



Zagrożenie powodziowe w województwie śląskim na przykładzie wybranych zbiorników wodnych

Flood risk in the Śląskie Voivodship on the example of selected water reservoirs

Mgr inż. Wioletta Nowara^{*)}

Treść: W artykule omówiono temat powodzi, jednego z najbardziej niebezpiecznych zjawisk naturalnych. Powódź powoduje ogromne straty materialne, zagraża życiu i zdrowiu ludzi, dlatego tak ważne jest monitorowanie sytuacji hydrologicznej. Dotyczy to szczególnie rejonów o podwyższonym ryzyku powodzi. Ich wyznaczeniem zajmuje się aktualnie Informatyczny System Osłony Kraju (w skrócie ISOK) i tworzy mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego. Utworzone mapy stanowią podstawę wyznaczania stref osłony społeczeństwa, gospodarki i środowiska naturalnego przed skutkami powodzi. Część badawcza pracy dotyczy analizy stanu napelnienia Zbiornika Goczałkowice oraz Zbiornika Dzierżno Duże. Zbiory danych poddano wnikliwej analizie statystycznej służącej zbadaniu podstawowych cech danych, w wyniku których określono obserwacje odstające i oszacowano prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi. W wyniku przeprowadzonej analizy statystycznej wyznaczono prognozy ostrzegawcze.

Abstract: The article discusses the topic of flooding, one of the most dangerous natural phenomena. Flooding causes huge material losses, it threatens the life and health of people, which is why monitoring the hydrological situation is so important. This is particularly true for regions with an increased risk of flooding. This regions are currently analyzed by ISOK, which creates flood hazard maps and flood risk maps. The maps created serve to shield society, the economy and the environment from the effects of floods. The research part of the work concerns the analysis of the filling level of the Goczałkowice Reservoir and the Dzierżno Duże Reservoir. The data sets were subjected to a thorough statistical analysis to examine the basic properties, as a result of which outlier findings were determined and the probability of floods was estimated. As a result of the statistical analysis, warning forecasts have been done.

Słowa kluczowe:

zagrożenie naturalne, powódź, prognozowanie, Krajowy Plan Zarządzania Kryzysowego, Prawo wodne, Zbiornik Dzierżno Duże, Zbiornik Goczałkowice

Keywords:

natural hazards, flood, forecasting, National Crisis Management Plan, Water law, Dzierżno Duże Reservoir, Goczałkowice Reservoir

1. Wprowadzenie

Polska posiada rozbudowany, hierarchiczny system zarządzania kryzysowego oraz szereg aktów prawnych i dokumentów, które scalają działania prewencyjne i działania na wypadek zaistnienia sytuacji kryzysowej. Organy administracji publicznej świadome są konsekwencji, jakie niesie za sobą wystąpienie powodzi. Bardzo ważnym aspektem jest współdziałanie z szeregiem organizacji i instytucji, a także z organami innych państw (szczególnie państw sąsiadujących) oraz wypracowanie wspólnej polityki i procedur działania, tak aby możliwie w jak najkrótszym czasie opanować sytuację, a nie dopuścić do pogłębiania się sytuacji kryzysowej.

Zagrożenie jakie niesie za sobą gwałtowność opadów jest ogromne. Wyczytujemy to z matrycy ryzyka utworzonej w ramach Krajowego Planu Zarządzania Kryzysowego (KPZK ... 2017). W KPZK zawarty zostało 19 zdarzeń najbardziej zagrażających bezpieczeństwu publicznemu. W samej już matrycy, po wyszczególnieniu trzech kategorii skutków (skutki dla ludności, skutki dla gospodarki, mienia i infrastruktury

oraz skutki dla środowiska), powódź została uznana za zjawisko najbardziej niebezpieczne. Według opisu jakościowego wyjaśniającego skalę matrycy, powódź jest prawdopodobna do wystąpienia i „może zdarzyć się raz na pięć lat” (Raport ... 2013) oraz przynosi zwykle duże, negatywne skutki dla społeczeństwa. Duże ryzyko powoduje ogromne zainteresowanie samorządów tematyką powodziową. Szczególne wzmocnienie zaangażowania organów administracji publicznej w politykę przeciwpowodziową nastąpiło po dwóch powodziach w 1997 r. oraz w 2010 r., kiedy zalana została południowa część Polski. Powódź w 1997 r. spowodowała straty materialne szacowane na 12 mld zł oraz pociągnęła za sobą 55 ofiar śmiertelnych, natomiast powódź z roku 2010 spowodowała straty rzędu 14 mld zł.

Ochronę przed powodzią realizuje się poprzez szereg różnych rozwiązań, wśród których znaleźć można m.in.:

- 1) „zapewnienie funkcjonowania systemu wczesnego ostrzegania przez niebezpiecznymi zjawiskami zachodzącymi w atmosferze i hydrosferze oraz prognozowanie powodzi;
- 2) zachowanie, tworzenie i odtwarzania systemów retencji wód; (...)
- 3) prowadzenie polityki informacyjnej w zakresie ochrony przed powodzią oraz ograniczania jej skutków”.

^{*)} Politechnika Śląska WGiBiAP, Gliwice

Działania te zawarte są w [Ustawie](#) z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz. U. 2019 poz. 534), która obowiązuje od 1 stycznia 2018 roku. Znowelizowana ustawa Prawo Wodne zmienia system zarządzania zasobami wodnymi. Powołana została instytucja Państwowe Gospodarstwo wodne Wody Polskie, które jest głównym podmiotem odpowiadającym za gospodarowanie zasobami wodnymi w Polsce. Do ich zadań należy przede wszystkim zarządzanie ryzykiem powodziowym i ryzykiem wystąpienia suszy. Tej tematyce został poświęcony cały Dział IV „Zarządzanie ryzykiem powodziowym i przeciwdziałanie skutkom suszy” ww. ustawy ([Prawo ... 2017](#)). Działania te są bezpośrednio kojarzone z zapewnieniem bezpieczeństwa obywatelom kraju, czyli dbaniem o odpowiednią jakość wód oraz racjonalnym ich wykorzystywaniem – art. 9. Ustawa Prawo wodne ([2017](#)) zakłada, że Wody Polskie odpowiadają za utrzymanie wód oraz prowadzenie inwestycji przeciwpowodziowych. Problem zalewisk występujących w pobliżu obu badanych zbiorników łączony jest z eksploatacją górnictw. W Goczałkowicach wydobywie prowadzi PG „Silesia”, natomiast w Gliwicach – PGG KWK „Sośnica”. Zagadnienia ochrony przeciwpowodziowej łączą się z występującymi obniżeniami terenu wskutek eksploatacji złoża, a prowadzącymi do poszerzania się stref zalewowych. Mamy do czynienia z zachwianiem naturalnych zjawisk m.in. spływu wód powierzchniowych ([Pozzi i in. 2009](#)) mogących powodować podtopienia i zalewiska. W [Rozporządzeniu](#) Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz. U. z 2012 r. poz. 511) czytamy, że w części opisowej projektu zagospodarowania złoża (art. 2) powinno zawierać się m.in. „określenie miejsca i sposobu udostępnienia złoża, proponowanych systemów eksploatacji kopaliny głównej, kopaliny towarzyszących i współwystępujących, z uwzględnieniem warunków geologiczno-górnictw, w szczególności hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich wraz z określeniem spodziewanych dopływów wody, sposobów odwadniania i jakości odpompowywanej wody oraz wpływu zamierzonej eksploatacji na powierzchnię terenu i obiekty budowlane”, natomiast w części graficznej załącza się „mapę lub mapy sytuacyjno-wysokościowe powierzchni z oznaczeniem przewidywanych zmian powstałych na skutek eksploatacji, oznaczeniem stref i wielkości przewidywanych deformacji terenu, jego przydatności do zabudowy i zagospodarowania”. Wszystkie wymienione we wspomnianym Rozporządzeniu dokumenty są niezbędne podczas zatwierdzania planu ruchu i projektu zagospodarowania złoża, a także stanowią podstawę przy ocenie roszczeń materialnych wynikłych na skutek szkód górnictw. Oznacza to, że przedsiębiorstwa górnictw prowadząc działalność górnictw, muszą mieć na uwadze warunki geograficzne i monitorować zmiany w ukształtowaniu terenu – wpływu prowadzonej eksploatacji na powierzchnię terenu i obiekty budowlane. Ma to służyć bezpieczeństwu ludności i obiektów. Przeprowadzone badania przedstawione w artykule posłużyły autorce do wyznaczenia prognoz ostrzegawczych i alarmowych wystąpienia zjawiska powodzi na terenach, gdzie jest prowadzona działalność górnictw.

2. Prognozowanie powodzi

W badaniach wykorzystano dane dotyczące wielkości opadów atmosferycznych uzyskane z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz wyniki pomiarów napełnienia zbiorników: Dzierżno Duże (j. Rzeczyckie) i Goczałkowice (j. Goczałkowickie). Pomiarów dotyczą dwóch zbiorników wodnych zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego będących w wykazie obiektów i zlewni Państwowego

Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gliwicach (RZGW Gliwice) ([Nowak 2018a](#)). Zbiorniki są oddalone od siebie, a więc prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi w ich rejonach może być różne ([Źródło internetowe 1, 3, 4](#)).

Zbiornik Dzierżno Duże to zbiornik powstały w wyrobisku po zakończonej eksploatacji piasków podsadzkowych. Zbiornik Dzierżno Duże jest nazywany także Jeziorem Rzeczyckim i jest położony na obszarze Gliwic, Pyskowice oraz na terenie gminy Rudziniec, w zachodniej części województwa śląskiego na lewym brzegu Kanału Gliwickiego. Zbiornik ten jest zasilany wodami rzeki Kłodnicy oraz potoków: Kozłówek, Rzeczyckiego i Kleszczowskiego. Pojemność całkowita zbiornika wynosi $V = 93,5$ mln m³ wody. Zbiornikowi przypisywanych jest kilka zadań, do których zaliczamy przede wszystkim: zapewnienie nienaruszalnego przepływu na rzecze Kłodnicy, utrzymanie żeglugi na Kanale Gliwickim, bezpieczne przeprowadzenie wód powodziowych rzeki Kłodnicy oraz poprawa jakości wód rzeki Kłodnicy.

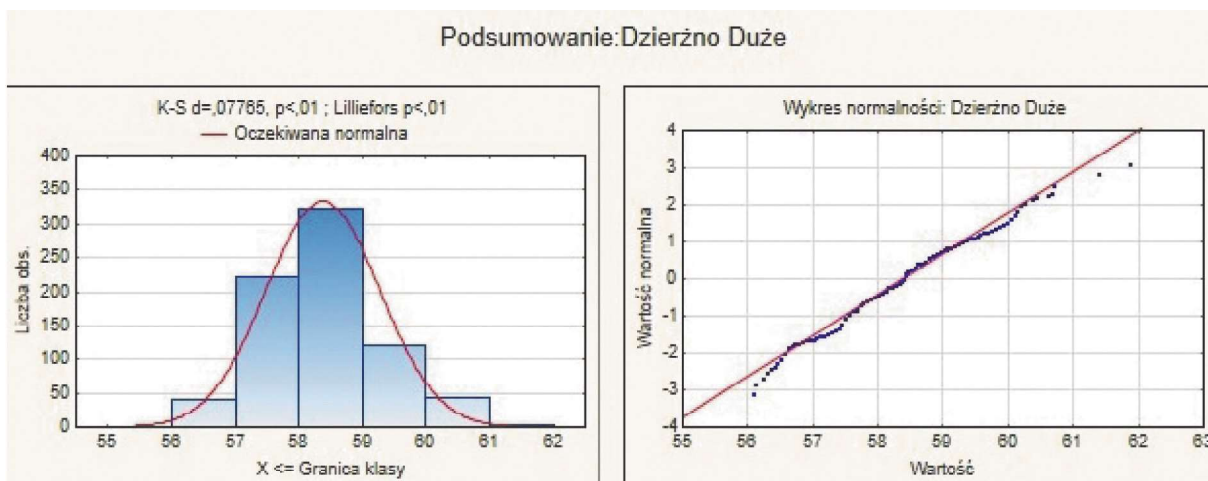
Zbiornik Goczałkowicki, o pojemności 170 mln m³ wody, to największy akwen wodny południowej części Polski, zasilany przez wody Małej Wisły. Jest to zbiornik zaporowy na Wiśle utworzony w 1956 roku przez spiętrzenie wód rzecznych zaporą w Goczałkowicach Zdroju w województwie śląskim. Jedyny większy dopływ uchodzący w sposób naturalny do Jeziora Goczałkowickiego to potok Bajerka. Jest to zbiornik retencyjny. Stanowi także źródło wody pitnej dla Górnego Śląska. Zbiornik Goczałkowicki pełni także funkcje gospodarcze (gospodarka rybacka).

W przedstawionych w artykule badaniach uwzględniano wpływ gwałtownych opadów atmosferycznych na prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi, z uwzględnieniem korelacji dwóch parametrów – wielkości opadów a wzrostu napełnienia zbiornika następującego po 3 dniach od zarejestrowania obfitych opadów ([Nowak 2018b](#)).

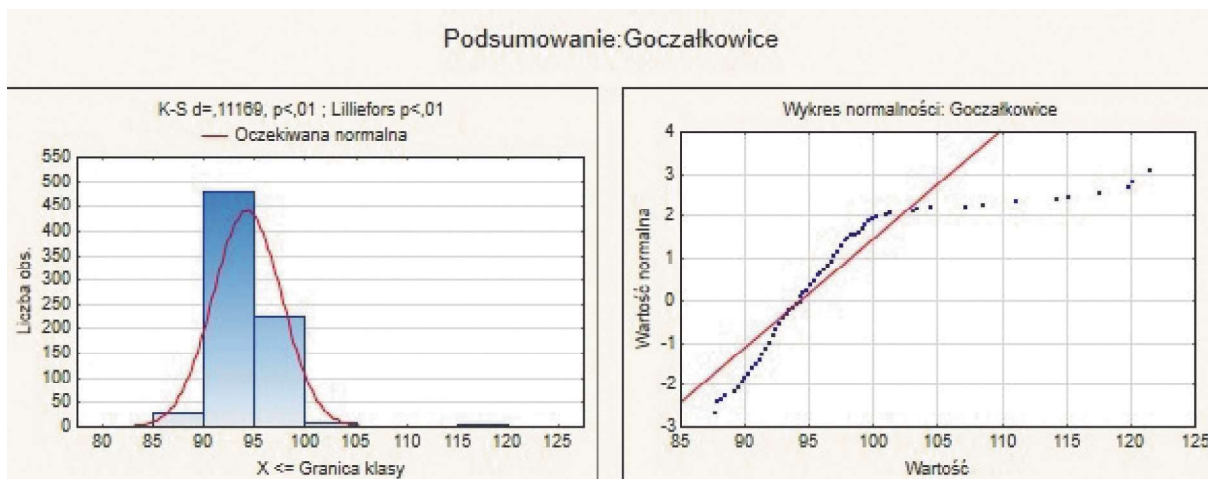
W pierwszej części badań, przy wykorzystaniu programu Statistica, wykreślone zostały wykresy rozkładu pomiarów. Tak przygotowane wykresy pozwoliły w dalszym kroku na wyznaczenie prawdopodobieństwa wystąpienia określonego poziomu napełnienia zbiorników. Wykresy rozkładu przedstawiono na rysunkach (rys. 1 i 2).

Po odczytaniu liczebności poszczególnych klas histogramu obliczone zostało prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi dla obu zbiorników. Prawdopodobieństwo obliczono metodą klasyczną, tj. poprzez podzielenie liczebności klas przewyższających średni poziom napełnienia przez całkowitą liczbę pomiarów. Pomiarów napełnienia i opadów obejmują okres od 25 marca 2016 roku do 14 kwietnia 2018 roku, co daje po 750 wyników dla każdego kryterium. Dobór czasu odczytywania wartości nie był w żaden sposób uzależniony czy związany z rokiem hydrologicznym. Wynikał bowiem z dostępności danych – internetowa baza danych prowadzona jest od marca 2016 roku. Wartości wyżej przytoczonych parametrów dla obu rozpatrywanych zbiorników przedstawione zostały w tabeli (tab. 1).

Jak wynika z literatury, posiadane zbiory powinny być poddane analizie statystycznej, ([Cieślak 2005](#), [Czaplicki 2011](#), [Źródło internetowe 5](#)). Autorka musiała zbadać, czy zbiory są losowe i odzwierciedlają warunki rzeczywiste, inaczej mówiąc, czy są reprezentatywne i prawidłowo przedstawiają badaną cechę. Losowość badana była testem Stevensa. Kolejna badana cecha to stacjonarność zbiorów, czyli stałość cechy w określonych warunkach, a parametry takie jak średnia arytmetyczna czy wariancja nie ulegają zmianie wraz z czasem. Stacjonarność badano testem Fishera-Snedecora.



Rys. 1. Wykres rozkładu pomiarów napelnienia - zbiornik Dzierżno Duże
Fig. 1. Distribution diagram of tank filling level measurement – Dzierżno Duże Reservoir



Rys. 2. Wykres rozkładu pomiarów napelnienia - zbiornik Goczałkowice
Fig. 2. Distribution diagram of tank filling level measurement – Goczałkowice Reservoir

Tabela 1. Poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia oraz prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi

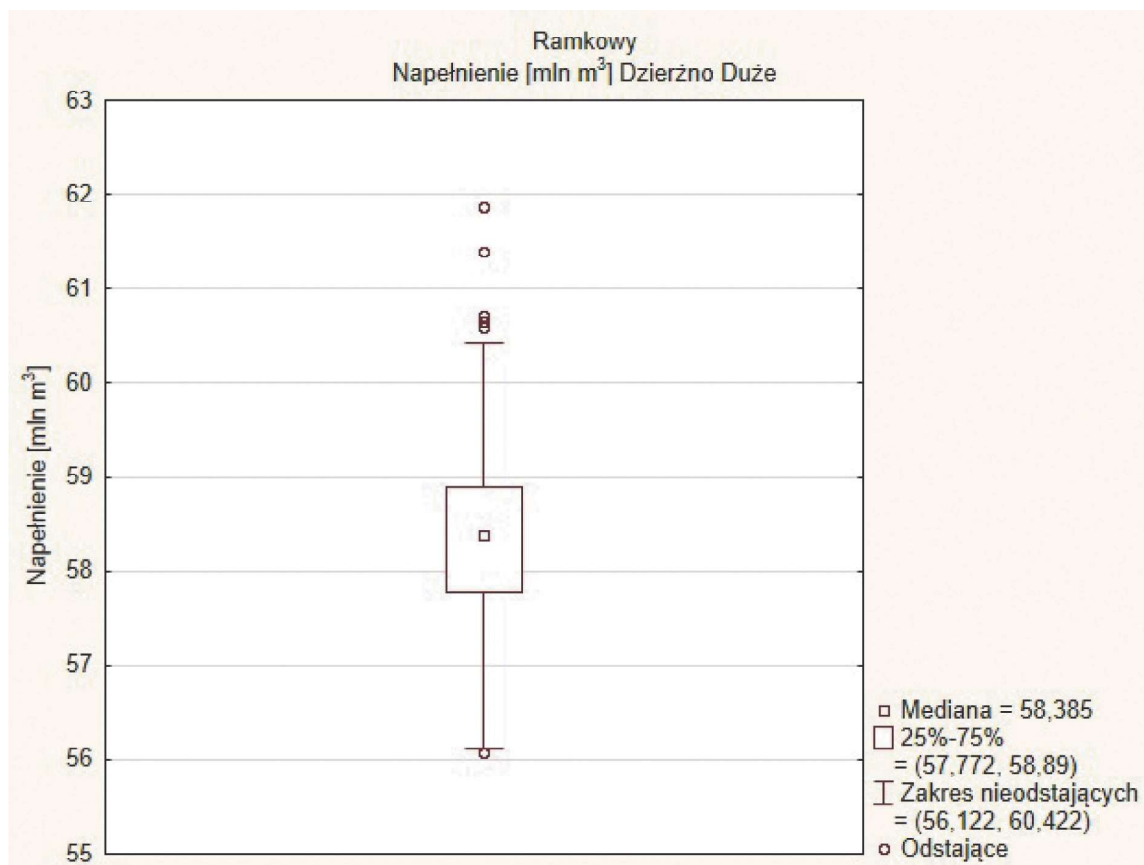
Table 1. Estimated probability of flood

Lp.	Zbiornik	Parametry			
		przedziały	liczebność klas	n	p
1.	Dzierżno Duże	59,000-60,000	122	750	$122/750 = 0,163 = 16,3 \%$
		60,001-61,000	42		$42/750 = 0,056 = 5,6 \%$
		> 61,001	2		$2/750 = 0,003 = 0,3 \%$
2.	Goczałkowice	95,000-100,000	218	750	$218/750 = 0,291 = 29,1 \%$
		100,001-105,000	16		$16/750 = 0,021 = 2,1 \%$
		> 105,001	9		$9/750 = 0,012 = 1,2 \%$

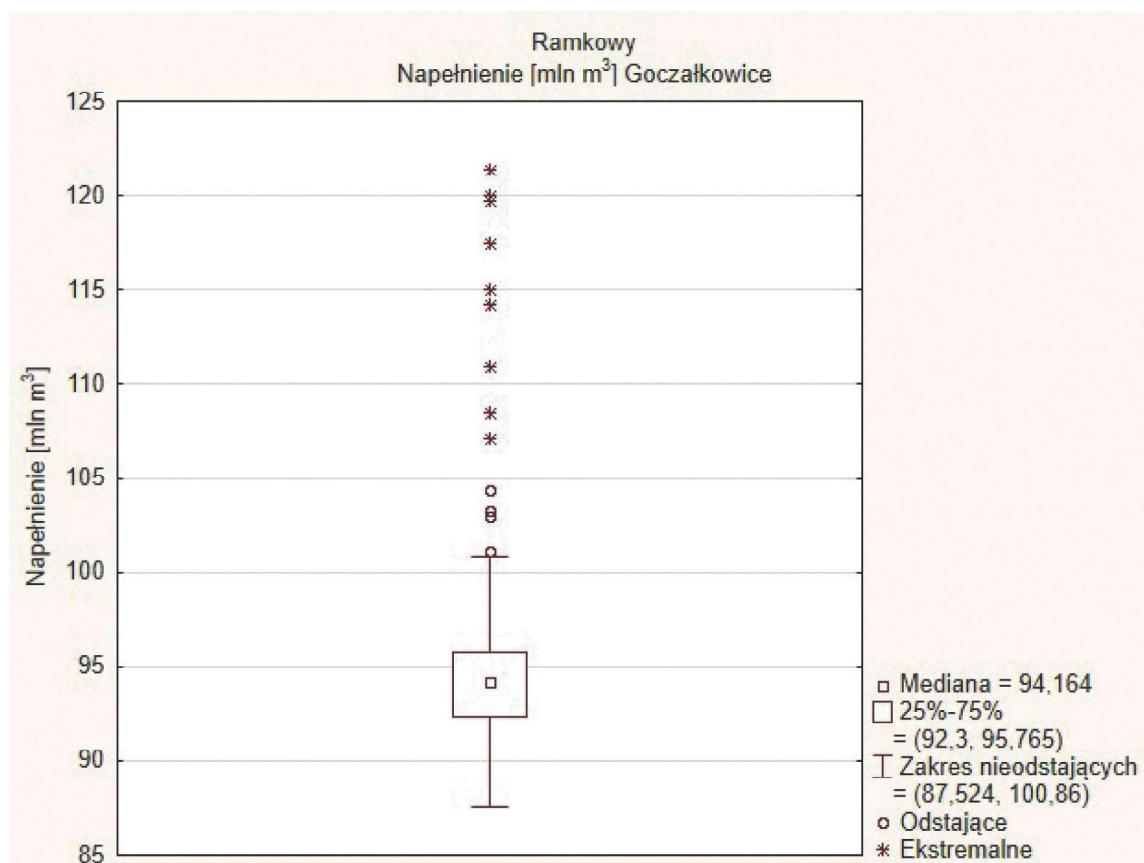
Trzecią częścią było zidentyfikowanie elementów odstających. Elementy odstające to wszystkie pomiary, które swoją wartością znacząco odbiegają od wartości średniej z próby. W badaniach zazwyczaj dąży się do stanu, aby pobrany zbiór był jednorodny, czyli charakteryzował się normalnym rozkładem prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości. W niniejszych badaniach przeprowadzonych przez autorkę to właśnie elementy odstające są kluczowe i niezbędne do dalszej analizy, czyli wyznaczenia prognozy ostrzegawczej i alarmowej. Aby je wyznaczyć posłużono się wykresem ramka-wąsy. Można z niego odczytać dodatkowe informacje – wartość

mediany, wartość kwartyli dolnego i górnego, zakres nieodstających elementów oraz elementy odstające i ekstremalne.

Z wykresu (rys. 3) odczytać można, że występuje kilka (dokładnie 9) ekstremów górnych, które wskazywać mogą na zjawisko powodzi. Analizując opady atmosferyczne występujące krótko przed zarejestrowanymi podwyższonymi stanami napelnienia, zbadano, że poziom wody w Dzierżnie Dużym wzrasta po 3 dniach od obfitych opadów. Powyższe ekstrema i elementy odstające górne stanowią podstawę do wyznaczenia prognoz ostrzegawczych i alarmowych.



Rys. 3. Identyfikacja elementów odstających - wykres ramka-wąsy pomiarów zbiornika Dzierżno Duże
Fig. 3. Identification of outliers - Boxplot with whiskers the Dzierżno Duże Reservoir



Rys. 4. Identyfikacja elementów odstających - wykres ramka-wąsy pomiarów zbiornika Goczałkowice
Fig. 4. Identification of outliers - Boxplot with whiskers the Goczałkowice Reservoir

Podobną analizę wykonano przy badaniu zbioru danych dotyczących zbiornika Goczałkowice (Nowara 2018). Wykreślony wykres ramka-wąsy (rys. 4) pozwolił na identyfikację aż 13 elementów odstających i ekstremalnych górnych. Widać także, że zbiornik ten wykazuje większą zmienność – znacząco szerszy przedział charakteryzuje średni poziom napełnienia akwenu.

Analizowane zbiorniki, pomimo ciągłego monitorowania stanu napełnienia, mają w swojej historii sytuacje kryzysowe, kiedy to obfite opady czy nadmierne dopływy z rzek doprowadziły do wystąpienia wód z brzegów zbiorników. Wyznaczenie prognoz ostrzegawczych opiera się na kilku pomiarach, które wyłonione zostały we wcześniejszych krokach. Wykorzystano metodę analizy regresji. Na wykres naniesiono pomiary, następnie wyznaczona została linia trendu w postaci wielomianu. Parametry od c_4 do c_1 oraz b stanowią współczynniki wielomianu, a parametr R^2 informuje o dopasowaniu wykresu teoretycznego do rzeczywistego rozkładu pomiarów. Wartość R^2 powinna zawierać się w granicach 0,95-0,99. Im wyższa wartość tego parametru tym dokładniejsze odwzorowanie. Ze względu na zmienność natury dopuszcza się, że wartość R^2 jest niższa. Wszystkie wyznaczone wartości przedstawia tabela (tab. 2).

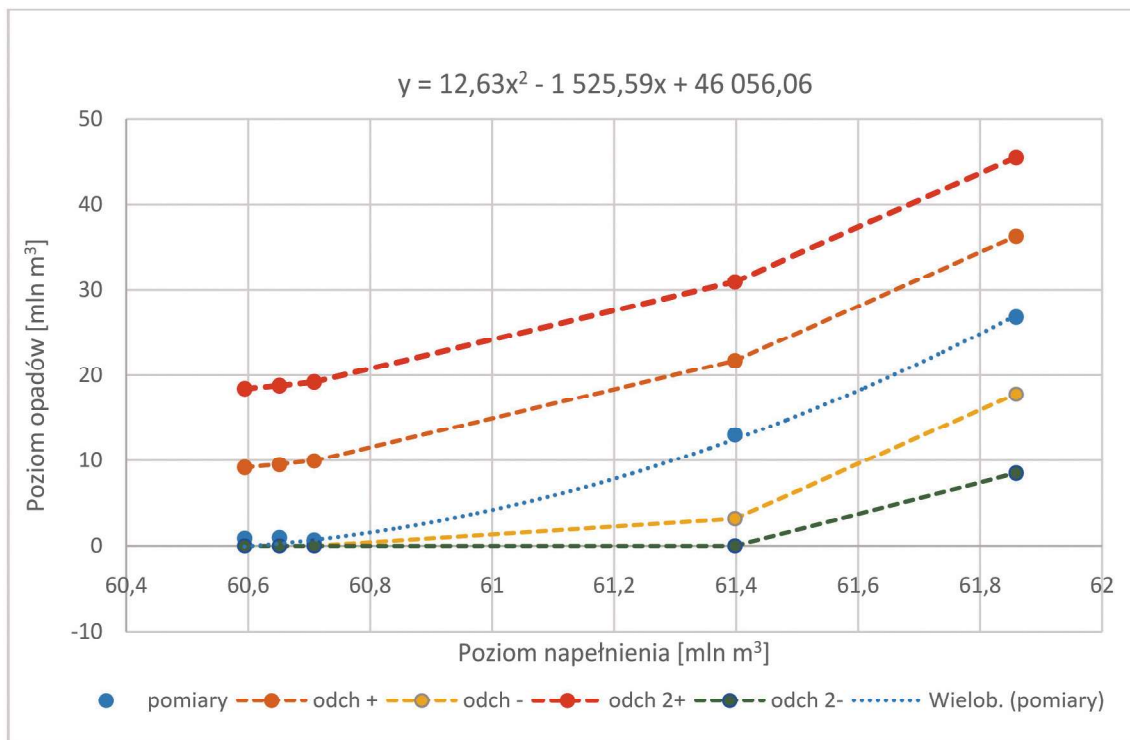
Znając rozkład teoretyczny, w odległości ± 1 i 2 wartości odchylenia standardowego sporządzono wykresy stanowiące kolejno linie ostrzegawcze i alarmowe. Prognozy przedstawiono na rys. 5 i rys. 6.

Dla zbiornika Dzierżno Duże współczynnik determinacji wynosi 0,99 (tab. 2), co oznacza, że rozkład teoretyczny jest bardzo dobrze dopasowany do zbioru danych.

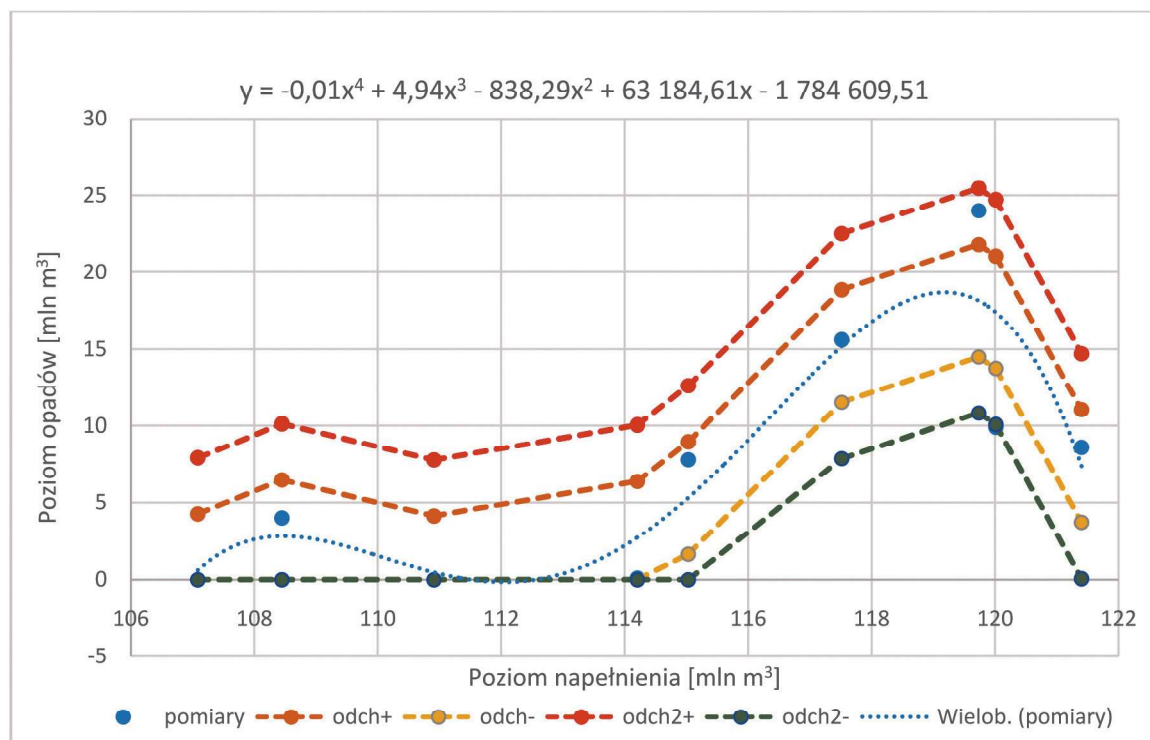
Na rys. 5 pokazane zostały linie kontrolne, kolejno zewnętrzna i wewnętrzna linia kontrolna górna oraz wewnętrzna i zewnętrzna linia kontrolna dolna. Wyraźnie widać, jak gwałtowna zmiana w opadach deszczu (ok. 10 mln m^3) może wpływać na zmianę sytuacji, czyli wprowadzić poziom ostrzegawczy i alarmowy. Poziomy te oczywiście informują o zbliżającej się fali powodziowej. Należy zwrócić uwagę, że prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynosi 16,3% dla poziomu wody w granicach 59,000-60,000 mln m^3 wody, a dla kolejnego przedziału (60,001-61,000 mln m^3 wody) to tylko 5%. Porównując sumaryczną wartość 16% i 5% prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi (tab. 1) i różnicę pomiędzy poziomami ostrzegawczym i alarmowym (rys. 5) widać, że wartości są zbieżne. Według metody ISOK podwyższenie o ok. 25 mln m^3 wody może doprowadzić do powodzi, a po-

Tabela 2. Współczynniki linii trendu
Table 2. Coefficients of the model

Lp.	Nazwa	Zbiorniki	
		Dzierżno Duże	Goczałkowice
1.	c_4		-0,01
2.	c_3		4,94
3.	c_2	12,63	-838,29
4.	c_1	-1525,59	63184,61
5.	b	46056,06	1784609,51
6.	R^2	0,99	0,80
7.	σ_{ekstr}	9,246505	3,6606755



Rys. 5. Prognoza ostrzegawcza dla zbiornika Dzierżno Duże
Fig. 5. Warning forecast the Dzierżno Duże Reservoir



Rys. 6. Prognoza ostrzegawcza dla zbiornika Goczalkowice
Fig. 6. Warning forecast the Goczalkowice Reservoir

dobnie kształtuje się różnica między dopasowanym rozkładem teoretycznym a liniami kontrolnymi.

Podobna analiza przeprowadzona została dla zbiornika Goczalkowice. Wyniki przedstawiono na rys. 6.

Należy zauważyć, iż w przypadku zbiornika Goczalkowice współczynnik determinacji jest znacząco niższy od zbiornika Dzierżno Duże. W rozpatrywanym przykładzie R^2 wynosi 0,80. Jest to jednak poziom, który pozwala na dopuszczenie wykresu rozkładu teoretycznego do dalszej analizy. Model teoretyczny jest wielomianem czwartego rzędu, co powoduje, że można wykonać prognozy ostrzegawcze tylko w przyjętym oknie czasowym – dwa kroki w przód. Wyznaczenie prognozy ostrzegawczej i alarmowej podyktowane było znajomością poziomu prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi, który wynosi 29% przy poziomie wody w granicach 95,000-100,000 mln m^3 wody. Dla poziomów wyższych, tj. 100,001-105,000 mln m^3 wody, prawdopodobieństwo wynosi już tylko 2%.

Prognoza ostrzegawcza została wyznaczona na podstawie pomiarów znacząco odbiegających od wartości średniej poziomu napełnienia zbiornika. Na rys. 6 widać wyraźnie, gdzie znajdują się zarówno dolne jak i górne linie kontrolne wewnętrzne i zewnętrzne. Natomiast ekstrema górne rozrzucone są pomiędzy wszystkie linie kontrolne, które stanowią poziomy alarmowy i ostrzegawczy dla sytuacji kryzysowej jaką jest powódź.

Wszystkie pomiary ekstremalne zidentyfikowane we wcześniejszych krokach zawierają się w wyznaczonych przedziałach. Prognoza byłaby bardziej szczegółowa, gdyby pomiary rzeczywiste zawierały się wyłącznie w przedziale \pm jednej wartości odchylenia.

3. Podsumowanie, zakończenie, wnioski

Badania służyły stworzeniu modelu, który w przyszłości może stanowić podstawy do prognozowania zdarzeń kryzysowych.

W wyniku analiz wyznaczono prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi przy nadmiernych opadach atmosferycznych na terenach bezpośrednio przyległych do badanych zbiorników. Najwyższą wartość prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi obliczono dla Zbiornika Goczalkowice, większego z badanych zbiorników. Prawdopodobieństwo wyniosło aż 29%. Drugi zbiornik ma 16% prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi.

W dalszej części artykułu skupiono się natomiast nad sytuacją nadmiernych opadów atmosferycznych, kiedy dopływy z rzek są znacząco zwiększone. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała, że należy obserwować poziom napełnienia w sposób ciągły, ponieważ wzrasta on dopiero po 3 dniach od obfitych opadów. Oznacza to, że podtopienia lub powodzie zazwyczaj występują dopiero po tym czasie, a nie równocześnie z opadami. Oczywiście należy wziąć również pod uwagę długotrwałość opadów.

Dla zbiorników trend wyznaczany był dla pomiarów ekstremalnych górnych. Następnie obliczone z funkcji punkty teoretyczne pozwoliły na wyznaczenie linii kontrolnych. Wykresy linii kontrolnych znajdują się w odległości ± 1 oraz ± 2 wartości odchylenia standardowego. Na tej podstawie wyznaczone zostały poziomy ostrzegawczy i alarmowy dla obu badanych zbiorników wodnych. Na rysunkach sporządzonych dla obu badanych zbiorników widać, że punkty pomiarowe rozlokowane są pomiędzy wszystkimi liniami kontrolnymi.

Reasumując, przeprowadzone analizy i obliczenia pokazują, jak wielkie zagrożenie niesie dla ludzi woda. Autorka pragnie rozszerzyć swoją analizę o uwzględnienie dodatkowych aspektów mających wpływ na tworzenie się zalewisk. Dążeniem badacza jest zbadanie dotychczasowych zmian w ukształtowaniu terenu, które umożliwiłyby przeprowadzenie prognozy możliwych dalszych zmian powierzchni terenu. To pozwoliłoby na graficzne wyznaczenie stref potencjalnie zagrożonych podtopieniem.

Literatura

- CIEŚLAK M. 2005 - Prognozowanie gospodarcze, Metody i zastosowania, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- CZAPLICKI J. 2011 - Elementy statystyki matematycznej i ich zastosowania w inżynierii górniczej i robót ziemnych, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- KPZK - Krajowy Plan Zarządzania Kryzysowego 2017.
- NOWAK W. 2018a - Metody identyfikacji i prognozowania zdarzeń kryzysowych na podstawie powodzi, praca dyplomowa w Katedrze Inżynierii Bezpieczeństwa, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice.
- NOWAK W. 2018b - Metody identyfikacji i prognozowania zdarzeń kryzysowych na podstawie powodzi, materiały konferencyjne, Międzynarodowa Konferencja „Zarządzanie kryzysowe w obszarach pogranicza”, Rybnik.
- NOWARA W. 2018 - Zbiornik Goczałkowice – poważne zagrożenie powodziowe czy zabezpieczenie przeciwpowodziowe?, materiały konferencyjne, Konferencja Naukowa Górnictwo Zrównoważonego Rozwoju, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice.
- POZZI M., CEMPIEL E., CZAJKOWSKA A. 2009 - Likwidacja zagrożenia powodziowego na terenach zdegradowanych działalnością górnictw na przykładzie gminy Gieraltowice. W: Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych. Praca zbiorowa pod red. G. Maliny. Poznań, Wydawnictwo Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski, s. 345–354.

- Prawo wodne. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz. U. z 2019 r. poz. 534). Raport o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego, Warszawa 2013.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz. U. z 2012 r. poz. 511).
- Źródło internetowe 1: www.gornyslask.net.pl/ data dostępu 2018-11-30.
- Źródło internetowe 2: Witryna internetowa Informatyczny System Osłony Kraju Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB: <http://www.isok.gov.pl/pl/mapy-zagrozeniapowodziowego-i-mapy-ryzyka-powodziowego> data dostępu 2018-11-30.
- Źródło internetowe 3: Witryna internetowa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej: <http://www.kzgw.gov.pl/index.php/pl/zamowienia-publiczne/postepowaniaprzetargowe/305-przeglad-i-aktualizacja-map-zagrozenia-powodziowego-i-map-ryzykapowodziowego> data dostępu 2018-11-30.
- Źródło internetowe 4: Witryna internetowa Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej Gliwice: <http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/> data dostępu 2018-11-30.
- Źródło internetowe 5: Witryna internetowa Statsoft Polska – Podstawowe pojęcia statystyki: <https://www.statsoft.pl/textbook> data dostępu 2018-11-30.

Artykuł wpłynął do redakcji – listopad 2019
Artykuł akceptowano do druku 14.08.2019



THIELE

Fabryka Łańcuchów Przenośnikowych
i Technicznych Kuźnia Matrycowa

- Łańcuchy ogniwove górnice i ogniwa złączne
- Łańcuchy zawiesiowe i uchwyty transportowe
- Łańcuchy ogniwove nawęglane, kute i płytkowe



THIELE GmbH & Co. KG
Tel.: +49 2371-947 0

Werkstr. 3
Fax: +49 2371-947 295

58640 Iserlohn
info@thiele.de

Germany
www.thiele.de