

TENDENCY OF CHANGES IN PRECIPITATION AMOUNTS DURING GROWTH PERIOD IN CENTRAL-EAST POLAND (1971-2005)

Elżbieta Radzka

Siedlce University of Natural Sciences and Humanities

Abstract. The work presents data from nine Institute of Meteorology and Water Management (IMGW) stations collected from 1971 to 2005 in central-east Poland. The relative precipitation index (RPI) was applied to determine the frequency of individual drought classes during the growth period. Moreover, spatial distribution of precipitation amounts in the study area was presented. Also, the direction and significance of tendency for changes in precipitation were presented. In the study years, monthly precipitation amounts varied greatly during the growth period in central-east Poland. The lowest precipitation sums (335 mm) during the growth period (April-September) were recorded in the south-western part of the study area, whereas the highest precipitation sums (367 mm) were found in the north-eastern part of the area. The highest long-term (1971-2005) average precipitation amounts were recorded in July (74 mm) and June (72 mm), and the lowest ones in April (38 mm). Analysis of the frequency of individual drought classes according to the relative precipitation index showed that typical months were three and six times as frequent as extremely dry and wet months, respectively. Severe droughts occurred the most frequently in June and April; very dry and very wet spells were noted in April, and extremely wet periods in July. Analysis of the slopes of the regression line representing the rate of change in precipitation sums during the study period showed that the values of the slopes were close to zero and statistically insignificant. Statistically significant changes were recorded only in June in Białowieża, where the monthly precipitation amount decreased by 17.4 mm/10 years, and in August in Legionowo and Pułtusk, where the respective declines amounted to 13.5/10 years and 9.9 mm/10 years.

Key words: drought, growth period, precipitation, relative precipitation index (RPI), tendency for weather changes,

INTRODUCTION

Changeability in precipitation conditions, particularly as observed in recent years, causes unabated interest in this meteorological element. Many works concern the whole

country (Poland), as well as its particular regions [Kaczorowska 1962, Nowicka and Grabowska 1989, Hutorowicz *et al.* 1996, Szwejkowski *et al.* 2002, Banaszkiewicz *et al.* 2004, Ścigalska and Łabuz 2009]. However, the characteristic of the pluviometric conditions of the whole country does not present precisely their course in smaller areas. Kozuchowski [2013] states that from the eastern border of the country through the south part of Mazovia up to south Great Poland, the optimum precipitation zone $P_{opt} > 700$ mm extends. Optimum precipitation of similar amount is also characteristic for part of north Poland. In Masuria and in the south and south-western part of the country, optimum precipitation is lower than 650 mm. Tendencies for precipitation changes during climate warming have not been unambiguously evaluated so far. Żmudzka and Dobrowolska [2001] maintain that precipitation level in the second half of the 20th century does not show any defined direction of change. Effect of climate change on agriculture is defined by the change in the weather conditions for cultivation productivity. For Polish agriculture, the main threats in the future weather conditions are going to be temperature changes, water shortage, and severe weather phenomena (Serba *et al.* 2009). Particular cultivations differ in sensitivity to unfavourable weather conditions. Particularly large increase in yield variability in recent years has been shown by spring cereal [Górski *et al.* 1997, Radzka *et al.* 2013]. Factors related to climate changes also affect technological development and the organization of agriculture production.

Due to the above reasons, the aim of the work was to characterize precipitation conditions and determine their change tendencies during growth period in central-east Poland in years 1971-2005.

MATERIAL AND METHODS

In the work, data on daily precipitation sums was used from nine Institute of Meteorology and Water Management (IMGW) stations from central-east Poland from the period of 1971-2005 (Table 1).

Table 1. Geographic coordinates of synoptic and climatic Institute of Meteorology and Water Management (IMGW) stations in central-east Poland

Tabela 1. Współrzędne geograficzne stacji synoptycznych i klimatycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w środkowowschodniej Polsce

Station – Stacja	Geographic coordinates – Współrzędne geograficzne		H _s m a.s.l. m n.p.m.
	φ°	λ°	
Ostrołęka	53°05'	21°34'	95
Białowieża	52°42'	23°51'	164
Włodawa	51°33'	23°32'	163
Szepietowo	52°51'	22°33'	150
Legionowo	52°24'	20°58'	93
Biała Podlaska	52°02'	23°05'	133
Sobieszyn	51°37'	22°09'	135
Pułtusk	52°44'	21°06'	95
Siedlce	52°11'	22°16'	146

φ° – geographic latitude – szerokość geograficzna, λ° – geographic longitude – długość geograficzna, H_s – elevation above sea level – wysokość n.p.m.

Precipitation sums from the particular months of the growth period (April-September) were analyzed. Basic distribution characteristics were determined, namely arithmetic mean, minimum and maximum. In order to demonstrate the dynamics of monthly precipitation changes, coefficient of variation was calculated.

$$W_z = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

where:

W_z – coefficient of variation,

S – standard deviation,

\bar{X} – arithmetic mean.

Relative precipitation index (RPI) was determined. The index is defined as the relation of precipitation sums in a given period to the long-term average, set as a norm:

$$RPI = \frac{P}{\bar{P}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

where:

P – precipitation sum in the studied period,

\bar{P} – average precipitation value in the studied long-term period.

Table 2 presents humidity classification on the basis of the RPI values.

Table 2. Humidity classes according to the relative precipitation index *RPI* [Kaczorowska 1962]
Tabela 2. Klasy uwilgotnienia według wskaźnika względnego opadu *RPI* [Kaczorowska 1962]

Humidity classes – Klasa uwilgotnienia	<i>RPI</i> in the month – <i>RPI</i> w miesiącu
Extremely dry – Ekstremalnie suchy	0-24.9%
Very dry – Bardzo suchy	25.0-49.9%
Moderately dry – Umiarkowanie suchy	50.0-74.9%
Normal – Normalny	75.0-125.9%
Wet – Wilgotny	126.0-149.9%
Very wet – Bardzo wilgotny	150-199.9%
Extremely wet – Skrajnie wilgotny	>200%
Humidity classes – Klasa uwilgotnienia	<i>RPI</i> in the season April-September <i>RPI</i> w sezonie kwiecień – wrzesień
Extremely dry – Skrajnie suchy	<50%
Very dry – Bardzo suchy	50-74%
Dry – Suchy	75-89%
Average – Przeciętny	90-110%
Wet – Wilgotny	111-125%
Very wet – Bardzo wilgotny	126-150%
Extremely wet – Skrajnie wilgotny	>150%

RESULTS AND DISCUSSION

Average precipitation sum from the nine stations during the growth period (April-September) in the analyzed long-term period amounted to 349 mm. The lowest precipitation sums were noted in the south-western part of the studied area (Legionowo 335 mm), and the highest in the north-east (Białowieża 367 mm) (Fig. 1).

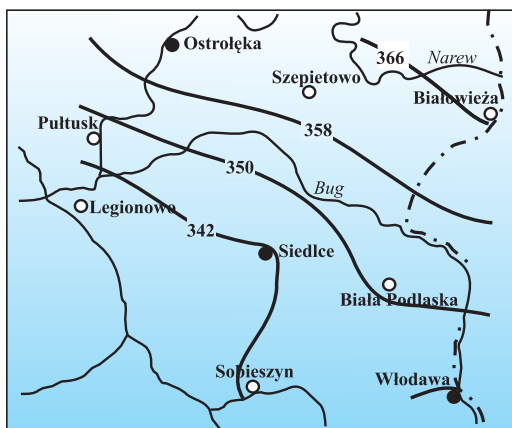


Fig. 1. Spatial distribution of precipitation amounts during the growth season (April-September) in central-east Poland from 1971 to 2005

Rys. 1. Rozkład przestrzenny sumy opadów atmosferycznych okresu wegetacyjnego (kwiecień – wrzesień) w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005

On the basis of the analysis of the minimum monthly precipitation sums in the growth period, it was found that in five cases in the analyzed long-term period, the sums were zero (Białowieża: June, August, September; Ostrołęka: August; Biała Podlaska: August) (Table 3).

In every single of the stations taken into account in the analysis, there were also months during the study period in which the minimum precipitation amount was lower than 10 mm. The highest noted monthly precipitation amount in the studied long-term period was 239 mm (w Legionowo in June), and amounts above 200 mm were also noted in Ostrołęka (September: 208 mm), Białowieża (July: 201 mm; August: 218 mm), and Legionowo (August: 233 mm). In central-east Poland, the highest long-term average (1971-2005) precipitation sums during the growth season in the studied long-term period were noted in July (74 mm) and June (72 mm), and the lowest in April (38 mm).

On the basis of the analysis of the occurrence of the particular humidity classes, according to the relative precipitation index, it was found that typical months occurred three times more often than extremely dry ones and six times more often than extremely wet ones (Table 4).

Extreme drought was most often noted in August and June, very dry months in April, very wet months in April and September, and extremely humid ones in July.

Table 3. Mean, minimum and maximum precipitation amounts during the growth season in central-east Poland from 1971 to 2005, mm

Tabela 3. Średnie, minimalne i maksymalne sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005, mm

Station – Stacja		Month – Miesiąc					
		April kwiecień	May maj	June czerwiec	July lipiec	August sierpień	September wrzesień
Ostrołęka	min	5	21	17	18	0	9
	max	98	113	161	155	181	208
	mean – średnia	39	54	79	69	66	59
Białowieża	min	5	5	0	4	0	0
	max	113	103	190	201	218	116
	mean – średnia	42	54	72	80	64	55
Włodawa	min	15	13	5	12	3	8
	max	91	98	178	171	113	114
	mean – średnia	37	51	66	78	57	52
Szepietowo	min	6	7	29	9	15	8
	max	90	114	168	198	177	149
	mean – średnia	41	51	67	75	60	58
Legionowo	min	4	15	10	14	12	10
	max	111	81	239	194	233	145
	mean – średnia	37	47	72	73	57	49
Biała Podlaska	min	12	12	5	22	0	10
	max	84	106	179	198	177	113
	mean – średnia	37	52	73	74	64	52
Sobieszyn	min	6	16	26	9	6	13
	max	95	94	187	191	150	117
	mean – średnia	38	44	75	77	57	52
Pułtusk	min	3	21	14	12	7	4
	max	114	112	197	197	155	146
	mean – średnia	36	52	76	73	58	51
Siedlce	min	6	14	16	18	3	18
	max	91	114	194	176	195	118
	mean – średnia	33	51	71	70	61	55

Table 4. Mean frequency of humidity classes according to the RPI in the individual months of the growth season (April-September) in central-east Poland from 1971 to 2005, %

Tabela 4. Średnia częstość występowania klas uwilgotnienia według wskaźnika RPI w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego (kwiecień – wrzesień) w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005, %

Humidity classes Klasy uwilgotnienia	April kwiecień	May maj	June czerwiec	July lipiec	August sierpień	September wrzesień
Extremely dry – Skrajnie suchy	9.5	9.2	10.5	8.3	12.1	8.9
Very dry – Bardzo suchy	13.3	10.5	9.5	12.1	11.4	12.4
Moderately dry – Umiarkowanie suchy	17.9	15.3	19.5	16.2	17.5	18.4
Normal – Normalny	29.9	42.5	36.1	39.6	36.1	32.8
Wet – Wilgotny	11.8	8.9	9.8	7.3	8.9	9.2
Very wet – Bardzo wilgotny	12.8	11.1	8.9	9.2	8.3	12.6
Extremely wet – Skrajnie wilgotny	4.8	2.5	5.7	7.3	5.7	5.7

Analysis of the occurrence of drought classes at the particular stations in the study area demonstrated that extreme drought was most frequently noted in Pułtusk, and very

dry months in Sobieszyn (Table 5). On the other hand, very wet months occurred most frequently in the eastern part of the studied area (Białowieża, Włodawa), and extremely wet in Szepietowo. Precipitation sums in all the months of the growth period were characterized by large variability (from 36.1% in May in Legionowo to 70.5% in August also in Legionowo) (Table 6). The observed precipitation variability to a large extent results from the effect of atmospheric circulation, which decides about the superiority of continental or oceanic influences, which form the climate globally, as well as locally [Twardosz *et al.* 2011].

Table 5. Mean frequency of humidity classes according to the RPI at the individual stations located in central-east Poland from 1971 to 2005, %

Tabela 5. Średnia częstość występowania klas uwilgotnienia według wskaźnika RPI w poszczególnych stacjach środkowowschodniej Polski w latach 1971-2005, %

Humidity classes April-September Klasy uwilgotnienia w sezonie kwiecień – wrzesień	Ostrołęka	Białowieża	Włodawa	Szepietowo	Legionowo	Biała Podlaska	Sobieszyn	Pułtusk	Siedlce
Extremely dry – Skrajnie suchy	2.4	4.6	3.3	2.9	4.8	3.8	1.4	6.2	1.9
Very dry – Bardzo suchy	10.5	12.4	8.6	11.9	11.9	7.6	17.1	11.9	16.7
Dry – Suchy	20.5	20.5	22.4	23.8	16.7	26.6	19.0	18.1	19.5
Average – Przeciętny	35.7	34.4	40.0	36.6	41.3	41.1	34.8	38.1	36.2
Wet – Wilgotny	9.0	9.5	8.1	11.0	10.5	7.1	9.6	9.2	10.5
Very wet – Bardzo wilgotny	8.6	13.8	15.2	7.1	10.0	7.6	11.9	10.0	10.0
Extremely wet – Skrajnie wilgotny	4.8	4.8	2.4	6.7	4.8	6.2	6.2	6.5	5.2

On the basis of the analysis of the values of the slopes of regression lines it may be stated that their values were close to zero, which indicates slight, statistically insignificant changes in the precipitation amounts in the studied long-term period. Statistically significant changes were only noted in June (Białowieża) and August (Legionowo and Pułtusk). In June in Białowieża, monthly precipitation sum decreased by 17.4 mm/10 years, and in August in Legionowo by 13.5 mm/10 years and in Pułtusk by 9.9 mm/10 years.

In years 1951-2010, seasonal precipitation sums, according to Kozuchowski [2004] and Ziernicka-Wojtaszek [2006], do not show a statistically significant linear trend, which mostly results from the fact that the changes in this the most labile climate component takes the form of irregular fluctuations. Analysis results of climate scenarios, carried out as part of the project entitled “Adaptation of sensitive sectors and areas of Poland to climate changes before 2070” led by Sadowski [2013] indicate that in the case of precipitation, tendencies are unclear. Simulations indicate certain increase in winter precipitation and decrease in summer precipitation at the end of the century. In the annual precipitation sums in Poland, spatial diversification does not change in relation to the present one. Moreover, decrease in summer precipitation at the end of the century is clearly visible, especially in the south-east. Also Czarnecka and Nidzgorska-Lancewicz [2012], in their analysis of long-term (1951-2010) precipitation variability in Poland, found rather few cases of statistically proved seasonal changes in precipitation amounts, significant at the level of $P = 0.05$. However, various tendencies for precipitation changes in the particular months in different regions of the country are observed [Banaszkiewicz *et al.* 2007, Musiał and Rojek 2007].

Table 6. Slopes of regression lines and coefficients of variation of monthly precipitation amounts (April-September) in central-east Poland from 1971 to 2005

Tabela 6. Współczynniki kierunkowe trendu i współczynniki zmienności sumy opadów atmosferycznych (kwiecień – wrzesień) w środkowowschodniej Polsce w latach 1971-2005

Specification Wyszczególnienie	Month – Miesiąc					
	April kwiecień	May maj	June czerwiec	July lipiec	August sierpień	September wrzesień
Ostrołęka						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.70	-0.33	-0.41	-0.72	-1.06	1.05
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	54.7	46.5	50.6	50.3	61.3	67.3
Białowieża						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	-0.46	0.55	-1.74*	-0.72	-0.84	-0.44
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	59.3	44.4	56.6	59.9	62.9	49.4
Włodawa						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.21	-0.06	-0.66	-0.35	0.17	-0.54
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	44.9	42.5	49.7	51.4	48.8	51
Szepietowo						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	-0.08	-0.08	-0.55	-0.55	-1.06	-0.37
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	57.1	47.3	48.7	57.5	68.2	68.6
Legionowo						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.20	0.29	-0.43	-0.22	-1.35*	-0.34
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	62.4	36.1	56.5	53.1	70.5	66
Biała Podlaska						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.46	-0.62	-0.41	-0.26	-0.68	-0.06
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	47.1	43.7	59.9	58.1	63.8	46.4
Sobieszyn						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	-0.11	-0.27	-0.76	0.24	-0.89	-0.20
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	57.6	39.4	55.9	59	57.3	56.9
Pułtusk						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.18	0.30	-0.17	0.42	-0.99*	-0.02
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	66.1	41.8	60.7	58.7	52.7	63.3
Siedlce						
Slopes of regression lines (a)						
Współczynnik kierunkowy trendu (a)	0.20	-0.16	-0.54	-0.24	-0.70	-0.26
Coefficient of variation, %						
Współczynnik zmienności, %	58.7	49.8	50.3	56.3	58.7	52.4

* significant at $P = 0.05$ – istotne przy $P = 0.05$

CONCLUSIONS

1. In central-east Poland, in the studied long-term period (1971-2005), significant variability in the monthly precipitation sums during the growth period (April-September) were noted.

2. The lowest precipitation sums during the growth period were noted in the south-western part of the studied area (335 mm), and the highest ones in the north-eastern part (367 mm). The highest long-term (1971-2005) average precipitation sums were characteristic for July (74 mm) and June (72 mm), and the lowest ones for April (38 mm).

3. Frequency of the occurrence of typical months, determined on the basis of the relative precipitation index, was three times higher than the occurrence of extremely dry months and six time higher than the occurrence of extremely wet months. Extreme drought most often occurred in August and June, and extremely wet months in July. The highest number of very dry months was noted in April, and very wet ones in April and September.

4. Analysis of the values of the slopes of regression lines of the changes in precipitation sums in the studied long-term period demonstrated that their values were close to zero and statistically insignificant. Monthly precipitation sums decreased significantly only in June in Białowieża by 17.4 mm/10 years, and in August in Legionowo by 13.5 mm/10 years and in Pułtusk by 9.9 mm/10 years.

5. The results obtained in the work will contribute to the perception of the spatial diversification of precipitation amounts during the growth period in central-east Poland, precipitation variability and the frequency of the occurrence of extreme values. Characteristics of intensity and frequency of the occurrence of both drought and excessive precipitation is important for agricultural production.

REFERENCES

- Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070, 2013. Projekt pod kier. M. Sadowskiego, Warszawa, 30-39.
- Banaszkiewicz B., Grabowska K., Suchecki S., 2007. Charakterystyka warunków opadowych Pojezierza Suwalskiego w latach 1971-2000. *Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ.* 3(37), 23-32.
- Banaszkiewicz B., Grabowska K., Szwejkowski Z., 2004. Charakterystyka opadów atmosferycznych na terenie województwa warmińsko-mazurskiego w latach 2000-2002. *Acta Agrophys.* 3(1), 5-11.
- Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz J., 2012. Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 12, 2(38), 45-60.
- Górski T., Demidowicz G., Deputat T., Górka K., Marcinkowska I., Spoz-Pač W., 1997. Empiryczny model plonowania pszenicy ozimej w funkcji czynników meteorologicznych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 313, 99-109.
- Hutorowicz H., Grabowska K., Nowicka A., 1996. Charakterystyka warunków klimatycznych Pojezierza Mazurskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 431, 21-29.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Prace geograficzne* 33.
- Koźuchowski K., 2004. Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku. [In:] *Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce*, K. Koźuchowski (ed), Wydaw. Biblioteka Łódź, 47-58 [in Polish].
- Koźuchowski K., 2013. Ocena higroklimatycznych warunków wegetacji w Polsce. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego* 14, 103-111.

- Musiał E., Rojek M.S., 2007. Ewapotranspiracja potencjalna i opady atmosferyczne we Wrocławiu-Swojcu w wieloleciu 1965-2000. *Acta Agrophys.* 9(3), 685-698.
- Nowicka A., Grabowska K., 1989. Charakterystyka ważniejszych elementów klimatu Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego, IV. Opady atmosferyczne. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt., Agricultura* 59, 105-113.
- Radzka E., Gąsiorowska B., Koc G., 2013. Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji zbóż jarych w rejonie Siedlec. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2/I/2013, 147-154.
- Serba T., Leśny J., Juszczak R., Olejnik J., 2009. Wpływ zmian klimatycznych na rolnictwo w Europie, projekt ADAGIO. *Acta Agrophys.* 13(2), 487-496.
- Szwejkowski Z., Nowicka A., Dragańska E., 2002. Klimat Pojezierza Mazurskiego, Cz. I, Temperatury i opady atmosferyczne w okresie 45-lecia 1951-1995. *Fragm. Agron.* XXIX, 2(74), 285-295.
- Ścigalska B., Łabuz B., 2009. Analiza zmienności warunków pluwiotermicznych od kwietnia do lipca w okolicach Krakowa (1961-1990). *Acta Agrophys.* 13(2), 505-521.
- Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E. 2011. The influence of atmospheric circulation on the type of precipitation (Krakow, southern Poland). *Theoretical and Applied Climatology* 104, 233-250.
- Ziernicka-Wojtaszek A., 2006. Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971-2000. [In:] *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*, J. Trepińska, Z. Olecki (eds.), Inst. Geogr. i Gosp. Przestrz. UJ Kraków, 139-148.
- 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.

TENDENCJE ZMIAN OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH OKRESU WEGETACYJNEGO W ŚRODKOWOSCHODNIEJ POLSCE (1971-2005)

Streszczenie. W pracy wykorzystano dane dotyczące sum opadów atmosferycznych, pochodzące z dziewięciu stacji IMGW z rejonu środkowowschodniej Polski, zarejestrowane w latach 1971-2005. Na podstawie wskaźnika względnego opadu RPI określono częstość występowania poszczególnych klas suszy w okresie wegetacyjnym. Przedstawiono rozkład przestrzenny wysokości opadu atmosferycznego na badanym obszarze. Określono również kierunek oraz istotność tendencji zmian opadów atmosferycznych. W ujęciu wieloletnim w środkowowschodniej Polsce zanotowano dużą zmienność miesięcznych sum opadów w okresie wegetacyjnym. Najniższe sumy opadów w okresie wegetacyjnym (kwiecień – wrzesień) notowano w południowo-zachodniej części badanego obszaru (335 mm), a najwyższe w północno-wschodniej (367 mm). Najwyższymi średnimi wieloletnimi (1971-2005) sumami opadów charakteryzowały się lipiec (74 mm) i czerwiec (72 mm), a najniższymi kwiecień (38 mm). Na podstawie analizy częstości występowania poszczególnych klas suszy według wskaźnika względnego opadu stwierdzono, że miesiące normalne występowały trzykrotnie częściej niż ekstremalnie suche i sześciokrotnie częściej niż skrajnie wilgotne. Ekstremalnie susze najczęściej notowano w sierpniu i czerwcu, miesiące bardzo suche w kwietniu, bardzo wilgotne w kwietniu i wrześniu, a skrajnie wilgotne w lipcu. Na podstawie analizy wartości współczynników kierunkowych trendu miesięcznych sum opadów atmosferycznych w badanym wieloleciu stwierdzono, że ich wartości były bliskie zeru i statystycznie nieistotne. Zmiany statystycznie istotne zanotowano jedynie w czerwcu w Białowieży,

gdzie miesięczna suma opadów zmniejszała się o 17,4 mm/10 lat, oraz w sierpniu w Legionowie o 13,5 mm/10 lat i w Puławsku o 9,9 mm/10 lat.

Słowa kluczowe: okres wegetacyjny, opady atmosferyczne, susza, tendencje zmian pogody, wskaźnik względnego opadu

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 25.07.2014

For citation – Do cytowania:

Radzka E., 2014. Tendency of changes in precipitation amounts during growth period in central-east Poland (1971-2005). *Acta Sci. Pol., Agricultura* 13(3), 57-66.