

ZMIENNOŚĆ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA OBSZARZE POLSKI W LATACH 1971-2000

Wstęp

Pomimo upływu piętnastu lat od zakończenia 30-lecia 1961-1990, z którego sumy opadów atmosferycznych według zaleceń Światowej Organizacji Meteorologicznej uznawane są za aktualnie obowiązującą normę klimatologiczną – nie opracowano w Polsce odpowiedniego atlasu klimatycznego lub atlasu opadów atmosferycznych za wspomniane 30-lecie na wzór atlasów Wiszniewskiego (z okresów 1891-1930 i 1931-1960). Wyjątkiem jest opublikowana przez Kossowską-Cezak i współautorów (2000) skromna część tabelaryczna dotycząca miesięcznych i rocznych sum z 45 stacji meteorologicznych. Okres ostatnich kilkunastu lat od zakończenia roku 1990, zamykającego 30-lecie uznane za normę, jest wystarczająco długi, stanowi już prawie połowę okresu następnej normy 1991-2020 i jest bogaty w ekstremalne zjawiska opadowe, jak katastrofalne susze w latach 1992 i 1994 oraz powódź w 1997 r. Z tego też względu zdecydowano się na diagnozę wybranych wskaźników reżimu opadowego Polski za ostatnie 30-lecie XX w., a więc lata 1971-2000, zwłaszcza że ostatnio spotyka się stosowanie okresu 1971-2000 jako normalnego.

Material i metody

Opracowanie oparto na zweryfikowanych materiałach odnośnie miesięcznych sum opadów atmosferycznych z 53 stacji meteorologicznych rozmieszczonych równomiernie na obszarze Polski za lata 1971-2000. Odczuwa się brak większej liczby stacji reprezentujących tereny górskie. Dane opadowe pochodziły z „Miesięcznego Przeglądu Agrometeorologicznego” wydawanego przez IMGW,

a po zaprzestaniu jego publikowania z materiałów archiwalnych zakupionych w IMGW. Zebrany materiał oceniono pod względem stopnia homogeniczności danych, stosując test Bartletta (Arléry i in. 1973).

Zmienność czasową opadów scharakteryzowano poprzez maksima i minima miesięczne i roczne, odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności opadów w poszczególnych miesiącach. Przebieg opadów przedstawiono w poszczególnych latach dla uśrednionych sum rocznych z obszaru całej Polski. Ponadto zastosowano 5-letnie średnie ruchome w celu wydzielenia okresów suchych i mokrych. Obliczono również parametry trendu prostoliniowego i oceniono jego istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ (Gregory 1976).

Istotność statystyczną różnic średnich wieloletnich sum opadów z okresów 1961-1990, 1971-2000 i 1991-2000 ustalono testem t Studenta na poziomie $\alpha = 0,05$ (Gregory 1976; R. Zieliński, W. Zieliński 1990). Za odjemną przyjmowano zawsze okres późniejszy, a za odjemnik – wcześniejszy.

Dla określenia zróżnicowania przestrzennego opadów dokonano próby skonstruowania wzoru wiążącego roczne sumy opadów z szerokością i długością geograficzną oraz wysokością n.p.m. metodą krokowej regresji wielokrotnej.

Za przedział opadów optymalnych w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego przyjęto taki zakres wartości opadów, dla którego korespondenci rolni nie obserwowali agroekologicznych skutków związanych z niedoborem lub nadmiarem opadów, a także utrudnień w pracach polowych.

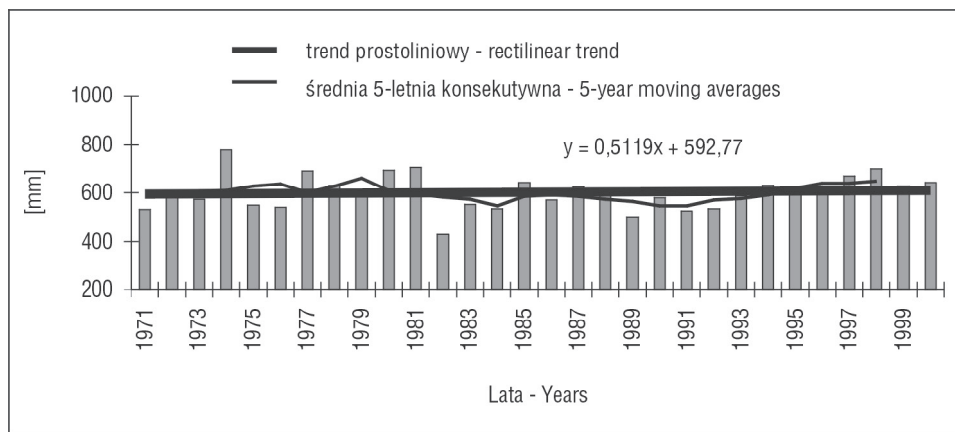
Wyniki i dyskusja

Uśredniona roczna suma opadów atmosferycznych dla obszaru Polski wynosiła 601 mm w analizowanym 30-leciu 1971-2000. Opady półrocza letniego (V-X) stanowiły 176% opadów półrocza zimowego (XI-IV). Z zestawienia dokonanego przez Mrugałę (2001) wynika, że w zależności od przyjętego do opracowania okresu a także zastosowanej metody średnia roczna suma opadów atmosferycznych w Polsce oceniana była w granicach 488,5-780,0 mm. Otrzymana w niniejszym opracowaniu wartość zbliżona jest do sumy 596 mm podawanej przez Zinkiewicza (1972) za okres 1951-1965 i do 605 mm otrzymanej przez Dynowską (1991) za okres 1951-1970.

W poszczególnych latach uśrednione roczne sumy charakteryzowały się dużą zmiennością. Najbardziej suchym rokiem był 1982 z sumą 430 mm stanowiącą 72% średniej 30-letniej (1971-2000). Najbardziej mokrym okazał się rok 1974 z sumą 776 mm wynoszącą 129% średniej 30-letniej (ryc. 1).

Pierwsza dekada badanego wielolecia była dość wilgotna. Szczególnie wysokie sumy wystąpiły w roku najbardziej mokrym 1974 i w latach 1977-1981. Przewaga lat z opadami niskimi utrzymywała się w okresie 1982-1992. Począwszy od 1993 r. opady charakteryzowały się tendencją wzrostową, która utrzymywała się do końca badanego wielolecia (ryc. 1).

Analiza trendu opadów w okresie 1971-2000 wykazała, że był on dodatni (ryc. 1). Zwiększenie opadów wynosiło 0,5 mm/rok. Jednak zaobserwowany



Ryc. 1. Przebieg rocznych sum opadów atmosferycznych uśrednionych na obszarze Polski w latach 1971-2000

Fig. 1. Course of annual precipitation mean sums in Poland (1971-2000)

trend na poziomie $\alpha = 0,05$ nie był statystycznie istotny. Słaby trend rosnący $0,29$ mm/rok stwierdzili Kożuchowski i Żmudzka (2003) oraz Kożuchowski (2004) dla opadów w Polsce za okres 1951-2000. Rosnącą tendencję opadów atmosferycznych w drugiej połowie XIX i w XX w. w Europie na północ od Karpat i Sudetów potwierdzili Niedźwiedz i Twardosz (2004).

Wobec dużej zmienności opadów i sygnalizowanego wzrostu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, względy praktyczne przemawiały za koniecznością oceny różnic sum opadów atmosferycznych pomiędzy: 1) badanym 30-leciem 1971-2000 a obowiązującą normą 1961-1990, 2) dziesięcioleciem 1991-2000 a badanym 30-leciem 1971-2000, 3) dziesięcioleciem 1991-2000 a obowiązującą normą 1961-1990. Porównanie to było niejako bieżącą „oceną” normy – sprawdzeniem, czy zasadne jest mimo obowiązujących w tym względzie międzynarodowych ustaleń opieranie się na obowiązującej normie. Sprawdzone również, czy różnice, zwłaszcza w latach ostatnich, są tak duże i istotne, że powinniśmy je wziąć pod uwagę i uwzględnić w działaniach praktyczno-inżynierskich, chociażby w ocenie jednego z najważniejszych składników strony przychodowej bilansu wodnego, jakim są opady atmosferyczne. Na szczególną uwagę zasługuje ostatnie 10-lecie 1991-2000, bowiem z jednej strony jest to okres wchodzący już w skład następnego 30-lecia 1991-2020 planowanego jako kolejna norma, z drugiej zaś w okresie tym obserwowano duże zróżnicowanie opadów, które spowodowały tragiczną w skutkach powódź w 1997 r., czy też susze w latach 1992, 1994 i 2000. Warto zaznaczyć, że prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu kulminacyjnego w Raciborzu-Miedoni oceniono na znacznie mniejsze od $0,1\%$. Oznacza to, że okres powtarzalności takiego przepływu jest dużo większy niż 1000 lat (Bogdanowicz, Fal 1997).

Tab. 1. Średnie wieloletnie wartości rocznych sum opadów atmosferycznych (mm) z obszaru Polski w różnych okresach

Tab. 1. Many years' mean sums of precipitation (mm) for different periods in Poland

Okres - Period	1961-1990	1971-2000	1991-2000
Suma opadów Sum of precipitation (mm)	609	601	612

Uśrednione roczne sumy opadów atmosferycznych w badanym okresie w porównaniu do standardowego 30-lecia 1961-1990 i ostatniego 10-lecia 1991-2000 nie uległy większym zmianom (tab. 1). Odpowiednie różnice (-8, +11 mm), czyli w granicach 1-2%, nie były statystycznie istotne.

Wzrosła natomiast zmienność opadów wyrażona przez wartość współczynnika zmienności będącego stosunkiem odchylenia standardowego do wartości średniej. Wartość tego współczynnika za 30-lecie 1971-2000 dla rocznych sum wynosiła 0,168 i była wyższa od ostatnich najwyższych wartości z okresu 1861-1990, prezentowanych w opracowaniu Kozuchowskiego (1996). Potwierdza to tylko dalszy wzrost wartości współczynnika zmienności, przedstawiony przez wspomnianego autora i dowodzi postępującej niestabilności klimatu. Największą zmiennością w kolejnych miesiącach bez względu na zróżnicowanie terytorialne odznaczał się październik o wartości współczynnika 0,67, natomiast najmniejszą maj, czerwiec i listopad w granicach 0,25-0,30. Występowanie najmniejszej zmienności opadów w maju i czerwcu należy uznać za korzystną dla rolnictwa cechę naszego reżimu opadowego. W pozostałych miesiącach wartości współczynnika zmienności wahały się w granicach 0,35-0,47 (tab. 2).

Najniższe wartości miesięczne maksymalnych sum opadów rzędu 50-70 mm wystąpiły w lutym i listopadzie. W styczniu, marcu, kwietniu, maju, wrześniu i grudniu zawierały się one w przedziale wartości 71-100 mm, a w czerwcu, lipcu, sierpniu i październiku przekraczały tę ostatnią wartość, dochodząc w najobfitszym w opady lipcu do 178 mm. Wysoką miesięczną maksymalną sumą wynoszącą 159 mm odznaczał się również październik (tab. 2). Najniższe uśrednione dla obszaru Polski miesięczne sumy opadów atmosferycznych w okresie od grudnia do marca wahały się w granicach 5-8 mm, a w kwietniu, wrześniu i październiku wyniosły kilkanaście mm. W lipcu i listopadzie osiągnęły wartość dwudziestu kilku mm, zaś w pozostałych miesiącach - maju, czerwcu i sierpniu 30 mm lub przekraczały tę wartość (tab. 2). Różnice pomiędzy najwyższymi a najniższymi miesięcznymi sumami opadów uśrednionymi dla obszaru Polski najmniejsze były w lutym, kwietniu i listopadzie - odpowiednio 49, 55 i 44 mm. Największe różnice 153 i 146 mm zaznaczyły się w lipcu i październiku. W pozostałych miesiącach zawierały się w granicach 61-91 mm. Wartości odchylenia standardowego uśrednionych sum opadów atmosferycznych rzędu kilkunastu mm wystąpiły w miesiącach od stycznia do maja, w listopadzie i grudniu. We wrześniu dochodziły one do wartości 20 mm, w czerwcu i sierpniu przekraczały tę wartość o kilka mm, dochodząc w październiku do prawie 30 mm i osiągając 34,2 mm w lipcu.

Tab. 2. Wybrane charakterystyki miesięcznych sum opadów atmosferycznych uśrednionych na obszarze Polski w latach 1971-2000
 Tab. 2. Chosen characteristics of monthly precipitation mean sums in Poland (1971-2000)

Charakterystyka Characteristic	Miesiące - Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Wartość maksymalna Maximum value (mm)	73 (1976)	54 (1977)	73 (1994)	71 (1999)	92 (1996)	119 (1980)	178 (1997)	121 (1972, 1977)	95 (1978)	159 (1974)	68 (1981)	76 (1974)
Wartość minimalna Minimal value (mm)	8 (1997)	5 (1976)	8 (1974)	16 (1974)	31 (1980)	36 (1976)	25 (1994)	30 (1973)	18 (1982)	13 (1988)	24 (1975, 1982)	6 (1972)
Amplituda Range (mm)	65	49	65	55	61	83	153	91	77	146	44	70
σ (mm) ¹⁾	14,6	12,4	16,1	14,9	14,3	23,2	34,2	24,7	19,8	29,7	11,2	15,0
C_v ²⁾	0,45	0,46	0,47	0,37	0,25	0,30	0,42	0,37	0,35	0,67	0,27	0,36

¹⁾ σ - odchylenie standardowe - standard deviation

²⁾ C_v - współczynnik zmienności - variability coefficient

Tab. 3. Wybrane charakterystyki sezonowych i rocznych sum opadów atmosferycznych uśrednionych na obszarze Polski w latach 1971-2000

Tab. 3. Chosen characteristics of seasonal and annual precipitation mean sums in Poland (1971-2000)

Charakterystyka Characteristic	Sezony - Seasons			
	Wiosna Spring	Lato Summer	Jesień Autumn	Zima Winter
Wartość maksymalna Maximum value (mm)	204 (1994)	320 (1980)	247 (1974)	143 (1974)
Wartość minimalna Minimum value (mm)	90 (1974)	124 (1982)	64 (1982)	33 (1972)
Amplituda Range (mm)	114	202	183	110
σ (mm) ¹⁾	24,7	49,8	30,0	20,0
C_v ²⁾	0,19	0,22	0,25	0,25

¹⁾ σ - odchylenie standardowe - standard deviation

²⁾ C_v - współczynnik zmienności - variability coefficient

Najwyższe sezonowe sumy dotyczące zarówno wartości maksymalnych, jak i minimalnych wystąpiły w lecie, a najniższe w zimie. Jesień w świetle porównania minimalnych i maksymalnych sum odznaczała się większą zmiennością opadów niż wiosna. Odchylenie standardowe opadów wiosennych i zimowych wynosiło około 25 mm, w jesieni przyjęło wartość 35 mm, a w lecie osiągnęło prawie 50 mm. Współczynnik zmienności opadów najmniejszy był w okresie wiosennym i wyniósł 0,19, nieco większy w lecie - 0,22, a największy w jesieni i w zimie - 0,25 (tab. 3).

W opracowaniach klimatologicznych zmienność obszarową opadów atmosferycznych przedstawia się zarówno w postaci zestawień tabelarycznych dla istniejących bądź wybranych stacji meteorologicznych (Chomicz 1977; Kossowska-Cezak i in. 2000), jak i za pomocą izohiet na mapach. Wraz z rozwojem technik

komputerowych i metod numerycznych tradycyjne mapy izohiet ustępują miejsca modelom matematycznym. Ze skonstruowanego metodą regresji krokowej wielokrotnej modelu zależności rocznych sum opadów od szerokości geograficznej, długości geograficznej oraz wysokości bezwzględnej wynika, że zależność pomiędzy branyymi pod uwagę parametrami geograficznymi stacji meteorologicznych a roczną sumą opadów najlepiej opisuje następujący model matematyczny:

$$y = 62715,68173 - 2384,35387 \varphi + 22,86863 \varphi^2 + 0,00225 h^2 - 0,00562 \varphi^*h - 0,01368 \lambda^*h$$

$$F_{kr(N-K-1, K, \alpha)} = 2,41$$

$$F = 25,445$$

$$F/F_{kr} = 10,558$$

Współczynnik korelacji wielowymiarowej: $R = 0,855$.

Wartość krytyczna funkcji t - Studenta:

$$t_{kr(N-K-1, \alpha)} = 1,68$$

$$t_{\varphi} = -5,491 > t_{kr} \text{ współczynnik istotny,}$$

$$t_{\varphi}^2 = 5,514 > t_{kr} \text{ współczynnik istotny,}$$

$$t_h^2 = 3,823 > t_{kr} \text{ współczynnik istotny,}$$

$t_{\alpha; n_1} = -0,740 < t_{kr}$ współczynnik nieistotny,

$t_{\lambda; n_1} = -0,892 < t_{kr}$ współczynnik nieistotny.

Błąd standardowy estymacji wynosi 45,79 mm.

Otrzymana funkcja regresji spełniała warunek $F > F_{kr}$. Należy więc odrzucić hipotezę o nieistotności funkcji regresji z ryzykiem błędu określonym poziomem istotności (0,05) i należy wnioskować o istotności funkcji regresji.

Zastosowana w opracowaniu metoda dołączania zmiennych, polegająca na zbudowaniu najprostszych funkcji regresji i stopniowym jej powiększaniu aż do momentu nieistotności ostatnio wprowadzonego członu, wykazała, że pierwszym takim członem była wysokość n.p.m. Oznacza to, że wysokość n.p.m. była decydującym czynnikiem warunkującym zróżnicowanie przestrzenne opadów w Polsce. Mniejszy dodatni wpływ miała szerokość geograficzna, a najmniejszy ujemny wpływ długość geograficzna, będąca miernikiem oddalenia od morza czy kontynentalizmu klimatu. Jest to zgodne z wynikami prac Stopy-Boryczki i Boryczki (1974, 1976). Współczynnik korelacji całkowitej wg wymienionych autorów wynoszący 0,882 w półroczu X-III i 0,860 w półroczu IV-IX jest prawie identyczny z obliczonym w pracy. Przyjęte przez Stopę-Boryczkę i Boryczkę zależności liniowe umożliwiły przedstawienie gradientów parametrów meteorologicznych, natomiast zastosowana w pracy metoda umożliwiła każdorazowo spośród członów funkcji regresji o największej złożoności wybranie takiej funkcji, która najlepiej opisuje rozważane zjawisko dla przyjętego poziomu istotności. W porównaniu do wzoru empirycznego opracowanego przez Sulińskiego (1999), opartego na materiale z lat 1951-1970 i innych przesłankach teoretycznych, jest on obciążony podobnym średnim błędem oszacowania równym 6%. Można przypuszczać, że lepsze wyniki dałyby odpowiednie wzory regionalne niż ogólnokrajowe lub pretendujące do globalnych.

Jak wynika z badań Kożuchowskiego i Żmudzkiej (2001), przyjęte wieloletnie odznacza się systematycznym wzrostem temperatury powietrza. Dla sprawdzenia, że fakt ten spowodował już w badanym 30-leciu wzrost przedziału wartości optymalnych opadów, porównano wartości optymalnych opadów w dwu kolejnych 15-leciach 1971-1985 i 1986-2000 (tab. 4). Dla zwiększenia liczby danych faktycznie porównano wartości z okresów 1971-1990 i 1981-2000.

Tab. 4. Wzrost przedziału wartości optymalnych opadów dla ważniejszych roślin uprawnych na obszarze Polski w okresach 1971-1985 i 1986-2000 (mm)

Tab. 4. Increase of optimal precipitation values range for more important cultivable plants in Poland in the periods of 1971-1985 and 1986-2000 (mm)

Miesiąc Month	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Okres Period								
1971-1985	25-40	31-48	49-67	62-93	63-97	58-7	42-65	29-54
1986-2000	26-45	30-53	50-70	61-91	61-107	60-7	45-67	31-55

Przyjęto za Kozuchowskim i Żmudzką (2001), że wartość temperatury powietrza wzrosła o 0,5°C pomiędzy dwoma porównywanymi 15-letnimi na obszarze Polski. Jednocześnie stwierdzono, że bez względu na zróżnicowanie w poszczególnych miesiącach wartości optymalnych opadów wzrosły średnio o 3 mm. Przy zakładanym scenariuszu wzrostu temperatury o 1°C optymalne opady wzrosną o 6 mm w przeciętnym miesiącu okresu wegetacyjnego (IV-X). Podobne wyniki, otrzymane innymi metodami, podają Press (1963) i Ziernicka (2004).

Uwagi końcowe i wnioski

Przeprowadzone badania upoważniają do przedstawienia następujących wniosków będących jednocześnie diagnozą wybranych cech współczesnego (1971-2000) reżimu opadowego Polski:

1. Dochodowa strona bilansu wodnego Polski, wyrażona uśrednioną sumą opadów atmosferycznych z wziętych pod uwagę stacji meteorologicznych, wynosiła 601 mm.
2. Opady atmosferyczne w badanym okresie wykazywały wyraźne fluktuacje; można tu wyróżnić dwa bardziej wilgotne okresy: 1971-1981 i 1993-2000 oraz okres suchy 1982-1992.
3. Obliczone uśrednione dla obszaru Polski roczne sumy opadów atmosferycznych (z okresu 1971-2000) były niższe o 8 mm w porównaniu do sum opadów z okresu 1961-1990. Jednak różnice te nie były statystycznie istotne.
4. Ostatnie 10-lecie XX w. w skali całej Polski odznaczało się rocznymi opadami wyższymi o 3 mm od normy 1961-1990. Różnice te również nie były statystycznie istotne.
5. W poszczególnych miesiącach największą zmiennością opadów odznaczał się październik o wartości współczynnika zmienności 67%, najmniejszą maj i listopad – odpowiednio 25 i 27%. Prowadzone badania pozwoliły stwierdzić istnienie dalszego wzrostu wartości współczynnika zmienności opadów atmosferycznych.
6. Spośród czynników geograficznych największy wpływ na sumy opadów wywierała wysokość n.p.m., w mniejszym stopniu szerokość geograficzna. Wpływ długości geograficznej był najmniejszy i ujemny. Zależności od wspomnianych parametrów geograficznych opisują istotne funkcje regresji.
7. Obserwowany wzrost temperatury powietrza w badanym okresie rzędu 0,5°C spowodował wzrost wartości optymalnych opadów średnio o 3 mm w skali miesiąca.

LITERATURA

Arléry R., Grisolle H., Guilmet B., 1973, *Climatologie. Méthodes et Pratiques*, Gauthier-Villars, Paris, ss. 434.

- Bogdanowicz E., Fal B., 1997, *Wstępna ocena prawdopodobieństwa przepływow kulminacyjnych Odry i Wisły w lipcu 1997*, Forum Naukowo-Techniczne – Powódź 1997. *Wstępna ocena przyczyn, rozmiarów i skutków*, Ustroń k. Wisły, 10.-12.09. 1997, 103-108.
- Chomicz K., 1977, *Materiały do poznania agroklimatu Polski*, PWN, Warszawa, ss. 296.
- Dynowska I., 1991, *Obieg wody*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski*, PWN, Warszawa, 355-386.
- Gregory S., 1976, *Metody statystyki w geografii*, PWN, Warszawa, ss. 300.
- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000, *Meteorologia i Klimatologia. Pomiar, obserwacje, opracowania*, PWN, Warszawa-Łódź, ss. 258.
- Koźuchowski K., 1996, *Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych*, Przegląd Geograficzny, 68, 1-2, 79-98.
- Koźuchowski K. 2004, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku*, [w:] K. Koźuchowski (red.), *Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce*, Łódź, 47-57.
- Koźuchowski K., Żmudzka E., 2001, *Ocieplenie w Polsce: Skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku*, Przegląd Geofizyczny, 46, 1-2, 81-90.
- Koźuchowski K., Żmudzka E., 2003, *100-Year Series of Areally Averaged Temperatures and Precipitation Totals in Poland*, [w:] J.L. Pyka, M. Dębicka, A. Szczepankiewicz-Szmryka, M. Sobik, M. Błaś (red.), *Man and Climate in the 20th Century*, Studia Geograficzne, 75, Acta Universitatis Wratislaviensis, 2542, Wrocław, 116-122.
- Mrugała S., 2001, *Opady atmosferyczne o normalnej i anomalnej wysokości na obszarze Polski (1951-1990)*, UMCS, Lublin, ss. 194.
- Niedźwiedź T., Twardosz R., 2004, *Long-Term Variability of Precipitation at Selected Stations in Central Europe*, Geographia Polonica, 73-100.
- Press H., 1963, *Praktika selskochozajstwennoj melioracji*, Moskwa, ss. 408.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1974, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, I, Uniwersytet Warszawski, ss. 276.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., 1976, *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, II, Uniwersytet Warszawski, ss. 455.
- Suliński J., 1999, *Wzór empiryczny wyrażający zmienność obszarową normalnego rocznego opadu atmosferycznego w granicach Polski*, Acta Agraria et Silvestria, series Silvestris, 37, 79-97.
- Zieliński R., Zieliński W., 1990, *Tablice statystyczne*, PWN, Warszawa, ss. 392.
- Ziernicka A., 2004, *Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych*, Acta Agrophysica, 3 (2), 293-397.
- Zinkiewicz A., 1972, *Wielkość średnich sum opadów atmosferycznych w Polsce w świetle różnych metod obliczeniowych*, Biuletyn Lubelskiego Towarzystwa Naukowego, Geografia, 13, 15-20.

PRECIPITATION VARIABILITY IN POLAND DURING THE PERIOD OF 1971-2000

SUMMARY

The paper presents the characteristics of precipitation variability in Poland in the period 1971-2000. The monthly precipitation sums observed at 53 meteorological stations

were used as grounds for the study. The computed precipitation mean sum from these meteorological stations was 601 mm for those 30 years and was 8 mm lower than an analogous value from the period of 1961-1990. It was noticed that among geographic factors the altitude above sea level had the highest influence on precipitation sums and the impact of latitude was lower. The influence of longitude was the lowest and negative. In the studied period 1971-2000 there can be distinguished two more rainy periods: 1971-1981 and 1992-2000 and a dry period 1982-1992. During an annual course the highest precipitation variability was observed in October with a variability co-efficient value of 67%, the lowest one in May and November respectively 25 and 27%, for yearly sums this value was 17%. The air temperature increase of 0.5°C in the studied period caused an increase of optimal precipitation values of averagely 3 mm within a monthly scale.

Translated by Author