

ANALIZA ZMIENNOŚCI WARUNKÓW PLUWIOTERMICZNYCH OD KWIETNIA DO LIPCA W OKOLICACH KRAKOWA (1961-1990)

Barbara Ścigalska, Bernadetta Łabuz

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Uniwersytet Rolniczy
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: bscigalska@ar.krakow.pl

Streszczenie. Celem pracy była analiza zmienności warunków pluwiotermicznych w sezonie wegetacyjnym kwiecień-lipiec w latach 1961-1990, w okolicach Krakowa. Do obliczeń przyjęto dane ze stacji meteorologicznej w Mydlnikach k. Krakowa. Za miarę zmienności przyjęto współczynnik zmienności (V%). Analiza warunków termicznych w kolejnych 10-leciach wskazuje na wzrost temperatury średniej rocznej z 7,2 do 7,8°C i wzrost wartości średniej za badany okres od kwietnia do lipca z 13,4 do 13,8°C. Obserwowano zmniejszające się w kolejnych dziesięcioleciach sumy opadów w okresie kwiecień – lipiec. Opady w sezonie wegetacyjnym w latach 1981-1990 stanowiły 82% opadów w dziesięcioleciu 1961-1970. Największą zmienność opadów $V = 54,3\%$ zanotowano dla dziesięciolecia 1961-1970. Zmienność temperatury w badanych okresach wahała się od $V = 28,9$ do $32,3\%$. Względna zmienność opadów i temperatury w okresie 1961-1990 okazała się mało zróżnicowana. W przypadku opadów $V = 35,7\%$, a temperatury $V = 28,3\%$. Większa zmienność czynnika opadowego niż temperatury może świadczyć o wpływie opadów na produkcję polową w okolicach Krakowa.

Słowa kluczowe: analiza zmienności, warunki pluwiotermiczne

WSTĘP

Charakterystyka warunków klimatycznych odnosząca się do całego kraju (Kaczorowska 1962) nie daje pełnego obrazu przebiegu elementów meteorologicznych na obszarach mniejszych. Z tego względu niezbędne są opracowania dotyczące regionów (Koźmiński i in. 1987, Hutorowicz 1988, Nowicka i Dragńska 2001). Według zaleceń Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) klimat danego miejsca czy obszaru jest charakteryzowany na podstawie wartości średnich wieloletnich, zazwyczaj 30-letnich (Mrugała i Shuber 2004). Przejściowość klimatu Polski sprawia, że w poszczególnych latach sumy opadów atmosferycznych

rycznych wykazują duże wahania (Gołębiowska i in. 2001). Dotychczasowe badania Przedpeńskiej (1993) pozwoliły na poznanie rytmu współczynnika zmienności w poszczególnych miesiącach odnośnie wartości uśrednionych dla Polski. W ostatnich dekadach XX wieku na obszarze Polski obserwuje się wyraźny i systematyczny wzrost temperatury powietrza, a przyjmowana norma 1961-1990 nie oddaje specyfiki najcieplejszej ostatniej dekady XX wieku (Zawora 2005). Analiza wartości średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze Polski w II połowie XX wieku pozwala wyróżnić w tym okresie ostatnie 20-lecie, w którym nastąpiło wyraźne ocieplenie (Żmudzka i Dobrowolska 2001, Ziernicka 2004). Z analizy przeprowadzonej przez Kożuchowskiego (1996) wynika, że tendencje zmian opadów atmosferycznych w okresie ocieplania klimatu nie znalazły na razie jednoznacznej oceny. Żmudzka i Dobrowolska (2001) twierdzi, że wysokość opadów w II połowie XX wieku nie wykazuje określonego kierunku zmian. Celem pracy była analiza określająca i porównująca zmienność warunków pluwiotermicznych w okresie od kwietnia do lipca w latach 1961-1990 w ośkolicach Krakowa.

MATERIAŁ I METODY

Opracowanie oparto na wynikach pomiarów miesięcznych wartości temperatury oraz opadów atmosferycznych ze stacji meteorologicznej zlokalizowanej w Mydlnikach w Stacji Doświadczalnej Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Wykorzystano dane pluwiotermiczne w wieloleciu 1961-1990 w okresie od kwietnia do lipca. Opady mierzono deszczomierzem Hellmanna na wysokości 1 m nad gruntem, a temperaturę powietrza za pomocą termometrów zwykłych (rtęciowych) oraz maksymalnego i minimalnego umieszczonych w klatce meteorologicznej na wysokości 2 m nad gruntem. Aby dokładniej poznać zróżnicowanie badanych zjawisk, czyli uwzględnić aspekt klimatologiczny cały materiał eksperymentalny podzielono na kolejne okresy dziesięcioletnie: 1961-1970, 1971-1980 oraz 1981-1990. Scharakteryzowano następnie zróżnicowanie miesięcznych wartości temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w poszczególnych dziesięcioleciach okresu 1961-1990. Zmienność opadów i temperatury mierzono współczynnikiem zmienności. Posługując się charakterystyką wilgotnościową roku oraz miesiący określoną przez Kaczorowską (1962) jako procent, odpowiednio, rocznego i miesięcznego opadu normalnego w okresie 1961-1990 oznaczono lata bardzo suche, suche, przeciętne oraz wilgotne. Na podstawie charakterystyki wilgotnościowej określającej typ miesiąca odnotowano miesiące: bardzo suche, suche, przeciętne, wilgotne, bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne.

WYNIKI

W latach 1961-1990 warunki pluwiotermiczne w rejonie badań charakteryzowały się różnorodnością typów pogody, co przejawiało się dużym zróżnicowaniem wartości średniej temperatury powietrza i sum opadów miesięcznych i rocznych. Za normę przyjęto dane temperatury i opadów w wieloleciu 1961-1990 w okolicach Krakowa (tab. 1-6).

W okresie dziesięciolecia 1961-1970 średnia temperatura roczna wynosiła $7,2^{\circ}\text{C}$ i była niższa o $0,7^{\circ}\text{C}$ od normy, a średnia temperatura w badanym okresie kwiecień-lipiec wynosiła $13,4^{\circ}\text{C}$ i była niższa o $0,3^{\circ}\text{C}$ od normy. Najwyższą średnią temperaturę w tym okresie ($14,3^{\circ}\text{C}$) stwierdzono w 1963 roku, a najniższą $12,3^{\circ}\text{C}$ w 1965 roku. W pozostałych latach średnia temperatura miesięczna wynosiła od $12,4$ do $13,9^{\circ}\text{C}$. Średnia temperatura powietrza wynosiła: w kwietniu $8,2^{\circ}\text{C}$, w maju $12,2^{\circ}\text{C}$, w czerwcu $16,2^{\circ}\text{C}$, w lipcu $17,2^{\circ}\text{C}$ (tab. 1). Rok 1963 należał do lat najcieplejszych o najwyższej sumie odchyleń od normy. Znacznie mniejsze sumy odchyleń temperatury od normy zanotowano w latach 1964, 1966 i 1969, a odchylenie ujemne w latach 1962 i 1965. Zmienność temperatury w analizowanym okresie od kwietnia do lipca była rzędu $V = 28,9\%$, a w kolejnych latach wahała się od $V=14,0$ do $43,8\%$. Najmniejszą zmienność tej cechy stwierdzono w 1961 roku, zaś największą w 1970 roku. Charakterystyczny dla tego 10-lecia jest wzrost w kolejnych latach wartości współczynnika zmienności dla tej cechy.

W kolejnym dziesięcioleciu 1971-1980 średnia temperatura roczna wyniosła $7,2^{\circ}\text{C}$ i była niższa o $0,7^{\circ}\text{C}$ od normy, a średnia temperatura w okresie kwiecień-lipiec wynosiła $12,7^{\circ}\text{C}$ i była niższa o $1,0^{\circ}\text{C}$ od normy (tab. 2). Najwyższą średnią temperaturę w okresie IV-VII ($13,8^{\circ}\text{C}$ i $13,6^{\circ}\text{C}$) zanotowano w latach 1971 i 1972, a najniższą – $11,5^{\circ}\text{C}$ w 1980 roku. W pozostałych latach średnia temperatura wahała się od $11,9^{\circ}\text{C}$ do $13,3^{\circ}\text{C}$. Średnia temperatura wynosiła w kwietniu $6,6^{\circ}\text{C}$, w maju $12,3^{\circ}\text{C}$, w czerwcu $15,4^{\circ}\text{C}$ w lipcu $16,7^{\circ}\text{C}$. Do lat najcieplejszych, o największej sumie odchyleń d normy, należały lata 1972 i 1975. W pozostałych latach 1980, 1978 i 1974 stwierdzono największe ujemne odchylenia ($-8,9$, $-7,9$, $-7,3^{\circ}\text{C}$). Średnio w wieloleciu zmienność tej cechy wynosiła $V = 32,3\%$ i wahała się w latach od $V = 30,3$ do $41,3\%$.

W latach 1981-1990 średnia temperatura roczna wynosiła $7,8^{\circ}\text{C}$ i była niższa o $0,1^{\circ}\text{C}$ od normy. W okresie kwiecień – lipiec średnia temperatura miesięczna wynosiła $13,8^{\circ}\text{C}$ i przewyższała o $0,1^{\circ}\text{C}$ normę (tab. 3). Najwyższą średnią temperaturę w tym okresie ($15,3^{\circ}\text{C}$) obserwowano w 1983 roku, a najniższą $12,6^{\circ}\text{C}$ w 1984 roku. Średnia temperatura wynosiła: w kwietniu $7,8^{\circ}\text{C}$, w maju $13,6^{\circ}\text{C}$, w czerwcu $16,0^{\circ}\text{C}$ i w lipcu $17,7^{\circ}\text{C}$. Do lat najcieplejszych, o największej sumie odchyleń od normy, należały lata: 1983, 1987. Znacznie mniejsze sumy odchyleń temperatury od normy zanotowano w latach 1988, 1989, a jej ujemne odchylenia

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) w latach 1961-1970 według stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa
Table 1. Mean monthly air temperature (°C) for 1961-1970 according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	Średnia roczna temperatura za okres 1961-1970 Mean annual temperature for 1961-1970	Średnia roczna temperatura za okres 1961-1990 Mean annual temperature for 1961-1990
	Odchylenie od normy – Deviation from standard											
Kwiecień – April	+2,9	+1,8	+0,8	-0,6	-1,8	+1,3	-0,9	+0,7	-0,9	-0,9	8,2	8,0
Maj – May	-1,7	-2,2	+0,9	-1,1	-2,5	-0,4	0,0	-1,2	+2,0	-1,8	12,2	13,1
Czerwiec – June	+0,9	-2,5	+0,1	+2,7	-0,2	0,0	-0,6	+1,3	-1,0	+0,4	16,2	16,1
Lipiec – July	-2,2	-2,0	+1,1	-0,1	-0,9	0,0	+1,5	-1,0	+0,4	-0,2	17,2	17,5
Suma odchyłeń Total deviation	-0,1	-4,9	+2,9	+0,9	-5,4	+0,9	0,0	-0,2	+0,5	-2,5	-	-
Średnia okresu wegetacji kwiecień-lipiec Mean for vegetation period April-July	13,7	12,4	14,3	13,9	12,3	13,9	13,7	13,5	13,8	13,0	13,4	13,7
Średnia roczna Mean for a year	8,2	6,7	6,5	6,9	6,3	8,0	8,1	7,6	6,7	7,1	7,2	7,9
V %	14,0	20,8	32,3	37,6	38,5	26,4	35,9	34,0	33,7	43,8	-	-
*V%	28,9											

*V% – współczynnik zmienności – coefficient of variation,

Norma – średnia miesięczna temperatura dla Krakowa (1961-1990) / standard monthly temperature of Cracow (1961-1990).

Tabela 2. Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) w latach 1971-1980 według stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa
Table 2. Mean monthly air temperature (°C) for 1971-1980 according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Średnia roczna temperatura za okres 1971-1980 Mean annual temperature for 1971-1980	Średnia roczna temperatura za okres 1961-1990 Mean annual temperature for 1961-1990
	Odchylenie od normy – Deviation from standard											
Kwiecień – April	-0,3	-0,6	-1,6	-0,9	-1,0	-1,0	-1,9	-2,3	-1,9	-2,5	6,6	8,0
Maj – May	+1,4	-0,1	-0,8	-1,7	+1,6	-1,3	-0,9	-1,9	+0,4	-3,7	12,3	13,1
Czerwiec – June	-1,3	+0,3	-0,9	-2,7	-0,6	-1,4	+0,2	-1,3	+2,0	-1,3	15,4	16,1
Lipiec – July	0,0	+1,0	-0,6	-2,0	+0,5	+0,3	-1,5	-2,4	-1,9	-1,4	16,7	17,5
Suma odchyłeń Total deviation	+0,2	+0,6	-3,9	-7,3	+0,5	-3,4	-4,1	-7,9	-1,4	-8,9	-	-
Średnia okresu wegetacji Kwiecień-lipiec Mean for vegetation period April-July	13,6	13,8	12,7	11,9	13,6	12,8	12,6	11,7	13,3	11,5	12,7	13,7
Średnia roczna Mean for a year	7,2	7,2	6,3	7,8	8,9	6,7	7,7	6,8	7,3	6,2	7,2	7,9
V % dla lat/ for years	30,6	35,1	36,3	30,3	37,4	35,9	37,7	37,4	39,5	41,3	-	-
V% dla wielolecia For multiyears 1971-1980	32,3											

Objaśnienie jak w tabeli 1 – Explanations, see Table 1.

Tabela 3. Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) w latach 1981-1990 według stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa
Table 3. Mean monthly air temperature (°C) for 1981-1990 according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Średnia roczna temperatura za okres 1981-1990 Mean annual temperature 1981-1990	Średnia roczna temperatura za okres 1961-1990 Mean annual temperature for 1961-1990
	Odchylenie od normy – Deviation from standard											
Kwiecień April	-2,3	-3,2	+1,9	-0,1	-0,6	+1,4	-0,2	-0,1	+1,7	0,0	7,8	8,0
Maj – May	+0,1	+0,6	+2,2	-0,4	+0,8	+1,6	-1,3	+1,0	+0,2	+0,7	13,6	13,1
Czerwiec June	+1,0	0,0	+0,7	-1,7	-2,2	-0,6	+3,5	-0,3	-1,0	0,0	16,0	16,1
Lipec – July	-0,2	+0,8	+1,7	-2,2	-0,1	-0,8	+1,4	+1,4	+0,4	-0,7	17,7	17,5
Suma odchyłeń Total deviation	-1,4	-1,8	+6,5	-4,4	-2,1	-0,6	+3,4	+2,0	+1,3	0,0	–	–
Średnia okresu wegetacji kwiecień-lipiec Mean for vegetation period April- July	13,3	13,2	15,3	12,6	13,1	14,1	13,8	14,1	14,0	13,7	13,8	13,7
Średnia roczna Mean for a year	7,5	7,9	8,7	7,4	6,5	6,2	7,6	8,3	9,2	9,1	7,8	7,9
V %	55,7	45,4	25,8	25,1	47,7	21,8	56,1	34,9	24,5	28,3	–	–
*V%	28,9											

Objaśnienie jak w tabeli 1 – Explanations, see Table 1.

Tabela 4a. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1961-1965 oraz % normy średniej wieloletniej (1961-1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 4a Monthly rainfall totals (mm) for 1961-1965 and % of mean multi-annual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1961		1962		1963		1964		1965		Średnia za okres 1961-1970 Mean for 1961-1970	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Kwiecień April	12,4	26	82,0	171	16,9	35	17,9	37	31,2	65	41,9	48
Maj May	78,7	96	121,8	148	78,2	95	47,6	58	137,5	168	93,2	82
Czerwiec June	77,4	81	67,7	70	35,2	37	81,9	85	146,3	152	92,9	96
Lipiec July	118,5	139	171,4	202	88,4	104	46,4	54	55,0	65	109,0	85
Suma za okres kwiecień- lipiec Total for April-July	287,0	92	442,9	142	218,7	70	193,8	62	370,0	119	346,2	311,0
Suma roczna Annual total	619,3	91	800,5	117	624,6	92	674,2	99	646,4	95	737,4	681,0
V %	61,2		41,9		62,4		54,0		62,7		-	

a – suma / total (mm), b – % normy / % of standard

*V% -współczynnik zmienności – coefficient variation

Tabela 4b. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1966-1970 oraz % normy średniej wieloletniej (1961-1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 4b Monthly rainfall totals (mm) for 1966-1970 and % of mean multi-annual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1966		1967		1968		1969		1970		Średnia za okres 1961-1970 Mean for 1961-1970	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Kwiecień April	74,7	156	52,3	109	63,5	132	26,1	54	42,9	89	41,9	48
Maj May	177,3	216	66,1	81	99,1	121	70,9	86	54,9	67	93,2	82
Czerwiec June	134,7	140	197,4	206	135,2	141	102,0	106	41,7	43	92,9	96
Lipiec July	161,9	190	86,7	102	97,5	115	67,7	80	196,7	231	109,0	85
Suma za okres kwiecień-lipiec Total for April-July	548,6	176	402,5	129	395,3	127	266,7	86	336,2	108	346,2	311,0
Suma roczna Annual total	977,3	143	794,4	116	799,0	117	621,2	91	823,3	121	737,4	681,0
V %	32,9		65,6		29,6		46,7		85,1		-	
V %	54,3											

a – suma / total (mm), b – % normy / % of standard,

*V% -współczynnik zmienności – coefficient variation.

Tabela 5a. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1971-1975 oraz % normy średniej wieloletniej (1961–1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 5a. Monthly rainfall totals (mm) for 1971-1975 and % of mean multiannual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1971		1972		1973		1974		1975		Średnio 1971-1980 Mean 1971-1980	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Kwiecień April	47,6	99	106,7	222	34,4	72	20,7	43	41,2	86	54,7	48
Maj May	78,5	96	86,5	105	54,4	66	83,7	102	35,7	43	70,2	82
Czerwiec June	162,6	169	83,1	86	115,3	120	101,5	106	162,4	169	93,0	96
Lipiec July	63,8	75	111,5	131	93,4	110	133,7	157	72,2	85	84,1	85
Suma za okres kwiecień-lipiec Total for April-July	352,5	113	387,8	125	297,5	96	339,6	107	311,5	100	302	311,0
Suma roczna Annual total	617,8	91	686,4	101	637,3	93	809,6	119	596,2	87	688,6	681,0
V %	58,1		14,7		48,7		55,9		75,2		–	

Objaśnienie jak w tabeli 4 – Explanations, see Table 4.

Tabela 5b. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1976-1980 oraz % normy średniej wieloletniej (1961-1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 5b. Monthly rainfall totals (mm) for 1976-1980 and % of mean multiannual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow

Miesiąc Month	1976		1977		1978		1979		1980		Średnio 1971-1980 Mean 1971-1980	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	B	A	b	a	b		
Kwiecień April	35,1	73	62,9	131	53,9	112	76,3	159	67,9	141	54,7	48
Maj May	80,2	98	50,1	62	98,9	121	80,9	99	53,4	65	70,2	82
Czerwiec June	51,8	54	47,4	49	66,1	69	41,3	43	98,5	103	93,0	96
Lipiec July	82,5	97	110,7	130	50,8	60	44,5	52	78,3	92	84,1	85
Suma za okres kwiecień-lipiec Total for April- July	249,6	80	270,9	87	269,7	87	243,0	78	298,1	96	302	311,0
Suma roczna Annual total	715,2	105	798,6	117	702,0	103	667,4	98	656,0	96	688,6	681,0
V %	36,8		43,6		32,6		34,1		25,4			–
V %	34,5											

Objaśnienie jak w tabeli 4 – Explanations, see Table 4.

Tabela 6a. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1981–1985 oraz % normy średniej wieloletniej (1961-1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 6a. Monthly rainfall totals (mm) for 1981-1985 and % of mean multiannual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow (1961–1990)

Miesiąc Month	1981		1982		1983		1984		1985		Średnio 1981-1990 Mean 1981-1990	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Kwiecień April	32,0	67	33,9	71	20,1	42	20,7	43	67,4	140	41,8	48
Maj May	76,8	94	42,3	51	42,4	52	119,6	146	87,8	107	77,2	82
Czerwiec June	68,6	71	79,4	83	63,5	66	78,9	82	116,9	122	94,2	96
Lipiec July	91,9	108	92,6	105	42,8	50	77,6	91	107,7	127	70,5	85
Suma za okres IV-VII Total for April-July	269,3	86	248,2	80	168,8	54	296,8	95	379,8	122	285,8	311,0
Suma roczna Annual total	717,4	105	555,0	81	514,4	75	644,3	95	822,1	121	633,6	681,0
V %	36,7		45,7		42,0		54,8		23,2		–	

Objaśnienie jak w tabeli 4 – Explanations, see Table 4.

Tabela 6b. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych (mm) w latach 1986-1990 oraz % normy średniej wieloletniej (1961-1990) według danych stacji meteorologicznej w Mydlnikach k Krakowa

Table 6b. Monthly rainfall totals (mm) for 1986-1990 and % of mean multiannual (standard) according to meteorological station at Mydlniki near Cracow (1961-1990)

Miesiąc Month	1986		1987		1988		1989		1990		Średnio 1981-1990 Mean 1981-1990	Średnia za okres 1961-1990 (norma) Mean for 1961-1990 (standard)
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Kwiecień April	37,2	77	44,9	93	25,9	52	96,3	201	60,8	127	41,8	48
Maj May	119,2	145	69,2	84	90,2	110	63,3	77	61,2	75	77,2	82
Czerwiec June	162,8	169	117,8	123	50,1	52	144,6	151	59,2	62	94,2	96
Lipiec July	84,4	99	57,1	67	57,3	67	42,2	50	51,8	81	70,5	85
Suma za okres IV-VII Total for April-July	403,6	130	289,0	93	223,5	72	346,4	111	233,0	75	285,8	311,0
Suma roczna Annual total	726,4	107	676,8	99	528,4	77	543,3	80	607,9	89	633,6	681,0
V %	52,7		44,2		47,5		51,5		7,5			–
V %	46,8											

Objaśnienie jak w tabeli 4 – Explanations, see Table 4.

($-4,4$ do $-0,6^{\circ}\text{C}$) zanotowano w latach 1981, 1982, 1984, 1986. Średnio dla wielolecia zmienność temperatury wynosiła $V = 28,9\%$ i wahała się w kolejnych latach od $V = 21,8$ do $56,1\%$. Zmienność temperatury w analizowanym wieloleciu była taka sama jak w wieloleciu 1961-1970.

Roczne sumy opadów w okresie 1961-1970 kształtowały się od 619,3 mm w 1961 roku do 977,3 mm w 1966 roku (tab. 4). Średnie roczne sumy opadów z okresu 1961-1970 wynosiły 737,4 mm i były większe o 56 mm od normy (681 mm), a średnia suma opadów w okresie od kwietnia do lipca (346,2 mm) była mniejsza o 35 mm od normy (tab.4). Średnie sumy opadów w wieloleciu 1961-1970 wynosiły w kwietniu 41,9 mm, w maju 93,2 mm, w czerwcu 92,9 mm i w lipcu 109 mm. Największą sumę opadów w okresie kwiecień do lipca zanotowano w 1966 roku (548,6 mm), najniższą w 1964 roku (193,8 mm), w pozostałych latach ilość opadów wahała się od 218,7 do 442,9 mm. Najbardziej zbliżony do normy pod względem sum opadów rocznych był 1964 rok, a odnośnie okresu kwiecień do lipca – 1970 rok.

W latach 1961-1970 odnotowano 5 lat przeciętnych: 1961, 1963, 1964, 1965, 1969, 4 lata wilgotne 1962, 1967, 1968, 1970 oraz 1966 rok skrajnie wilgotny. W rozpatrywanym dziesięcioleciu wystąpiło 14 miesięcy przeciętnych (kwiecień – 1967, 1970, maj – 1961, 1963, 1967, 1968, 1969, czerwiec – 1961, 1964, 1969, lipiec – 1963, 1967, 1968, 1969), 7 miesięcy suchych (kwiecień – 1965, 1969, maj – 1964, 1970, czerwiec – 1962, lipiec – 1964, 1965), 5 miesięcy bardzo suchych (kwiecień – 1961, 1963, 1964, czerwiec – 1963, 1970), 5 miesięcy wilgotnych (kwiecień – 1968, maj – 1962, czerwiec – 1966, 1968, lipiec – 1961), 5 miesięcy bardzo wilgotnych (kwiecień – 1962, 1966, maj – 1965, czerwiec – 1965, lipiec – 1966) oraz 4 miesiące skrajnie wilgotne (maj – 1966, czerwiec – 1967, lipiec – 1962, 1970). Rozkład i suma opadów w okresie od kwietnia do lipca były zróżnicowane. Przy najwyższej sumie opadów (548,6 mm) w 1966 roku rozkład ten wynosił 75, 177, 134 i 162 mm, a przy najniższej (193,8 mm) w 1964 roku odpowiednio 18, 48, 82 i 46 mm. Zmienność opadów w 1970 roku była 4-krotnie większa niż w 1968 roku. Średnio zmienność opadów dla analizowanego wielolecia 1961-1970 wynosiła $V = 54,3\%$ i wahała się od $V = 29,6$ do $85,1\%$.

Roczne sumy opadów w latach 1971-1980 kształtowały się w granicach 617,8 mm w 1971 roku do 809,6 mm w 1974 roku. Średnia suma opadów rocznych z tego okresu (688,6 mm) oraz z okresu kwiecień – lipiec były zbliżone do normy (tab. 5). Średnie miesięczne opady za wielolecie 1971-1980 były następujące: w kwietniu 54,7 mm, w maju 70,2 mm, w czerwcu 93 mm i w lipcu 81,4 mm (tab. 5). Największą sumę opadów w kwietniu do lipca zanotowano w 1972 roku (387,8 mm), mniejszą o 36 mm w 1971 roku, najmniejszą sumę opadów (243 mm) w 1979 roku, a w pozostałych latach suma ta wahała się od 249,6 mm do 339,6 mm. Najbardziej zbliżone do normy pod względem sum opadów rocznych były lata 1979 i 1980, zaś w stosunku do sum opadów w okresie kwiecień-lipiec lata 1973 i 1980.

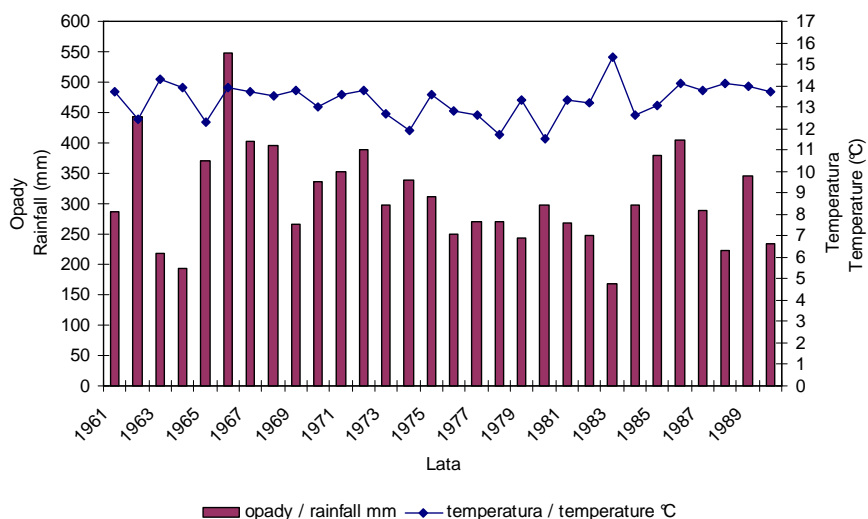
W latach 1971-1980 odnotowano 7 lat przeciętnych: 1971, 1972, 1973, 1976, 1978, 1979, 1980, 2 lata wilgotne – 1974, 1977 oraz rok suchy – 1975. Zanotowano 18 miesięcy przeciętnych (kwiecień – 1971, 1975, 1978, maj – 1971, 1972, 1974, 1976, 1978, 1979, czerwiec – 1972, 1973, 1974, 1980, lipiec – 1971, 1973, 1975, 1976, 1980), 9 miesięcy suchych (kwiecień – 1973, 1976, maj – 1973, 1977, 1980, czerwiec – 1976, 1978, lipiec – 1978, 1979), 4 miesiące bardzo suche (kwiecień – 1974, maj – 1975, czerwiec – 1977, 1979), 4 miesiące wilgotne (kwiecień – 1977, 1980, lipiec – 1972, 1979) oraz 4 miesiące bardzo wilgotne (kwiecień – 1972, 1979, czerwiec – 1971, 1975, lipiec – 1974) i 1 miesiąc skrajnie wilgotny (kwiecień – 1972). Suma opadów w okresie od kwietnia do lipca w 1975 roku była najbardziej zbliżona do normy, a jej rozkład wynosił: 41, 36, 162 i 72 mm. Średnio zmienność opadów w wieloleciu 1971-1980 wynosiła $V = 34,5\%$ i wahała się w granicach od $V = 14,7$ do $75,2\%$. Największą zmienność opadów obserwowano w 1975 roku, a najmniejszą w 1972 roku.

W latach 1981-1990 roczne sumy opadów kształtowały się w granicach od 514,4 mm do 822,1 mm (tab. 6). Średnia suma opadów rocznych z tego okresu wynosiła (633,6 mm) i była mniejsza o 47,4 mm od normy, a średnia suma opadów w okresie wegetacji (285,8 mm) mniejsza o 25,2 mm od normy. Średnie miesięczne opady w wieloleciu 1981-1990 w kwietniu do lipca były następujące: w kwietniu 41,8 mm, w maju 77,2 mm, w czerwcu 94,2 mm, w lipcu 70,5 mm. Najwyższą sumę opadów (403,6 mm) w okresie kwiecień – lipiec zanotowano w 1986 roku, a najniższą (168,8 mm) w 1983 roku. W pozostałych latach ilość opadów wahała się od 223,5 mm do 379,8 mm. Biorąc pod uwagę sumę opadów rocznych najbardziej zbliżony do normy był 1987 rok, a pod względem sum opadów w okresie kwiecień do lipca – 1984 rok.

W analizowanym dziesięcioleciu 1981-1990 odnotowano 4 lata przeciętne – 1981, 1984, 1986, 1987, 5 lat suchych – 1982, 1983, 1988, 1989, 1990 oraz rok wilgotny – 1985. W omawianym dziesięcioleciu wystąpiło: 17 miesięcy przeciętnych (kwiecień – 1986, 1987, maj – 1981, 1985, 1987, 1988, 1989, 1990, czerwiec – 1982, 1984, 1985, 1987, lipiec – 1981, 1982, 1984, 1986, 1990), 13 miesięcy suchych (kwiecień – 1981, 1982, 1988, maj – 1982, 1983, czerwiec – 1981, 1983, 1988, 1990, lipiec – 1983, 1987, 1988, 1989), 2 miesiące bardzo suche (kwiecień – 1983, 1984), 5 miesięcy wilgotnych (kwiecień – 1985, 1990, maj – 1984, 1986, lipiec – 1985), oraz 2 miesiące bardzo wilgotne (czerwiec – 1986, 1989) i 1 miesiąc skrajnie wilgotny (kwiecień – 1989). Najwyższe opady przekraczające normę zanotowano w kwietniu 1989 roku, w maju 1984 roku, w czerwcu 1986 i 1989 roku i lipcu 1985 roku. Rozkład i suma opadów w okresie od kwietnia do lipca były zróżnicowane. W 1983 roku przy najniższej sumie opadów 168,8 mm wynosił: 20, 42, 79 i 93 mm, a przy najwyższej sumie opadów 403,6 mm (1986 rok) odpowiednio 37, 119, 163 i 84 mm. Średnio zmienność opadów w wieloleciu 1981-1990 była rzędu $V = 46,8\%$ i kształtowała się od $V = 7,5$ do $54,8\%$.

Zmienność opadów była zróżnicowana w latach, lecz najmniejszą $V = 7,5\%$ stwierdzono w 1990 roku.

W analizowanym 30-leciu wystąpiło 16 lat przeciętnych, 6 lat suchych, 7 lat wilgotnych oraz 1 rok skrajnie wilgotny. Analogicznie rozpatrując okres od kwietnia do lipca stwierdzono 49 miesięcy przeciętnych, 29 suchych, 11 miesięcy bardzo suchych 14 wilgotnych, 11 bardzo wilgotnych oraz 6 skrajnie wilgotnych. Charakterystyczny wydaje się brak suchych miesięcy w wieloleciu 1961-1970, a ich występowanie nasila się w latach 1981-1990. Miesiące wilgotne przeważają w pierwszych dwu analizowanych dziesięcioleciach od 1961 do 1980. Rysunek 1 wskazuje, w okresie kwiecień-lipiec, na wzrost średniej miesięcznej temperatury i zmniejszanie się ilości opadów, co może mieć znaczenie dla produkcji polowej w tym rejonie.



Rys. 1. Zmiany średniej miesięcznej temperatury oraz sum opadów w okresie kwiecień-lipiec w latach 1961-1990

Fig.1. Changes of mean monthly temperature and sum of rainfall in April-July 1961-1990 period

WNIOSKI

1. Analiza warunków termicznych w kolejnych 10-leciach wskazuje na wzrost temperatury średniej rocznej z $7,2$ do $7,8^{\circ}\text{C}$ i wzrost wartości średniej za badany okres od kwietnia do lipca z $13,4$ do $13,8^{\circ}\text{C}$.

2. Stwierdzono systematyczne zmniejszanie się wartości zarówno rocznych, jak i w okresie od kwietnia do lipca opadów w mm, które rocznie zmniejszały się z 737 do 688 i 634 mm, natomiast ich sumy za okres od kwietnia do lipca z 344 do 312 i 285 mm.

3. Badany okres od kwietnia do lipca odznacza się dużą zmiennością temperatury w granicach od 11,5 do 14,3°C i opadów deszczu od 168,8 do 548,6 mm, co stanowi odpowiednio 54 i 17,6% normy średniej wieloletniej.

4. Względną zmienność temperatury powietrza w badanym okresie 1961–1990 ocenić można na 28,3%, natomiast opadów na 35,7%. Większa zmienność opadów świadczyć może o większym wpływie opadów na produkcję polową w warunkach okolic Krakowa.

PIŚMIENNICTWO

- Gołębiowska A., Ziernicka A., Zawora T., 2001. Przestrzenne zróżnicowanie współczynników zmienności opadów atmosferycznych na obszarze Polski. *Prz. Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środ.*, 21, 81-86.
- Hutorowicz H., 1988. Rozkład opadów okolic Olsztyna . I. Rozkład przestrzenny i czasowy opadów okolic Olsztyna (lata 1961-1970), *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricultura*, 45, 17-24.
- Kaczorowska Z., 1962. Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959. *Prz. Geogr.*, 3, 175-178.
- Koźmiński C., Czarna M., Górka W., 1987. Opady atmosferyczne na terenie województwa gdańskiego. *Wyd. AR w Szczecinie*.
- Koźuchowski K. 1996. Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych. *Przegl. Geogr.*, T. LXVIII, 1-2, *Pregl. Geogr.*, T. LXVIII, 1-2, 79-98.
- Mrugała S., Shuber P., 2004. Normalne i anomalne sumy opadów atmosferycznych w Lublinie i we Lwowie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, Vol. LIX, 7, 101-106.
- Nowicka A. Dragańska E. 2001. Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Żuław w latach 1966-1985. *Prz. Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środ.*, 21, SGGW Warszawa, 23-30.
- Przedpeńska W., 1993. Zmienność sum opadów atmosferycznych uśrednionych dla obszaru Polski. *Wiad. IMGW, XVI (XXXVII)*, z. 1, t. 16, 17-31.
- Zawora T., 2005. Temperatura powietrza w Polsce w latach 1991-2000 na tle okresu normalnego 1961-1990. *Acta Agrophysica*, 6(1), 281-287.
- Ziernicka A. 2004. Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych. *Acta Agrophysica*, 3(2), 393-397.
- Żmudzka E., Dobrowolska M., 2001. Termiczny okres wegetacyjny w Polsce – zróżnicowanie przestrzenne i zmienność czasowa. *Prz. Nauk. Wydz. Inż. i Kształ. Środ.*, SGGW, Warszawa, 21, 75-80.
- Żmudzka E., 2004. Tendencje zmian a zróżnicowanie przestrzenne elementów klimatu w Polsce w drugiej połowie XX wieku. [W]:Michalczyk Z. (red.) *Badanie geograficzne w poznawaniu środowiska*. UMCS, Lublin, 452-458.

ANALYSIS OF VARIABILITY OF PLUVIOMETRIC CONDITIONS NEAR
THE CITY OF CRACOW DURING THE PERIODS
FROM APRIL TO JULY (1961-1990)

Barbara Ścigalska, Bernadetta Łabuz

Department of General plant and Soil Cultivation, Agricultural University
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: bscigalska@ar.krakow.pl

Abstract. The objective of the paper was to analyse the variability of pluviometric conditions near the city of Cracow during vegetation seasons from April to July in the years from 1961 to 1990. The calculations performed were based on data obtained from the weather station in Mydlniki near Cracow. The Variability Factor (V%) was assumed to be a measure of variability. During the successive ten year periods from 1961 to 1990, analyses of thermal conditions were performed and the analysis results showed an increase both in the mean annual temperature, from 7.2 do 7.8°C, and in the mean value of temperature – from 13.4 to 13.8°C - during the period studied from April to July. Furthermore, it was found that the precipitation total gradually decreased during the successive 10-year periods from April to July. The precipitation amount during the vegetation season in the years from 1981 to 1990 was 82% of the precipitation total during the 10-year period in 1961–1970. The highest precipitation variability expressed per $V = 54.3\%$ was recorded in the 10-year period in 1961-1970. The temperature variability in the periods studied ranged from $V = 28.9$ to 32.3% . The relative variability of precipitation and temperature from 1961 to 1990 appeared to be poorly differentiated. As for the precipitation, the variability was expressed by $V = 35.7\%$, and as for the temperature – by $V = 28.3\%$. The fact that the precipitation variability was higher compared to the temperature variability can be a proof of the impact of precipitation on the field production in the region near Cracow.

Key words: analysis of variability, pluviometric conditions