



OCENA PRZESTRZENNEJ ZMIENNOŚCI WYSTĘPOWANIA OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W CENTRALNEJ POLSCE W LATACH 2013 – 2015

Katarzyna Wójcik, Waldemar Treder, Aleksandra Zbudniewek
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

ASSESSMENT OF SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF RAINFALL IN CENTRAL POLAND IN THE YEAR 2013-2015

Streszczenie

W warunkach klimatycznych Polski opady atmosferyczne są podstawowym źródłem wody dla roślin. Klimat Polski określany jest jako przejściowy, zmienny i kontrastowy. Zmienny jest także rozkład opadów w czasie sezonu wegetacyjnego, w tej samej porze roku mogą występować wielodniowe okresy bezopadowe lub długotrwałe nadmierne opady. Opady charakteryzują się różną wielkością i intensywnością. Celem podjętych badań była analiza przestrzennej zmienności opadów atmosferycznych w centralnej Polsce. Dane pomiarowe obejmowały okresy wegetacyjne od IV do X w latach 2013 – 2015. Analiza wyników potwierdza opinię o bardzo dużej zmienności sum opadów, ich maksymalnych wysokości i intensywności oraz długości ciągów dni z opadem i bez opadów. Różnice wykazano na stacjach położonych nawet bardzo blisko siebie. Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że opady powinny być mierzone bezpośrednio w miejscu, dla którego szacowany jest bilans wodny.

Słowa kluczowe: deszcz, okres bezdeszczowy

Abstract

In Polish climatic conditions rainfall constitutes the main source of water for vegetation. The climate of Poland is characterized by high temporal and spatial variation. The total amount and seasonal distribution of precipitation show significant variability. The aim of the study was to analyze spatial changeability of rainfall in Central Poland. Data concerning rainfall were collected during the vegetative seasons of April – October in years 2013 – 2015. Analysis of the results confirms the observation which states that there is a great spatial variability of sum of precipitation, its maximum amount and intensity as well as the length of dry and rainy periods. Significant differences were observed between the stations located very close to each other. On the basis of obtained results it is stated that the rainfall must be measured directly on the area for which the water balance is to be estimated.

Key words: *precipitation, rainless period*

WPROWADZENIE

W warunkach klimatycznych Polski opady atmosferyczne są podstawowym źródłem wody dla roślin. Obok temperatury powietrza i radiacji słonecznej są w zasadzie najważniejszym czynnikiem decydującym o wzroście i plonowaniu roślin (Banaszkiewicz i in. 2004; Klamkowski i in. 2011). Klimat Polski określany jest jako przejściowy, zmienny i kontrastowy, charakteryzuje się m.in. przestrzenną i czasową zmiennością opadów (Kaczorowska 1962, Bac i in. 1998, Treder i Konopacki 1998, Żarski i Dudek 1999;2000, Olechowicz-Bobrowska i in. 2005, Żarski i inni 2014, Ziernicka-Wojtaszek i inni 2015 a). Zmienny jest także rozkład opadów w czasie sezonu wegetacyjnego, w tej samej porze roku mogą występować wielodniowe okresy bezopadowe lub długotrwałe nadmierne opady (Dzieżyc 1989). Według wielu autorów występowanie ciągów dni bezopadowych ma charakter posuch atmosferycznych (Hutorowicz 1988, Kossowska-Cezak i in. 2000, Grabowska i in. 2004, Radzka 2014). Opady charakteryzują się także bardzo różną wielkością i intensywnością (Treder i Konopacki 1998, Czarnecka i Nidzgorska-Lencewicz 2012). Już sama intensywność opadów ma wpływ na ich efektywność (Drupka 1976). Najmniej efektywne są opady nawalne, które w bilansie klimatycznym Polski stanowią stosunkowo duży przychód (Treder, Konopacki 1998). Duża zmienność opadów pomiędzy poszczególnymi latami i znaczne różnice w ilości opadów na stosunkowo niewielkich obszarach stanowią poważne wyzwanie dla prawidłowego prognozowania i szacowania

lokalnych potrzeb wodnych roślin. Od ilości, intensywności i rozkładu opadów zależy wilgotność gleby, która ma wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie roślin (Żarski i Dudek 2009, Treder i in. 2011, Ziernicka-Wojtaszek 2015 b) Według Drupki (1993) najbardziej korzystne dla roślin są opady o niskiej intensywności ($2 - 3 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$). Bac i Rojek (1979) podnoszą tę wartość do $4 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$. Mało efektywne są opady nawalne o intensywności ponad $10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$. Przy dużej intensywności opadu część wody spływa po powierzchni gruntu jako spływ powierzchniowy. Nadmiar opadu powoduje przesiąkanie wody w głąb profilu glebowego poza aktywną strefę systemu korzeniowego roślin (Ballif 1995, Treder i Konopacki 1998). Przyjmuje się, że rośliny sadownicze dla optymalnego wzrostu i plonowania wymagają w naszej strefie klimatycznej około $700 - 800 \text{ mm}$ opadów (Słowik 1973). Średnie opady w Polsce szacowane są na poziomie ok. 600 mm , z czego niemal $2/3$ to opady półrocza letniego (Bac, Rojek 1979; Ziernicka-Wojtaszek 2006). Temat zmienności opadów poruszany jest przez naukowców z całego świata od wielu lat, szczególnie w kontekście zmieniającego się klimatu i coraz częściej występujących różnego rodzaju anomalii pogodowych (Banaszkiewicz i in. 2004, Olechowicz-Bobrowska i in. 2005). Zmienność opadów jest w znacznym stopniu wynikiem oddziaływania cyrkulacji atmosferycznej, która decyduje o przewadze wpływów kontynentalnych lub też oceanicznych, kształtując tym samym klimat w skali globalnej i lokalnej (Twardosz i in. 2010). Celem badań jest ocena przestrzennej zmienności opadów atmosferycznych w głównym rejonie upraw roślin sadowniczych w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

W sadach produkcyjnych oraz Sadzie Doświadczalnym INHORT na terenie Centralnej Polski w miejscowościach: Skierniewice ($N-51^{\circ}57'$, $E-20^{\circ}09'$), Biała Rawska ($N-51^{\circ}48'$, $E-20^{\circ}28'$), Czersk ($N-51^{\circ}57'$, $E-21^{\circ}14'$), Olkowice ($N-51^{\circ}43'$, $E-20^{\circ}58'$), Węzowiec ($N-51^{\circ}40'$, $E-20^{\circ}39'$) i Pęcław ($N-51^{\circ}55'$, $E-21^{\circ}11'$), (Rys.1) umiejscowiono automatyczne stacje meteorologiczne yższa (Pessl Austria). Opady były rejestrowane z rozdzielczością pomiaru $0,2 \text{ mm}$ przez deszczomierz o powierzchni zbierającej 250 cm^2 umieszczony na wysokości 2 m . Dane pomiarowe przesyłane były automatycznie co 60 minut na serwer producenta za pomocą systemu GPRS. Bezpośredni dostęp do danych uzyskiwano na stronie internetowej www.fieldclimate.com.

Dane pomiarowe obejmowały okresy wegetacyjne od IV do X w latach 2013 – 2015. Ocena opadów została przeprowadzona oddzielnie dla każdego miejsca pomiaru, oraz łącznie dla całego analizowanego obszaru. Przebieg zmienności oraz intensywności opadów został określony za pomocą wartości średniej maksimum, minimum, rozstępu oraz współczynnika zmienności.



Rysunek 1. Obszar, na którym rozmieszczono stacje meteorologiczne (mapa Google)
Figure 1. Area, with the meteorological stations (Google map).

WYNIKI I DISKUSJA

Sumaryczne miesięczne opady dla poszczególnych stacji meteorologicznych i lat przedstawiono w tabelach 1, 2, 3. W roku 2013 średnia suma opadów atmosferycznych dla wszystkich stacji w okresie od IV-X była stosunkowo wysoka i wynosiła 520 mm. Średnia z tego roku nie odbiega zasadniczo od średniej z wielolecia, dla stacji Ursynów SGGW dla lat 1960 – 2009 która wyniosła 541,7 mm (Majewski i in. 2010). Najwyższą sumę opadów w okresie IV-X 2013 r. odnotowano na stacji umieszczonej w Czersku (698,4 mm), a najniższą w miejscowości Węzowiec (384 mm). Odległość między stacjami pomiarowymi Czersk i Węzowiec wynosi ok. 53 km (Google Maps). Rozstęp pomiędzy sumami opadów dla tych stacji wyniósł aż 314,4 mm. Rozstęp sum opadów w okresie wegetacji dla stacji Czersk i Pęcław (odległość 4 km) był także wysoki i wyniósł aż 182,2 mm. Czersk jest miejscowością w której w kolejnych miesiącach VII, VIII i IX (2013 roku) odnotowano najwyższe miesięczne sumy opadów (tab.1). Natomiast w Węzowcu najniższe miesięczne sumy opadów odnotowywano w IV, VI, VII i IX. Najniższe rozstępy pomiędzy miesięcznymi sumami opadów odnotowano w kwietniu, lipcu i październiku. W miesiącach sierpień i wrzesień różnice pomiędzy odnotowanymi dla poszczególnych stacji najwyższymi i najniższymi sumami opadów wyniosły ponad 100 mm. Rozstępy pomiędzy miesięcznymi sumami opadów dla sierpnia (Skierniewice i Czersk) i września (Skierniewice i Czersk) w 2013 roku były wyższe od średnich sum opadów dla wszystkich stacji. Współczynnik zmienności sum opadów za cały okres wegetacji na analizowanym obszarze wyniósł 21%. Kaczorowska (1962) szacuje zmienność rocznych sum opadów dla środkowej Polski na poziomie 13%.

W badaniach własnych bardzo wysoką zmienność opadów odnotowano w sierpniu – aż 80,5%. Najniższą wartość współczynnika zmienności opadów odnotowano w czerwcu – 11,8%.

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych IV – X 2013 r.

Table 1. Monthly sum of precipitation and statistical IV – X 2013 r.

Miejscowość Place	Rok 2013							IV-X Suma sum
	Miesiące Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Biała Rawska	29,2	199	168,4	12,8	44,8	79,8	29,6	563,4
Czersk	22,6	151	130,2	31,4	169,6	174,6	19,0	698,4
Olkowice	42,0	146	153,8	8,0	51,0	117,0	<u>8,6</u>	526,2
Pęcław	44,8	124	151	13,6	66,4	96,0	20,6	516,2
Skierniewice	43,6	<u>120</u>	137	11,4	<u>24,8</u>	57,4	36,4	431,4
Wężowiec	<u>20,0</u>	134	<u>122,4</u>	<u>6,4</u>	37,4	<u>53,0</u>	10,4	<u>384,0</u>
Parametry statystyczne Statistical parameters								
\bar{U}	33,7	146,0	143,8	13,9	65,6	96,3	20,7	520,0
R	24,8	78,4	46,0	25,0	144,8	121,6	27,8	314,4
V (%)	32,9	19,6	11,8	64,0	80,5	46,9	52,2	21,0

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; U – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Średnia dla wszystkich stacji suma opadów za okres wegetacji w roku 2014 (418,5 mm) była niższa od średniej z wielolecia dla stacji Ursynów. Najwyższą sumę opadów dla badanego roku 2014 odnotowano na stacji w Białej Rawskiej (491,2 mm), a najniższą na stacji w Czersku (297,2 mm). Rozstęp sumy opadów w sezonie wegetacyjnym pomiędzy tymi stacjami wyniósł 194 mm. W 2014 roku w Białej Rawskiej najwyższe miesięczne sumy opadów odnotowywano w IV, V, IX i X. Bardzo interesującym jest fakt, że w roku 2014 w Czersku odnotowano stosunkowo mało opadów. Najniższe miesięczne sumy opadów dla wszystkich stacji odnotowano tu w IV, VIII i IX. W roku poprzednim to właśnie w Czersku spadło najwięcej deszczu. Największy rozstęp pomiędzy miesięcznymi sumami opadów (123,4 mm) odnotowano w sierpniu dla stacji Olkowice i Czersk. Różnica ta była wyższa od średniej sumy opadów dla wszystkich stacji w tym miesiącu. Współczynnik zmienności sum opadów za cały okres wegetacji na analizowanym obszarze wyniósł 16%. Bardzo wysoki współczynnik zmienności opadów (51,8%) stwierdzono w sierpniu. Najniższą wartość współczynnika zmienności opadów odnotowano w maju, a wyniósł on zaledwie 9,5%.

Tabela 2. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych IV – X 2014 r.

Table 2. Monthly sum of precipitation and statistical IV – X 2014 r.

Miejscowość Place	Rok 2014							IV-X suma
	Miesiące Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Biała Rawska	58,4	101,0	89,4	91,8	86,0	34,2	30,0	491,2
Czersk	<u>35,6</u>	81,0	74,4	77,2	<u>3,8</u>	<u>9,6</u>	15,6	<u>297,2</u>
Olkowice	43,4	81,6	63,8	93,6	127,2	26,6	18,6	454,8
Pęcław	50,8	83,2	76,6	83,2	95,2	17,4	18,2	424,6
Skierniewice	55,4	87,8	<u>58,4</u>	85,2	73,2	24,8	<u>14,0</u>	398,8
Wężowiec	46,6	<u>79,4</u>	100,2	<u>60,4</u>	107,6	25,6	24,8	444,6
Parametry statystyczne Statistical parameters								
\bar{U}	48,4	85,7	77,1	82,0	82,1	23,0	20,2	418,5
R	22,8	22,0	41,8	33,2	123,4	24,6	16,0	194,0
V (%)	17,1	9,5	20,2	14,7	51,8	37,0	30,1	16,0

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; \bar{U} – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 3. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych IV – X 2015 r.

Table 3. Monthly sum of precipitation and statistical IV – X 2015 r.

Miejscowość Place	Rok 2015							IV-X suma
	Miesiące Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Biała Rawska	46,6	58,0	31,6	61,2	29,4	52,6	49,2	328,0
Czersk	46,6	71,6	<u>26,4</u>	75,2	16,0	67,0	<u>17,0</u>	319,8
Olkowice	45,8	72,4	49,8	<u>31,0</u>	15,4	86,8	33,0	334,2
Pęcław	<u>35,6</u>	62,6	39,0	36,6	<u>10,4</u>	65,6	34,4	284,2
Skierniewice	47,6	<u>36,4</u>	40,2	44,0	23,2	<u>28,6</u>	57,0	<u>277,0</u>
Wężowiec	44,6	73,0	76,8	50,8	12,0	60,0	41,2	358,4
Parametry statystyczne Statistical parameters								
\bar{U}	44,5	62,3	44,0	49,8	17,7	60,1	38,6	316,9
R	12,0	36,6	50,4	44,2	19,0	58,2	40,0	81,4
V (%)	10,0	22,6	40,7	32,7	40,6	31,9	36,1	9,8

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; \bar{U} – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 4. Najwyższe dobowe opady w okresie IV-X 2013 roku.
Table 4. Highest days precipitation in the period April-October 2013 Poland

Miejscowość Place	Rok 2013						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	6,6	35,4	61,8	3,8	17,0	20,0	12,6
Czersk	10,8	50,8	30,8	19,8	76,4	30,6	12,8
Olkowice	7,8	23,4	45,8	5,4	27,2	47,0	4,0
Pęcław	12,6	28,4	28,6	6,0	31,6	23,6	13,2
Skierniewice	21,8	<u>17,8</u>	39,2	3,2	<u>8,4</u>	18,2	24,0
Węzowiec	<u>4,6</u>	22,2	<u>25,4</u>	<u>1,6</u>	19,0	<u>16,0</u>	<u>3,6</u>
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	17,2	33,0	36,4	18,2	68,0	31,0	20,4
V (%)	57,9	40,5	35,2	100,4	80,9	44,4	64,1

U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value

R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variatio

Tabela 5. Najwyższe dobowe opady w okresie IV-X 2014 roku.
Table 5. Highest days precipitation in the period April-October 2014 Poland

Miejscowość Place	Rok 2014						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	23,0	26,2	17,8	21,2	11,2	8,8	13,8
Czersk	16,0	23,0	11,4	<u>15,2</u>	<u>1,0</u>	7,2	10,6
Olkowice	23,6	23,6	14,2	22,4	24,8	11,4	<u>4,6</u>
Pęcław	17,8	22,8	22,4	15,4	20,8	7,6	7,2
Skierniewice	<u>15,8</u>	<u>16,6</u>	<u>9,4</u>	29,4	11,2	<u>5,8</u>	6,0
Węzowiec	16,2	19,8	24,4	18,2	15,8	9,8	8,4
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	7,8	9,6	15,0	14,2	23,8	5,6	9,2
V (%)	19,2	15,0	36,1	26,1	59,6	23,8	39,3

U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value

R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 6. Najwyższe dobowe opady w okresie IV-X 2015 roku.
Table 6. Highest days precipitation in the period April-October 2015 Poland

Miejscowość Place	Rok 2015						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	12,6	21,0	<u>3,8</u>	27,8	23,6	14,0	15,6
Czersk	11,4	20,6	13,2	32,6	15,6	24,0	<u>8,0</u>
Olkowice	<u>9,2</u>	20,6	22,0	<u>10,0</u>	8,8	25,6	8,8
Pęcław	13,0	18,8	6,2	14,8	10,0	13,6	9,0
Skiermiewice	<u>9,2</u>	<u>15,0</u>	12,8	16,4	14,0	11,2	24,6
Węzowiec	15,4	23,4	22,0	17,8	<u>6,8</u>	<u>11,0</u>	13,8
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	6,2	8,4	18,2	22,6	16,8	14,6	16,6
V (%)	20,3	14,1	57,1	42,7	46,6	39,1	47,5

U – wartość najmniejsza, lowest value; U – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Sezon wegetacyjny 2015 roku charakteryzował się bardzo niską średnią sumą opadów, która wynosiła zaledwie 316,9 mm. Najwyższą sumę opadów odnotowano na stacji w Węzowcu (358,4 mm), a najniższą na stacji w Skiermiewicach (277 mm). Odległość między tymi stacjami wynosi 46 km. Węzowiec jest miejscowością, dla której odnotowano najwyższe sumy opadów dla V i VI. W miesiącu lipcu najwięcej opadów spadło w Czersku, a najmniej w Olkowicach, odległość pomiędzy tymi stacjami w linii prostej to 31 km. Również wysokości opadów pomiędzy poszczególnymi stacjami dla tego roku wyniosła 81,4 mm. Współczynnik zmienności dla wybranych stacji w tym roku wyniósł zaledwie 9,8 % generalnie był to sezon wegetacyjny z małą ilością opadów. Najwyższą wartość współczynnika zmienności odnotowano w miesiącach czerwiec i sierpień, najniższą na poziomie 10% w kwietniu. Minimalną miesięczną sumę opadów atmosferycznych w latach 2013-2015 odnotowano w VIII 2014 roku w Czersku (3,8 mm), a maksymalną (199mm) w V 2013 w Białej Rawskiej.

Wśród sześciu stacji pomiarowych dla trzech kolejnych sezonów wegetacyjnych dwie miejscowości (Czersk i Węzowiec) miały zarówno najwyższe jak i najniższe sumy opadów w okresie wegetacji.

Wysoką zmiennością charakteryzowały się także najwyższe dobowe opady odnotowane w poszczególnych miesiącach i latach (tab. 4, 5 i 6). 10 VIII roku 2013 maksymalny dzienny opad (76,4 mm) odnotowano na stacji w Czersku. Opad ten stanowił aż 45% całej miesięcznej sumy opadów deszczu dla tej stacji. Bardzo wysokie dzienne opady zanotowano również w Czersku w maju (50,8

mm) i w Białej Rawskiej w czerwcu (61,8 mm.). Tak intensywne opady charakteryzują się bardzo niską efektywnością (Treder i Konopacki 1998). Najniższą wartość najwyższego dziennego opadu odnotowano w 2013 roku w Wężowcu w lipcu (1,6 mm), natomiast najwyższą wartość dziennego opadu odnotowano w Czersku (19,8 mm), odległość pomiędzy tymi dwoma stacjami to 53 km.

W sezonie wegetacyjnym 2014 roku nie odnotowano ekstremalnie wysokich opadów dziennych. Najwyższe dzienne opady wahały się od 11,4 mm we wrześniu w Olkowicach po 29,4 mm w lipcu w Skierniewicach. Tak jak w 2013 roku, także w roku 2015 najwyższy jednodniowy opad wystąpił w Czersku (32,6 mm).

Przeprowadzone badania wykazały także znaczne różnice liczby dni z opadem w miesiącu w poszczególnych lokalizacjach (tab. 7,8,9). Przykładowo we wrześniu 2013 roku w Białej Rawskiej odnotowano aż 26 deszczowych dni, natomiast w tym samym okresie w Czersku i Olkowicach tylko 16. W Białej Rawskiej w 2013 roku największą liczbę dni z opadem odnotowano we wszystkich kolejnych miesiącach od V – X. W roku tym jednak największą sumę opadów stwierdzono w Czersku (tab.1) pomimo, że to właśnie tam w lipcu odnotowano najniższą liczbę deszczowych dni (4). Współczynniki zmienności dla liczby deszczowych dni w poszczególnych miesiącach wahały się od 13,7% w maju do 35,9% w lipcu. W 2014 roku największą liczbę dni deszczowych w miesiącu odnotowano w Białej Rawskiej (23 dni w październiku), (tab. 8). Jednak w pozostałym okresie (V, VI, VII, IX) najczęściej padało w Wężowcu. Sumarycznie w sezonie wegetacyjnym najwyższe opady odnotowano w Białej Rawskiej (tab.2). Także w bardzo suchym sezonie roku 2015 aż w 4 miesiącach (IV, VII, VIII, IX) największą liczbę dni z deszczem stwierdzono w Białej Rawskiej (tab. 9). W 2015 roku najniższą liczbę dni z opadem (3 dni) odnotowano dla miejscowości Czersk i Pęcław – miejscowości oddalone od siebie o 4 km.

Różnie w poszczególnych miesiącach i latach przebiegały ciągi dni bezopadowych (tab. 10, 11, 12). W roku 2013 najdłuższy dla wszystkich analizowanych stacji i miesięcy ciąg dni bez opadu (16 dni) wystąpił w październiku w Czersku. Natomiast w Białej Rawskiej w tym samym miesiącu tego samego roku najdłuższy ciąg bezopadowy trwał zaledwie 4 dni. Współczynnik zmienności dla wszystkich stacji wyniósł aż 50%. W roku następnym (2014) uzyskano bardzo podobne wyniki. Najdłuższy dla wszystkich analizowanych stacji i miesięcy ciąg dni bez opadu (13 dni) wystąpił w październiku w Czersku, a najkrótszy w tym samym miesiącu w Białej Rawskiej (3 dni). Sezon wegetacyjny roku 2015 charakteryzował się dużą liczbą dni bez opadu dotyczyło to szczególnie sierpnia, gdzie najdłuższe ciągi dni bezopadowych wyniosły od 15 do 20 dni (tab. 12). W pozostałych miesiącach okresy bezopadowe były już znacznie krótsze. Koźmiński (1986) twierdzi, że w okresie wegetacyjnym dzień lub dwa dni z opadem równym lub większym 1,5 mm przerywają ciąg bezopadowy trwający 11-15 dni – ogólnie przyjęta metoda badania ciągów bezopadowych.

Tabela 7. Liczba dni z opadem w okresie IV – X 2013 roku.

Table 7. The number of days with precipitation in the period of April – October 2013.

Miejscowość Place	Rok 2013						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	15	20	20	10	12	26	15
Czersk	<u>10</u>	<u>13</u>	12	6	<u>4</u>	<u>16</u>	7
Olkowice	18	17	<u>11</u>	<u>5</u>	6	<u>16</u>	<u>6</u>
Pęcław	16	18	16	7	7	20	13
Skierniewice	14	18	<u>11</u>	8	8	17	14
Wężowiec	12	19	13	6	10	19	14
Parametry statystyczne Statistical parameters							
\bar{U}	14,2	17,5	13,8	7	7,8	19	11,5
R	8	7	9	5	8	10	9
V (%)	19,7	13,7	25,4	25,7	35,9	20	33,9

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 8. Liczba dni z opadem w okresie IV – X 2014 roku.

Table 8. The number of days with precipitation in the period of April – October 2014.

Miejscowość Place	Rok 2014						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	<u>10</u>	17	17	15	20	17	23
Czersk	11	<u>15</u>	14	18	<u>11</u>	<u>11</u>	<u>7</u>
Olkowice	12	16	16	<u>12</u>	21	<u>11</u>	16
Pęcław	15	16	14	15	20	13	16
Skierniewice	11	17	<u>12</u>	13	17	12	18
Wężowiec	16	17	19	<u>12</u>	22	18	17
Parametry statystyczne Statistical parameters							
\bar{U}	12,5	16,3	15,3	14,2	18,5	13,6	16,2
R	6	2	7	6	10	7	16
V (%)	19,2	4,9	16,3	16,2	21,6	22,8	32,1

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variat

Tabela 9. Liczba dni z opadem w okresie IV – X 2015 roku.

Table 9. The number of days with precipitation in the period of April – October 2015.

Miejscowość Place	Rok 2015						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	15	15	11	15	5	19	17
Czersk	<u>13</u>	15	<u>7</u>	<u>10</u>	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>7</u>
Olkowice	15	16	10	15	4	18	19
Pęcław	14	16	11	14	<u>3</u>	17	17
Skierniewice	<u>13</u>	<u>12</u>	10	14	5	11	12
Wężowiec	14	16	13	13	4	18	19
Parametry statystyczne Statistical parameters							
\bar{U}	14	15	10,3	13,5	4	15,3	15,2
R	2	4	6	5	2	10	12
V (%)	6,4	10	18,4	14,1	22,5	27,4	31,4

\bar{U} – średnia, average; U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 10. Najdłuższy ciąg dni bez opadu w okresie IV – X 2013 roku.

Table 10. The longest series of days free of precipitation the consecutive months in the period April – October 2013

Miejscowość Place	Rok 2013						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	<u>3,0</u>	7,0	<u>3,0</u>	<u>6,0</u>	<u>6,0</u>	<u>1,0</u>	<u>4,0</u>
Czersk	6,0	<u>6,0</u>	9,0	11,0	10,0	5,0	16,0
Olkowice	<u>3,0</u>	7,0	9,0	11,0	9,0	5,0	12,0
Pęcław	6,0	<u>6,0</u>	6,0	10,0	8,0	5,0	9,0
Skierniewice	4,0	7,0	6,0	10,0	9,0	5,0	8,0
Wężowiec	7,0	7,0	6,0	12,0	7,0	5,0	5,0
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	4,0	1,0	6,0	6,0	4,0	4,0	12,0
V (%)	35,4	7,6	33,8	21,0	18,3	37,2	50,0

\bar{U} – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value
R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 11. Najdłuższy ciąg dni bez opadu w okresie IV – X 2014 roku.
Table 11. The longest series of days free of precipitation the consecutive months in the period April – October 2014

Miejscowość Place	Rok 2014						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	7,0	8,0	<u>4,0</u>	7,0	3,0	<u>6,0</u>	<u>3,0</u>
Czersk	8,0	7,0	6,0	<u>5,0</u>	7,0	7,0	13,0
Olkowice	4,0	9,0	5,0	7,0	<u>2,0</u>	8,0	6,0
Pęcław	7,0	7,0	5,0	<u>5,0</u>	<u>2,0</u>	9,0	6,0
Skierniewice	7,0	<u>5,0</u>	7,0	7,0	3,0	8,0	5,0
Wężowiec	<u>3,0</u>	7,0	5,0	6,0	<u>2,0</u>	7,0	8,0
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	5,0	4,0	3,0	2,0	5,0	3,0	10,0
V (%)	33,0	18,0	18,9	15,8	62,6	13,8	50,4

U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value

R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

Tabela 12. Najdłuższy ciąg dni bez opadu w okresie IV – X 2015 roku.
Table 12. The longest series of days free of precipitation the consecutive months in the period April – October 2015

Miejscowość Place	Rok 2015						
	Miesiące Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Biała Rawska	<u>6,0</u>	<u>4,0</u>	8,0	5,0	<u>15,0</u>	3,0	5,0
Czersk	<u>6,0</u>	<u>4,0</u>	8,0	7,0	17,0	7,0	16,0
Olkowice	<u>6,0</u>	5,0	<u>7,0</u>	<u>4,0</u>	<u>15,0</u>	3,0	<u>4,0</u>
Pęcław	7,0	<u>4,0</u>	8,0	5,0	20,0	<u>2,0</u>	5,0
Skierniewice	<u>6,0</u>	5,0	8,0	5,0	<u>15,0</u>	9,0	11,0
Wężowiec	8,0	<u>4,0</u>	<u>7,0</u>	5,0	<u>15,0</u>	<u>2,0</u>	6,0
Parametry statystyczne Statistical parameters							
R	2,0	1,0	1,0	3,0	5,0	7,0	12,0
V (%)	12,3	11,8	6,6	18,8	12,6	68,4	60,0

U – wartość najmniejsza, lowest value; **U** – wartość największa, highest value

R – rozstęp, gap; V – współczynnik zmienności, coefficient of variation

W badaniach własnych w każdym roku odnotowano ciąg bezopadowy który wynosił około 15 dni, a różnił się tym od cytowanego w literaturze, iż nie uwzględniał ani jednego dnia z opadem.

PODSUMOWANIE

Przedstawione wyniki potwierdzają opinie o bardzo dużej czasowej i przestrzennej zmienności opadów atmosferycznych występujących nawet na niewielkim obszarze kraju. Zmienność sumy opadów w okresie wegetacji IV – X 2013 roku dla 6 stacji meteorologicznych rozmieszczonych na obszarze Polski Centralnej osiągnęła wartość 21%, w roku 2014 zmienność ta wyniosła 16%, natomiast rok 2015 okazał się uboższy w opady deszczu i współczynnik ten wyniósł już tylko 13,3%. Współczynnik zmienności dla wszystkich lat 2013-2015 i stacji wyniósł aż 69,8%. Bardzo wysoką zmienność wykazano nie tylko dla sum opadów, ale też dla najwyższych dziennych opadów. W roku 2013 najwyższą zmienność zanotowano w miesiącu sierpniu 80,9%, natomiast zmienność dla lipca tego roku wynosiła aż 100,4%. Warto zaznaczyć, iż te zmienności wystąpiły w miejscowości Czerniewice w przypadku obu miesięcy, w lipcu było to 19,8 mm, a w sierpniu aż 76,4 mm. W roku 2014 najwyższą zmienność zanotowano w sierpniu i wynosiła ona 59,6%. Rok 2015 wykazał zmienność 57,1% w miesiącu czerwcu. Wysoką zmienność wykazały też wyniki przedstawione z długości ciągów dni bez opadu, nawet na stacjach meteorologicznych umieszczonych bardzo blisko siebie. Aby wiarygodnie oszacować np. klimatyczny bilans wodny opady powinny być mierzone bezpośrednio na obiekcie dla którego obliczany jest bilans. Ze względu na zmienność występowania opadów bardzo wysokich i intensywnych, pomiary powinny uwzględniać nie tylko ilość, ale także intensywność opadów.

Badania opisane w opracowaniu były finansowane z dotacji dla Młodych Naukowców.

LITERATURA

Bac S., Koźmiński C., Rojek M. (1998) . *Agrometeorologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Bac S., Rojek M. (1979) . *Meteorologia i klimatologia*. PWN, Warszawa.

Ballif J.L. (1995) . *Runoff water and omposttion of a viticultural soil In Champagne. Results of mulching with municipal ompost and crushed bark 1985-1994*. Progres Agricole et Viticole, 112, 534 – 544.

Banaszkiewicz B., Grabowska K., Szwejkowski Z. (2004) . *Charakterystyka opadów atmosferycznych na terenie województwa warmińsko-mazurskiego w latach 2000-2002*. Acta Agrophysica, 3 (1), 5 – 11

Czarnecka M., Nidzgorska – Lencewicz J. (2012) . *Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie t.12 z.2 (38), 45 – 60

Drupka S. (1976) . *Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni*. Warszawa PWRiL.

Drupka S. (1993) . *Jak podlewać?*PZD, Warszawa.

Dzięzyk J. (1989) . *Potrzeby wodne roślin uprawnych*. PWRiL Warszawa.

Grabowska K, Banaszkiewicz B, Szwejkowski Z., (2004).*Niedobory i nadmiary opadów na terenie województwa warmińsko-mazurskiego w latach 2000-2002*. Acta Agrophysica, 3 (1), 57 – 64.

Hutorowicz H., (1988).*Charakterystyka opadów atmosferycznych Olsztyna w latach 1981-1984*. Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricultura, No 45, 3 – 15.

Kaczorowska Z. (1962) . *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*. Prace geograficzne nr 33. Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.

Klamkowski K., Treder W., Tryngiel-Gać A., Wójcik K. (2011) . *Wpływ ilości i intensywności opadów na zmiany wilgotności gleby w sadzie jabłoniowym*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5, 115 – 126.

Kossowska-Cezak U. (2000). *Meteorologia i klimatologia*, PWN Warszawa – Łódź.

Koźmiński C. (1986).*Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski*. Żesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 268, 68 – 76.

Majewski G., Przewoźniczuk W., Kleniewska M. (2010) . *Warunki opadowe na stacji meteorologicznej Ursynów SGGW w latach 1960 – 2009*. Przegląd Naukowy-Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 2/48, 3-22.

Olechowicz-Bobrowska B.,Skowera B., Wojkowski J.,Ziernicka-Wojtaszek A. (2005). *Warunki opadowe na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej*. Acta Agrophysica 6(2), 455 – 463.

Radzka E. (2014). *Ciągi dni bezopadowych w okresie wegetacyjnym w środkowo-wschodniej Polsce (1971-2005)*. Acta Agrophysica, 21 (4), 483 – 491.

Słowik K. (1973) . *Deszczowanie roślin sadowniczych*. PWRiL Warszawa.

Treder W., Wójcik K., Klamkowski K., Tryngiel – Gać A. (2011) . *Ocena przestrzennej zmienności występowania opadów w Polsce centralnej w sezonie wegetacyjnym roku 2010*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5, 49 – 59.

Treder W., Konopacki P. (1998) . *Zmienność opadów atmosferycznych w Skierniewicach na przykładzie lat 1995-1997*. Zeszyty Naukowe ISK 5, 15 – 22.

Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E. (2010) . *The influence of atmospheric circulation on the type of precipitation* (Krakow, southern Poland). *Theoretical and Apply Climatology*. 104, 233 – 250.

Ziernicka – Wojtaszek A .(2006) . *Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971-2000*. *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*, IgiGP UJ.

Ziernicka-Wojtaszek A., Krużel J., Borek Ł., Ostrowski K. (2015 a) .*Zmiany czasu trwania meteorologicznego okresu wegetacyjnego w Polsce w latach 1971 – 2000 oraz 1981 – 2010*. *Inżynieria Ekologiczna* 44, 47 – 52.

Ziernicka-Wojtaszek A., Zuśka Z., Piskulak P.(2015 b). *Potrzeby opadowe roślin uprawnych w aspekcie współczesnych zmian klimatu*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, III/1,507 – 514.

Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., Bojar W., Knopik L., Żarski W.(2014). *Agroklimatologiczna ocena opadów atmosferycznych okresu wegetacyjnego w rejonie Bydgoszczy*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, II/3, 643 – 656.

Żarski J., Dudek S. (2009). *Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy*. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 3, 141 – 149.

Żarski J., Dudek S. (2000). *Charakterystyka warunków termicznych i opadowych województwa kujawsko-pomorskiego w aspekcie potrzeb ochrony środowiska*. *Zeszyty Naukowe WSHĖ we Włocławku*, t. VI, 85 – 98.

Żarski J., Dudek S. (1999). *Rozkład przestrzenny opadów atmosferycznych w gminach województwa bydgoskiego*. *Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy* nr 217, *Rolnictwo* 43, 43 – 51.

Mgr Katarzyna Wójcik
Prof. dr hab. Waldemar Treder
Aleksandra Zbudniewek
Zakład Agrotechnologii-Pracownia Nawadniania
Instytut Ogrodnictwa
Ul. Konstytucji 3 Maja 1/3
96-100 Skierniewice
Tel. 46 8345415
e-mail: Katarzyna.Wojcik@inhort.pl
Waldemar.Treder@inhort.pl
aleksandra.zbudniewek@inhort.pl

Wpłynęło: 8.02.2016

Akceptowano do druku: 7.03.2016