



ELŻBIETA NACHLIK, *elzbieta.nachlik@iigw.pl*

Politechnika Krakowska

## STAN I MODERNIZACJA SYSTEMU OCHRONY PRZED POWODZIĄ W DORZECZU GÓRNEJ WISŁY W KONTEKŚCIE AWARYJNOŚCI OBIEKTÓW TEGO SYSTEMU

### STATE AND MODERNIZATION OF FLOOD PROTECTION SYSTEM IN UPPER VISTULA BASIN IN FAILURE OBJECTS CONTEXT OF THIS SYSTEM

**Streszczenie** Przedmiotem referatu jest analiza i ocena stanu funkcjonalnego i technicznego obiektów ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły z uwagi na przyczyny, rodzaj i zasięg awaryjności tych obiektów, a w rezultacie całego systemu. Podstawą przedstawionych analiz i ocen są wykonane w ostatnich latach badania i prace techniczne w tym zakresie, ukierunkowane na formułowanie programu inwestycyjnego dla poprawy poziomu i zasięgu ochrony przed powodzią. W drugiej części referatu dokonano interpretacji tych analiz i ocen pod kątem potrzeb i efektywności procesu wdrażania Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dyrektywa Powodziowa).

**Abstract** The paper is an analysis and assessment of the functional and technical flood protection facilities in the upper Vistula basin due to the causes, nature and extent of failure of these objects, and consequently the whole system. Provided the basis for the analysis and evaluations are recently made research and technical work in this field, aimed at formulating an investment program for improving the level and extent of flood protection. In the second part of the paper made the interpretation of these reviews and assessments to meet the needs and effectiveness of the implementation of Directive 2007/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2007 on risk assessment and management (Flood Directive).

#### 1. Obiekty systemu ochrony przed powodzią na tle źródeł zagrożenia powodziowego w dorzeczu górnej Wisły

Dorzecze górnej Wisły obejmuje odcinek Wisły od źródeł do ujścia Sanu włącznie. Całkowita powierzchnia zlewni górnej Wisły (łącznie z obszarem leżącym poza terytorium Polski) wynosi 50 700 km<sup>2</sup>.

W jego obrębie występują trzy odmienne i zróżnicowane wewnętrznie jednostki fizyko-geograficzne: Karpaty, Kotliny Podkarpackie i Wyżynę Małopolską oraz cztery typy rzeźby terenu: górski, wyżynny, podgórski i nizinny. Z punktu widzenia kształtowania się wezbrań mogących mieć charakter powodzi, istotne znaczenie ma to, że obszar Karpat zajmuje znaczną część powierzchni dorzecza (około 45%). Cechą krajobrazu Karpat, mającego górski charakter, jest znaczna stromość stoków (przewaga nachyleń 20÷40°), skalistość lub okrycie rumoszem, wąskość dolin i ich znaczny spadek. Stoki, na których następuje transformacja opadu w spływ powierzchniowy i podziemny oraz doprowadzenie wody do koryt, obejmują znaczącą część powierzchni dorzecza (60÷90% w różnych typach rzeźby terenu). Czas koncentracji fal wezbraniowych jest krótki a same fale stosunkowo wysokie.

Ponadto na obszarze tym występują intensywne procesy stokowe wywołane spływem wód opadowych (np. osuwiska i splukiwanie stoków) stanowiące zagrożenie powodziowe o innym (nie związanym z wylewami rzek) charakterze.

Sieć rzeczna dorzecza górnej Wisły jest gęsta. Tworzy ją 149 rzek i potoków o zlewni większej od 100 km<sup>2</sup>, 33 rzeki o zlewni większej od 500 km<sup>2</sup> i 15 rzek o zlewni większej od 1000 km<sup>2</sup>, z których 9 to bezpośrednio dopływy Wisły.

W zlewni górnej Wisły występują dwie podstawowe przyczyny wezbrań: roztopy wiosenne i opady. Wezbrania wywołane deszczami nawalnymi odznaczają się bardzo gwałtownym przebiegiem, krótkim czasem trwania ale stosunkowo małym zasięgiem terytorialnym. Wielkie i katastrofalne wezbrania oraz związane z nimi powodzie w dorzeczu górnej Wisły są wywoływane jednak opadami rozlewnymi, występującymi na znacznych obszarach dorzecza, trwającymi zazwyczaj 3÷6 dni, osiągającymi wysokość ponad 200 mm. Charakterystyczny rozkład tych opadów (najwyższe na północnych stokach Tatr i w Beskidach) sprawia, że na ogół karpackie dopływy Wisły w zachodniej części dorzecza mają większy wpływ na formowanie się odpływu Wisły od jej dopływów w części wschodniej.

Wezbrania roztopowe charakteryzują się niższymi kulminacjami, ale dłuższym czasem trwania od wezbrań opadowych. W czasie tych wezbrań mogą tworzyć się zatory lodowe wywołujące bardzo groźne w skutkach i trudne do przewidzenia spiętrzenia wody, przerwanie wałów lub uszkodzenia budowli wodnych. Dorzecze górnej Wisły jest zagrożone przez wezbrania roztopowe w znacznie niższym stopniu. Topnienie pokrywy śnieżnej przebiega tu bowiem stopniowo, co jest związane ze zróżnicowaniem orograficznym terenu. Zatory sryżowe w dorzeczu górnej Wisły występują jednak na obszarach wód spiętrzonych a także na rzekach Niecki Nidziańskiej i Sanie. Dorzecze górnej Wisły posiada zatem naturalne warunki sprzyjające gwałtownym i wysokim wezbraniom (występowanie tzw. deszczy rozlewnych i nawalnych, niski poziom retencji powierzchniowej i gruntowej oraz duże spadki terenu sprzyjające szybkiemu spływowi powierzchniowemu i krótkim czasem koncentracji).

Podstawowym źródłem zagrożenia powodziowego jest powiązanie powyższych warunków naturalnych z rozwojem osadnictwa w rejonach rzek. Typowe dla tej części Polski jest tak zwane osadnictwo rozproszone, niekorzystne zarówno ze względu na zagrożenie powodziowe jak i na inne zagadnienia gospodarki wodnej, a zwłaszcza wodno – ściekowej. Ten typ zagospodarowania rozwijany od wieków, pozostaje prawie bez zmian ze względu na brak przepisów, które regulowałyby w zasadniczy sposób odejście od tych praktyk. Przykładowo, na obszarze województwa małopolskiego występuje najniższa w kraju średnia wielkość gospodarstwa rolnego, wynosząca obecnie około 3 ha – w okresie ostatnich 10 lat, w wyniku migracji wewnętrznych i zewnętrznych, zwiększyła się zaledwie o 20%.

System ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły obejmuje zaledwie dwa podstawowe środki ochrony:

1. Wały przeciwpowodziowe Wisły i jej karpackich dopływów w środkowym i dolnym biegu wraz z wałami cofkowymi mniejszych cieków zasilających,
2. Zbiorniki retencyjne wielozadaniowe z funkcją przeciwpowodziową – na ogół nie podstawową, lecz dodatkową.

Dodatkowym elementem, którego zadaniem jest ograniczanie skutków powodzi, jest szeroko rozwinięty system umocnień koryt rzek i potoków karpackiej części dorzecza. Umocnienia te dotyczą dna i brzegów. Mają one za zadanie taką stabilizację koryt rzecznych w czasie powodzi, by ograniczyć uszkodzenia dróg, mostów i zabudowań przybrzeżnych.

Na rysunku 1 przedstawiono zasięg przestrzenny obwałowań oraz lokalizację zbiorników retencyjnych.

Zbiorniki retencyjne w sumie posiadają 357.8 mln m<sup>3</sup> stałej pojemności powodziowej. Gdyby nawet była możliwość zwiększenia stałej rezerwy Rożnowa do 80 mln m<sup>3</sup> oraz po

zakończeniu budowy zbiornika Świnna Poręba i przy powiększeniu jego rezerwy do 60 mln m<sup>3</sup> (zgodnie z obecnymi ustaleniami projektu), sumaryczna pojemność powodziowa zbiorników wzrosłaby do 447,8 mln m<sup>3</sup>. Jest to znacząca wartość, ale ma charakter teoretyczny. Jeśli bowiem uwzględnimy realne wykorzystanie rezerw pojedynczych zbiorników w celu obniżenia szczytu fali powodziowej, to realna wartość tej rezerwy wynosi niewiele ponad 250 mln m<sup>3</sup>. Po zwiększeniu rezerwy Rożnowa i uruchomieniu powiększonej rezerwy Świnnej Poręby wyniosłaby ona zaś niecałe 350 mln m<sup>3</sup>. Jest to konsekwencja faktu, że mamy do dyspozycji nie tylko rezerwy dużych, ale także rezerwy powodziowe zbiorników średnich i małych, których sterowanie ma bardzo ograniczony zakres.

W tej sytuacji poziom zagrożenia powodziowego w dorzeczu górnej Wisły należy do najwyższych w kraju. Jedną z ważniejszych przyczyn obecnego stanu zagrożenia powodziowego w dorzeczu górnej Wisły jest złożona historia tych ziem. W okresie, gdy kraje Europy Zachodniej tworzyły skuteczne systemy ochrony przeciwpowodziowej ziemie Polski południowo – wschodniej stanowiły peryferia trzech imperiów, z czego dwa należały do najbardziej zacofanych na całym kontynencie. Ogromne problemy społeczno – gospodarcze związane ze scalaniem poszczególnych dzielnic w odrodzonej Polsce również nie sprzyjały budowie sprawnego systemu ochronnego. Przykładowo, w efekcie braku porozumienia między zaborcami a także permanentnych trudności finansowych i nie wywiązywania się odpowiednich urzędów z przyjętych zobowiązań, wały wybudowane do II Wojny Światowej nie tylko nie odpowiadają obecnym wymaganiom, ale nie spełniały nawet warunków wynikających z ówczesnego stanu wiedzy. Okres Polski Ludowej nie przyniósł w tym zakresie większych zmian. Wysokie koszty powojennej odbudowy kraju a następnie uprzemysłowienia realizowanego w warunkach niskowydajnej gospodarki socjalistycznej, nie pozwoliły na nadrobienie zaległości. Co prawda ponad 70% retencji zbiornikowej w dorzeczu górnej Wisły powstało w latach powojennych ale ze względu na to, że zbiorniki mają charakter wielofunkcyjny (zaopatrują w wodę, są wykorzystywane energetycznie a także rekreacyjnie), ich rezerwy powodziowe są ograniczone i nie zapewniają odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa terenom położonym poniżej.

## 2. Stan techniczny obiektów ochrony przed powodzią i jego uwarunkowania

Stan techniczny obiektów hydrotechnicznych służących ochronie przed powodzią należy rozważyć z dwóch zasadniczych punktów widzenia:

- stanu funkcjonalnego, w zakresie możliwości wypełniania przez budowlę funkcji w zakresie ochrony przed powodzią, dla której została zrealizowana. Miarą tej funkcjonalności jest na ogół przepustowość hydrauliczna w wymiarze przepływu;
- stanu technicznego samej konstrukcji budowli, wiążącego się z jej wytrzymałością w warunkach przepływu, dla których została zrealizowana.

Oba powyższe warunki muszą być spełnione jednocześnie, a dodatkowo muszą obowiązywać w określonym wymiarze przestrzennym i czasowym. Te uwarunkowania dotyczą:

1. Wałów przeciwpowodziowych, dla których dodatkowe warunki oceny spełnienia wymagań technicznych określono poniżej.
2. Zbiorniki retencyjne w zakresie wszystkich funkcji, które pełnią, a w przypadku zagrożenia powodziowego dodatkowo bada się skutki awarii zapory zbiornika w kategoriach fali wywołanej tą awarią i mającej przebieg znacznie bardziej gwałtowny i niszczący w skutkach, gdyż dotyczy on nagłego lub szybkiego wypływu wody ze zbiornika nie przez urządzenia spustowe lecz przez wyrwę w zaporze lub przez rozmytą zaporę ziemną czołową lub boczną.



Rys. 1. Podstawowa infrastruktura przeciwpowodziowa w dorzeczu górnej Wisły – zbiorniki retencyjne i wały przeciwpowodziowa [1]

3. Umocnień brzegów i dna rzek i potoków, w zakresie ograniczonym głównie do stanu technicznego ich konstrukcji, która została zrealizowana na określonej wartości przepływu projektowego i powinna być wykonana w technologii konstrukcyjnej i materiałowej zgodnej z wymaganiami parametrów dynamicznych tego przepływu.

Zapory zbiorników retencyjnych podlegają odrębnym przepisom regulowanym na poziomie krajowym i międzynarodowym, ze względu na wymagany wysoki poziom bezpieczeństwa konstrukcji oraz znacznie bardziej poważne skutki awarii niż w przypadku innych budowli. Dlatego też zapory przyzbiornikowe nie są przedmiotem niniejszego referatu.

Odnosząc się do warunków technicznych jakie powinny spełniać wały przeciwpowodziowe, należy podkreślić, że ocena ta powinna mieć charakter systemowy w układzie przestrzennym, co w obszarze dorzecza górnej Wisły, wynika z wielu powodów, z których najistotniejsze są następujące [3]:

- różne są okresy budowy ocenianych wałów, ich remontów i modernizacji oraz zastosowanych technologii,
- różne były w czasie ich realizacji i modernizacji uregulowania prawne i techniczne na podstawie których określano klasy obwałowań, ich parametry geometryczne oraz inne wymagania techniczne, w fazie realizacji dokumentacji projektowych oraz na etapie wykonawstwa,
- w minionym okresie wielokrotnie były aktualizowane wartości przepływów obliczeniowych dla określonych prawdopodobieństw przewyższenia,
- w przeszłości dla realizowanych projektów modernizacji wałów interpretacje, przyjmowano różne interpretacje przepisów technicznych w zakresie klas i wartości przepływów obliczeniowych (np. wały Wisły w Krakowie – III klasa, wały Wisły w rejonie Oświęcimia – III klasa) , głównie na podstawie opracowań studialnych,
- oddziaływanie zbiorników istniejących na obniżenie fali poniżej tych zbiorników oraz budowanego zbiornika Świnna Poręba na Skawie, nasuwa pytanie – w jakim zakresie należy modernizować czy budować wały przeciwpowodziowe poniżej danego zbiornika i jak planować zmiany gospodarki wodnej na zbiornikach w okresie powodziowym (np. zmiana pojemności powodziowej dla zbiornika w Goczałkowicach),
- zróżnicowany jest zasięg i poziom ocen stanu technicznego obwałowań rzecznych: ilościowy – 30% w latach od 1989 do 2010 a także jakościowy dotyczący zakresu zagadnień objętych w wykonanych ocenach,
- awarie obwałowań w okresie poprzednich powodzi były „naprawiane” w różnych technologiach i przy różnych wymaganiach funkcjonalnych,
- Maksymalne stany wezbrań powodziowych i czasy trwania kulminacji wymagają analizy i oceny,
- ograniczone środki na modernizację wałów zmuszające do etapowania prac w czasie racjonalnego zakresu koniecznych do wykonania zabiegów budowlanych oraz remontowo-modernizacyjnych,
- potencjalne zagrożenia terenów zurbanizowanych i zagospodarowanych wymaga weryfikacji oraz określenie realnego zakresu szkód i wysokości strat.

Jak widać złożoność zagadnień, które powinny być brane pod uwagę przy wykonywaniu ocen stanu technicznego obwałowań, przekonuje, że wskazane jest systemowe podejście do przygotowania planów inwestycyjnych. Kluczowe znaczenie dla tego systemowego mają wielkości hydrologiczne i hydrauliczne, w tym: wartości przepływów obliczeniowych, czas ich trwania, warunki przepływu (mosty, zakrzaczenia, zakola, budowle regulacyjne, zagospodarowanie międzywala), co bezpośrednio przenosi się na bardzo istotne – ze względu na bezpieczeństwo wałów – ustalenie miarodajnych zapasów bezpiecznego wyniesienia korony obwałowań, zjawiska filtracji i stateczności w przekroju korpusu oraz uszkodzeń wałów.

Powyższe stwierdzenia potwierdza analiza i ocena dotychczasowych ocen stanu technicznego w powiązaniu z oceną funkcjonalności tych obiektów w zakresie ich przepustowości.

Umocnienia brzegów i dna koryt rzek i potoków służące ograniczeniu skutków powodzi, nie wymagają kompleksowości aż w tak szeroki zakresie, ale wymagają szczegółowego podejścia w obszarze ich oddziaływania. Dotyczy to zarówno terenów miejskich, gdzie poziom analiz szczegółowych powinien być znacznie wyższy, a także obszarów o mniejszym potencjale zagospodarowania i zainwestowania. Tutaj bowiem liczy się szczegółowa analiza i ocena procesów morfodynamicznych, a w tym przyczyn zachodzących zmian, ich aktualnych i przewidywanych w przyszłości skutków. Istota tej analizy jest umiejętność oceny jej zasięgu przestrzennego oraz zakresu wartości przepływów, których powinna dotyczyć. Zakres ten obejmuje przepływ korytotwórczy, czyli bliski średniorocznego oraz wartości wysokie, istotnie zmieniające w układzie przestrzennym parametry dynamiczne związane z linią nurtu, polem prędkości oraz rozkładem naprężeń odpowiedzialnych za siły sprawcze zmian w alokacji rumowiska dennego i przekształceń koryta rzeki.

Generalne wnioski dotyczące oceny stanu technicznego infrastruktury przeciwpowodziowej w dorzeczu górnej Wisły są niekorzystne i można je w skrócie ująć następująco [3]:

- a) Na bardzo wielu odcinkach wały przeciwpowodziowe nie spełniają swej funkcji, gdyż wysokość ich korony jest zbyt niska, a stan techniczny korpusu i podłoża nie jest znany lub nie odpowiada wymaganiom.
- b) Uszkodzone budowle regulacyjne i umocnienia koryt także nie spełniają swojej roli i wymagają modernizacji i remontów. Jest to wynik niedofinansowania w zakresie usuwania szkód powodziowych. Ten środek ochrony ma bowiem podstawowe znaczenie w terenie górskim dla obniżenia zagrożenia powodziowego w warunkach intensywnego zagospodarowania zabudowy dolin rzek i potoków górskich. Utrzymywanie tego systemu w sprawności ma decydujące znaczenie dla ograniczenia strat powodziowych.

### 3. Przyczyny i skutki awarii obiektów

Obok wymienionych wyżej podstawowych warunków składających się na stan techniczny obiektów ochrony przed powodzią, awarie obiektów wynikają często z dodatkowych czynników podnoszących zagrożenie tych obiektów w warunkach powodzi. Do tych czynników należy zaliczyć wymienione niżej, które wywołują określone skutki w zakresie awarii (uszkodzeń i zniszczeń obiektów):

- zmiany morfodynamiczne zachodzące w korytach aluwialnych, poddanych zabudowie regulacyjnej (umocnienia dna i brzegów). Zmiany te związane są z próbą odbudowy przez rzekę jej, zachwianej przez zastosowaną zabudowę, równowagi w bilansie aluwii oraz równowagi morfodynamicznej utraconej przez utrwalenie w planie przebiegu jej nurtu, który w naturalnych warunkach był zmienny w przestrzennie i czasowo. Zmiany wywołują odmienną od przewidzianej w projekcie realizacyjnym, wzmożoną alokację aluwii prowadzącą do nadmiernego ich odkładania lub erozji. Procesy te zachodzą głównie w okresie wysokich wezbrań i powodują, obok zmian charakterystyk dynamicznych rzeki, fizyczne niszczenie zabudowy jej koryta przez podmycie brzegu i tym samym utratę stabilności budowli – jeśli nie jest ona odpowiednio – ciężej i głębiej fundowana. Problem jest poważny i dotyczy wszystkich typów obszarów. Jednak z punktu widzenia skutków awarii tych budowli najbardziej dotkliwy jest w miastach,
- zmiany przepustowości koryta wielkiej wody, zwłaszcza w obrębie obwałowań, na skutek niekontrolowanego i nie konserwowanego porostu roślinności wysokiej (drzewa) i średniej( krzewy). Obniżenie przepustowości polega na tym, że taka sama wartość

przepływu wysokiego, np. stuletniego występuje przy znacznie wyższym (0,5÷1,0 m) wysokości zwierciadła wody. To zmienia parametry przepływu w układzie pionowym, ale często także zmienia warunki dynamiczne w układzie poziomym, czyli zmianie ulega kierunek nurtu rzeki i główny strumień niejednokrotnie uderza w obwałowanie,

- zmiany przepustowości koryta wielkiej wody rzeki obwałowanej występujące na długości odcinka chroniącego tereny przybrzeżne, w wyniku niespójności przepustowości obwałowań oraz obiektów mostowych w ciągach komunikacyjnych przecinających rzekę. To bardzo częsty przypadek, którego konsekwencją są uszkodzenia zarówno samego obiektu mostowego, zmiany morfodynamiczne w korycie rzeki na skutek rozmyć wokół filarów mostowych, w konsekwencji także często rozmycia umocnień brzegowych i dennych niskich – w obrębie koryta głównego rzeki, na przykład bulwarów niskich regulujących koryto średniej wody w obrębie miasta,
- lokalne zmiany przepustowości obwałowań na długości rzeki, które powodują przelanie wody przez koronę obiektu w warunkach przejścia wód katastrofalnych, zwłaszcza na łuku, co najczęściej w konsekwencji powoduje rozmycie odcinkowe wału i wylew znacznych ilości wody na zawale, czego byliśmy świadkami w 2010 roku.

Generalnie, skutki awaryjności obiektów ochrony przed powodzią, zwłaszcza przy wystąpieniu powyższych czynników dodatkowych, obok skutków w postaci szkód i strat społeczno-gospodarczych w terenach przybrzeżnych, powodują także istotne straty ekonomiczne w infrastrukturze przeciwpowodziowej. Wartość tych strat sięga nawet 20% ogólnej wartości strat powodziowych bezpośrednich.

#### **4. Bezpieczeństwo budowlane w kontekście rozwoju zarządzania ryzykiem powodziowym**

Zarządzanie ryzykiem powodziowym niesie za sobą wiele pozytywnych skutków w kontekście ograniczenia awaryjności obiektów systemu ochrony przed powodzią. Dlaczego?

Zarządzanie ryzykiem powodziowym integruje następujące elementy:

- 1) Zapobieganie, czyli prewencję: zapobieganie powstawaniu szkód powodziowych przez rezygnację z budowy domów mieszkalnych i obiektów przemysłowych na terenach często zagrożonych powodzią oraz poprzez dostosowanie obiektów do zagrożenia powodziowego, a także przez wspieranie odbudowy utraconej retencji przez właściwe użytkowanie terenu zlewni i odpowiednich standardów jej zabudowy trwałej,
- 2) Ochronę przed powodzią: stosowanie środków technicznych (zbiorniki retencyjne, wały przeciwpowodziowe, kanały ulgi, poldery, umocnienia koryt, ...) oraz nietechnicznych (sterowanie użytkowaniem terenu, zalesianie, odtwarzanie retencji w zlewni i retencji korytowej, ...) w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i/lub oddziaływania powodzi w określonych miejscach,
- 3) Gotowość: informowanie ludności o zagrożeniu powodziowym oraz o zasadach postępowania w wypadku powodzi (system ostrzeżeń),
- 4) Postępowanie awaryjne (reagowanie w czasie powodzi): opracowanie i stosowanie planów awaryjnych na wypadek wystąpienia powodzi,
- 5) Przywracanie normalnych warunków i wyciąganie wniosków po powodzi.

Dodatkowo, integralną częścią tego systemu jest wieloskładnikowy oraz wielopoziomowy system informacyjny, którego finalnym produktem są mapy zagrożenia i plany zarządzania ryzykiem powodziowym, będące głównym przedmiotem Dyrektywy Powodziowej.

Te wymagania narzucają potrzebę i konieczność standaryzacji dotyczącej:

- kryteriów ochrony z uwagi na zróżnicowane potrzeby tej ochrony oraz źródła jej finansowania,

– skuteczności istniejącego systemu ochrony dla określenia ryzyka resztowego, czyli różnicy pomiędzy poziomem ochrony zapewnionym przez istniejące środki a poziomem wynikającym z potrzeb tak, aby te potrzeby można było efektywnie zabezpieczyć.

Tym samym, system wdrożenia Dyrektywy powodziowej wymagał będzie jednorodnego poziomu i standardu szczegółowej informacji w zakresie: ocen stanu technicznego w szerokim rozumieniu (stanu technicznego konstrukcji, stanu funkcjonalnego i czynników ryzyka ich utracenia bądź obniżenia), w kontekście skutków zagrożenia powodziowego w rozumieniu zdrowia i życia ludzi, potencjału szkód, potencjału utraty funkcji społecznych i gospodarczych;

To z kolei uruchomi mechanizm obniżania awaryjności obiektów ochrony zarówno poprzez poprawę ich stanu technicznego jak i, dzięki rozwojowi prewencji, poprzez systematyczne podnoszenie bezpieczeństwa funkcjonowania tych obiektów w warunkach katastrofalnych powodzi o obniżonej kulminacji i o zmniejszonym zasięgu oddziaływania.

### **Literatura i inne opracowania**

1. Bojarski A. Nachlik E.: System ochrony przed powodzią górnej Wisły. Wrażliwość elementów systemu na wielkie wezbranie na przykładzie powodzi 2010 roku, Wiadomości melioracyjne i łąkarskie, nr 4/2010.
2. Program ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły, Dokument roboczy MSWiA, 2010.
3. Studia ochrony przed powodzią ze względu na ochronę ludzi i mienia – zrealizowane dla województw: małopolskiego, podkarpackiego, śląskiego i świętokrzyskiego na zlecenie MSWiA w latach 2006÷2008, Politechnika Krakowska, Raporty, 2006÷2008.