

URSZULA KOŁODZIEJCZYK, MARTA ŻEBROWSKA\*

## TECHNICZNE METODY OCHRONY PRZECIWPowODZIOWEJ W POLSCE

### *Streszczenie*

*Celem niniejszej pracy było przypomnienie o wciąż aktualnych problemach związanych ze skuteczną ochroną przeciwpowodziową oraz metodach stosowanych w walce z żywiołem jakim jest wielka woda. W artykule zwrócono szczególną uwagę na dwa rodzaje ochrony tj. ochronę czynną i ochronę bierną, które realizowane są przy udziale technicznych metod ochrony przeciwpowodziowej.*

Słowa kluczowe: powódź, czynna i bierna ochrona przeciwpowodziowa, techniczne metody ochrony przeciwpowodziowej

### WSTĘP

Powodzie na ziemiach polskich od dawna były przyczyną dotkliwych klęsk. Jest to zjawisko przyrodniczo-gospodarcze, najczęściej wynikające z wezbrania rzeki lub potoku, przynoszące szkody gospodarcze i społeczne. Nie każde wezbranie generuje powódź, nie każda powódź wynika z wezbrania naturalnego cieku wodnego. Dlatego też nie jest możliwe zabezpieczenie się przed skutkami wszystkich powodzi, ani dokładne przewidzenie przebiegu każdej z nich.

W ostatnich latach, mimo podjętych działań w tym zakresie wielkie powodzie miały miejsce na Odrze i Wiśle. Przyniosły one olbrzymie straty gospodarcze. To jednoznacznie wskazuje, że powinno się dążyć do zminimalizowania skutków powodzi, głównie przez wyprzedzającą prognozę oraz odpowiednie przygotowanie kilku sposobów ochrony przeciwpowodziowej.

Powszechnym sposobem ochrony przeciwpowodziowej jest ochrona czynna. Jest to przygotowanie na czas odpowiedniej rezerwy dla wód powodziowych w istniejących zbiornikach wodnych i budowa nowych zbiorników. Innym rodzajem zabezpieczeń jest ochrona bierna, której zadaniem jest utrzymanie

---

\* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska

w należyтым stanie technicznym obwałowań przeciwpowodziowych i obiektów stale piętrzących wodę, a nie będących zbiornikami retencyjnymi, oraz drożności koryt rzecznych.

Wreszcie, zabezpieczeniem przeciwpowodziowym jest również podjęcie działań organizacyjnych, takich jak: wdrożenie krajowych i lokalnych programów ochrony przed powodzią i jej skutkami, intensywne działanie sztabów antykrzysowych z udziałem specjalistów od gospodarki wodnej i innych odpowiednich służb oraz działania informacyjne (ostrzeżenie mieszkańców terenów zagrożonych powodzią).

### **PODZIAŁ METOD OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ**

Ochrona przeciwpowodziowa obejmuje wiele metod służących do zapobiegania powodziom lub do ograniczenia ich rozmiarów i skutków [Ciepielowski 1992, Kołodziejczyk 2002, 2005 i 2007, Borys i Rycharska 2007 i inni], w tym:

- metody budowlane (tzw. konstrukcyjne, techniczne), obejmujące obiekty i działania fizyczne,
  - metody niebudowlane (tzw. niekonstrukcyjne, czyli niezmiennające parametrów powodzi, ale mające wpływ na wywołane przez nie skutki), np. prewencja przeciwpowodziowa oraz działalność informacyjna i edukacyjna.
- Metody budowlane dzielone są na intensywne i ekstensywne.

- metody intensywne to: sterowanie pojemnością wodną w zlewni rzecznej; powiększenie przepustowości koryta rzecznej; budowle przeciwpowodziowe; ochrona wydzielonych obszarów (przemysł, miasto),
- metody ekstensywne to: przemodelowanie powierzchni terenu; ochrona przed erozją gleb; opóźnianie odpływu powierzchniowego, spowodowanego przez deszcz i/lub śnieg; wzrost infiltracji.

### **METODY TECHNICZNE**

Metody techniczne ochrony przeciwpowodziowej obejmują te działania, których celem jest nieszkodliwe i kontrolowane przeprowadzenie wielkich wód. Do środków tych należy budownictwo wodne, jak również sygnalizacja i prognozowanie wezbrań. Środki techniczne leżą przeważnie w gestii inżynierów budownictwa wodnego i melioracyjnego.

Pod względem stosowanych metod technicznych, ochrona przeciwpowodziowa dzieli się na:

- ochronę czynną, która wpływa na zjawisko tworzenia się fali wezbraniowej poprzez:
  - zbiorniki retencyjne,

- poldery,
- retencyjne przysposobienie dorzecza,
- ochronę bierną, której celem jest zapewnienie bezpiecznego odprowadzenia fali wezbraniowej. Przykładem są:
  - wały przeciwpowodziowe,
  - kanały ulgi,
  - regulacja rzek,
  - osłona hydrometeorologiczna,
  - prognoza zagrożeń powodziowych.

### ZBIORNIKI RETENCYJNE

Zbiorniki retencyjne budowane są, między innymi, do celów gromadzenia wody w okresach jej nadmiaru i opróżniania w okresie deficytów [Ciepielowski 1992]. Zadaniem ich jest obniżenie wysokości, czyli spłaszczenie fali powodziowej w danym przekroju doliny rzecznej. Umożliwiają one racjonalne prowadzenie zintegrowanej gospodarki wodami opadowymi i powierzchniowymi w dorzeczu funkcjonującym powyżej tego przekroju [Mikulski 1998]. Dzięki zastosowaniu zbiorników retencyjnych przepływ wód w międzywalu jest równomierny, a wały przeciwpowodziowe mogą spełniać swoje funkcje ochronne.

Obok ochrony przeciwpowodziowej mają one także inne zastosowanie, takie jak: zaspokojenie potrzeb energetycznych, gospodarczych, przyrodniczych, żeglugowych i rekreacyjnych.

Według Dębskiego [1978] zbiorniki przeciwpowodziowe mogą powstać poprzez zamknięcie doliny przegradą dolinową oraz przez odcięcie od rzeki jej terenów zalewowych przy pomocy wałów ochronnych usypanych wzdłuż rzeki.

Według Kołodziejczyk [2002] rolę zbiorników retencyjnych pełnić mogą oczka wodne, stawy, wyrobiska poeksploatacyjne, czasze cofkowe spiętrzeń na ciekach melioracji podstawowych i rzekach głównych, jeziora, śródleśne zbiorniki przeciwpożarowe itd.

W Polsce występują sztuczne zbiorniki retencyjne, związane z energetycznym wykorzystaniem spadku na budowłach piętujących, oraz naturalne zbiorniki retencyjne, które stanowią niektóre jeziora (tab. 1).

Tab. 1. Największe zbiorniki retencyjne w Polsce

Tab. 1. The utmost Poland's retention reservoirs

Lp.	Zbiornik	Rzeka	Rok uruchomienia	Całkowita pojemność (hm <sup>3</sup> )
1.	Solina	San	1968	472,0
2.	Włocławek	Wisła	1970	408,0
3.	Jeziorko	Warta	1990	202,8
4.	Rożnów	Dunajec	1941	169,3
5.	Goczałkowice	Mała Wisła	1956	166,8
6.	Dobczyce	Raba	1986	125,0
7.	Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	124,5
8.	Nysa	Nysa Kłodzka	1972	113,6
9.	Turawa	Mała Panew	1948	106,2
10.	Tresna	Soła	1967	100,0

## POLDERY

Poldery są to tereny przystosowane do zalewania w czasie powodzi. W okresie między powodziąmi są one używane jako łąki, pola orne oraz lasy [Kołodziejczyk 2002]. Poldery to obniżone tereny za wałem, które można zalewać w sposób kontrolowany. Gdy przychodzi wysoka fala, wpuszcza się tam wodę przez tzw. jazy. To jeden z najbardziej zalecanych przez Unię Europejską sposobów walki z powodzią.

## RETENCYJNE PRZYSPOBIENIE DORZECZA

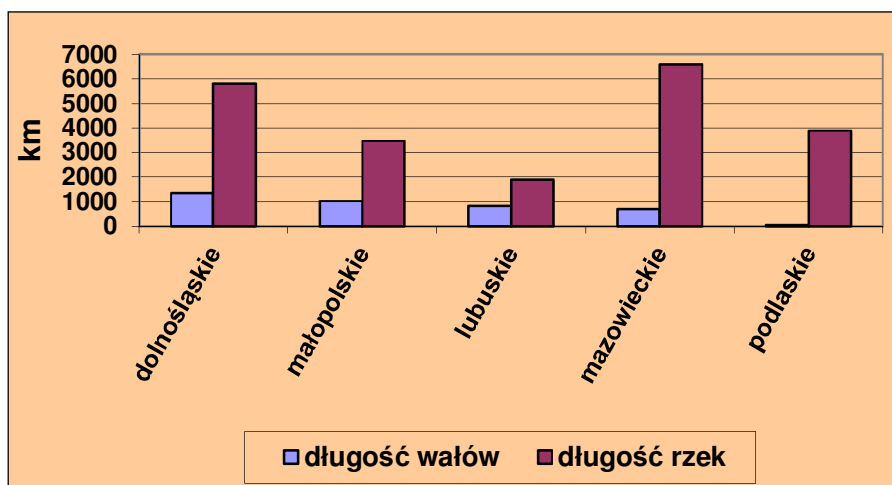
Podobny efekt, jaki dają zbiorniki można uzyskać przez zwiększenie zdolności retencyjnej dorzecza. Jest to szczególnie wskazane wtedy, gdy nie ma warunków do budowy zbiorników. Retencyjne przysposobienie dorzecza i budowa zbiorników powinny być zastosowane równocześnie.

Powiększenie retencji zlewni osiągamy przez zwiększenie powierzchni zalesienia, podpiętrzenie wód w ciekach naturalnych, stawach i jeziorach, oraz przez odpowiednią agrotechnikę i nawożenie (orka przed zimą i wykonana na dużą głębokość zwiększa retencję wodną; orka dokonana w poprzek zbocza utrudnia spływ wody po pochyłościach terenu i ułatwia wsiąkanie wody w grunt).

## WAŁY PRZECIWPOWODZIOWE

Obwałowanie rzek ma na celu ochronę terenów przed ich zalaniem przez uformowaną falę wezbraniową. Jest to najpowszechniejszy i najprostszy sposób ochrony przed powodzią, znany i stosowany od starożytności. Jednak skuteczność tego sposobu nie może być gwarantowana, ponieważ zawsze istnieje potencjalne ryzyko uszkodzenia czy przerwania wału lub przelania się wody przez wał, np. wskutek utworzenia się zatoru.

Według danych z końca 2012 r., w Polsce jest ogółem ok. 8,5 tys. km wałów przeciwpowodziowych. Najwięcej w województwach: dolnośląskim, małopolskim, lubuskim i mazowieckim, a najmniej w województwie podlaskim (rys. 1), chociaż długość wałów nie zawsze idzie w parze z długością rzek.



Rys. 1. Długość wałów przeciwpowodziowych i rzek w wybranych województwach  
 Fig. 1. Length of the flood bank and rivers in the particular voivodeship

## KANAŁY ULGI

Kanały ulgi, nazywane również kanałami przeciwpowodziowymi, najczęściej budowane są tam, gdzie ze względu na zabudowę miejską i osiedlową niemożliwe jest zwiększenie poprzecznego przekroju koryta rzeki. Ich celem jest przejście części przepływu powodziowego i tym samym złagodzenie wzmózonych przepływów wody.

## REGULACJA RZEK

Regulacja rzek polega na uformowaniu i utrwaleniu takiego kształtu koryta rzeki, jaki jest potrzebny, aby cel regulacji mógł być osiągnięty. Według Dębskiego [1978] cele regulacji to:

- ochrona od powodzi i ułatwienie nieszkodliwego przepływu wody,
- dostosowanie rzeki do potrzeb rolnictwa i leśnictwa:
  - przystosowanie poziomu wody i przepływu w rzece do potrzeb wodnych doliny,
  - zapewnienie równowagi hydrodynamicznej rzeki oraz stałości dna i linii brzegowej,
  - w zależności od potrzeby nawadnianie lub odwadnianie użytków rolnych w dolinie rzeki,
- dostosowanie koryta do żeglugi i spławu,
- dostosowanie koryta rzeki i zwierciadła wody w rzece do różnych celów (np. do budowy ujęcia wody użytkowej, poprawy warunków przepływu pod mostami itp.).

Modyfikacja koryta rzeki polegać może na zwiększeniu jego spadku, zmniejszeniu oporów ruchu lub zwiększeniu przekroju poprzecznego cieku. Przedsięwzięcia te zwiększają zdolność przepustową, co powoduje zmniejszenie powierzchni i czasu trwania zalewów [Mosiej i in. 1992]. Niestety, wymienione zabiegi mogą powodować szkodliwą ingerencję w środowisko. Regulacja rzeki powinna być tak przeprowadzona, aby nie powodowała erozji dna i brzegów koryta, nadmiernej straty retencji dolinowej oraz likwidacji nadbrzeżnych ekosystemów, których istnienie uzależnione jest od okresowego zatapienia.

## SYSTEM OSŁONY HYDROMETEOROLOGICZNEJ

Zadaniem osłony hydrometeorologicznej jest wczesne ostrzeżenie o mającym nastąpić przyborze wód na rzekach oraz określeniu wielkości tego przyboru i jego przebiegu w czasie. Osłona ta gwarantuje sprawny system obliczania kulminacji wezbrań, czasu ich wystąpienia, objętości fal itd.

Osłonę hydrometeorologiczną wykonują jednostki Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej dla obszarów większych dorzeczy, odcinków rzek i zbiorników wodnych na wyznaczonym terenie (rys. 2).



Rys. 2. Mapa zasięgu oddziałów [www.imgw.pl]  
 Fig. 2. Map of the polish branches [www.imgw.pl]

Zgodnie z Dyrektywą 2007/60/WE do podstawowych funkcji systemu osłony hydrometeorologicznej zaliczamy:

- zbieranie danych z sieci posterunków obserwacyjnych oraz analiz i prognoz meteorologicznych,
- tworzenie banków danych i ich eksploatacja,
- kontrola poprawności danych,
- obliczenia, redakcja biuletynów, prognoz i ostrzeżeń,
- rozpowszechnianie komunikatów w tym ostrzeżeń powodziowych,
- gromadzenie dokumentacji prognoz, ocena ich sprawdzalności, prace metodyczne,
- tworzenie komputerowych systemów wspomagania synoptyka hydrologa i dyżurnego operatora komitetu przeciwpowodziowego.

Mozna wyróżnić trzy grupy informacji dostarczanych przez system osłony hydrometeorologicznej:

- opis aktualnej sytuacji z ostatnich dni,
- prognozy,
- charakterystyki stałe i statyczne służące do ocen i porównań.

Prognoza meteorologiczna zawiera m.in. informacje o: temperaturze powietrza, prędkości i sile wiatrów, natężeniu opadów, a także – o awarii budowli piętrzących lub innych zakłóceniach przepływu.

Według Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) prognozy klasyfikuje się na:

- krótkoterminowe: o czasie wyprzedzenia dwóch dób od momentu stawiania prognozy,
- średnioterminowe: o czasie wyprzedzenia od dwóch do dziesięciu dób od momentu stawiania prognozy,
- długoterminowe: o czasie wyprzedzenia ponad dziesięciu dób,
- sezonowe: o czasie wyprzedzenia kilku miesięcy.

## **PROGNOZA ZAGROŻEŃ POWODZIOWYCH**

W zakresie identyfikacji i monitorowania rozwoju zagrożenia powodziowego kluczową rolę odgrywają wodowskazy. Miejsce, w którym prowadzone są obserwacje stanów wody, nazywa się posterunkiem wodowskazowym. Na podstawie codziennych obserwacji stanów wody oblicza się stany charakterystyczne i wyznacza ich strefy. Spośród stanów charakterystycznych wymienić należy WW (wysoka woda) – najwyższy stan roczny oraz NW (niska woda) – najniższy stan roczny.

Na podstawie wieloletnich pomiarów stanów wody określa się stany ostrzegawcze i alarmowe. Stany te ustala się dla poszczególnych odcinków rzek in-



dywidualnie, zależnie od kształtu przekroju poprzecznego koryta i doliny oraz zagospodarowania terenów przybrzeżnych.

Stan ostrzegawczy jest to umowny stan wody informujący o możliwości wystąpienia zagrożenia powodziowego w przypadku dalszego wzrostu stanu wody. Najczęściej jako stan ostrzegawczy przyjmuje się stan o 10 cm niższy od stanu wody brzegowej, który oznacza takie napełnienie koryta, przy którym woda jeszcze nie występuje z brzegów, ale dalszy, nawet niewielki jej przybór grozi wylewem. Meldunki o przekroczeniu stanu ostrzegawczego są podstawą do ogłoszenia pogotowia przeciwpowodziowego.

Stan alarmowy leży zwykle w pobliżu wody brzegowej. Przekroczenie tego stanu wskazuje na zagrożenie zalaniem przybrzeżnych terenów w przypadku dalszego przyboru wody. Osiągnięcie lub niewielkie przekroczenie zwykle nie pociąga za sobą większych konsekwencji i strat ekonomicznych. Pozwala natomiast na podjęcie działań zabezpieczających i jest sygnałem do wzmożonego czuwania oraz ochrony ludności i mienia znajdujących się na terenach zalewowych. W wielu przypadkach dopiero znaczne przekroczenie stanu alarmowego jest sygnałem do ogłoszenia alarmu powodziowego.

Równie istotnym narzędziem w prognozowaniu zagrożeń powodziowych jest monitoring powierzchni wody w okresie zagrożenia zatorowego.

## PODSUMOWANIE

Powódź na terenie Polski jest zjawiskiem częstym i bardzo groźnym. Tylko w ciągu ostatnich 20 lat na Wiśle i na Odrze wystąpiły co najmniej 4 duże powodzie o prawdopodobieństwie występowania rzędu  $p = 1\%$  (woda 100 letnia). Infrastruktura ochrony przeciwpowodziowej, tak czynnej jak i biernej, jest niewystarczająca, a jej stan techniczny nie najlepszy. Dotyczy to szczególnie obwałowań i małych piętrzeń. Konieczne jest zbadanie aktualnego stanu technicznego tych urządzeń hydrotechnicznych oraz podjęcie odpowiednich działań profilaktycznych i modernizacyjnych.

## LITERATURA

1. BORYS M., 2007. Przepisy i wymogi oraz aktualny stan obwałowań przeciwpowodziowych w Polsce. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty.
2. BORYS M.; RYCHARSKA J., 2007. Stan obwałowań przeciwpowodziowych w Polsce. 12 Międzynarodowa Konferencja Technicznej kontroli zapór, Stare Jabłonki. Wydaw. IMGW, Warszawa.

3. CIEPIEŁOWSKI A., 1992. Zbiorniki wodne i ich rola w ochronie przeciwpowodziowej. [W:] Ochrona przed powodzią. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty, 173-200.
4. DĘBSKI K., 1978. Regulacja rzek. PWN, Warszawa.
5. Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim.
6. KOŁODZIEJCZYK U., 2002. Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża jako metoda prognozy zagrożeń powodziowych na lubuskim odcinku Odry. Oficyna Wydawnicza UZ, Zielona Góra.
7. KOŁODZIEJCZYK U., 2005. Prewencja powodziowa na Ziemi Lubuskiej. Natura, z. 11, Zielona Góra, 23-36.
8. KOŁODZIEJCZYK U., 2007. Rola małej retencji w ochronie przeciwpowodziowej lubuskiego odcinka Odry. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego, Nr 135, Zielona Góra, 133-141.
9. MIKULSKI Z., 1998. Gospodarka wodna. PWN, Warszawa.
10. MOSIEJ K.; CIEPIEŁOWSKI A., 1992. Regulacja rzek i obwałowania. Ochrona przed powodzią. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty, 97-171.
11. ŻBIKOWSKI A., 1992. Ochrona przed powodzią. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty.

## THE TECHNICAL METHODS FLOOD PROTECTION

### *S u m m a r y*

*The main purpose of this thesis was taking look back on the current problems related to effective flood protection and methods applied in grapple with the elements as high water. In this article the particular pressure was taken on two sorts of buffer i.e. active and passive prevention which are executing with cooperation of the flood's protection methods.*

Key words: flood, active and passive flood protection, technical methods of flood protection