Marta CEBULSKA¹

WIELOLETNIA ZMIENNOŚĆ MAKSYMALNYCH OPADÓW DOBOWYCH W KOTLINIE ORAWSKO–NOWOTARSKIEJ (1984-2013)

Zbadano przebieg roczny oraz wieloletni maksymalnych sum dobowych opadów atmosferycznych zarejestrowanych w 3 stacjach pomiarowych położonych w Kotlinie Orawsko - Nowotarskiej, a także wyznaczono wartości prawdopodobne tych opadów na podstawie teoretycznych rozkładów. Uwzględniono opady dobowe z okresu 30 lat ze stacji położonych w miejscowościach: Chyżne, Ratułów oraz w Szaflarach. W obszarze tym opady maksymalne dobowe występują od kwietnia do października, a szczególnie od czerwca do września. Zdarzają się również w grudniu. Zakres zmienności maksymalnych dobowych opadów w Chyżnem wyniósł 72,1 mm, w Szaflarach 80 mm, a Ratułowie 48,2 mm. Największy procentowy udział maksymalnego opadu dobowego w sumie miesięcznej stwierdzono w Ratułowie (77%) w październiku 2013 roku, a największy w sumie rocznej (10,8%) w Szaflarach w 1997 roku. Dostrzeżone trendy maksymalnych opadów dobowych są nieistotne statystycznie na poziomie istotności 0,05, z wyjątkiem maksymalnych dobowych opadów w Ratułowie. Najlepsze dopasowanie rozkładu teoretycznego do empirycznego maksymalnych opadów dobowych otrzymano dla rozkładu logarytmiczno-normalnego w Szaflarach oraz w Chyżnem, a w Ratułowie dla rozkładu Weibulla.

Słowa kluczowe: częstość maksymalnych opadów dobowych, rozkłady statystyczne, kwantyle opadów, Kotlina Orawsko – Nowotarska

1. Wprowadzenie

Opady atmosferyczne, a zwłaszcza ekstremalne jak pokazują badania wykazują różnicowanie czasowe i przestrzenne ([1], [4], [5], [9], [10], [17], [18], [20], [22], [23]). Wpływa na to m.in. wysokość nad poziomem morza miejsca pomiarów. Wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. średnio 60mm/100m następuje zwiększenie opadów atmosferycznych [14], przy czym wzrost tych opadów zaznacza się do wysokości ok. 1500 m n.p.m. [7]. Jednak w niektórych obniżeniach terenu osłoniętych przez pasma górskie, w tym również w zachodniej

¹ Marta Cebulska, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, tel. 12 628 2085, marta.cebulska@iigw.pk.edu.pl

części Kotliny Orawsko – Nowotarskiej obserwowane są mniejsze sumy opadów niż w innych miejscach na tej samej wysokości [14], co związane jest również z rzeźbą terenu oraz z ekspozycją stoków [19]. W świetle badań Cebulak [4] wynika, że w wieloleciu 1981-1990 w porównaniu z poprzedzającym 30-leciem, zmniejsza się wartość opadów maksymalnych dobowych, zwłaszcza w zachodniej, karpackiej części dorzecza górnej Wisły. Opady te w części zachodniej dorzecza w większości są wynikiem wystąpienia opadów typu rozlewnego, a w części wschodniej przeważają maksymalne opady dobowe pochodzące z opadów ulewnych [3].

Celem opracowania jest charakterystyka zmienności najwyższych sum dobowych opadów atmosferycznych w przebiegu rocznym i wieloletnim na podstawie danych ze stacji pomiarowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, a także wyznaczenie kwantyli tych opadów na podstawie teoretycznych rozkładów.

2. Dane źródłowe i metody opracowania

Uwzględniono dobowe sumy opadów atmosferycznych z 3 stacji położonych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej w miejscowościach: Szaflary, Ratułów i Chyżne (rys.1), dla których w latach 1984-2013 istniała ciągłość danych (tab. 1). Dane te uzyskano z IMGW - PIB.

Tabela 1. Lokalizacja stacji pomiarowych

Table 1. Location of measuring stations

Stacja	H [m n.p.m.]	Współrzędne geograficzne	
		φ	λ
Chyżne	650	49°25'	19°43'
Ratułów	675	49°24'	19°53'
Szaflary	655	49°25'	20°02'

Ze zgromadzonej bazy danych opadów z każdej stacji wybrano największą sumę dobową opadów w poszczególnych miesiącach i w całym roku z okresu 1984-2013. Rozpatrzono miary dyspersji maksymalnych opadów dobowych, częstość ich wystąpienia w 30-leciu, a także zbadano trend tych opadów. Na podstawie 7 rozkładów teoretycznych wyznaczono wartości kwantyli maksymalnych dobowych opadów atmosferycznych w przyjętym wieloleciu.

Rys. 1. Położenie stacji pomiarowych w Kotlinie Orawsko - Nowotarskiej

Fig. 1. Location of measuring stations in the Kotlina Orawsko-Nowotarska (Orawa-Nowy Targ Valley)

3. Przebieg roczny i wieloletni maksymalnych opadów dobowych

Z analizy materiału źródłowego wynika, że maksymalne opady dobowe w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej wykazują znaczne zróżnicowanie czasowe. Występują one od kwietnia do października, a szczególnie od czerwca do września. Zdarzają się również w grudniu. (tab.2). W przebiegu rocznym opady takie nie wystąpiły w styczniu, lutym, marcu oraz listopadzie. Najczęściej pojawiały się w Ratułowie w lipcu – 43% wszystkich przypadków. Natomiast w Szaflarach najczęściej maksymalne opady dobowe wystąpiły w lipcu i sierpniu – 30%, a w Chyżnem w czerwcu, lipcu i sierpniu – 23% (tab.2). W Ratułowie 90%, a Chyżnem i Szaflarach około 70% maksymalnych opadów dobowych zdarzyło się w miesiącach letnich: czerwcu, lipcu oraz w sierpniu. Najwcześniej, maksymalny opad dobowy w Chyżnem i w Szaflarach wystąpił 30 kwietnia 1989 roku, a najpóźniej 31 grudnia 1986 roku w Chyżnem oraz 19 października 2012 roku w Szaflarach. W Ratułowie, najwcześniej maksymalny opad dobowy wystąpił 29 czerwca 1986 roku, a najpóźniej 28 września 1998 roku. W innych stacjach pomiarowych Polski Południowej, maksymalny opad dobowy najwcześniej wystąpił w marcu 1993 roku [6], [21].

W przyjętym do badań 30-leciu średni maksymalny opad w Chyżnem wyniósł 39 mm, w Szaflarach 43 mm, a w Ratułowie 46 mm. Zakres zmienności maksymalnych opadów dobowych, czyli różnica między największymi i najmniejszymi opadami w Chyżnem wyniósł 72,1 mm, w Szaflarach 80 mm, a Ratułowie 48,2 mm.

Tabela 2. Częstość (%) maksymalnych opadów dobowych w kolejnych miesiącach (1984-2013)

Table 2. Frequency (%) of maximum daily precipitations in the following months (1984-2013)

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Chyżne	0	0	0	7	3	23	23	23	13	3	0	3
Ratułów	0	0	0	0	0	20	43	27	10	0	0	0
Szaflary	0	0	0	13	0	17	30	30	10	0	0	0

Dyspersja maksymalnych opadów dobowych w zakresie współczynnika zmienności osiągnęła wartość największą w Szaflarach (37%), a wartość najmniejszą w Ratułowie (27%), odchylenie standardowe wyniosło odpowiednio 15,7 mm i 13 mm. Współczynnik zmienności tych opadów w poszczególnych miesiącach analizowanego obszaru zmienia się od 35% w styczniu w Szaflarach do 64% w kwietniu w Chyżnem. Największą jego wartość we wszystkich stacjach obszaru dostrzeżono w kwietniu, natomiast najmniejszą głównie w miesiącach zimowych (tab.3).

W przebiegu wieloletnim największa wartość opadów maksymalnych dobowych w Chyżnem wystąpiła 12 sierpnia 2007 roku – 92,5 mm, a najmniejsza 20,4 mm – 23 września 1984 roku. Natomiast w Szaflarach maksymalny dobowy opad wahał się od 103,2 mm 8 lipca 1997 roku do 23,2 mm 19 września 2012 roku, a w Ratułowie od 71,5 mm 1 czerwca 2010 do 23,3 mm 4 lipca 1984 roku. Opady te należały do opadów bardzo silnych. Opady bardzo silne o sumie przekraczającej 20 mm tylko w Ratułowie nieznacznie przekraczają 2%. Podobnie jak w Krakowie [21], Ojcowie [1], występują one najrzadziej. Opady silne, czyli takie, które wynoszą 10,1÷20,0 mm w Kotlinie Orawsko – Nowotarskiej występują średnio z częstością 4,4%.

Największy procentowy udział opadu maksymalnego w sumie opadu miesiąca, w którym wystąpił wyniósł 57% w Chyżnem (rys. 2). Miało to miejsce 5 listopada 2012 roku, kiedy to opad dobowy wyniósł 24,2 mm, a suma w listopadzie wyniosła 42,3 mm.

Natomiast w Ratułowie udział maksymalnego opadu dobowego w sumie miesięcznej osiągnął 77% (16 października 2013 opad dobowy wyniósł 33 mm, a suma w tym miesiącu wyniosła 43 mm).

W Szaflarach, maksymalny opad dobowy w kwietniu oraz w czerwcu stanowi blisko 55% opadu danego miesiąca.

Spośród przyjętych do analizy stacji pomiarowych, największy udział maksymalnego dobowego opadu w sumie rocznej (10,8%) stwierdzono w Szaflarach w 1997 roku (rys. 3).

Tabela 3. Charakterystyki statystyczne maksymalnych dobowych opadów atmosferycznych (1984-2013)

Table 3. Statistical characteristics of maximum daily precipitation (1984-2013)

Stacja	M-ąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Chyżne	P _{min}	4,1	2,3	3,0	3,4	9,3	8,4	11,8	6,0	6,1	3,0	0,2	4,8
	Rok	1989	1986	1999	2009	1993	1992	2013	2003	2011	2005	2011	1997
	P _{sr}	9,8	9,5	11,0	14,3	21,0	26,0	24,9	28,1	22,6	15,0	12,1	10,5
	P _{max}	20,8	18,7	24,1	40,8	46,4	46,3	60,0	92,5	64,2	37,6	24,2	25,8
	Rok	2001	1990	2004	1989	2003	2010	2001	2007	1987	1999	2012	1986
	σ	4,1	3,6	5,1	9,1	8,8	9,2	10,6	16,4	11,5	9,3	5,4	4,7
Ratułów	C _v	41	38	46	64	42	36	43	58	51	62	45	44
	P _{min}	4,2	2,5	3,4	4,5	8,8	9,0	7,8	7,5	5,1	3,8	1,0	4,5
	Rok	2006	2008	1986	1986	2008	1990	2006	1998	2011	1995	2011	2011
	P _{sr}	8,8	9,2	11,5	15,1	22,4	29,6	32,3	32,0	22,9	17,6	11,4	10,2
	P _{max}	18,8	19,0	28,0	47,1	47,4	71,5	65,9	68,7	54,5	33,0	25,5	20,7
	Rok	1984	2013	2000	1989	1987	2010	2002	2007	1987	2013	2009	1986
Szaflary	σ	3,6	4,6	5,9	9,6	9,6	15,2	16,0	16,5	12,1	8,8	6,1	4,0
	C _v	41	50	51	63	43	51	50	52	53	50	53	39
	P _{min}	5,4	2,7	3,8	4,2	8,2	10,3	8,8	4,8	5,2	3,3	0,5	3,5
	Rok	2008	1986	2011	1986	2008	2003	2006	2003	1986	1995	2011	2011
	P _{sr}	10,5	10,4	12,0	17,4	22,6	28,1	31,9	30,2	21,4	15,8	12,7	11,9
	P _{max}	16,5	19,5	28,4	46,3	47,8	62,8	103,2	68,2	48,2	32,5	27,2	21,0
	Rok	2002	2009	2000	1989	1987	1987	1997	2007	2010	2007	2009	1986
	σ	3,7	4,6	5,9	10,9	9,0	12,2	18,3	14,2	11,5	8,2	6,6	4,3
	C _v	35	44	49	63	40	43	57	47	54	52	52	37

oznaczenia/ designations:

σ (mm) – odchylenie standardowe/ standard deviation;

C_v (%) – współczynnik zmienności/ coefficient of variation;P_{sr} (mm) – średni maksymalny opad dobowy/ average maximum daily precipitation;P_{max} (mm) – największy z maksymalnych opadów dobowych/ the biggest maximum daily precipitation;P_{min} (mm) – najmniejszy z maksymalnych opadów dobowych/ the smallest maximum daily precipitation.

Maksymalne dobowe opady atmosferyczne w przebiegu wieloletnim wygładzono 5-letnim filtrem Gaussa [16]. Na podstawie tych krzywych z wyrażeniami maksimami i minimami opadów, dostrzeżono wspólny okres 1990-1994 z opadami poniżej średniej wieloletniej we wszystkich stacjach pomiarowych oraz okres 2005-2009 z opadami powyżej średniej wieloletniej (rys. 4).

Rys. 2. Procentowy udział maksymalnego opadu dobowego w sumie miesięcznej opadów
 Fig. 2. Percentage share of maximum daily precipitations in the total monthly precipitation

Rys. 3. Procentowy udział maksymalnego opadu dobowego w sumie rocznej opadów
 Fig. 3. Percentage share of maximum daily precipitations in the total annual precipitation

Rys. 4. Maksymalne dobowe opady atmosferyczne w stacjach pomiarowych (A) w przebiegu wieloletnim wygładzone 5-letnim filtrem Gaussa (B) wraz z linią trendu

Fig. 4. Maximum daily precipitation in the measuring station (A) in the long-term course smoothed with 5-year Gauss filter (B) with the trend line

W Chyżnem okres 1990-1998, a w Ratułowie 1988-1996 zaznaczył się opadami poniżej średniej wieloletniej, natomiast 2005-2009 w Chyżnem i 2003-2011 w Ratułowie z opadami powyżej średniej wieloletniej wynoszącej odpowiednio 39 mm i 46 mm. W Szaflarach natomiast, w rozpatrywanym okresie opad średni z maksymalnych opadów dobowych wyniósł 43 mm. Wyróżnione okresy z opadami poniżej średniej wieloletniej to: 1990-1994 i 2000-2004 oraz okresy 1995-1999 i 2005-2009 z opadami znacznie przekraczającymi wartość średnią (rys. 4).

Przebieg maksymalnych opadów dobowych na poszczególnych stacjach poddano analizie pod kątem występowania możliwych trendów liniowych. Do oszacowania istotności statystycznej trendu zastosowano test t-studenta [15]. Dostrzeżone trendy tych opadów są nieistotne statystycznie na poziomie istotności 0,05, z wyjątkiem maksymalnych dobowych opadów w Ratułowie. W Chyżnem oraz w Ratułowie zaznacza się tendencja rosnąca, do 5,6 mm/10 lat w Ratułowie (tab. 4), a w Szaflarach malejąca (rys. 4).

Tabela 4. Współczynnik regresji liniowej maksymalnych opadów dobowych wraz z wartością trendu

Table 4. Linear regression coefficient of maximum daily precipitation together with the trend value

Stacja	Współczynnik regresji	Trend mm/10 lat
Chyżne	$0,2127 \pm 0,29$	2,1
Ratułów	$0,5636 \pm 0,24$	5,6
Szaflary	$-0,1513 \pm 0,33$	-1,5

Natomiast, spośród 12 serii miesięcznych maksymalnych opadów dobowych zarejestrowanych w stacjach pomiarowych, trend istotny statystycznie na poziomie 0,05 we wszystkich stacjach stwierdzono tylko w grudniu, a ponadto w lutym i październiku w Ratułowie, w Szaflarach w październiku oraz w czerwcu i listopadzie w Chyżnem.

4. Maksymalne dobowe opady o prawdopodobieństwie przewyższenia p%

Maksymalne opady dobowe o prawdopodobieństwie przewyższenia stosowane m.in. w praktyce hydrologicznej przy analizie wzebrań opadowych, wyznaczono uwzględniając ciąg chronologiczny maksymalnych opadów dobowych ze stacji pomiarowej. Kwantyle tych opadów wyznaczono dla każdej stacji pomiarowej uwzględniając rozkłady statystyczne: normalny, logarytmiczno-normalny, Gumbela, Weibulla, Pearsona typ III, Frecheta oraz GEV [8], [13], [15], [23], które to powszechnie stosowane są w hydrologii oraz klimatologii do opisu zjawisk ekstremalnych. Estymację parametrów rozkładów prawdopodobieństwa

bieństwa przeprowadzono z uwzględnieniem metody największej wiarygodności, po czym zastosowano test Kołmogorowa, sprawdzając zgodność rozkładu teoretycznego z empirycznym na poziomie istotności 0.05 [24]. Zastosowano również kryterium informacyjne Akaike (AIC) [11], [12], na podstawie którego określono dopasowanie rozkładu teoretycznego do empirycznego. Pomimo zbliżonych wartości AIC dla rozkładów teoretycznych, najlepsze dopasowanie rozkładu empirycznego maksymalnych opadów dobowych otrzymano dla rozkładu logarytmiczno-normalnego w Szaflarach oraz w Chyżnem, a w Ratułowie dla rozkładu Weibulla.

Tabela 5. Kwantyle maksymalnych opadów dobowych (mm) w latach 1984-2013

Table 5. Quantiles of maximum daily precipitation (mm) during 1984-2013

Rozkład statystyczny	Prawdopodobieństwo przewyższenia								
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%
Normalny	71	62	57	75	66	62	79	68	63
Log - normalny	74	60	54	85	70	63	84	68	61
Weibulla	75	64	59	73	66	62	83	71	65
Pearsona typ III	78	64	57	80	68	62	87	71	64
Gumbela	82	65	57	85	69	62	91	72	63
Frecheta	89	62	53	120	80	67	103	70	59
GEV	93	63	54	79	69	63	99	71	61
	Chyżne			Ratułów			Szaflary		

Maksymalne opady dobowe o prawdopodobieństwie przewyższenia w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, wyznaczone przez Cebulak [2] na podstawie danych z lat 1951-1975, zawierają się w przedziale od około 70 do 90 mm dla $p=10\%$ i od około 100 do około 130 mm dla $p=1\%$.

Wyznaczone kwantyle opadów nieznacznie różnią się od siebie zwłaszcza w zakresie prawdopodobieństw przewyższenia 5 i 10%. W przypadku maksymalnych opadów dobowych o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ wyznaczonych z rozkładów teoretycznych, różnice te wynoszą blisko 30% w Szaflarach i Chyżnem, a 60% w Ratułowie (tab.5).

5. Podsumowanie

Najczęściej, maksymalne dobowe opady atmosferyczne w Kotlinie Orawsko – Nowotarskiej występują od czerwca do września. Największą zmienność tych opadów dostrzeżono w Szaflarach – 80 mm, a najmniejszą w Ratułowie – 48,2 mm. Największy udział maksymalnego opadu dobowego w sumie miesięcznej opadów miesiąca, w którym wystąpił wyniósł 77% w październiku

w Ratułowie, a najmniejszy 17% w lipcu w Chyżnem. Największy udział maksymalnego dobowego opadu w sumie rocznej (10,8%) stwierdzono w Szaflarach w 1997 roku. Współczynnik zmienności maksymalnych opadów dobowych w poszczególnych miesiącach analizowanego obszaru zmienia się od 35% w styczniu w Szaflarach do 64% w kwietniu w Chyżnem. Największą jego wartość we wszystkich stacjach obszaru dostrzeżono w kwietniu.

W przebiegu wieloletnim trendy maksymalnych opadów dobowych są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05, z wyjątkiem trendu w Ratułowie. Spośród 12 serii miesięcznych maksymalnych opadów dobowych zarejestrowanych w stacjach pomiarowych, trend istotny statystycznie na poziomie 0,05 dostrzeżono we wszystkich stacjach tylko w grudniu.

Na podstawie krzywych wygładzonych 5-letnim filtrem Gaussa, we wszystkich stacjach pomiarowych dostrzeżono okres 1990-1994 z opadami poniżej średniej wieloletniej oraz okres 2005-2009 z opadami powyżej średniej wieloletniej.

Najlepsze dopasowanie rozkładu teoretycznego do empirycznego maksymalnych opadów dobowych otrzymano dla rozkładu logarytmiczno – normalnego w Szaflarach oraz w Chyżnem, a w Ratułowie dla rozkładu Weibulla. Najwyższe zanotowane opady jakie wystąpiły w latach 1984-2013, w przybliżeniu odpowiadają prawdopodobieństwu przewyższenia 1%. W zakresie małego prawdopodobieństwa $p=1\%$, najmniejsze wartości opadów dobowych otrzymano z rozkładu normalnego oraz Weibulla, a największe z rozkładu GEV oraz Frecheta.

Opracowanie wykonano w ramach: DS/Ś-1/229/2015

Literatura

- [1] Brzeźniak E., Maksymalne sumy dobowe opadów w Ojcowie (Dolina Prądnika), Folia 93, Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis, Studia Geographica I, 2010, 160-167.
- [2] Cebulak E., Maksymalne opady dobowe w dorzeczu Dunajca, Przegląd Geofizyczny XXVII, 1-2, 1982, 109-120.
- [3] Cebulak E., Wpływ sytuacji synoptycznej na maksymalne opady dobowe w dorzeczu górnej Wisły, Fol. Geogr. Ser. Geogr. Ph, 1992, vol. 22.
- [4] Cebulak E., Zmienność maksymalnych opadów dobowych w dorzeczu górnej Wisły, Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, tom XVII (XXXVIII), zeszyt 1, Krakowie, 1994, 83-91.
- [5] Cebulski M., Twardosz R., Cichocki J., Zmiany rocznych sum opadów atmosferycznych w dorzeczu górnej Wisły w latach 1881-2030, [w:] K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.), Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 2007, 383-390.

- [6] Cebulska M., Twardosz R., Maksymalne opady dobowe w Stróży w latach 1976-2006, [w:] R. Cieśliński, K. Jereczek-Korzeniewska (red.), Problemy badań wody w XX i XXI wieku wydawnictwo uniwersytetu Gdańskiego, 2014, 56-65.
- [7] Hess M., Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. Prace Geograficzne nr 11, UJ, Kraków, 1965.
- [8] Kaczmarek Z., Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1970.
- [9] Kirschenstein M., Wieloletnie zmiany sum opadów atmosferycznych na wybranych stacjach północno-zachodniej Polski, Słupskie Prace Geograficzne 2, 2005, 199-213.
- [10] Kożuchowski K. (red.), Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce, Zakład Dynamiki Środowiska i Bioklimatologii UŁ, Łódź, 2004.
- [11] Mitosek H. T., Informacyjne kryterium Akaike i jego wykorzystanie w hydrologii (I). Dobór typu rozkładu prawdopodobieństwa, Przegląd Geofizyczny, 1, 1993, 19-23.
- [12] Mitosek H. T., Problemy hydrologii stochastycznej, Wydawnictwo Akademii Świętokrzyskiej, Kielce, 2003.
- [13] Mitosek H. T., Metody statystyczne w hydrologii, Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce, 2009.
- [14] Obrębska-Starkłowa B., Hess M., Olecki Z., Trepńska J., Kowanetz L., Klimat, [w:] Karpaty polskie, przyroda, człowiek i jego działalność. Warszńska J. (red.), Wydawnictwo UJ, 1995, 31-47.
- [15] Pruchnicki J., Metody opracowań klimatologicznych, PWN, Warszawa, 1987.
- [16] Schönwiese C.-D., Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler, Gebrüder Borntraeger: Berlin-Stuttgart, ss. 298, 2000.
- [17] Schönwiese C.-D., Grieser J., Trömel S., Secular change of extreme monthly precipitation in Europe, Theor. Appl. Climatol. 75, 2003, 245-250.
- [18] Stach A., Analiza struktury przestrzennej i czasoprzestrzennej maksymalnych opadów dobowych w Polsce w latach 1956-1980, Seria Geografia nr 85, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 2009.
- [19] Trepńska J., Górskie klimaty, tom 20, Wydawnictwo Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, 2002.
- [20] Trömel S., Schönwiese C.-D., Probability change of extreme precipitation observed from 1901 to 2000 in Germany, Theor. Appl. Climatol. 87, 2007, 29-39.
- [21] Twardosz R., Wieloletnia zmienność sum dobowych opadów w Krakowie w powiązaniu z sytuacjami synoptycznymi, Prace Geograficzne, zeszyt 105, Kraków, 2000.
- [22] Twardosz R., Dobowy przebieg opadów atmosferycznych w ujęciu synoptycznym i probabilistycznym na przykładzie Krakowa (1886-2002), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 2005, 176pp.
- [23] Twardosz R., Probabilistic model of maximum precipitation depths for Kraków (southern Poland, 1886-2002), Theoretical and Applied Climatology, 98, 1-2, 2009, 37-45.
- [24] Węglarczyk S., Metody statystyczne, Wyd. Politechnika Krakowska, Kraków, 1993.

THE LONG-TERM VARIABILITY OF MAXIMUM DAILY PRECIPITATIONS IN THE KOTLINA ORAWSKO–NOWOTARSKA (ORAWA–NOWY TARG VALLEY) (1984–2013)

Summary

The annual and long-term course of total maximum daily precipitations registered in 3 measuring stations located in the Kotlina Orawsko-Nowotarska were examined, as well as the probable values of the precipitations were determined based on theoretical distributions. There were considered the daily precipitations from the period of 30 years from the stations located in the following places: Chyżne, Ratułów and Szaflary. In this area the maximum daily precipitations occur from April till October, and particularly from June to September. They happen in December as well. The range of variability of the maximum daily precipitations in Chyżne was 72,1 mm, in Szaflary 80 mm, and in Ratułów 48,2 mm. The biggest percentage share of maximum daily precipitation in the monthly total was found in Ratułów (77%) in October 2013, and the biggest one in the annual total (10,8%) in Szaflary in 1997. The trends values of maximum daily precipitations are statistically insignificant on the significance level 0,05, except the maximum daily precipitations in Ratułów. The best adjustment of the theoretical distribution to the empirical maximum daily precipitation was received for the logarithmic - normal distribution in Szaflary and in Chyżne, whereas in Ratułów for Weibull distribution.

Keywords: frequency of maximum daily precipitation, statistical distributions, quantiles of precipitation, Kotlina Orawsko – Nowotarska (Orawa-Nowy Targ Valley)

Przesłano do redakcji: 30.05.2015 r.

Przyjęto do druku: 1.12.2015 r.

DOI: 10.7862/rb.2015.94