadów atmosferycznych w przedziale 600–650 mm odznaczały się stacje w części północno-zachodniej województwa (Trzcianka 649 mm, Jastrowie 630 mm, Okonek 628 mm) znajdujące się na Pojezierzu Wałęckim, części Pojezierza Południowopomorskiego o urozmaiconej rzeźbie terenu i dużych deniwelacjach. Wysokie wartości średnich rocznych opadów wystąpiły również na południu, na Wzgórzach Ostrzeszowskich (Ostrzeszów 630 mm). Na Równinie Wrzesińskiej (Słupca 486 mm), Wysoczyźnie Kaliskiej (Kalisz 496 mm), w północnej i zachodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego (Gołańcz 494 mm, Wandowo 464 mm) średnie sumy opadów nie przekraczają 500 mm (ryc. 3). Na większość obszaru Wielkopolski przypadało średnio od 500 do 550 mm opadu rocznie.

Względnie małym zróżnicowaniem przestrzennym cechują się sumy opadów wiosennych – wahają się od około 80 do 120 mm (ryc. 6). Najwyższe opady występują w północno-zachodniej części Wielkopolski (Jastrowie 139 mm, Okonek

137 mm), na Wysoczyźnie Tureckiej (Turek 134 mm) i Wzgórzach Ostrzeszowskich (Ostrzeszów 147 mm).

Średnie sumy opadów atmosferycznych latem mieściły się w przedziale 160–220, ale większą część obszaru charakteryzowały średnie opady o wysokości 160–180 mm. W czasie sezonu letniego obserwowano przewagę opadów w zachodniej części województwa oraz na obszarach wyżej położonych (ryc. 6). Szczególnie wysokie opady występowały na stacjach północno-zachodnich (Trzcianka 221 mm) oraz południowych (Ostrzeszów 224 mm, Kraszewice 224 mm). Najniższe średnie wartości opa-



Ryc. 6. Średnie sezonowe sumy opadów atmosferycznych w województwie wielkopolskim (1981–2014)

Mean seasonal precipitation totals in Wielkopolskie Voivodeship (1981–2014)

dów wystąpiły na Pojezierzu Krzywińskim (Czerwona Wieś 180 mm) i na Równinie Wrzesińskiej (Września 188 mm), na Pojezierzu Gnieźnieńskim (Powidz 185 mm) i Chodzieskim (Gołańcz 184 mm).

Jesienne sumy opadów są podobne do wiosennych, jednakże zasięg obszaru o niższych opadach jest jesienią znacznie większy (ryc. 6). Najwyższe opady wystąpiły na Pojezierzu Krajeńskim (Okonek 142 mm, Jastrowie 140 mm), a najniższe w zachodniej części Pojezierza Leszczyńskiego (Kościan 99 mm, Czerwona Wieś 97 mm, Śrem 99 mm).

Sezonem o najniższych opadach w analizowanym okresie była zima. Na większości obszaru Wielkopolski sumy opadów nie przekraczały 120 mm. Rozkład przestrzenny charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem (ryc. 6). Zimą najniższe opady występują w najbardziej na wschód wysuniętej części województwa (Wandowo 82 mm, Jabłonka 87 mm, Koło 88 mm). Północno-zachodnią część badanego obszaru cechują najwyższe opady w zimie (Trzcianka 151 mm).

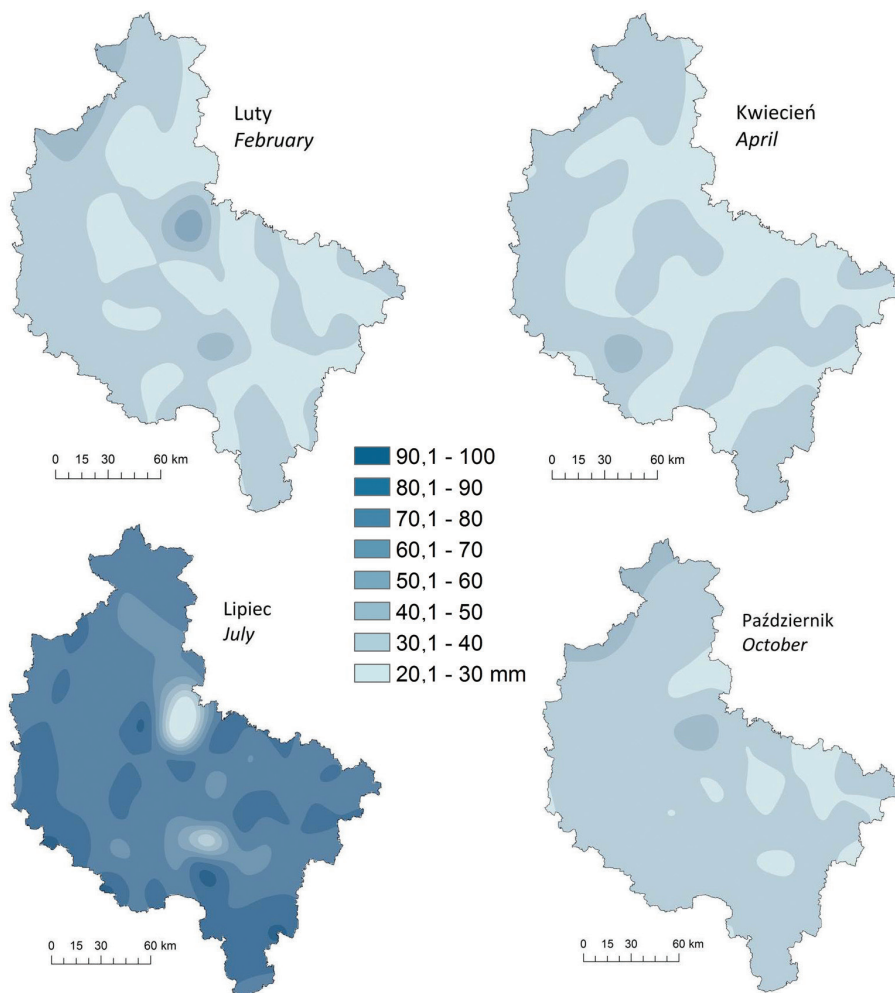
W latach 1981–2014 najwyższe opady atmosferyczne w lipcu charakteryzowały przede wszystkim tereny Wzgórz Ostrzeszowskich, Wysoczyzny Wieruszowskiej i środkową część Wielkopolski (ryc. 7). Najniższe opady wystąpiły na obszarze Wysoczyzny Kaliskiej i Pojezierza Gnieźnieńskiego. W lipcu najwyższą średnią sumą opadów charakteryzowały się Kraszewice (89 mm) i Przebędowo (87 mm), najniższą zaś Witaszyce (35 mm) i Pobiedziska (36 mm). Na pozostałym obszarze sumy opadów wahały się od 70 do 85 mm.

Najbardziej ubogim w opady w Wielkopolsce był luty (ryc. 7). Średnie sumy opadów nie przekraczały 50 mm. Badany obszar charakteryzuje duże zróżnicowanie. Maksymalne wartości średnie zanotowano w Pobiedziskach (49 mm), zaś minimalne w Wandowie (21 mm). W kwietniu opady rozkładały się podobnie jak w lutym. Średnie sumy miesięczne wahały się średnio od 25 do 50 mm. W październiku opady w Wielkopolsce wykazywały najmniejszą zmienność przestrzenną. Niższe sumy opadów wystąpiły we wschodniej części województwa. Średnio wysokość opadów wahała się od 25 do 40 mm.

Liczba dni z opadem w województwie wielkopolskim w latach 1981–2014

Liczba dni z opadem, mająca istotne znaczenie dla poprawnego określenia stosunków pluwiometrycznych na danym obszarze, jest zależna od czynników klimatotwórczych, np. odległości od morza, rzeźby terenu czy też jego ekspozycji na oddziaływanie przeważających wiatrów (Woś, 1994). Występowanie dni z opadem najczęściej jest związane z napływem świeżych mas powietrza polarnomorskiego. Podczas zalegania tych mas powietrza, częstość występowania dni z opadem w Polsce wynosi średnio około 65% rocznie (Olechnowicz-Bobrowska, 1970).

Podobnie jak w przypadku wysokości opadu, tak również liczbę dni z opadem cechuje duże zróżnicowanie przestrzenne (ryc. 8). Na większości obszaru występuje od 120 do 160 dni z opadem rocznie (średnio – 142). Najwięcej dni z opadem

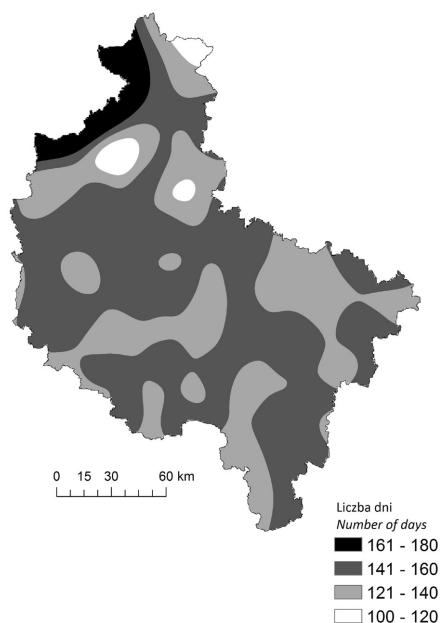


Ryc. 7. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych dla wybranych miesięcy w województwie wielkopolskim (1981–2014)

Mean monthly precipitation totals in Wielkopolskie Voivodeship, in selected months (over the 1981–2014 period)

zanotowano na północno-zachodnich krańcach województwa, tj. na Pojezierzu Waleckim (Trzcianka 168 dni, Jastrowie 167 dni), natomiast najmniej w Dolinie Dolnej Noteci (Kuźnica Czarnkowska 111 dni). Rozkład przestrzenny liczby dni z opadem jest odmienny od rozkładu średnich rocznych sum opadów w Wielkopolsce. Świadczy to o zróżnicowaniu intensywności opadów w zależności od warunków lokalnych, czyli znaczącym wpływie ukształtowania terenu na charakter opadów.

W latach 1981–2014 najczęściej występowały opady słabe (1,1–5 mm) – średnio 64 dni w roku. Często także pojawiały się opady bardzo słabe (0,1–1 mm), tj. śred-



Ryc. 8. Średnia roczna liczba dni z opadem w województwie wielkopolskim (1981–2014)
Mean annual number of days with precipitation in Wielkopolskie Voivodeship (1981–2014)

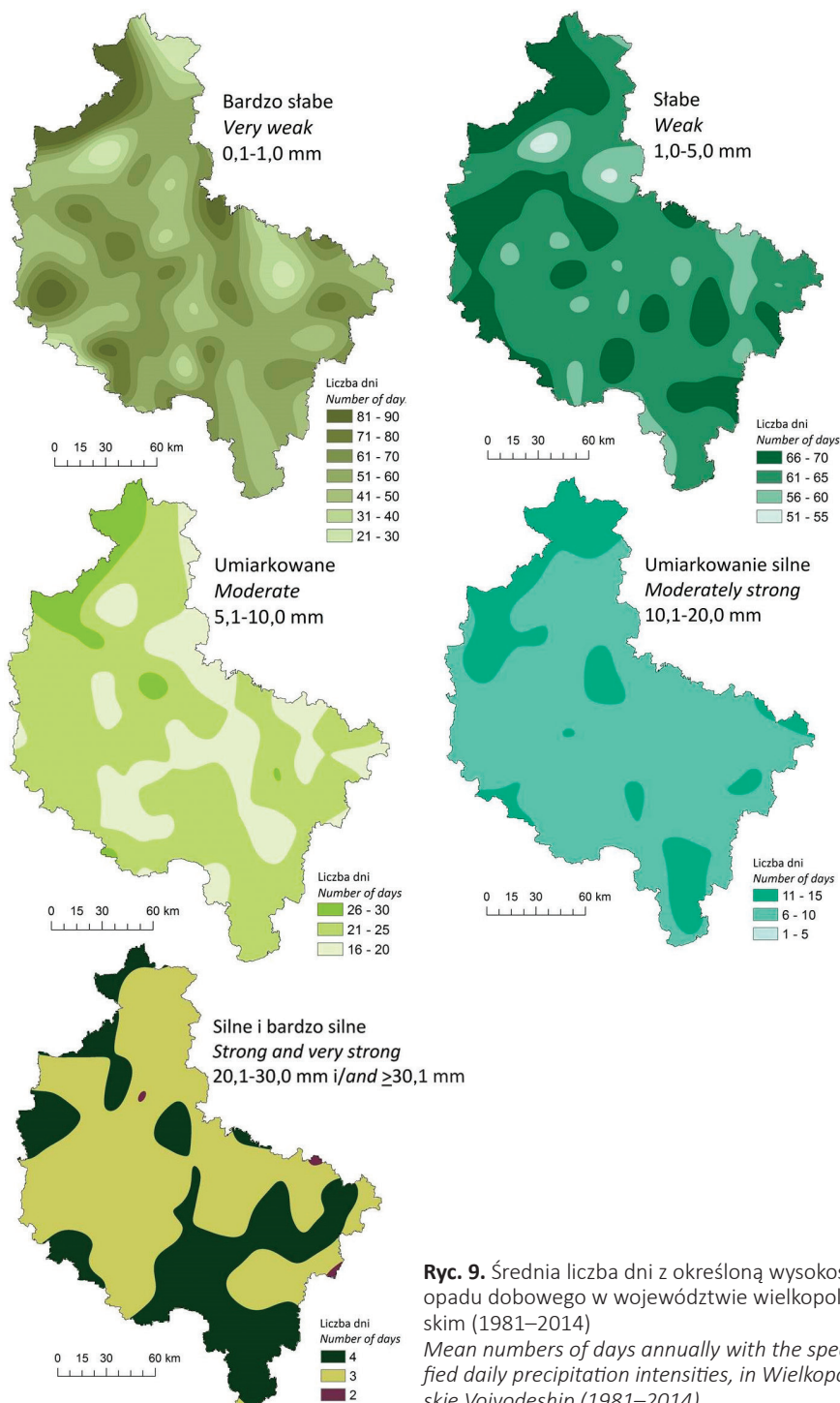
nio 56 dni w roku. Dużo mniej było dni z opadami umiarkowanymi (5,1–10 mm) – 21. Rzadko występowały opady umiarkowanie silne (10,1–20 mm), bo średnio tylko 9 dni w roku. Sporadycznie opady przybierały charakter silnych (20,1–30 mm) i bardzo silnych (powyżej 30,1 mm). Łącznie występowały one średnio tylko 3 dni w roku.

Intensywność opadów charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem na obszarze Wielkopolski (ryc. 9). Największa liczba dni z opadem dobowym o wysokości 0,1–1 mm występowała w pobliżu północno-zachodniej granicy województwa (Trzcianka 86 dni, Piła 81 dni), a także na Pojezierzu Gnieźnieńskim (Gniezno 78 dni). Najmniej dni z bardzo słabym opadem zaobserwowano natomiast w Kuźnicy Czarnkowskiej (28 dni).

Opady o wysokości 1,1–5 mm wykazują wyraźną przewagę w północnej i zachodniej części województwa (ryc. 9). Liczba dni wahała się średnio od 50 do 70 dni w roku. Najwięcej dni ze słabym opadem zanotowano w Trzciance i Skawłowie (po 70 dni). Najmniejszą liczbą takich dni charakteryzował się posterunek zlokalizowany w Kuźnicy Czarnkowskiej (55 dni).

Średnia liczba dni z opadem umiarkowanym (5,1–10 mm) wahała się od 17 (Wadowo) do 27 dni (Jastrowie, Okonek) (ryc. 9). Opady o tej intensywności występowały najczęściej w północno-zachodniej części badanego obszaru.

Amplituda częstości występowania dni z opadem umiarkowanie silnym na terenie województwa wielkopolskiego była niewielka (5 dni) (ryc. 9). Opady dobowe o wysokości 10,1–20 mm były najczęstsze na północy i południu Wielkopolski



Ryc. 9. Średnia liczba dni z określoną wysokością opadu dobowego w województwie wielkopolskim (1981–2014)

Mean numbers of days annually with the specified daily precipitation intensities, in Wielkopolskie Voivodeship (1981–2014)

(Trzcianka i Ostrzeszów po 12 dni), a najrzadsze na Pojezierzu Gnieźnieńskim (Gniezno i Wandowo po 7 dni).

Opady silne (20,1–30 mm) i bardzo silne (powyżej 30,1 mm) występowały bardzo rzadko – łącznie średnio od 1 do 3 dni w roku. Częściej pojawiały się w południowo-wschodniej Wielkopolsce oraz na krańcach północno-zachodnich (ryc. 9).

Dyskusja

W latach 1981–2014 województwo wielkopolskie charakteryzowało się średnią roczną wysokością opadów równą 548 mm. Wartość ta dla ocenianego wielolecia jest zbliżona do wcześniejszych wyników H. Lorenc (2005) dla okresu 1971–2000, według której obszar nizinny w środkowej części Polski ma najniższe sumy opadów, tj. poniżej 550 mm rocznie. Podobnie A. Woś (2010) wykazał, że w Wielkopolsce i na Kujawach opady wynoszą poniżej 500 mm w ciągu roku. Według badań R. Farata (2010) w północno-zachodniej Polsce w latach 1951–2000 średnia suma opadów wyniosła 555 mm. Średnia dla Wielkopolski (z 92 stacji) w analizowanym wieloleciu jest niższa w porównaniu do wyników M. Kirschenstein i B. Baranowskiego (2005) dla Polski w latach 1951–1995, kiedy wynosiła 638,6 mm, czy M. Czarneckiej i J. Nidzgarskiej-Lencewicz (2012) dla okresu 1951–2010 obliczonej na podstawie 38 stacji – 594 mm. Czynnikiem kształtującym niskie sumy opadów na badanym obszarze w dużej mierze jest ukształtowanie terenu, jak również położenie regionu w zasięgu cienia opadowego (Ewert, 1984).

W przebiegu wieloletnim opadów charakterystyczna jest duża zmienność ich wysokości z roku na rok osiągająca w latach 1981–2014 maksymalnie prawie 360 mm. Z badań B. Kotońskiej i J. Tamulewicza (1990) wynika, że różnica ta na Nizinie Wielkopolskiej może wynosić nawet do 400 mm. W zależności od przyjętego okresu roczne sumy opadów w Polsce wykazywały nieistotną statystycznie tendencję rosnącą (Żmudzka, 2002; Degirmendżić i inni, 2004; Kożuchowski, 2004; Szwed, 2018) bądź malejącą (Mager i inni, 2009). Zbiega się to z wynikami J. Wibig (2009), według których opady w Polsce nie ulegają znacznym zmianom w drugiej połowie XX w. W Wielkopolsce, w analizowanym 34-leciu, nastąpił nieistotny statystycznie wzrost rocznych sum opadów (23 mm/10 lat, średnia z 92 stacji).

Małą stabilność wysokości opadów w Wielkopolsce odzwierciedlają znaczne wahania sum rocznych oraz odchylenia rocznych sum opadów od średniej wieloletniej. Częściej występujący niedobór opadów w porównaniu do średniej z lat 1981–2014 zaznacza się na początku badanego okresu. Badania E. Żmudzkiej (2009) wykazały, że na początku lat 80. i na przełomie lat 80. i 90. XX w. wystąpienie jednocześnie znacznego wzrostu temperatury powietrza i wyraźnego zmniejszenia ilości opadów skutkowało wystąpieniem suszy. B. Skowera (2014) wykazała, że z tej przyczyny nastąpił wzrost zasięgu obszarów dość suchych na obszarze Polski w kolejnych dziesięcioleciach okresu 1971–2010.

W ujęciu sezonowym, największy wzrost opadów następował w Wielkopolsce latem. Natomiast badania M. Szwed (2018) wykazały, że w Polsce w latach 1951–2013 następowało zmniejszenie udziału opadów letnich w sumie rocznej, a jego wzrost przede wszystkim w marcu. Sumy opadów w okresie wegetacyjnym nie ulegały w latach 1966–2015 znaczącej zmianie (Tomczyk i Szyga-Pluta, 2018). Przewidywany wzrost temperatury spowoduje zmiany w czasowym i przestrzennym rozkładzie opadów zgodnie z prognozami M. Szwed i innych (2010) i M. Szwed (2018).

W geograficznym rozkładzie sezonowych sum opadów w Polsce zaznacza się przede wszystkim wzrost opadów letnich, a spadek zimowych z północnego zachodu w kierunku południowym (Czarnecka i Nidzgorska-Lencewicz, 2012). Przewaga opadów letnich nad zimowymi wynika głównie z natężenia tych pierwszych (opady z chmur konwekcyjnych), a nie częstości występowania opadów. Najczęściej bowiem w Wielkopolsce opady notowane są w okresie późnojesiennym i zimowym (Woś, 1994). Letnie miesiące to okres wzmożonej aktywności wiatrów zachodnich, a więc adwekcji wilgotnych mas morskich i występowania opadów przelotnych o dużym natężeniu.

W Wielkopolsce średni iloraz zimy i lata w badanym okresie jest równy 0,5, jesieni i wiosny 0,9. Uzyskane wyniki są podobne jak przedstawione przez M. Kirschenstein (2005) oraz M. Kirschenstein i D. Baranowskiego (2005) dla Polski północno-zachodniej (odpowiednio 0,5 i 1,1). Stosunek opadów półrocza ciepłego do opadów półrocza chłodnego (P_c/P_{ch}) w Wielkopolsce wynosi 1,4, co jest zgodne z wynikami M. Czarneckiej i J. Nidzgorskiej-Lencewicz (2012) dla północnej Polski. Większy jest natomiast na południu Polski, gdzie dochodzi do 2,0 (Czarnecka i Nidzgorska-Lencewicz, 2012).

Najwyższe opady występują w Wielkopolsce latem z maksimum w lipcu. Najuboższymi w opady miesiącami są luty i kwiecień. Zaznaczają się również wyraźnie niższe opady w październiku. Spadek ilości opadów jesienią, zwłaszcza w październiku, określa się jako okres „złotej polskiej jesieni” (Twardosz, 2000). Taki przebieg różni się od przebiegu rocznego opadów np. na Pojezierzu Kaszubskim, gdzie jesienne opady są znacznie wyższe (Malinowska i Jakusik, 2015). Październik natomiast cechował się największym zróżnicowaniem opadów w Wielkopolsce w latach 1981–2014 – współczynnik zmienności wynosił 56,4%. Najmniejsze zróżnicowanie wystąpiło w kwietniu – wskaźnik ten był równy 40,4%. Był on znacznie niższy niż w Poznaniu w latach 1951–1985, gdzie maksymalna zmienność w październiku wynosiła 83,6%, a minimalna w styczniu – 49,9% (Kotońska i Tamulewicz, 1990). Natomiast w Poznaniu w latach 1981–2015, wskaźnik zmienności równy był od 41,9% w kwietniu do 57,7% w październiku (Szyga-Pluta i Grzeškowiak, 2016). Zakres wartości współczynnika zmienności w Polsce wahał się w szerszym przedziale – od 25% w maju i 27% w grudniu do 67% w lipcu (Ziernicka-Wojtaszek, 2006).

Bardzo duże zróżnicowanie przestrzenne opadów świadczy o ich lokalnym charakterze. Wielkość i czas trwania opadów oraz ich zasięg zależy od struktury zachmurzenia tworzących się w określonych warunkach synoptycznych oraz od lokalnych warunków uzależnionych od rzeźby terenu. Zagęszczenie rozpatrywanych stacji na danym terenie daje bardziej szczegółowy obraz rzeczywistego przestrzennego zróżnicowania opadów. Ogólny rozkład opadów w Wielkopolsce w latach 1981–2014 pokrywa się z wynikami dostępnymi we wcześniejszych opracowaniach (Woś, 1994; Farat, 2004; Woś 2010; Czarnecka i Nidzgorska-Lencewicz, 2012). Najbardziej uboga w opady jest środkowa część regionu obejmująca Pojezierze Gnieźnieńskie, część Kujaw oraz Pojezierze Poznańskie.

Roczne sumy opadów przekraczają lokalnie 600 mm na Pojezierzu Wałeckim, w południowej części Wzgórz Tureckich oraz 650 mm w rejonie Wzgórz Ostrzeszowskich. Rozkład opadów zmienia się w ciągu roku. Wiosną najbardziej sucha jest środkowa Wielkopolska. Wtedy też występuje najmniejsze zróżnicowanie przestrzenne opadów. Latem więcej opadów występuje w części zachodniej, co potwierdza wyniki np. A. Wosia (2010) oraz M. Czarneckiej i J. Nidzgorskiej-Lencewicz (2012). W chłodnej połowie roku północno-zachodnia część badanego obszaru jest najbardziej uprzywilejowana.

Rezultaty niniejszego opracowania wskazują, że na większości obszaru Wielkopolski występuje średnio 120–160 dni z opadem w roku. Najmniej takich dni notuje się w Dolinie Noteci, na Pojezierzu Chodzieskim, Gnieźnieńskim, Kujawskim i Wzgórzach Tureckich, a najwięcej w północno-zachodniej części województwa. Podobnie, według J. Paszyńskiego i T. Niedźwiedzia (1991) liczba dni z opadem na terenie nizinnej Polski waha się średnio w roku od 130 do 160 dni. Na Nizinie Wielkopolskiej we wcześniejszym okresie, tj. latach 1951–1980 było ich nieco więcej, bo ich liczba wahała się od około 143 do ponad 175 dni w zachodniej i północno-zachodniej części regionu (Woś, 1994). W latach 1971–2000 w województwie wielkopolskim liczba dni z opadem również była wyższa, bo wynosiła od poniżej 140 do ponad 170 (Farat, 2004). Intensywność opadów zależy od warunków lokalnych. Nawet najmniejsze wzniesienia otrzymują znacząco wyższe opady (średnio 60 mm na 100 m wysokości) (Brázdil i Kożuchowski, 1986). Szczególnie zaznacza się to w rozkładzie opadów najstabszych, które występują najczęściej. Najbardziej intensywne opady najrzadziej występowały w środkowej części badanego obszaru jak wykazały również wcześniejsze badania A. Wosia (1994). Są to obszary otoczone terenami o większych deniwelacjach, co wpływa na proces tworzenia się opadów atmosferycznych podczas wznoszenia się mas powietrza.

Podsumowanie

Województwo wielkopolskie jest obszarem o niskich sumach opadów na tle Polski. W latach 1981–2014 średnia roczna suma opadów wynosiła 548 mm i cechowała się dużą zmiennością wysokości opadów z roku na rok. Amplituda wahań przekraczała 500 mm. W badanym okresie średnie roczne sumy opadów (z 92 stacji) wykazują tendencję wzrostową (23 mm/10 lat), największą latem. Liczba dni z opadem wzrasta wolniej.

Rozkład opadów w Wielkopolsce cechuje się bardzo dużym zróżnicowaniem przestrzennym. Rejonem o największej średniej sumie opadów atmosferycznych oraz największej liczbie dni z opadem był północny-zachód i północna część Wielkopolski oraz południowe rubieże województwa. Najbardziej suchym obszarem był natomiast rejon Równiny Wrzesińskiej oraz wschodnia część Wielkopolski.

W sezonowym rozkładzie opadów widoczna jest wyraźna przewaga opadów letnich, stanowiących 36,6% sumy rocznej, z maksimum w lipcu równym 76,5 mm. Najbardziej intensywne opady, czyli powyżej 20 mm/dobę najrzadziej występowały w środkowej części badanego obszaru. Najbardziej zróżnicowanym rozkładem charakteryzują się opady najstabsze, czyli poniżej 1 mm na dobę.

Piśmiennictwo

- Brázdil R., Kozuchowski K., 1986, *Some aspects of precipitation variability in Poland in the period of 1881–1980*, Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, 16 (Geographia), s. 365–382
- Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz J., 2012, *Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 12, 2, s. 45–60.
- Degirmendžić J., Kozuchowski K., Żmudzka E., 2004, *Changes in air temperature and precipitation on Poland in the period 1951–2000 and their relationship to atmospheric circulation*, International Journal of Climatology, 24, s. 291–310.
- Ewert A., 1984, *Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym: analiza i porównanie pól średnich miesięcznych sum opadów*, Cz. I i II, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Słupsk.
- Farat R. (red.), 2004, *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu, Poznań.
- Farat R., 2010, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce Północno-Zachodniej*, [w:] E. Bednorz (red.), *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki termiczne i opadowe*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 117–130.
- Ilnicki P., Farat R., Górecki K., Lewandowski P., 2012, *Mit stepowienia Wielkopolski w świetle wieloletnich badań obiegu wody*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.

- IPCC, 2013, *Climate change: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel in Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim – Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo niedoboru i nadmiaru opadów*, Prace Geograficzne IG PAN, 33.
- Kirschenstein M., 2005, *Wieloletnie zmiany sum opadów atmosferycznych na wybranych stacjach północno-zachodniej Polski*, Słupskie Prace Geograficzne, 2, s. 199–214.
- Kirschenstein M., Baranowski D., 2005, *Sumy opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1951–1995*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna, 56, PTPN, Poznań, s. 55–72.
- Koczorowska R., 1980, *Miesiące i lata ze średnią normalną temperaturą powietrza i opadów atmosferycznych w Poznaniu*, Przegląd Geofizyczny, 25 (33), 2, s. 171–176.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kotońska B., Tamulewicz J., 1990, *Stosunki termiczne i opadowe na Nizinie Wielkopolskiej*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna, 41, PTPN, Poznań, s. 43–62.
- Kożuchowski K., 1985, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881–1980*, Acta Geographica Lodzienia, 48.
- Kożuchowski K., 2004, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku*, [w:] K. Kożuchowski (red.) Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce, Wydawnictwo Biblioteka, Łódź, s. 47–58.
- Kożuchowski K., Trepieńska J., 1986a, *Fluktuacje opadów atmosferycznych w Krakowie w okresie 1881-1980*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 64, s. 7–20.
- Kożuchowski K., Trepieńska J., 1986b, *Niektóre aspekty wieloletniej zmienności temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w Krakowie*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 67, s. 33–44.
- Kożuchowski K., Wibig J., 1988, *Kontynentalizm pluwialny w Polsce: zróżnicowanie geograficzne i zmiany wieloletnie*, Acta Geographica Lodzienia, 55, s. 41–56.
- Lorenc H. (red.), 2005, *Atlas klimatu Polski*, IMGW, Warszawa.
- Malinowska M., Jakusik E., 2015, *Charakterystyka opadów atmosferycznych w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971-2010*, Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 69, s. 273–285.
- Mager P., Kasprzowicz T., Farat R., 2009, *Change of air temperature and precipitation in Poland in 1966–2006*, [w:] J. Leśny (red.): Climate change and agriculture in Poland – impacts, mitigation and adaptation measures. Acta Agrophysica. Rozprawy i Monografie, 169 (1), s. 19–38.
- Mrugała S., 2001, *Opady o normalnej i anomalnej wysokości na obszarze Polskie (1951–1990)*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Niedźwiedz T., 1993, *Variability of Precipitation in Kraków (Cracow) with Relation to Atmospheric Circulation Indices*, [w:] Precipitation Variability and Climate Change, Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evaporation, 2, Bratislava – Zurich, s. 61–62.

- Olechnowicz-Bobrowska B., 1970, *Częstość dni z opadem w Polsce*, Prace Geograficzne IG PAN, 86.
- Paszyński J., Niedźwiedz T., 1991, *Klimat*, [w:] L. Starkel (red.): *Geografia Polski – Środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa, s. 296–355.
- Skowera B., 2014, *Zmiany warunków hydrotermicznych na obszarze Polski (1971–2010)*, *Fragmenta Agronomica*, 31 (2), s. 74–87.
- Szwed M., 2018, *Variability of precipitation in Poland under climate change*, *Theoretical and Applied Climatology*, doi.org/10.1007/s00704-018-2408-6.
- Szwed M., Karg G., Pińskwar I., Radziejewski M., Graczyk D., Kędziora A., Kundzewicz Z.W., 2010, *Climate change and its effect on agriculture, water resources and human health sectors in Poland*, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, s. 1725–1737.
- Szyga-Pluta K., Grześkowiak K., 2016, *Warunki pluwalne w Poznaniu w latach 1981–2015*, *Badania Fizjograficzne, Seria A, Geografia Fizyczna*, 67, s. 239–258.
- Tamulewicz J., 1992, *Roczny przebieg opadów atmosferycznych na Nizinie Wielkopolskiej w latach 1931-1980*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, 43, PTPN, Poznań, s. 123–131.
- Tamulewicz J., 1993, *Struktura pola opadów atmosferycznych Polski w latach 1951–1980*, *Wydawnictwo Naukowe UAM, Seria Geografia*, 56.
- Tamulewicz J., 1996, *Poznańska seria opadów atmosferycznych w świetle wskaźników kontynentalizmu pluwalnego*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, 47, PTPN, Poznań, s. 115–126.
- Tomczyk A.M., Szyga-Pluta K., 2018, *Variability of thermal and precipitation conditions in the growing season in Poland in the years 1966–2015*, *Theoretical and Applied Climatology*, doi.org/10.1007/s00704-018-2450-4.
- Twardosz R., 1997, *Long-term variability in the number of days with precipitation in Kraków in relation to circulation patterns*, *Geographia Polonica*, 70, s. 77–88.
- Twardosz R., 2000, *Wieloletnia zmienność sum dobowych opadów w Krakowie w powiązaniu z sytuacjami synoptycznymi*, *Prace Geograficzne*, 105, s. 19–71.
- Wibig J., 2009, *The variability of daily precipitation totals in Poland (1951–2000)*, *Geographia Polonica*, 82 (1), s. 21–32.
- Woś A., 1994, *Klimat Niziny Wielkopolskiej*, *Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań*.
- Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*, *Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań*.
- Ziernicka-Wojtaszek A., 2006, *Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971–2000*, [w:] J. Trepieńska, Z. Olecki (red.), *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*. IGiP UJ, s. 139–148.
- Żmudzka E., 2002, *O zmienności opadów atmosferycznych na obszarze Polski nizinnej w drugiej połowie XX wieku*, *Wiadomości IMGW* 24 (46), 4, s. 23–38.
- Żmudzka E., 2009, *Współczesne zmiany klimatu Polski*, *Acta Agrophysica*, 13 (2), s. 555–568.

Summary

The aim of this study is to characterize pluvial conditions in the Wielkopolskie Voivodeship at the turn of the 20th and 21st centuries. The work comprises analysis of the long-term, annual and seasonal precipitation, as well as their spatial distribution and variability concerning the number of days with precipitation of a certain intensity in the period of 1981–2014. The study was based upon daily sums of atmospheric precipitation in years 1981–2014 derived from 5 synoptic stations, 9 climatological stations and 78 precipitation stations located in the Wielkopolskie Voivodeship (Fig. 1). The data was obtained from IMGW-PIB. The Wielkopolskie Voivodeship is an area with relatively low precipitation sums comparing to other regions of Poland. In the years 1981–2014, the average annual rainfall amounted to 548 mm and was characterized by high variability of rainfall amounts from year to year (Fig. 2, 3). The amplitude of fluctuations exceeded 500 mm. In the examined period, the average annual rainfall (from 92 stations) presents an upward trend (23 mm/10 years), the highest in the summer. The number of days with precipitation is increasing at a slower rate (Fig. 4). The distribution of rainfall in analyzed area is characterized by considerable spatial diversity (Fig. 5, 6, 7). The highest average sum of precipitation and the highest number of precipitation days were registered in the north-west, northern and southern parts of the region. On the contrary, the driest was the *Wrzesińska* Plain and the eastern part of the Wielkopolskie Voivodeship. Majority of the region is characterized by an average of 120–160 days with precipitation per year. The lowest number of such days are noted in the north-eastern part, and the highest – in the north-western part of the voivodeship (Fig. 8). In the seasonal distribution of rainfall, a clear prevalence of summer precipitation is visible, comprising 36.6% of the annual sum, with a maximum in July of 76.5 mm on average. The most intense precipitation, i.e. above 20 mm day, was least frequent in the central part of the study area (Fig. 9). The most diverse distribution is characterized by the weakest precipitation, i.e. less than 1 mm per day. Considerable variation in spatial distribution of precipitation indicates that rainfall is often of local nature. The amount and duration of precipitation as well as range depends on the cloud structure formed under specific synoptic conditions and local relief. The concentration of stations considered in a given area provides a more detailed image concerning the actual spatial variation of precipitation.