

Wiwiana Szalińska, Grzegorz Urban, Irena Otop

**PRÓBA OSZACOWANIA WYSOKOŚCI OPADÓW
WYWOŁUJĄCYCH WEZBRANIA LETNIE
W DORZECZU ŚRODKOWEJ ODRY**

***AN ATTEMPT TO ESTIMATE THE PRECIPITATION VALUE
CAUSING SUMMER FLOODS IN THE MIDDLE
ODRA BASIN***

Streszczenie

Oszacowanie wysokości opadów wywołujących letnie wezbrania w dorzeczu środkowej Odry wykonano na podstawie dobowych sum opadów z 53 stacji opadowych w wieloleciu 1971–2005. Krytyczną wartość opadu poszukiwano spośród wartości 5-dniowych sum opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia (p) od 10% do 0,1%. Wyznaczono zależności funkcyjne pomiędzy prawdopodobieństwem przewyższenia danej sumy opadu a wysokością nad poziomem morza. Uzyskane zależności pozwoliły na ocenę częstości przewyższeń danej sumy opadów w określonym piętrze wysokościowym. W poszczególnych latach badanego wielolecia wyznaczono ilość 5-dniowych epizodów opadowych w poszczególnych przedziałach p : >10%, [10% – 5%), [5% – 2%), [2% – 1%), [1% – 0,1%), $\leq 0,1\%$. Uporządkowując uzyskane zestawienie według ilości epizodów o prawdopodobieństwie $p \leq 1\%$, wyselekcjonowano lata, w których wystąpiły znaczne obszary wezbrania w dorzeczu środkowej Odry. Z analizy zależności pomiędzy średnią wartością opadu a stopniem zagrożenia obszaru oszacowano wysokości opadu, które mogą powodować średnie i poważne zagrożenia wezbraniowe.

Summary

Evaluation of the precipitation value causing summer floods in the Middle Odra basin was done on the basis of daily precipitation totals within the period of 1971–2005 recorded at 53 precipitation stations. The critical value of precipitation was searched among the values of 5-days precipitation totals with the prob-

ability of exceedance (p) of 10% and lower. The functional relationships between precipitation values of the given p and the altitude of the stations were identified. They were used to estimate the range of precipitation values of given p for the altitude layers. For each year a number of 5-days precipitation totals of the following p : $>10\%$, $[10\% - 5\%)$, $[5\% - 2\%)$, $[2\% - 1\%)$, $[1\% - 0,1\%)$, $\leq 0,1\%$ was calculated. Arranging the obtained results by the number of events of $p \leq 1\%$ let to designate the years of the severe and extended floods in the middle Odra basin. While analyzing the relationship between mean areal value of precipitation and the number of critical precipitation incidences, the values of precipitation causing moderate and severe risk of summer flood were estimated.

WSTĘP

Ekstremalne zjawiska przyrodnicze, w tym opady o dużym natężeniu powodujące często wezbrania i powodzie o różnym zasięgu, stanowią nieodłączne zagrożenie dla życia człowieka i jego mienia. Ocena zagrożeń wskutek ekstremalnych opadów atmosferycznych oraz prawdopodobieństwo ich występowania jest od wielu lat przedmiotem badań i publikacji [Chomicz 1951; Cebulak, Brazdil 1985; Bogucka 1997, 1998; Dubicki, 2001; Lorenc, Olecka 2006].

Opady ekstremalne, prowadzące najczęściej do powodzi w dorzeczu górnej i środkowej Odry, zazwyczaj są związane z ośrodkami niskiego ciśnienia (o genezie frontalnej) przemieszczającymi się nad Polskę z południa Europy szlakiem V_b według klasyfikacji Van Bebbera. Opady te mają charakter długotrwały, kilkudniowy [Wrona 2007]. Ponadto poza sytuacjami pogodowymi w kształtowaniu rozkładu pola intensywnych i wysokich opadów atmosferycznych zazwyczaj istotną rolę odgrywają uwarunkowania morfologiczne obszaru (wysokość nad poziom morza, ekspozycja, forma terenu itp.). Szczególnie istotne jest wymuszone piętrzenie orograficzne wilgotnych mas powietrza, napływających z sektora północnego, na bariery orograficznej, którą w dorzeczu Odry stanowią Sudety. Stąd też najwyższe sumy opadów jedno- czy też kilkudobowe o dużej intensywności występują w górach. Tym samym ilość wody odprowadzana ze zlewni górskich ma najważniejszy i największy udział w kształtowaniu się wezbrań na Odrze.

Stwierdzona w ostatnich latach tendencja wzrostowa liczby dni z opadem dobowym ≥ 50 mm (określanego jako „powodziowy”) o około 1–2 dni/10 lat oraz sum pięciodobowego opadu maksymalnego w części Polski na południe od szerokości geograficznej $51^\circ N$ [Lorenc, Olecka 2006] skłania do dalszych badań nad określeniem ryzyka opadów wywołujących wezbrania. Ponadto porównanie historycznych i współczesnych obszarów występowania powodzi w Polsce, pomimo znacznych zmian stanu zagospodarowania zlewni pokazało, że rejon częstych i katastrofalnych powodzi opadowych zlokalizowane są głównie w dorzeczu górnej i środkowej Odry i uwarunkowane są one rozkładem przestrzennym opadów [Dobrowolski i in. 2007]. Przyczyną powodzi letnich w do-

rzeczni Odry, poza ilością i intensywnością opadów, jest także kolejność odpływu z poszczególnych zlewni oraz ich funkcje w formowaniu fali. Dodatkowo, stosunki hydrograficzne dorzecza Odry są skomplikowane, w wielu przypadkach centrum zlewni stanowią duże kotliny, otoczone pasmami górskimi o dużych spadkach, co w połączeniu z koncentrycznym układem dopływów powoduje gwałtowny spływ powierzchniowy [Dubicki 2000].

Jednak należy zdawać sobie sprawę z faktu, że stopień zagrożenia powodziowego związanego z intensywnymi opadami jest względny i zawsze zależy od ich rozkładu przestrzennego, kształtu powierzchni dorzecza, aktualnej sytuacji hydrologicznej i warunków lokalnych [Dubicki 1970; Radczuk i in. 1999; Dubicki 2000; Zawisłak 2005].

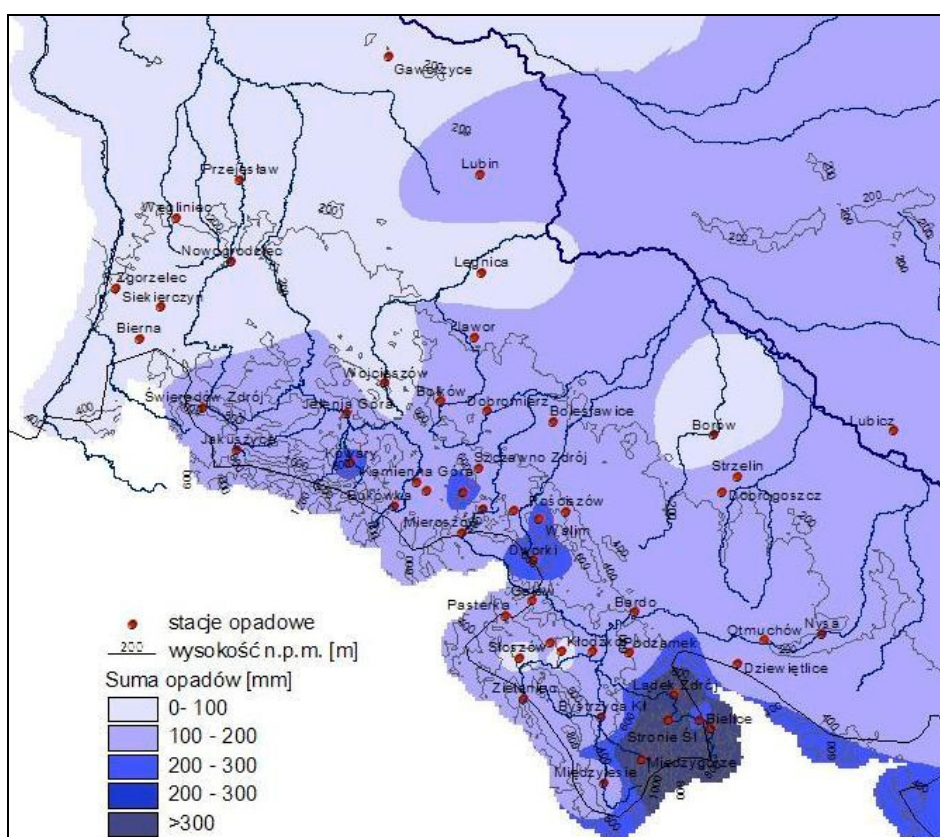
Celem niniejszej pracy było oszacowanie wysokości opadów wywołujących wezbrania letnie (VI–VIII) w dorzeczu środkowej Odry oraz ocena stopnia zagrożenia obszaru. W związku z tym poszukiwano krytycznej wartości 5-dniowych sum opadów, które mogą wywołać poważne zagrożenie wezbraniowe. Wskaźnikiem oceny stopnia zagrożenia obszaru był procent jego powierzchni, dla którego wyznaczono ryzyko przekroczenia krytycznych wartości sum opadów.

DANE ŹRÓDŁOWE I METODA OPRACOWANIA

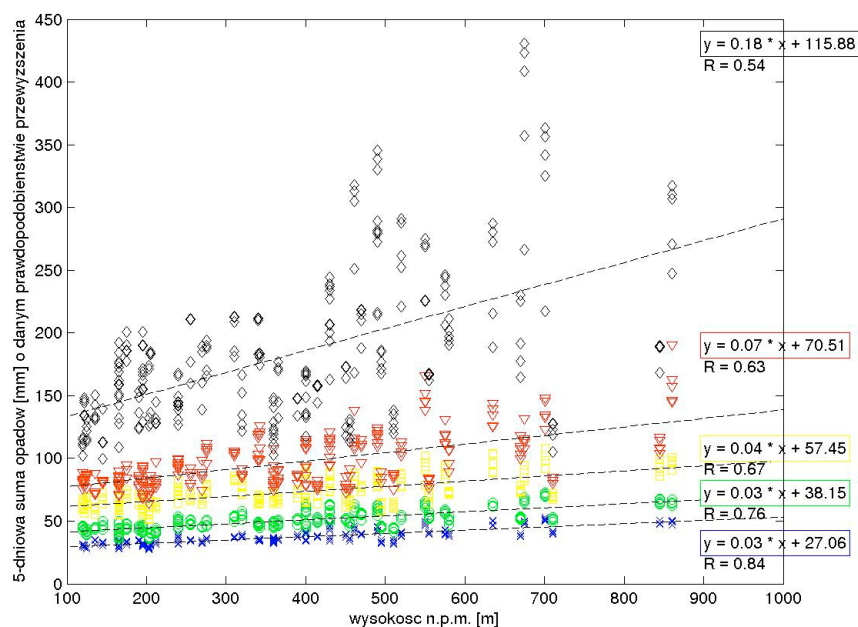
Materiał źródłowy stanowiły dobowe sumy opadów atmosferycznych z wielolecia 1971–2005 z 53 stacji opadowych IMGW położonych w dorzeczu środkowej Odry, przede wszystkim w części lewobrzeżnej – mającej najistotniejsze znaczenie w przychodzie wody i udziału w wezbraniach na omawianym obszarze (rys. 1). Analizowano serie 5-dniowych (dobowych) sum opadów w miesiącach letnich o największym ryzyku wystąpienia wezbrań opadowych, tzn. w czerwcu, lipcu i sierpniu. Wybór 5-dobowych sum opadów wynikał z faktu, że większość epizodów opadowych poprzedzających wezbrania w latach 1971–2005 występowała w okresie 3–5 dni, stąd wydaje się zasadne przyjęcie górnej granicy tego przedziału czasu jako najpełniej oddającego wysokość opadów mogących wywołać wezbrania. Nie oznacza to jednak bezwzględnie, że wartości opadów muszą być osiągnięte w 5 dni, lecz mogą one również wystąpić w krótszym czasie.

Krytyczną wartość opadu poszukiwano spośród wartości opadów o małym prawdopodobieństwie przewyższenia (p): od 10% do 0,1%. Zarówno suma opadów, jak i częstość występowania poszczególnych sum opadów, zależy od wysokości nad poziomem morza. Poszczególne stacje pomiarowe przyporządkowano do pięter wysokościowych w przedziałach co 100 m, począwszy od 100 do 900 m n.p.m. i wyznaczono dla nich wartości sum opadów 5-dniowych z zadaną empiryczną wartością prawdopodobieństwem przewyższenia p (10%, 5%, 2%, 1% i 0,1%). Wysokość opadu o zadanym p była w wysokim stopniu

skorelowana z wysokością nad poziomem morza i kształtowała się na poziomie od 0,54 do 0,84 (rys. 2). Pozwoliło to sparametryzować zależności funkcyjne pomiędzy wysokością stacji pomiarowej a wartością 5-dniowej sumy opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia. Powyższe funkcje zostały wykorzystane do wyznaczenia zakresu zmienności wartości 5-dniowych sum opadów cechujących dane piętro wysokościowe dla 6 przedziałów prawdopodobieństwa przewyższenia p : $>10\%$, $[10\% - 5\%)$, $[5\% - 2\%)$, $[2\% - 1\%)$, $[1\% - 0,1\%)$, $\leq 0,1\%$ (tab. 1).



Rysunek 1. Rozmieszczenie stacji opadowych w dorzeczu środkowej Odry i przykładowy rozkład przestrzenny 5-dobowych sum opadów (3–7 VII 1997 r.)
Figure 1. Location of the precipitation stations in the middle Odra basin and example of spatial distribution of 5-days precipitation totals (3–7 July 1997)



× p=10% ○ p = 5% □ p = 2% ▽ p = 1% ◇ p = 0,1%

Rysunek 2. Zależności funkcyjne pomiędzy 5-dniową sumą opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia (p) a wysokością stacji pomiarowej
Figure 2. Relationship between 5-days precipitation totals of given probability of exceedance and the altitude of the precipitation stations

Tabela 1. Przedziały wartości 5-dniowych sum opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla miesięcy VI–VIII w piętrach wysokościowych
Table 1. Range of the values of 5-days precipitation totals of given probability of exceedance (p) for the altitude layers

Piętro wysokościowe [m n. p. m.]	liczba stacji	5-dniowa suma opadów [mm] o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia p [%]				
		p [10% – 5%]	p [5% – 2%]	p [2% – 1%]	p [1% – 0,1%]	$p \leq 0,1\%$
(100–200]	12	[30 – 41)	[41 – 62)	[62 – 77)	[77 – 134)	≥ 134
(200–300]	8	[32 – 45)	[45 – 66)	[66 – 84)	[84 – 151)	≥ 151
(300–400]	10	[35 – 48)	[48 – 70)	[70 – 91)	[91 – 169)	≥ 169
(400–500]	10	[38 – 51)	[51 – 74)	[74 – 98)	[98 – 186)	≥ 186
(500–600]	6	[40 – 54)	[54 – 78)	[78 – 105)	[105 – 204)	≥ 204
(600–700]	3	[43 – 57)	[57 – 82)	[82 – 111)	[111 – 221)	≥ 221
(700–800]	2	[45 – 61)	[61 – 86)	[86 – 118)	[118 – 239)	≥ 239
(800–900]	2	[48 – 64)	[64 – 90)	[90 – 125)	[125 – 256)	≥ 256

Poszczególnym 5-dniowym epizodom opadowym w analizowanym wieloleciu przypisano odpowiedni przedział prawdopodobieństwa p z uwzględnieniem wysokości stacji pomiarowej. Epizody opadowe pochodziły z ciągu 5-dniowych rozdzielczych sum opadów zaobserwowanych dla danej stacji pomiarowej. Początek sumowania wysokości opadu dla sum rozdzielczych został dobrany indywidualnie dla każdej stacji pomiarowej i dla każdego roku tak, aby zawierał maksymalną 5-dniową sumę opadów zaobserwowaną na danej stacji pomiarowej w analizowanym roku. Analiza ilości epizodów opadowych w poszczególnych przedziałach prawdopodobieństwa p w kolejnych latach wielolecia wskazała na poziom prawdopodobieństwa przewyższenia, którego przekroczenie wiązało się z zagrożeniem wezbraniowym.

Wskaźnikiem dla oceny stopnia zagrożenia obszaru był procent jego powierzchni, na którym doszło do przekroczenia krytycznego poziomu prawdopodobieństwa przewyższenia. Przy założeniu reprezentatywności poszczególnych stacji przyjęto udział liczby stacji, dla których odnotowano takie przekroczenia w stosunku do liczby wszystkich stacji na danym obszarze, za sposób oszacowania jaki procent powierzchni obszaru był zagrożony wezbraniem. Wartość średnia obszarowa opadów obliczona była jako średnia arytmetyczna ze zmierzonych wysokości opadów na poszczególnych stacjach pomiarowych. Wyznaczono silny związek korelacyjny pomiędzy tymi dwoma wielkościami, co pozwoliło na oznaczenie krytycznej wartości średniej wysokości opadu, która może spowodować poważne zagrożenie wezbraniowe w kwartale VI–VIII w dorzeczu środkowej Odry.

WYNIKI

Na podstawie ewidencji wezbrań o znacznym zasięgu obszarowym (1977, 1981, 1985, 1997, 2002) wyznaczono ilość 5-dniowych epizodów opadowych o prawdopodobieństwie przewyższenia $p \leq 1\%$ jako kryterium pozwalające na uszeregowanie poszczególnych lat z badanego wielolecia 1971–2005 według ryzyka wystąpienia wezbrania. Epizody 5-dniowych sum opadów w kwartale VI–VIII w poszczególnych przedziałach p : [10% – 5%), [5% – 2%), [2% – 1%), [1% – 0,1%), $\leq 0,1\%$, uszeregowane ze względu na ilość epizodów o $p \leq 1\%$ przedstawiono w tabeli 2.

Wobec powyższego wskaźnikiem dla oceny zagrożenia wezbraniowego była liczba epizodów, dla których doszło do przewyższenia wartości prawdopodobieństwa $p = 1\%$. Jako progową, czyli taką dla której pojawia się ryzyko wystąpienia opadów wywołujących wezbranie, przyjęto 15 epizodów (tab. 2). Stopień zagrożenia wezbraniem na analizowanym obszarze uzależniono od liczby stacji, na których jednocześnie wystąpiły krytyczne (o $p \leq 1\%$) wartości 5-dniowych sum opadów. Dla wybranych przypadków zestawiono czas i miejsce wystąpienia maksymalnych 5-dniowych sum opadów (tab. 3).

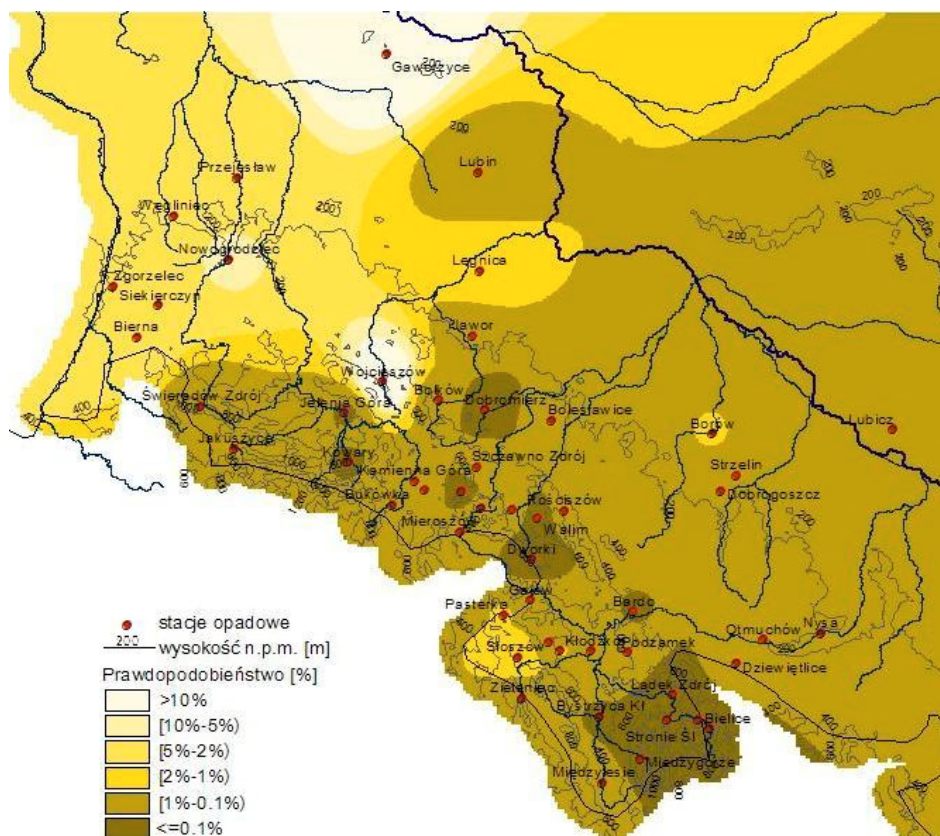
Tabela 2. Liczba epizodów 5-dniowych sum opadów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia zaobserwowanych na analizowanych stacjach pomiarowych w okresie letnim (VI–VIII) w wieloleciu 1971–2005

Table 2. A number of events of 5-days precipitation totals within given range of probability of exceedance observed in summer season (VI–VIII) at the analyzed stations within the period of 1971–2005

Rok	[10% – 5%)	[5% – 2%)	[2% – 1%)	[1% – 0,1%)	<= 0, 1%	$\Sigma \leq 1\%$
1997	55	38	16	64	21	85
1977	47	37	26	53	12	65
2002	49	27	19	39	3	42
1985	38	17	7	30	5	35
1981	68	30	12	18	13	31
1979	31	18	8	22	4	26
1971	39	28	25	25	0	25
2001	61	38	18	25	0	25
1996	58	29	13	19	0	19
1976	27	13	8	16	0	16
1980	62	59	28	14	0	14
1995	53	66	26	10	0	10
1998	62	40	11	10	0	10
1975	68	67	11	9	0	9
1972	34	33	15	8	0	8
1983	22	8	4	8	0	8
1978	31	11	11	6	1	7
1999	68	35	9	6	0	6
1993	29	14	6	5	0	5
1986	71	69	20	4	0	4
1987	44	16	3	4	0	4
1988	41	32	3	3	1	4
1994	37	17	8	4	0	4
1984	27	11	4	3	0	3
2000	65	48	18	3	0	3
1973	43	20	2	2	0	2
1974	55	70	11	2	0	2
1982	41	25	1	1	0	1
1992	19	18	6	1	0	1
1989	43	20	8	0	0	0
1990	27	3	0	0	0	0
1991	47	30	7	0	0	0
2003	32	2	0	0	0	0
2004	24	12	0	0	0	0
2005	97	24	1	0	0	0

Poza latami 1977 i 1997, kiedy do wystąpienia opadów o $p \leq 1\%$ doszło w trakcie dwóch fal opadowych, przekroczenia opadów o $p \leq 1\%$ podczas pozostających wezbrań letnich, miało miejsce niemal we wszystkich stacjach jednocze-

śnie (tab. 3). Wartości krytyczne opadów w latach wystąpienia wezbrań o znacznym zasięgu obszarowym (1997, 1977, 2002, 1985, 1981) wystąpiły równocześnie na ok. 80% stacji podczas pierwszej fali opadowej w 1997 roku (rys. 3) do ok. 60% w 1981 roku.



Rysunek 3. Rozkład prawdopodobieństwa przewyższenia sum opadów w dniach 3–7 VII 1997 r. w dorzeczu środkowej Odry

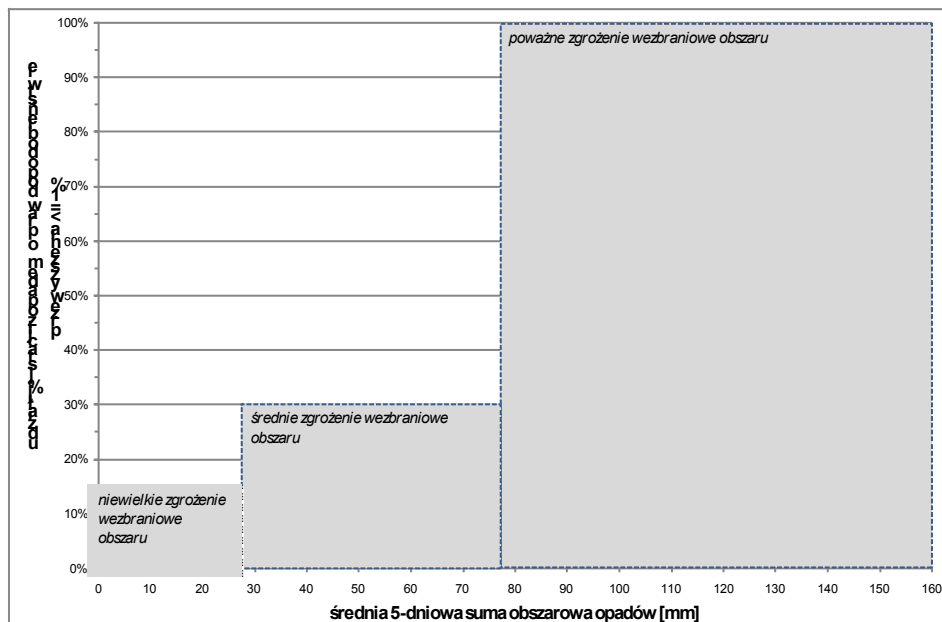
Figure 3. Spatial distribution of the probability of exceedance of the precipitation totals in the period of 3–7 July 1997 in middle Odra basin

Z przeprowadzonej analizy wynika, że także w latach 1971, 1976, 1979, 1996, 2001 wystąpiło poważne zagrożenie wezbraniowe związane z liczbą epizodów sum 5-dobowych opadów o małym prawdopodobieństwie przewyższenia. Jednak ilość opadów nie zawsze przekładała się bezpośrednio tak silnie na wielkość i charakter owych wezbrań, które są zależne również od warunków hydrologicznych poprzedzających intensywne opady.

Tabela 3. Okresy wystąpień maksymalnych 5-dniowych sum opadów w wybranych latach wraz z informacją o liczbie stacji na których doszło do wystąpienia opadów o $p \leq 1\%$
Table 3. Periods of maximum 5-days precipitation totals for the selected years and the number of stations that recorded critical ($p \leq 1\%$) precipitation values concurrently

Rok	Okres wystąpienia maksymalnych sum opadów	Liczba stacji o wysokości opadu o $p \leq 1\%$	Liczba stacji o $p \leq 1\%$ do liczby wszystkich stacji
1997	3–7 VII, 16–20 VII	43 / 41	79% / 77%
1977	30 VII–3VIII, 18–22 VIII	42 / 19	78% / 36%
2002	12–16 VIII	32	60%
1985	05–09 VIII	34	64%
1981	16–20 VII	30	57%
1979	13–17 VI	25	47%
1971	28 VI–2 VII	24	45%
2001	16–20 VII	21	40%
1996	8–12 VII	19	36%
1976	20–24 VII	16	30%

W przypadku oceny ryzyka wystąpienia wezbrania wywołwanego opadami podstawową informacją jest prognoza średniej wartości opadu na danym obszarze zlewni. Przeanalizowano związek pomiędzy liczbą stacji, dla których zaobserwowano przewyższenie 1% prognozy prawdopodobieństwa a średnią obszarową sumą opadów (rys. 4). Wysoka wartość determinacji (0,83) pozwoliła na wskazanie 30 mm jako krytycznej sumy opadu średniego na badanym obszarze. Powyżej tej wysokości opadu liczba stacji na których doszło do przewyższeń opadu o $p = 1\%$ liniowo rosła. Uzyskany wynik jest zgodny z przyjętą w pracy operacyjnej synoptyków wartością opadu powyżej 30 mm/dobę, przy której wydawane są ostrzeżenia meteorologiczne [Zarządzenie nr 17/2008]. Natomiast, gdy średnia wartość opadów na analizowanym obszarze przekracza około 80 mm, z oszacowanej zależności wynika, że wtedy dla co najmniej 30% stacji może dojść do przekroczenia wysokości opadu o $p = 1\%$, a w konsekwencji do poważnego zagrożenia wezbraniowego obszaru. Właściwa interpretacja wysokości opadów o 1% prawdopodobieństwie przewyższenia w zależności od wysokości nad poziomem morza może być z kolei wykorzystana do opracowania ilościowej prognozy wysokości opadów wywołujących wezbrania w danym piętrze wysokościowym.



Rysunek 4. Związek średniej 5-dobowej sumy opadów z okresu VI–VIII dla lat 1971–2005 z ilością stacji [%], na których wystąpiło prawdopodobieństwo przewyższenia opadu $p \leq 1\%$

Figure 4. Relationship between mean values of 5-days precipitation totals from June to August within the period of 1971–2005 and the number of stations [%] that recorded critical ($p \leq 1\%$) precipitation values concurrently

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wysokie i intensywne kilkudniowe opady powodują bardzo groźne wezbrania zarówno lokalnie, jak i regionalnie. W wieloleciu 1971–2005 duże letnie wezbrania na Odrze i jej dopływach wystąpiły wielokrotnie, m.in. w latach: 1977, 1981, 1985, 1997, 2001 i 2002. W roku 1977 i 1997 fale wezbraniowe miały dwie kulminacje wywołane dwoma okresami intensywnych opadów deszczu i miały największy zasięg powierzchniowy [Dubicki, Strońska 2001; Dubicki, Malinowska-Małek 2005].

W pracy oszacowano wysokości opadów wywołujących wezbrania letnie oraz zaproponowano metodę oceny stopnia zagrożenia obszaru. Stopień zagrożenia wezbraniowego obszaru uzależniono od liczby stacji, dla których przekroczone zostały krytyczne wartości 5-dniowych sum opadów. Wyznaczony silny związek korelacyjny pomiędzy średnią wartością obszarową opadów a liczbą stacji, dla których przekroczona została wartość sumy opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$, pozwolił na oznaczenie 30 mm i 80 mm jako

krytycznych wartości średnich obszarowych wysokości opadów, które mogą spowodować odpowiednio: lokalne (średnie) i poważne zagrożenia wezbraniowe.

Powyższe wyniki mogą być wykorzystane w prognozie ryzyka wystąpienia opadów wywołujących wezbrania letnie na obszarze środkowej Odry. Pierwszym etapem prognozy zagrożenia wezbraniowego, jest oszacowanie stopnia zagrożenia obszaru na podstawie prognozowanej średniej obszarowej sumy opadów. Ocena stopnia zagrożenia pozwala na oszacowanie wielkości obszaru dla którego dojdzie do przekroczeń krytycznych wartości sum opadów. Z wyznaczonej zależności pomiędzy wysokością nad poziomem morza a wartością krytycznej sumy opadów, prognoza wartości średniej opadu będzie mogła być, w toku dalszych prac, interpretowana w kategoriach wysokości sum opadów w poszczególnych piętrach wysokościowych.

Nie zawsze jednak wysokim sumom opadów odpowiadają proporcjonalnie wysokie i obszarowo rozległe wezbrania w dorzeczu środkowej Odry [Dubicki, Strońska 2001]. Dlatego też równocześnie trzeba uwzględnić stany wody na danym cieku poprzedzające wezbrania spowodowane występującymi falami opadów, a także wszelkie formy retencji wody i tempo spływu powierzchniowego. Zatem wydaje się konieczne prowadzenie dalszych i szerszych prac studialnych tego zagadnienia w powiązaniu m.in. z pracami hydrologicznymi poruszającymi relację opad-odpływ.

BIBLIOGRAFIA

- Bogucka M. *Katalog opadów maksymalnych w Polsce 1966–1995. Opady maksymalne dobowe ≥ 50 mm*. Sprawozdanie z prac wykonanych w 1997 r. w IMGW w ramach tematu M-9.3, 1997.
- Bogucka M. *Opady maksymalne w Polsce – ocena zagrożeń oraz prawdopodobieństwo ich występowania* [w:] *Ocena wieloletniej zmienności elementów klimatu Polski oraz jej przewidywane tendencje jako wskaźnik planowania i strategii gospodarczych kraju*. Sprawozdanie z prac wykonanych w 1998 r. w IMGW w ramach tematu M-9, 1998.
- Cebulak E., Brazdil R. *Comparison of some methods of calculation of the maximum daily rainfalls for the long-term series of observation as example* [w:] *12th International Conference on Carpatian Meteorology*. October 1–5 1985, Zbornik Radova, Belgrad 1985.
- Chomicz K. *Ulewy i deszcze nawalne w Polsce*. Wiad. Służby Hydrol.-Meteorol., t. 2, z. 3, 1951, s. 88.
- Dobrowolski A., Ostrowski J., Kondzielski A., Zaniewska M. *Historyczne i współczesne rejony występowania powodzi katastrofalnych w Polsce* [w:] *Cywilizacja i żywioły*, red. Szkutnicki J., Kossowska-Cezak U., Bogdanowicz E., Ceran M., PTGeof., IMGW. Warszawa 2007, s. 147–156.
- Dubicki A. *Przewidywanie objętości fali powodziowej w warunkach dopływów sudeckich metodą Lambora*. Prace PIHM, z.100, 1970.
- Dubicki A. *Zagrożenie powodziowe w Sudetach – meteorologiczne i hydrologiczne aspekty formowania się wezbrań*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konferencje XXVII, nr 387, 2000, s. 11–33.

- Dubicki A. *Katastrofalne opady deszczu w wybranych obszarach Sudetów i ich przedpolu* [w:] *Dynamika obiegu wody w zlewniach rzecznych*, red. Jaworski J., Szkutnicki J. PTGeof., IMGW. Warszawa 2001, s. 77–91.
- Dubicki A., Strońska K. *Wielkie powodzie w dorzeczu Odry w ostatnim stuleciu*. Temat H-1. Maszynopis IMGW. Wrocław 2001, s. 86.
- Dubicki A., Malinowska-Małek J. *Opady nawalne i ich skutki w dorzeczu środkowej Odry na przełomie XX i XXI wieku* [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. Bogdanowicz E., Kossowska-Cezak U., Szkutnicki J. PTGeof., IMGW. Warszawa 2005, s. 103–121.
- Lorenc H., Olecka A. *Tendencje występowania opadów o dużym natężeniu w Polsce* [w:] *Współczesne problemy klimatu Polski – fakty i niepewności*. Seria: Monografie IMGW. Warszawa 2006, s. 23–36.
- Radczuk L., Eliasiewicz R., Grünewald U., Dąbrowski R. *Przyczyny, przebieg i skutki powodzi z lipca 1997 w dorzeczu Odry*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konferencje XXI, nr 339, 1999, s. 7–25.
- Wrona B. *Meteorologiczne i morfologiczne uwarunkowania ekstremalnych opadów atmosferycznych w dorzeczu górnej i środkowej Odry*. Praca doktorska. Zakład Meteorologii i Klimatologii UWr, 2007.
- Zawiślak T. *Warunki synoptyczne występowania intensywnych opadów deszczu w południowo-zachodniej Polsce na przykładzie lat 2001–2003* [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. Bogdanowicz E., Kossowska-Cezak U., Szkutnicki J. PTGeof., IMGW. Warszawa 2005, s. 166–176.
- Zarządzenie nr 17/2008 Dyrektora IMGW z dnia 24.04.2008 r. w sprawie ostrzeżeń meteorologicznych. Regulamin ostrzeżeń meteorologicznych IMGW, Warszawa.

Wiwiana Szalińska
Grzegorz Urban
Irena Otop
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział we Wrocławiu,
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzimierz Czamara*