



Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych

Raport z opracowania programów działań dla obszaru dorzecza Pregocy

Nr WBS: 1.5.4.1.

Nr WBS: 1.5.4.2.

Nr WBS: 1.5.4.3.

Nr WBS: 1.5.4.6.

Nr WBS: 1.5.4.7.



Grontmij



ARCADIS

Infrastruktura · Woda · Środowisko · Budownictwo



Projekt:

Wsparcie przygotowania krajowych dokumentów planistycznych w zakresie polityki ochrony środowiska zapewniających skuteczną realizację polityki spójności – Etap II

Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych, w tym planów zarządzania ryzykiem od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych – Część I.

Metryka

Dane	Opis
Tytuł dokumentu	Raport z opracowania programów działań dla obszaru dorzecza Pregoty
Autor dokumentu (firma/ instytucja)	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy Arcadis Sp. z o. o.
Nazwa Projektu	Wsparcie przygotowania krajowych dokumentów planistycznych w zakresie polityki ochrony środowiska zapewniających skuteczną realizację polityki spójności – Etap II
Część zamówienia nr	I - Opracowanie planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych
Umowa	Nr KZGW/ DPiZW-op/ POPT/1/ 2013
Rodzaj dokumentu	Raport
Poufność	NIE
WBS i nazwa projektu	1.5.4.1. Przygotowane warianty planistyczne 1.5.4.2. Ocena skuteczności i efektywności działań inwestycyjnych wchodzących w skład wariantów planistycznych w ograniczaniu ryzyka powodziowego 1.5.4.3. Hierarchia wariantów planistycznych wg kryteriów kosztów i korzyści 1.5.4.6. Raport opisujący wyniki analizy wielokryterialnej ze wskazaniem optymalnego wariantu planistycznego 1.5.4.7. Raport podsumowujący weryfikację i opis optymalnego wariantu planistycznego

Historia zmian

Wersja	Autor	Data	Zmiana
1.00	Arcadis Sp. z o.o.	31.03.2015	Wersja 1.00, Pierwsza wersja dokumentu, przekazana zamawiającemu do akceptacji
1.01	Arcadis Sp. z o.o.	19.05.2015	Wersja 1.01, Poprawiona i uzupełniona, przekazana do akceptacji
2.00	Arcadis Sp. z o.o.	10.06.2015	Wersja 2.00, Przekazana zamawiającemu
3.00	Arcadis Sp. z o.o.	07.08.2015	Wersja 3.00, Poprawiona i uzupełniona o uwagi z konsultacji społecznych projektu PZRP, przekazana zamawiającemu do akceptacji

Recenzje dokumentu

Wersja	Autor	Data
1.01	mgr inż. Jerzy Niedbała	19.05.2015
3.00	mgr inż. Jerzy Niedbała	07.08.2015

Odniesienie do innych dokumentów

Nazwa dokumentu	Data opracowania dokumentu
Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia na „Opracowanie planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i Regionów Wodnych”	12.2013
„Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i Regionów Wodnych”	08.2013
Raport ze zmian do „Metodyki PZRP” v.1.1 (WBS 1.2.5.1.)	07.2014
Raport z zestawieniem działań z list ujętych w Master Planach (WBS.1.3.3.1.)	08.2014
Raport z przeprowadzonych analiz i diagnozy problemów (WBS 1.2.5.2.)	09.2014
Raport ze zmian do „Metodyki PZRP” v1.2 (WBS 1.2.5.1.)	10.2014
Raport z uzasadnieniem celów, schematem możliwości ich osiągnięcia, zestawieniem wszystkich wyselekcjonowanych działań oraz zestawieniem działań z nadanymi im priorytetami, pierwsza selekcja działań (WBS 1.3.3.2.)	10.2014

SPIS TREŚCI

1. Lista zgłoszonych działań.....	10
2. Lista HOT-SPOT'ów.....	13
3. Metodyka MCA wraz z ustalonymi wagami ocen.....	17
3.1. Wprowadzenie do analizy wielokryterialnej	17
3.2. Cel analizy.....	17
3.3. Sposób realizacji analizy wielokryterialnej	18
4. Lista wyselekcjonowanych HOT-SPOT'ów do analizy MCA.....	30
4.1. Procedura porządkowania HOT-SPOT'ów	30
4.1.1. Lista wyselekcjonowanych HOT-SPOT'ów w regionie	30
5. Warianty planistyczne dla HOT-SPOT'ów	31
5.1. Wybór działań redukujących ryzyko.....	31
5.1.1. Wybór działań redukujących ryzyko dla HOT-SPOT'u	31
5.1.2. Wybór działań redukujących ryzyko dla obszarowego HOT-SPOT'u	33
6. Analiza efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe z zastosowaniem MCA.....	35
6.1. Charakterystyka modeli hydraulicznych wykorzystanych do analizy efektywności przedsięwzięć przypisanych HOT-SPOT'om	35
6.2. Wyniki analizy efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe	36
6.2.1. ONNP Łyna	39
7. Lista działań redukujących ryzyko powodziowe w HOT-SPOT'ach obszaru dorzecza (regionu wodnego) z ich podziałem na nietechniczne, techniczne rozwojowe, techniczne odtworzenie funkcjonalności	41
8. Wyodrębnienie działań możliwych do zrealizowania lub przygotowania w pierwszym okresie planistycznym z uwzględnieniem dostępnych zasobów	44
9. Analiza efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe z zastosowaniem CBA	47
9.1. Wprowadzenie	47
9.2. Założenia i metodyka analiz CBA dla powodzi opadowych.....	49
9.2.1. Wyniki analizy CBA dla powodzi opadowych	54
10. Lista inwestycji strategicznych w obszarze dorzecza	56
11. Literatura/Źródła	60

Wykaz skrótów stosowanych w dokumencie

Skrót	Rozwinięcie
AAD	Metoda określenia poziomu ryzyka dla poszczególnych wskaźników potencjalnych negatywnych konsekwencji powodzi, oparta na średniej stracie rocznej (ang. Annual Average Damage)
AHP	Hierarchiczna analiza problemu (ang. Analytical Hierarchy Process)
CBA	Analiza kosztów i korzyści
HOT SPOT	Obszar problemowy
IMGW-PIB	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
ISOK	Informatyczny System Osłony Kraju
KS	Komitety Sterujący
MCA	Analiza wielokryterialna
MZP	Mapy zagrożenia powodziowego
MPZP	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
N	Działania nietechniczne
NMT	Numeryczny model terenu
Nwspierające	Działania nietechniczne towarzyszące
OF	Działanie o charakterze odtworzenia funkcjonalności
ONNP	Obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi
PZRP	Plany zarządzania ryzykiem powodziowym
RW	Region Wodny
RZGW	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
TR	Działania rozwojowe techniczne
WORP	Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego
ZMiUW	Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych
ZP	Zlewnia Planistyczna
ZPZ	Zespół Planistyczny Zlewni
GP	Grupa Planistyczna

Spis tabel

Tabela 1. Lista działań wybranych do dalszych analiz.....	11
Tabela 2. Lista hot-spotów zdiagnozowanych w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy (obszar dorzecza Pregoly)	15
Tabela 3. Grupy kryteriów do analizy MCA.....	19
Tabela 4. Kryteria uwzględniane w analizie wielokryterialnej	20
Tabela 5. Skala ocen dla kryteriów ocenianych przez ekspertów.....	22
Tabela 6. Uśrednione wagi na podstawie 21 ankiet z oceną porównawczą grup kryteriów i kryteriów	24
Tabela 7. Lista HOT-SPOT'ów.....	30
Tabela 8. Lista działań redukujących ryzyko dla punktowych hot-spot'ów	32
Tabela 9. Lista działań redukujących ryzyko dla obszarowych hot-spot'ów	34
Tabela 10. Kryteria oceny efektywności przedsięwzięć przypisanych HOT-SPOTom	36
Tabela 11. Lista działań wybranych do realizacji po przeprowadzeniu analiz	42
Tabela 12. Lista działań przeznaczonych do realizacji w I okresie planistycznym	45
Tabela 13. Wyniki analizy CBA dla obszaru dorzecza Pregoly.....	54
Tabela 14. Lista inwestycji strategicznych na obszarze dorzecza Pregoly.....	57

Spis rysunków

Rysunek 1. Struktura hierarchiczna AHP	19
Rysunek 2. Przykład oceny porównawczej parami	27

Spis załączników

1. Karta HOTSPOT
2. Analiza kosztów i korzyści (CBA)
3. Słownik pojęć

Lista zgłoszonych działań

1

1. Lista zgłoszonych działań

W wyniku przeprowadzonej diagnozy problemów i potrzeb w zakresie ograniczania ryzyka powodziowego, szczegółowo opisanej w *Raporcie z uzasadnieniem celów, schematem możliwości ich osiągnięcia, zestawieniem wszystkich wyselekcjonowanych działań oraz zestawieniem działań z nadanymi im priorytetami, pierwsza selekcja działań* (WBS 1.3.3.2), w ramach prac Zespołu Planistycznego Zlewni oraz Grupy Planistycznej Regionu Wodnego, dla przedmiotowego obszaru wypracowano zestaw wszystkich działań, które mogą w efekcie prowadzić do spełnienia celów podstawowych i szczegółowych zarządzania ryzykiem powodziowym. Przedmiotowa lista zgłoszonych działań obejmuje przedsięwzięcia, ujęte w istniejących planach i programach z zakresu ochrony przeciwpowodziowej, jak również zgłoszone przez instytucje odpowiedzialne za zarządzanie gospodarką wodną w Polsce.

W dalszym toku prac przedmiotowa lista działań podlegała dalszym analizom. W pierwszej kolejności sprawdzone zostały lokalizacja przedsięwzięć oraz uproszczona ocena efektywności hydraulicznej, obie pod kątem wpływu na cieki uwzględnione w pierwszym cyklu planistycznym (wybrane w WOPR), co pozwoliło odrzucić niewielkie zakresem działania przewidziane poza obszarem planowania. Drugim krokiem było przypisanie działań do zdiagnozowanych obszarów problemowych, wytypowanych na podstawie rozkładu przestrzennego zagrożenia i ryzyka powodziowego rozszerzonego ocenami eksperckimi. Dzięki temu odrzucono działania mniej istotne, przewidziane do realizacji na obszarach o niższym ryzyku powodziowym. W trzecim kroku lista ta została poddana ocenie pod kątem możliwości realizacji działań. Przy ocenianiu działań posłużono się metodą S.M.A.R.T., jednak nie tak restrykcyjnie jak zakładano, ponieważ wiele z tych inwestycji nie spełniało wszystkich założeń. Przyjęto, że działania, które mogą mieć znaczący wpływ na obszary problemowe, a nie spełniają wszystkich założeń metody S.M.A.R.T., w I cyklu planistycznym będą mogły zostać poddane dokładnej analizie (wykonanie opracowań koncepcyjnych) w celu ich ewentualnej realizacji w kolejnych cyklach planistycznych. W efekcie powstała przedstawiona niżej lista działań, obejmująca przedsięwzięcia planowane do realizacji przez różne instytucje, zarówno zawarte w istniejących planach i programach z zakresu ochrony przeciwpowodziowej, jak również bazujące na wiedzy eksperckiej uczestników spotkań planistycznych.

Lista działań podzielona została ze względu na charakter przedsięwzięcia na nietechniczne i techniczne. W poniższej tabeli przedstawiono listę działań przewidzianych do realizacji na obszarze dorzecza Pregoty. W przedstawionej tabeli zawarto działania jako propozycje od Wykonawcy (ZPZ) będące efektem konsultacji w ramach prac zespołów planistycznych zlewni.

Lista zgłoszonych działań

Tabela 1. Lista działań wybranych do dalszych analiz

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
Nietechniczne (N)						
1.	2-3	ZPZ	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.	550 000	Administracja samorządowa, właściciel terenu. dyrektor WZMiUW, dyrektor RZGW.
2.	9, 33, 34-36	ZPZ	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy	400 000	Administracja samorządowa, właściciel/ administrator obiektu, Administracja rządowa.
3.	17	ZPZ	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa, administracja rządowa.
4.	38	ZPZ	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa.
5.		ZPZ		Podniesienie maksymalnego poziomu piętrzenia wody na jeziorach Arklickie, Rasząg, Tejstymy, Linówko, Gardyny, Burdąg, Małaszewskie, Żebruń, Kiersztanowskie, Mój, Siercze, Tuchel Duży, Bęskie, Siemki, Gołdapiwo, Wielochowskie, Symsar, Juksty, Juno, Salet Duży, Salet Mały, Kortowskie, Kiepunka, Leleskie, Jegły, Kruninek, Elganowiec, Kalwa, Pieckowskie, Trzcino, Szpigłówka, Wirbel, Silec, Siniec, Możdżany, Węgielsztyńskie, Rydzówka, Oświn, Rominty i Mamry	bd	ZMiUW w Olsztynie, RZGW Warszawa
Techniczne odtworzenie funkcjonalności (OF)						
6.		ZPZ	P_LW_6	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Mała Łyna w km 0+000 – 2+050, gm. Dobre Miasto, woj. warmińsko-mazurskie	3 500 000	Administracja samorządowa, Administrator obiektu.
7.		ZPZ	P_LW_5	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Kierwiny, gm. Kiwity, gm. Lidzbark Warmiński, woj. warmińsko – mazurskie	16 000 000	Administracja samorządowa, Administrator obiektu.

Lista HOT-SPOTów 2

2. Lista HOT-SPOT'ów

Podstawowymi jednostkami, dla których opracowano program działań, jest obszar problemowy (tzw. Hotspot), zidentyfikowany w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy (obszar dorzecza Pregoty) na podstawie wykonanej analizy rozkładu przestrzennego zagrożenia i ryzyka powodziowego oraz w oparciu o zebrane informacje i opinie członków Zespołu Planistycznego Zlewni oraz Grupy Planistycznej Regionu Wodnego, w zakresie problemów i potrzeb oraz sposobu ograniczenia ryzyka powodziowego.

Podstawą identyfikacji hotspotów była Analiza rozkładu przestrzennego zagrożenia i ryzyka powodziowego, która jednak ze względu na przyjętą metodykę opracowania, nie ujawnia wszystkich zagrożeń wynikających z możliwości wystąpienia przepływów powodziowych, między innymi takich zagrożeń, jak:

- Powstawania cofki i popiętrzenie się wody w dopływach rzeki Łyny spowodowane spowolnieniem przepływu w skutek zmniejszającego się spadku rzeki Łyny poniżej miejscowości Sępapol,
- Nie dostateczne uwzględnienie miejsc stwarzających zagrożenie powodziowe – miejsca gdzie do Łyny wpadają dopływy: Pisa Północna (miejscowość Rygarby) oraz Guber (miejscowość Sępapol).

W związku z tym, w uzupełnieniu do analizy rozkładu przestrzennego zagrożenia i ryzyka powodziowego, zastosowana została ocena ekspercka, która okazała się niezbędna dla określenia rzeczywistego poziomu ryzyka powodziowego, charakteryzującego się w szczególności złożoną genezą oraz przebiegiem zjawisk powodziowych.

W efekcie niniejszych prac, wytypowano obszar problemowy ONNP Łyna PL_7000_R_000000584_0001, będący podstawą dalszych analiz. Obszar ONNP (obszar narażony na niebezpieczeństwo powodzi) obejmuje obszar wyznaczony w WORP, w którym na podstawie analizy rozkładu przestrzennego zagrożenia i ryzyka powodziowego zdiagnozowano gminy lub odcinki rzek o wysokim (4) lub bardzo wysokim (5) poziomie zintegrowanego ryzyka powodziowego. Są to tzw. hot-spoty obszarowe.

Drugi rodzaj obszarów problemowych, czyli tzw. hot-spoty punktowe, stanowi uszczegółowienie analiz przeprowadzonych w skali obszarów ONNP, to znaczy wskazuje konkretną lokalizację oraz charakter zagrożenia i ryzyka powodziowego – na przykład szczególnie zagrożoną gminę.

Podjęcie takie pozwala ująć złożoność problemów zarządzania ryzykiem powodziowym w sposób kompleksowy, z uwzględnieniem jednoczesnego współdziałania różnych czynników, pozwala zatem na uzyskanie efektu synergii.

Na rozpatrywanym w ramach analizy obszarze największy poziom ryzyka powodziowego zidentyfikowano na odcinkach Łyny zlokalizowanych na terenie miejscowości Bartoszyce i Lidzbark Warmiński. Najbardziej zagrożone tereny w Bartoszycach zlokalizowane są na zakolu rzeki i są to: zakłady pracy, domy mieszkalne, infrastruktura drogowa, obiekty użyteczności publicznej oraz ogródki działkowe. Ponadto w obowiązujących miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego ww. miejscowości nie uwzględniono stref zalewowych, co może prowadzić w przyszłości do zabudowy tych terenów i wpłynie na zwiększenia ryzyka powodziowego.

W tabeli poniżej przedstawiono zdiagnozowane problemy na obszarze problemowym ONNP Łyna na obszarze dorzecza Pregoty. Dla obszaru tego nie było możliwości przeprowadzenia zarówno modelowania hydraulicznego jak i analizy wielokryterialnej (MCA) doboru działań.

Tabela 2. Lista hot-spotów zdiagnozowanych w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy (obszar dorzecza Pregoty)

Region wodny	ONNP (hot-spot obszarowy)	Problemy związane z występowaniem powodzi
Łyny i Węgorapy	ONNP Łyna PL_7000_R_000000584_0001	Wzrastające ryzyko powodziowe powodowane przez następujące składowe: a. zmiany klimatu, prowadzące do wzrostu zagrożenia powodziowego (wysokości, czasu trwania, a przede wszystkim częstotliwości występowania wezbrań), b. zmniejszającą się zdolność retencyjną zlewni, co związane jest ze zmianami zagospodarowania obszaru dorzecza (utwardzanie powierzchni na terenach zurbanizowanych, przyczyniające się do szybszego odpływu wód opadowych do cieków), c. wzrastający poziom wrażliwości obszarów zagrożonych powodzią w związku z postępującym zagospodarowywaniem – zabudową nowych obszarów, a także wzrostem wartości obiektów istniejących, w tym na obszarach o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi oraz chronionych obwałowaniami
		Brak określenia warunków możliwego zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią w celu ograniczenia wrażliwości tych obszarów na zagrożenie powodziowe
		Niewystarczające instrumenty prawne, ekonomiczne i komunikacyjne, zniechęcające lub skłaniające do określonych zachowań zwiększających bezpieczeństwo powodziowe
		Brak lokalnych systemów ostrzegania przed powodzią

Metodyka MCA wraz z ustalonymi wagami ocen

3

3. Metodyka MCA wraz z ustalonymi wagami ocen

3.1. Wprowadzenie do analizy wielokryterialnej

Analiza wielokryterialna znajduje zastosowanie, gdy spośród zadanej liczby wariantów konieczne jest wybranie optymalnego pod kątem określonych niejednorodnych kryteriów. Niejednorodność kryteriów oznacza, że sprowadzenie kryteriów do wspólnego mianownika jest utrudnione, czyli bezpośrednie porównanie nie jest możliwe. Kryteria mogą być określone np. poprzez koszt w PLN, liczbę sztuk, obszar, kilometry, jednostki czasu itp., lub w postaci przypisywanej przez ekspertów oceny, określającej stopień realizacji celu przez dany wariant pod kątem danego kryterium. Kluczowe jest to, że analiza wielokryterialna umożliwia uwzględnienie efektów niemierzalnych, takich jak, na przykład, sprawiedliwość społeczna, niektóre skutki dla środowiska.

Sprowadzenie kryteriów do zestawu ocen pozwala dodatkowo na analizę skomplikowanych problemów przy pomocy narzędzi informatycznych. Analiza powinna umożliwić podjęcie decyzji optymalnej, czyli wyboru takiego wariantu, który przyniesie najlepsze dla decydenta, oczekiwane efekty.

Działania zaproponowane do realizacji na obszarze dorzecza Pregoly są to działania nietechniczne, polegające na wykonaniu koncepcji i analiz. Działania alternatywne zlokalizowane są natomiast na ciekach znajdujących się poza ciekami uwzględnionymi w WOPR. Takie zdefiniowanie inwestycji nie pozwoliło na wykonanie modelowania hydraulicznego, a w konsekwencji zastosowania analizy MCA dla tego obszaru.

3.2. Cel analizy

Celem zastosowania analizy wielokryterialnej jest znalezienie wariantu preferowanego spośród określonej liczby technicznych, nietechnicznych i mieszanych wariantów planistycznych, ograniczających w różnym stopniu ryzyko powodziowe, a także charakteryzujących się kosztami inwestycyjnymi i utrzymaniowymi oraz zakłócających środowisko przyrodnicze i powodujących zmiany w życiu społecznym.

Z uwagi na różnorodny charakter zagospodarowania i rzeźby terenu zlewni planistycznych, zagrożenia powodziowego oraz obszaru, na jakim zaproponowane zostaną działania inwestycyjne niezwykle istotne jest zastosowanie odpowiedniej metody analizy wielokryterialnej, która w jednoznaczny i czytelny sposób, przy zastosowaniu odpowiednich kryteriów oceny, pozwoli na wybór optymalnego wariantu ochrony przeciwpowodziowej.

Wynikiem analizy jest wybór wariantu nie gorszego od pozostałych, to znaczy, mającego wyższe oceny ze względu na kryteria, a nie jednoznacznie najlepszego.

Istotne jest, by liczba ocenianych wariantów była pełna. Oznacza to, że zakłada się, iż nie istnieje inny dodatkowy wariant, nieuwzględniony w analizie, a potencjalnie lepszy.

Należy również pamiętać o tym, że każdy projekt realizowany jest w określonych warunkach. Niektóre z nich są sztywne, tzn. takie, których zmiana nie jest możliwa (np. posiadane środki finansowe, teren inwestycyjny itp.). Warunki elastyczne to samoograniczenia narzucane samodzielnie przez decydenta, które w odróżnieniu od sztywnych mogą ulegać pewnym zmianom w procesie podejmowania decyzji, zależnie od wyników analizy. Warunki

elastyczne wyrażają poziomy aspiracji decydenta, to znaczy minimalne wartości każdego z kryteriów, jakie go satysfakcjonują. Warunki określają zbiór wariantów dopuszczalnych.

Analiza wielokryterialna bazuje przede wszystkim na doświadczeniu i wiedzy ekspertów i decydentów oraz ich odpowiedzialności za proces decyzyjny. Należy przy tym pamiętać, że analiza wielokryterialna to jedynie narzędzie wspomagające podjęcie decyzji, a nie służące jej automatycznemu podjęciu. Możliwa jest taka sytuacja, w której Inwestor wykonując szczegółowe analizy i badania podejmie decyzję o realizacji innego wariantu. Taka sytuacja może wystąpić w szczególności, gdy różnice w ocenie ogólnej poszczególnych wariantów są niewielkie i wykonanie szczegółowych ekspertyz może wpłynąć na ostateczną ocenę wariantów.

Ocena wariantów ochrony przeciwpowodziowej stanowi złożony problem decyzyjny, który dzięki wykorzystaniu metody analizy hierarchicznej problemu AHP (Analytic Hierarchy Process, analiza Thomasa L. Saaty'ego), będzie mógł zostać odzwierciedlony w hierarchicznym modelu, pozwalającym ocenić stopień spełnienia przez przyjęte warianty realizacyjne celu nadrzędnego za pomocą stopnia spełnienia czynników cząstkowych.

3.3. Sposób realizacji analizy wielokryterialnej

Wykonanie samej analizy następuje w etapach.

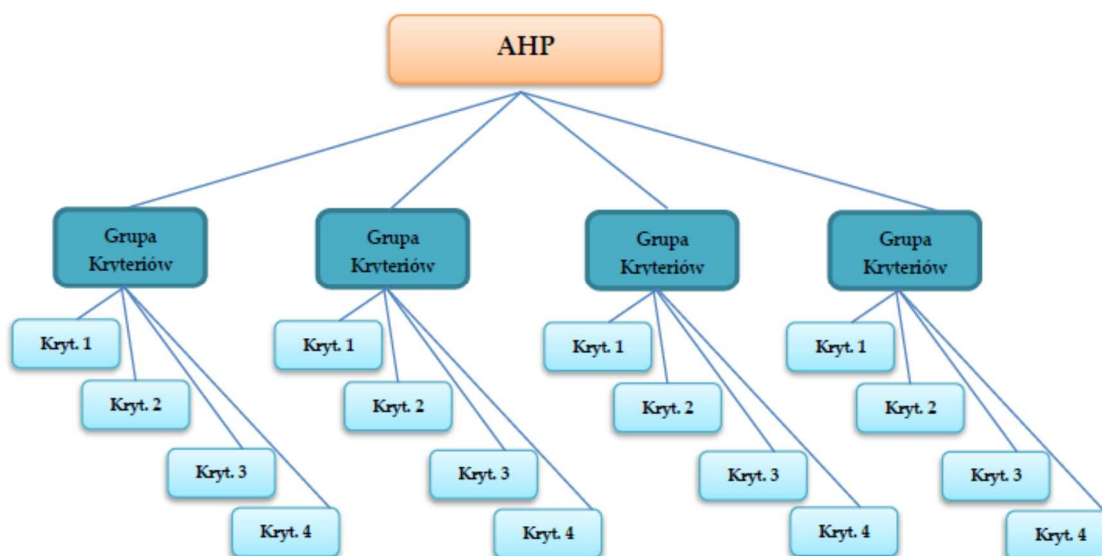
ETAP 1 UTWORZENIE STRUKTURY HIERARCHICZNEJ

W pierwszej kolejności należy ustalić ilość poziomów struktury hierarchicznej, dla której będzie wykonywana analiza.

W przypadku planów zarządzania ryzykiem powodziowym przewiduje się 3 poziomy w strukturze hierarchicznej:

- grupy kryteriów;
- kryteria w ramach danej grupy kryteriów;
- warianty stanowiące rozwiązania problemu w obszarze problemowym.

Analiza porównawcza parami wykonywana jest osobno dla każdego poziomu, czyli porównuje się ze sobą parami poszczególne grupy kryteriów, osobno porównuje się następnie również parami poszczególne kryteria z danej grupy kryteriów, a w ostatnim kroku porównuje się parami warianty rozwiązania problemu w obszarze problemowym w świetle każdego z kryteriów osobno.



Rysunek 1. Struktura hierarchiczna AHP

Źródło: Metodyka opracowania PZRP

W odniesieniu do planów zarządzania ryzykiem powodziowym zidentyfikowano cztery grupy kryteriów, zestawione w tabeli poniżej.

Tabela 3. Grupy kryteriów do analizy MCA

Grupy kryteriów
Kryteria ekonomiczne
Kryteria społeczne
Kryteria środowiskowe
Kryteria powodziowe

Źródło: Raport opisujący wybraną metodę analizy wielokryterialnej - opracowanie IMGW –PIB, Grontmij, Arcadis, DHI, na podstawie „Metodyki opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych” KZGW, Warszawa, lipiec 2013

Kryteria

Ogromną zaletą metody przyjętej w opracowaniu PZRP jest jej skoncentrowanie na definiowaniu kryteriów oceny wariantów oraz nadaniu im właściwej rangi. To właśnie ich dobór oraz wzajemne relacje pomiędzy kryteriami w największym stopniu determinują wynik. Dzięki zastosowaniu metody AHP mamy szansę uwzględnić specyfikę procesów wartościowania kryteriów przez ekspertów oceniających, łącznie z eliminacją tych ocen, które znacząco odbiegają od pozostałych.

Tak jak wcześniej wspomniano, bardzo istotnym aspektem w analizie AHP jest dobór kryteriów analizy. Powinno ich być jak najmniej, by opis problemu i jego analiza była relatywnie mało złożona, a wpływ wskaźnika na realizację funkcji celu możliwy do opisanie. Dzięki temu proces decyzyjny jest przejrzysty i łatwy do zaprezentowania np. w konsultacjach społecznych. Równocześnie opis problemu przy pomocy wskaźników musi być pełny, czyli nie mogą one pomijać istotnego, z punktu widzenia decydenta, aspektu rzeczywistości. Należy przy tym unikać skupiania się i optymalizowania kryteriów mało istotnych, jak również tzw. redundancji, czyli powtarzania przez różne kryteria tej samej informacji, co skutkuje podwyższaniem/zaniżaniem oceny. Aby tego uniknąć zmierza się do uzyskania konfliktowości kryteriów, co pozwala na wykluczenie sytuacji, gdy różne kryteria opisują to samo zjawisko sztucznie poprawiając lub pogarszając ocenę danego wariantu. Kryteria są zgodne, gdy w razie

wybrania wariantu o lepszej ocenie ze względu na jedno z nich, również wartość drugiego kryterium ulega poprawie. W praktyce rzadko spotyka się konfliktowość lub zgodność kryteriów w czystej postaci, stąd konieczność subiektywnej oceny decydenta, czy dane kryterium włączyć czy wykluczyć z modelu.

Założeniem metody jest przyjęcie jak największej ilości kryteriów, dla których miarą są wielkości liczbowe.

W ocenie wykonawcy analizy wielokryterialnej zbyt duża lista kryteriów spowoduje rozmycie wyników, czyli zatarcie różnic wyników pomiędzy poszczególnymi kryteriami. W związku z powyższym dokonano wyboru najbardziej istotnych kryteriów i pominięto te kryteria, które nie różnicują dobrze wariantów planistycznych. Jest tak w przypadku kryteriów, dla których wszystkie porównywane warianty będą zakładały podobny zakres działań, a w takim razie porównywanie alternatywnych rozwiązań w świetle tych kryteriów nie pomoże w uchwyceniu przewagi jednego rozwiązania nad drugim.

Poniżej ustalono kryteria, które wzięto pod uwagę w analizie wielokryterialnej wykonanej na potrzeby opracowania Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym.

Tabela 4. Kryteria uwzględniane w analizie wielokryterialnej

Rodzaj kryterium		Jednostka	Nazwa kryterium
Ekonomiczne			
1	E1	PLN	Szacunkowy koszt realizacji działania
2	E2	PLN	Koszt odszkodowań i wykupu gruntów i obiektów
3	E3	PLN	Ograniczenie strat powodziowych w obszarach szczególnego zagrożenia powodzią oraz zagrożonych wskutek awarii urządzeń wodnych - określane dla poszczególnych typów użytkowania terenu
Społeczne			
4	S1	szt.	Ilość budynków chronionych w obszarach szczególnego zagrożenia powodziowego (p=1%)
5	S2	szt.	Ilość budynków na obszarach chronionych wałami, wydłami i budowlami pasa technicznego, zalewanych wskutek awarii urządzeń wodnych > 0,5m, których standard ochrony ulegnie podwyższeniu
6	S3	szt.	Ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia
7	S4	ha	Wielkość obszarów, dla których wprowadzone zostaną specjalne warunki zagospodarowania przestrzennego
8	S5	szt.	Liczba chronionych obiektów o szczególnym znaczeniu społecznym
9	S6	szt.	Liczba chronionych obszarów i obiektów dziedzictwa kulturowego
Środowiskowe			
11	Ś1	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na obszary chronione (parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary sieci Natura 2000)
12	Ś2	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na krajowe i regionalne korytarze ekologiczne
13	Ś3	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej
Powodziowe			
14	P1	m ³ /s	Zmniejszenie wielkości przepływu o p=1% w głównych odbiornikach danego obszaru
15	P2	%	Wielkość retencji powodziowej urządzeń wodnych w stosunku do objętości wezbrania p=1%

Rodzaj kryterium		Jednostka	Nazwa kryterium
16	P3	Ocena ekspercka	Wpływ na przyszłą retencję zlewni
17	P4	Ocena ekspercka	Adaptacja do zmian klimatu

Źródło: Raport opisujący wybraną metodę analizy wielokryterialnej - opracowanie IMGW –PIB, Grontmij, Arcadis, DHI, na podstawie „Metodyki opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych” KZGW, Warszawa, lipiec 2013

Kryteria, które będą brane pod uwagę w analizie wielokryterialnej spełniają założenia analizy.

- Kryteria określono kierując się zidentyfikowanym celem projektu i sprawdzono co wyrażają te cele,
- Kryteria są tak wybrane, że żadna istotna kategoria kryteriów nie została pominięta,
- Kryteria są praktyczne, tzn. każdy ze zidentyfikowanych wariantów daje się ocenić pod względem każdego kryterium,
- Kryteria są różnicujące tzn. pominięto te kryteria, które nie różnicują w sposób istotny wariantów,
- Kryteria nie są współzależne (redundantne),
- Kryteria w miarę możliwości określono ilościowo, minimalizując potrzebę oceny jakościowej.

Dane wejściowe do analizy wielokryterialnej w odniesieniu do kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych, pozyskano z modelowania hydraulicznego, wykonanego zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego z dnia 21 grudnia 2012 r. (Dz.U. z 2013 r. poz. 104).

Ograniczenie strat powodziowych i ilość chronionych obiektów oszacowano dla każdego rozwiązania, podlegającego ocenie w analizie wielokryterialnej. Kryteria S1, S2 i S3 dotyczą wszystkich kategorii budynków, niezależnie od ich funkcji. Kryterium S1 (Ilość budynków chronionych w obszarach szczególnego zagrożenia powodzią (p=1%)) dotyczy budynków, które uzyskały ochronę na skutek planowanych działań.

Zgodnie z opracowaną metodyką analizy wielokryterialnej (Raport opisujący wybraną metodę analizy wielokryterialnej), analizie podlegają obszary o „szczególnym zagrożeniu powodzią” tj. o prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi 1% (tzw. woda 100-letnia).

W rozdziale poświęconym analizie efektywności wariantów działań redukujących ryzyko z zastosowaniem analizy MCA (rozdział 6) zawarto również ocenę ekspercką dla tych hot spotów, dla których brak jest rozwiązań alternatywnych lub jako wpływające na ograniczenie ryzyka powodziowego wybrano działania o charakterze odtworzenia funkcjonalności, w tym również działania rekomendowane z istniejących opracowań. W takim przypadku zespół ekspertów ocenił inwestycję jako konieczną do realizacji w oparciu o uproszczoną ocenę efektywności inwestycji, co znajduje odzwierciedlenie w uzasadnieniach do poszczególnych Hot-spot’ów w rozdziale 6.

Należy podkreślić, że kluczowym dla możliwości oceny jest dostępność i jakość danych opisujących warianty rozwiązania problemów w obszarach problemowych. Źródłem informacji są przede wszystkim mapy ryzyka powodziowego opracowane w ramach ISOK, bazy danych GIS (w tym baza BDOT) oraz wyniki modelowania dla wariantów technicznych, oszacowanie kosztów analizowanych wariantów technicznych w oparciu o zunifikowany i spójny katalog cen jednostkowych opracowany pod kątem projektu (aktualny na 2014 r.). Ponadto zapewniona jest

spójność analiz ekonomicznych z innymi analizami przewidzianymi w metodyce PZRP. Zakłada się także, że wdrażane wcześniej w regionach wodnych programy przeciwpowodziowe i ich oceny strategiczne są źródłem cennych danych dla analizy wielokryterialnej.

Oceny zgodności z RDW i Dyrektywami Siedliskową i Ptasią jak również bazy danych GDOŚ dostarczyły informacji dla kryteriów środowiskowych w postaci, m.in. umiejscowienia inwestycji względem obszarów chronionych.

Oceny pod kątem stopnia realizacji celów przez wariant planistyczny dokonali eksperci. Tabela zastosowana w metodzie AHP została rozszerzona dla uwzględnienia różnych ocen ekspertów, a dla wag wynikających z ocen różnych ekspertów następnie została obliczona średnia arytmetyczna.

Efektem tak przeprowadzonej analizy wielokryterialnej jest wskazanie optymalnego wariantu rozwiązywania problemu w danym obszarze problemowym.

Skala ocen

Dla poziomu grup kryteriów oraz dla poziomu kryteriów w grupie kryteriów środowiskowych i części kryteriów w grupie powodziowych, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów. Z kolei na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie tylko na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.) – w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych.

W związku z powyższym założeniem, że najdokładniejszą oceną wariantów, którą można uzyskać przy porównaniu kryteriów ilościowych, jest iloraz wartości liczbowych porównywanych par wariantów, w których podane są konkretne dane modelowania, analiz przestrzennych i hydrologicznych, wagi ustalono na podstawie wyniku powyższego ilorazu.

Przy porównaniu parami poszczególnych grup kryteriów i kryteriów, w przypadku, gdy nie ma możliwości nadania oceny na podstawie danych ilościowych, przyjęto skalę ocen od 1/9 do 9. Skalę poszczególnych ocen przedstawia poniższa Tabela nr 5.

Tabela 5. Skala ocen dla kryteriów ocenianych przez ekspertów

Skala ocen (wiersz vs. kolumna)	
Wyjątkowo nie preferowany	1/9
	1/8
Bardzo silnie nie preferowany	1/7
	1/6
Silnie nie preferowany	1/5
	1/4
Nieznacznie nie preferowany	1/3
	1/2
Równie preferowany	1
	2
Nieznacznie preferowany	3
	4
Silnie preferowany	5
	6
Bardzo silnie preferowany	7
	8

Wyjątkowo preferowany	9
-----------------------	---

Źródło: Raport opisujący wybraną metodę analizy wielokryterialnej - opracowanie IMGW –PIB, Grontmij, Arcadis, DHI, na podstawie „Metodyki opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych” KZGW, Warszawa, lipiec 2013

Przypisanie wag dla poszczególnych kryteriów

Sposób obliczenia wag dla wyższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej czterech grup kryteriów oraz dla niższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium został opisany na przykładzie w Etapie 2, opisanym poniżej. Zarówno dla poziomu grup kryteriów, jak i dla poziomu kryteriów w danej grupie, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów.

Przeprowadzone zostało uśrednienie wag dla grup kryteriów oraz kryteriów w każdej grupie na podstawie 21 ankiet, wypełnionych przez ekspertów o różnych specjalnościach, pochodzących zarówno z Grup Planistycznych w regionach wodnych, jak i ekspertów wskazanych przez firmy stanowiące konsorcjum Wykonawcy PZRP. Przy doborze ekspertów zapewniono równomierną reprezentację ekspertów z różnych specjalności, aby uwzględnić odmienne podejścia i priorytety w odniesieniu do wpływu działań o charakterze przeciwpowodziowym na środowisko i otoczenie. Poniżej zamieszczono tabelę (Tabela 6), przedstawiającą wagi wynikające z ocen porównawczych dokonanych w 21 ankietach:

Metodyka MCA wraz z ustalonymi wagami ocen

Tabela 6. Uśrednione wagi na podstawie 21 ankiet z oceną porównawczą grup kryteriów i kryteriów

Grupy kryteriów		Średnie wagi																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Kryteria ekonomiczne		0,15	0,07	0,09	0,11	0,07	0,35	0,11	0,14	0,53	0,08	0,08	0,10	0,11	0,14	0,07	0,12	0,11	0,31	0,04	0,13	0,08	0,28
Kryteria społeczne		0,30	0,43	0,46	0,41	0,32	0,08	0,36	0,28	0,07	0,32	0,38	0,33	0,31	0,28	0,33	0,14	0,13	0,49	0,21	0,39	0,32	0,16
Kryteria środowiskowe		0,22	0,21	0,18	0,06	0,26	0,43	0,11	0,24	0,29	0,28	0,22	0,31	0,25	0,24	0,10	0,26	0,18	0,12	0,38	0,10	0,16	0,16
Kryteria powodziowe		0,34	0,29	0,27	0,41	0,35	0,15	0,42	0,34	0,11	0,32	0,32	0,25	0,33	0,34	0,50	0,48	0,58	0,08	0,38	0,38	0,45	0,40
Kryteria ekonomiczne:																							
E1	Szacunkowy koszt realizacji działania	0,29	0,20	0,20	0,43	0,56	0,56	0,41	0,40	0,24	0,25	0,21	0,25	0,29	0,25	0,14	0,20	0,17	0,14	0,07	0,17	0,73	0,31
E2	Koszt odszkodowań i wykupu gruntów i obiektów	0,29	0,20	0,20	0,43	0,37	0,37	0,33	0,20	0,70	0,10	0,13	0,10	0,14	0,25	0,14	0,49	0,39	0,37	0,65	0,08	0,19	0,20
	Ograniczenie strat powodziowych w obszarach szczególnego zagrożenia powodzią oraz zagrożonych wskutek awarii urządzeń wodnych - określane dla poszczególnych typów użytkowania terenu	0,42	0,60	0,60	0,14	0,07	0,07	0,26	0,40	0,06	0,65	0,66	0,65	0,57	0,50	0,71	0,31	0,44	0,50	0,28	0,75	0,08	0,49
Kryteria społeczne:																							
S1	Ilość budynków chronionych w obszarach szczególnego zagrożenia powodziowego (p=1%)	0,17	0,12	0,13	0,21	0,13	0,13	0,21	0,28	0,04	0,13	0,13	0,10	0,04	0,14	0,09	0,25	0,24	0,37	0,20	0,30	0,07	0,20
S2	Ilość budynków na obszarach chronionych wałami, wydłmami i budowlami pasa technicznego, zalewanych wskutek awarii urządzeń wodnych > 0,5m, których standard ochrony ulegnie podwyższeniu	0,15	0,05	0,04	0,21	0,13	0,13	0,18	0,18	0,26	0,13	0,13	0,12	0,04	0,14	0,10	0,29	0,24	0,06	0,03	0,30	0,11	0,20
S3	Ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia	0,11	0,06	0,07	0,07	0,13	0,13	0,12	0,14	0,17	0,07	0,07	0,06	0,20	0,09	0,17	0,19	0,16	0,11	0,09	0,07	0,05	0,06
S4	Wielkość obszarów, dla których wprowadzone zostaną specjalne warunki zagospodarowania przestrzennego	0,15	0,08	0,06	0,07	0,13	0,13	0,16	0,10	0,36	0,15	0,15	0,14	0,12	0,14	0,42	0,11	0,15	0,09	0,05	0,06	0,13	0,30
S5	Liczba chronionych obiektów o szczególnym znaczeniu społecznym	0,22	0,33	0,28	0,21	0,25	0,25	0,29	0,14	0,10	0,26	0,26	0,29	0,30	0,25	0,18	0,08	0,09	0,22	0,22	0,18	0,32	0,12
S6	Liczba chronionych obszarów i obiektów dziedzictwa kulturowego	0,21	0,37	0,43	0,21	0,25	0,25	0,05	0,16	0,06	0,26	0,26	0,29	0,30	0,25	0,04	0,09	0,11	0,14	0,43	0,08	0,32	0,12
Kryteria środowiskowe:																							
Ś1	Oddziaływanie na obszary chronione (parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary sieci Natura 2000)	0,30	0,55	0,53	0,40	0,29	0,29	0,41	0,40	0,29	0,14	0,19	0,41	0,17	0,25	0,54	0,40	0,50	0,54	0,44	0,27	0,26	0,25
Ś2	Oddziaływanie na krajowe i regionalne korytarze ekologiczne	0,20	0,21	0,14	0,40	0,14	0,14	0,33	0,20	0,65	0,14	0,19	0,33	0,44	0,25	0,30	0,40	0,25	0,30	0,08	0,09	0,10	0,25
Ś3	Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej	0,50	0,24	0,33	0,20	0,57	0,57	0,26	0,40	0,06	0,71	0,63	0,26	0,39	0,50	0,16	0,20	0,25	0,16	0,49	0,64	0,64	0,50
Kryteria powodziowe:																							
P1	Zmniejszenie wielkości przepływu o p=1% w głównych odbiornikach danego obszaru	0,34	0,49	0,49	0,33	0,23	0,23	0,28	0,40	0,06	0,41	0,41	0,40	0,14	0,42	0,41	0,36	0,35	0,29	0,54	0,22	0,51	0,20
P2	Wielkość retencji powodziowej urządzeń wodnych w stosunku do objętości wezbrania p-1%	0,27	0,30	0,30	0,33	0,37	0,37	0,44	0,24	0,10	0,24	0,24	0,25	0,06	0,23	0,24	0,24	0,25	0,56	0,21	0,22	0,28	0,20
P3	Wpływ na przyszłą retencję zlewni	0,20	0,11	0,11	0,17	0,14	0,14	0,18	0,20	0,32	0,24	0,24	0,27	0,09	0,23	0,24	0,17	0,20	0,07	0,21	0,51	0,12	0,20
P4	Adaptacja do zmian klimatu	0,19	0,11	0,11	0,17	0,26	0,26	0,10	0,17	0,52	0,10	0,10	0,08	0,72	0,12	0,10	0,24	0,20	0,07	0,04	0,06	0,08	0,40

Należy podkreślić, że w odniesieniu do porównania kryteriów między sobą wewnątrz grupy kryteriów środowiskowych dokonano zaokrąglenia uśrednionych wag z ankiet w ten sposób, aby najwyższą wagę miało kryterium pn. Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej, co jest podyktowane koniecznością wypełnienia celów Ramowej Dyrektywy Wodnej.

W ankietach zawierających oceny porównawcze pomiędzy grupami kryteriów i kryteriami w poszczególnych grupach zwrócono uwagę na wartości współczynnika spójności. Jest on istotny z punktu widzenia poprawności metody AHP. W każdej ocenie porównawczej zapewniono, aby współczynnik spójności nie przekraczał 10%. Jeśli przekraczano współczynnik, to konieczna była korekta ocen porównawczych. Zapewnienie współczynnika poniżej 10% jest niezbędne aby zachować konsekwencję w ocenach porównawczych parami, zgodnie z metodyką analizy AHP.

Z kolei na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie tylko na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.) – w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych.

W ustalaniu wag poszczególnych kryteriach ważny jest sposób nadawania wartości, który zależy od treści danego kryterium.

I tak w grupie **kryteriów ekonomicznych**:

- kryterium E1: mniej – lepiej;
- kryterium E2: mniej – lepiej;
- kryterium E3: więcej – lepiej;

w grupie **kryteriów społecznych**

- kryterium S1: więcej – lepiej;
- kryterium S2: więcej – lepiej;
- kryterium S3: mniej – lepiej;
- kryterium S4: mniej – lepiej;
- kryterium S5: więcej – lepiej;
- kryterium S6: więcej – lepiej;

W grupie **kryteriów środowiskowych**

- kryterium Ś1, Ś2 i Ś3 – ocena ekspercka

W grupie **kryteriów powodziowych**:

- kryterium P1: mniej – lepiej;
- kryterium P2: mniej – lepiej;
- kryterium P3 i P4: – ocena ekspercka.

Struktura wariantów planistycznych

Inwestycyjne warianty planistyczne są definiowane przez Wykonawców według jednolitego wzorca. Część z zaproponowanych działań będzie dawała określone rezultaty, które dają konkretne, wymierne korzyści, natomiast część działań będzie przynosiła korzyści potencjalne, gdyż zaniechanie tych działań może generować określone straty. Przedmiotem analizy wielokryterialnej jest ocena zarówno możliwych korzyści, jak i potencjalnych kosztów działań, a także towarzyszących im oddziaływań społeczno-środowiskowych. W toku prac, dla wariantów planistycznych, stwierdzono, że nie jest możliwe, zapewnienie pełnej ochrony przed powodzią terenów zlokalizowanych w dolinach rzecznych. Dlatego też przewiduje się, że działania techniczne będą wspierane działaniami nietechnicznymi o charakterze np. zachęt

finansowych lub prawnych, działań edukacyjnych itp., które nie są jednak przedmiotem tej oceny.

W szczególnych przypadkach rozważane mogą być przeniesienia mieszkańców czy też różnych obiektów o istotnych funkcjach społecznych, przemysłowych czy cennych kulturowo. Przy formułowaniu wariantów planistycznych wskazano wyraźnie czy budowa obiektów ochrony przeciwpowodziowej wymaga przeniesienia mieszkańców. Odzwierciedla to jedno z kryteriów w grupie kryteriów społecznych. Wskazano w opracowaniach sugerowane miejsca, których ochrona techniczna nie jest racjonalna, nie przesądzając przy tym rzeczywistego przeniesienia mieszkańców. Tym samym decydentowi lub odpowiednim instytucjom, władzom samorządowym i regionalnym, pozostawiono decyzję dotyczącą możliwości dalszego zmniejszenia ryzyka powodziowego poprzez przeniesienia mieszkańców poza teren zagrożony. Ten aspekt nie był poddany analizie wielokryterialnej, która skupia się na porównaniu wariantów technicznych, opracowanych jednak z myślą o zapewnieniu ich efektywności.

ETAP 2 DOKONANIE OCEN PORÓWNAWCZEJ PARAMI

Zastosowana w analizie wielokryterialnej metoda selekcji preferowanego wariantu powinna spełniać kilka warunków:

- musi być spójna z ocenami wyrażonymi w różnych skalach.
- musi umożliwiać dokonywanie analiz dla zmieniających się wartości ocen i współczynników wagowych dla kryteriów.
- musi w sposób obrazowy i niepodważalny dokumentować cechy realizacji wariantu preferowanego.

Poniżej zaprezentowano ocenę porównawczą na przykładzie czterech kryteriów E1, E2, E3 i E4, które zostały umieszczone w wierszach i w kolumnach matrycy porównawczej:

Rysunek 2. Przykład oceny porównawczej parami

PRZYKŁAD WYPEŁNIANIA OCENY PORÓWNAWCZEJ

WYPEŁNIAMY OCENY W NIEBIESKICH KOMÓRKACH:

JEŚLI KRYTERIUM E2 JEST TAK SAMO WAŻNE JAK E1 TO WPISUJEMY 1

JEŚLI KRYTERIUM E1 JEST 3 RAZY BARDZIEJ PREFEROWANE NIŻ E3 TO WPISUJEMY 3

JEŚLI KRYTERIUM E2 JEST 5 RAZY BARDZIEJ PREFEROWANE NIŻ E3 TO WPISUJEMY 5

WYPEŁNIJ ANALOGICZNIE

JEŚLI JEST >10% TO POJAWI SIĘ KOMUNIKAT "SPRAWDŹ OCENY" I TRZEBA ZMIEŃC OCENY W NIEBIESKICH KOMÓRKACH!

JEŚLI JEST "OK" TO PRZECHODZIMY DO KOLEJNEGO ARKUSZA

	E1	E2	E3	E4	Wagi	Spójność
E1	1	1	3	2	0,338539	OK 9%
E2	1	1	5	1	0,347589	
E3	0,333333333	0,2	1	1	0,117377	
E4	0,5	1	1	1	0,196495	
Iteracja 1	0,25	0,25	0,25	0,25	lambda	CI
Iteracja 2	1,75	0,33280507	2	0,38034865	4,227743	0,07594
Iteracja 3	1,407290016	0,33534743	1,48177496	0,35309668		0,085297
Iteracja 4	1,424471299	0,33896477	1,451661631	0,34543494		
Iteracja 5	1,433141625	0,33868406	1,470165349	0,34743361		
Iteracja 6	1,431494418	0,33850563	1,470448322	0,34771706		
Iteracja 7	1,431128848	0,33853336	1,469406148	0,34758786		
Iteracja 8	1,431244409	0,33854125	1,469462515	0,34758121		
Iteracja 9	1,4312565	0,33853918	1,469515841	0,34758877		

Sposób obliczenia wag dla ocen ekspertów jest następujący:

- wypełniamy ocenę porównawczą parami (w niebieskich komórkach);
- w iteracji 1 następuje mnożenie macierzy z ocenami analizy porównawczej parami (żółte i niebieskie komórki) przez macierz składającą się z czterech równych wag (tj. wyjściowo 0,25 dla każdego kryterium);
- w kolejnych iteracjach następuje mnożenie macierzy z ocenami analizy porównawczej parami przez macierz składającą się z wyników poprzedniej iteracji;
- z kolejnych działań mnożenia macierzy wynika coraz mniejsza rozbieżność otrzymywanych wag w stosunku do poprzedniej iteracji. W efekcie otrzymujemy wagi poszczególnych kryteriów, które będą w następnym etapie podlegały weryfikacji pod względem współczynnika niespójności.

ETAP 3 WERYFIKACJA WSPÓŁCZYNNIKA NIESPÓJNOŚCI

W przedstawionym przykładzie po dokonaniu ocen każdej pary kryteriów następuje sprawdzenie przechodniości preferencji (ekspert preferuje opcję A i jednocześnie woli B od C), za pomocą współczynnika niespójności. Jeśli jego wartość przekracza 10% należy powrócić do ocen, gdyż oznacza to, że nie zachowano konsekwencji przy ocenie porównawczej.

Ocena za pomocą nadawania punktacji w skali 1-9 jest konieczna w stosunku do kryteriów, których nie można wyrazić w ujęciu ilościowym. Jeśli jest to możliwe, ocena porównawcza wynika ze stopnia spełniania danego kryterium wyrażonego w jednostkach naturalnych, np. w sztukach, m² lub PLN. Wówczas wartość współczynnika niespójności zawsze wskazuje, że zachowano przechodność preferencji.

ETAP 4 OBLICZENIE WAG I PODSUMOWANIE WYNIKÓW ANALIZY

Sposób obliczenia wag dla wyższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej czterech grup kryteriów oraz dla niższego poziomu struktury hierarchicznej, tj. poziomu oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium, jest analogiczny jak w opisanym wcześniej przykładzie. Zarówno dla poziomu grup kryteriów, jak i dla poziomu kryteriów w danej grupie, ocena porównawcza może być przeprowadzona jedynie na podstawie oceny punktowej dokonywanej przez ekspertów. Z kolei na poziomie oceny porównawczej poszczególnych wariantów w ramach danego kryterium możliwe jest dokonanie oceny porównawczej nie tylko na podstawie oceny punktowej dokonanej przez ekspertów, lecz na podstawie danych w jednostkach naturalnych (szt., km, PLN, itd.) – w odniesieniu do tych kryteriów, które można wyrazić w jednostkach naturalnych.

Ostatnim etapem analizy jest wymnożenie otrzymanych w ten sposób wag z każdego poziomu struktury:

WYNIK KOŃCOWY = SUMA ILOCZYNÓW (waga danego wariantu x waga danego kryterium x waga danej grupy kryteriów).

Efektem tych obliczeń jest ranking wariantów, stworzony w oparciu o sumy iloczynów wag z poszczególnych poziomów struktury hierarchicznej – wariant z najwyższą sumą jest rekomendowany do wdrożenia, jako najlepiej spełniający założone kryteria oceny.

Lista 4 wyselekcjonowanych HOT-SPOT'ów do analizy MCA

4. Lista wyselekcjonowanych HOT-SPOT'ów do analizy MCA

4.1. Procedura porządkowania HOT-SPOT'ów

4.1.1. Lista wyselekcjonowanych HOT-SPOT'ów w regionie

Tabela 7. Lista HOT-SPOT'ów

Obszar dorzecza	ONNP (hot-spot obszarowy)	Problemy związane z występowaniem powodzi na obszarze hot-spotu
Pregoły	ONNP Łyna PL_7000_R_000000584_0001	Wzrastające ryzyko powodziowe powodowane przez następujące składowe: a. zmiany klimatu, prowadzące do wzrostu zagrożenia powodziowego (wysokości, czasu trwania, a przede wszystkim częstotliwości występowania wezbrań), b. zmniejszającą się zdolność retencyjną zlewni, co związane jest ze zmianami zagospodarowania obszaru dorzecza (utwardzanie powierzchni na terenach zurbanizowanych, przyczyniające się do szybszego odpływu wód opadowych do cieków), c. wzrastający poziom wrażliwości obszarów zagrożonych powodzią w związku z postępującym zagospodarowywaniem – zabudową nowych obszarów, a także wzrostem wartości obiektów istniejących, w tym na obszarach o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi oraz chronionych obwałowaniami
		Brak określenia warunków możliwego zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią w celu ograniczenia wrażliwości tych obszarów na zagrożenie powodziowe
		Niewystarczające instrumenty prawne, ekonomiczne i komunikacyjne, zniechęcające lub skłaniające do określonych zachowań zwiększających bezpieczeństwo powodziowe
		Brak lokalnych systemów ostrzegania przed powodzią

5. Warianty planistyczne dla HOT-SPOT'ów

5.1. Wybór działań redukujących ryzyko

5.1.1. Wybór działań redukujących ryzyko dla HOT-SPOT'u

Jako działania redukujące ryzyko dla punktowych hot-spot'ów przyjęto takie spośród listy działań zgłoszonych (rozdział 1), które odnoszą się do konkretnych obszarów problemowych na obszarze dorzecza Pregoty, wyróżnionych ze względu na charakterystyczne genezę oraz przebieg zjawisk powodziowych.

W sytuacji, w której wytypowane, w wariantie proponowanym, działania nietechniczne nie przyniosą wystarczającego efektu redukcji ryzyka powodziowego zaproponowano działania techniczne podlegające dalszym analizom i zestawiono je w wariantie alternatywnym.

Tabela 8. Lista działań redukujących ryzyko dla punktowych hot-spot'ów

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
<i>Nietechniczne (N)</i>						
1.	17	ZPZ	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa, administracja rządowa.
<i>Techniczne odtworzenie funkcjonalności (OF)</i>						
2.		ZPZ	P_LW_5	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Kierwiny, gm. Kiwity, gm. Lidzbark Warmiński, woj. warmińsko – mazurskie	16 000 000	Administracja samorządowa, Administrator obiektu.
3.		ZPZ	P_LW_6	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Mała Łyna w km 0+000 – 2+050, gm. Dobrze Miasto, woj. warmińsko-mazurskie	3 500 000	Administracja samorządowa, Administrator obiektu.

5.1.2. Wybór działań redukujących ryzyko dla obszarowego HOT-SPOT'u

Jako działania redukujące ryzyko dla obszarowych hot-spot'ów przyjęto takie spośród listy działań zgłoszonych (rozdział 1), które odnoszą się do całych zlewni planistycznych lub obszarów ONNP. Są to działania obejmujące utrzymanie oraz zwiększenie naturalnej retencji w zlewniach, czy też możliwość likwidacji lub zmiany funkcji na mniej wrażliwą obiektów znajdujących się w strefach zalewowych. Ze względu na brak szczegółowych opracowań dla takich działań umożliwiających ich realizację w okresie trwania pierwszego cyklu planistycznego, zaproponowane i wybrane działania dotyczą opracowania analiz i koncepcji, które w razie potwierdzenia skuteczności takich przedsięwzięć będą mogły posłużyć do wdrożenia w dalszych cyklach planistycznych. W związku z tym wszystkie działania redukujące ryzyko dla obszarowego hot-spot'ów przypisane zostały do wariantów preferowanych. Szczegółowy wykaz wybranych działań przedstawia poniższa tabela.

Tabela 9. Lista działań redukujących ryzyko dla obszarowych hot-spot'ów

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
Nietechniczne (N)						
1.	2-3	ZPZ	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.	550 000	Administracja samorządowa, właściciel terenu. dyrektor WZMiUW, dyrektor RZGW.
2.	9, 33, 34-36	ZPZ	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy	400 000	Administracja samorządowa, właściciel/ administrator obiektu, Administracja rządowa.
3.	38	ZPZ	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa.

6. Analiza efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe z zastosowaniem MCA

6.1. Charakterystyka modeli hydraulicznych wykorzystanych do analizy efektywności przedsięwzięć przypisanych HOT-SPOT'om

W celu określenia skuteczności działań ograniczających ryzyko powodziowe należy przeprowadzić modelowanie hydrauliczne.

Modelowanie hydrauliczne poszczególnych wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe przeprowadza się z wykorzystaniem modeli wykonanych w ramach Projektu ISOK.

Jednakże działania techniczne zaproponowane dla obszaru problemowego ONNP Łyna w wariantie alternatywnym, znajdują się poza ciekami modelowanymi w projekcie ISOK.

W wyniku modelowania otrzymuje się strefy zalewowe po wykonaniu inwestycji zaproponowanych dla poszczególnych wariantów

Aby spośród proponowanych wyłonić wariant najbardziej optymalny, w dalszej kolejności przeprowadza się analizę wielokryterialną (MCA), w której konkretnym kryteriom (społeczne, ekonomiczne, powodziowe, środowiskowe) przypisane są odpowiednie wagi.

Modelowanie hydrauliczne wykonuje się dla następujących typów działań stosowanych do redukcji ryzyka:

1) *działania nietechniczne strategiczne:*

- odtwarzanie naturalnej retencji poprzez zwiększenie retencji leśnej w zlewni, retencji na obszarach rolniczych oraz retencji na obszarach zurbanizowanych – modelowanie przeprowadzone tylko dla scenariusza wysokiego prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi przy założeniu przyjętej redukcji przepływu na wodowskazach,
- odtwarzanie naturalnej retencji poprzez budowę polderów bez przegradzania rzeki, odsunięcia wałów przeciwpowodziowych,

2) *działania techniczne:*

- łagodne - działania, które redukują natężenie przepływu powodziowego, np. zbiorniki przeciwpowodziowe suche, kanały ulgi,
- inwazyjne dla środowiska - działania które redukują natężenie przepływu (np. zbiorniki retencyjne), lub mają wpływ na redukcję strefy zagrożenia powodziowego (budowa obwałowań, udraźnianie/regulacja rzek powodujące istotne zmiany w morfologii koryta).

Dla obszaru problemowego ONNP Łyna nie było możliwości przeprowadzenia modelowania hydraulicznego inwestycji technicznych zaproponowanych w wariantie alternatywnym, ze względu na lokalizację tych działań poza ciekami wyznaczonymi w WORP. W związku z tym, a także z powodu braku drugiego wariantu technicznego (wariant preferowany składa się wyłącznie z działań nietechnicznych), nie przeprowadzono analizy MCA. Skuteczność działań nietechnicznych, zaproponowanych do realizacji w wariantie preferowanym, określi dopiero wykonanie tychże koncepcji.

6.2. Wyniki analizy efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe

Warianty działań podlegają ocenie zgodnie z kryteriami wskazanymi w Metodocy PZRP i przedstawionymi w tabeli 10.

Tabela 10. Kryteria oceny efektywności przedsięwzięć przypisanych HOT-SPOTom

Kryterium	Jednostka	Nazwa kryterium	Opis kryterium
EKONOMICZNE	E1	PLN	Szacunkowy koszt realizacji działania
	E2	PLN	Koszt odszkodowań i wykupu gruntów i obiektów
	E3	PLN	Ograniczenie strat powodziowych w obszarach szczególnego zagrożenia powodzią oraz zagrożonych wskutek awarii urządzeń wodnych - określane dla poszczególnych typów użytkowania terenu
SPOŁECZNE	S1	szt.	Ilość budynków chronionych w obszarach szczególnego zagrożenia powodziowego (p=1%)
	S2	szt.	Ilość budynków na obszarach chronionych wałami, wydłami i budowlami pasa technicznego, zalewanych wskutek awarii urządzeń wodnych > 0,5m, których standard ochrony ulegnie podwyższeniu
	S3a	szt.	Ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia
	S3b	szt.	Ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia - zabudowa luźna nie chroniona przez dany wariant inwestycyjny przy wodzie 1% i głębokości >2m
	S3c	szt.	Ilość budynków mieszkalnych zakwalifikowanych do wykupu i przesiedlenia zabudowa gęsta zwarta przy wodzie 1% o głębokości zalania < i > 2m tylko na obszarach wiejskich
	S4	ha	Wielkość obszarów, dla których wprowadzone zostaną specjalne warunki zagospodarowania przestrzennego
	S5	szt.	Liczba chronionych obiektów o szczególnym znaczeniu społecznym

Kryterium		Jednostka	Nazwa kryterium	Opis kryterium
	S6	szt.	Liczba chronionych obszarów i obiektów dziedzictwa kulturowego	Obiekty zlokalizowane w strefie wody 1%
ŚRODOWISKOWE	Ś1	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na obszary chronione (parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary sieci Natura 2000)	
	Ś2	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na krajowe i regionalne korytarze ekologiczne	
	Ś3	Ocena ekspercka	Oddziaływanie na cele ochrony wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej	
POWODZIOWE	P1	m ³ /s	Zmniejszenie wielkości przepływu o p=1% w głównych odbiornikach danego obszaru	Oszacowanie spowolnienia spływu wód z powierzchni zlewni, przekładające się na zmniejszenie objętości przepływu - mierzonego w najbliższym wodowskaziu
	P2	%	Wielkość retencji powodziowej urządzeń wodnych w stosunku do objętości wezbrania p=1%	Określenie jaki % objętości wezbrania stanowi możliwa do wykorzystania objętość rezerwy powodziowej - mierzona na urządzeniu wodnym
	P3	Ocena ekspercka	Wpływ na przyszłą retencję zlewni	Ocena wpływu na retencję w kontekście całej zlewni
	P4	Ocena ekspercka	Adaptacja do zmian klimatu	Możliwość adaptacji wybranego rozwiązania do zmieniających się warunków klimatycznych, zarówno w scenariuszu zmian klimatu polegających na wzroście opadów, jak i w scenariuszu wystąpienia suszy – np. zbiornik mokry wpływa pozytywnie na obszar, który w skali kraju ma wyjątkowo wysokie zagrożenie suszą

W wyniku przeprowadzonych prac modelowych oraz analiz GIS otrzymuje się wskaźniki, które charakteryzują następujące kryteria:

1) kryterium ekonomiczne

- straty wynikające z zalania poszczególnych klas użytkowania przez wody 1%, w wyniku zniszczenia wałów lub awarii zbiornika – dla wariantu wyjściowego (istniejącego) oraz dla poszczególnych wariantów planistycznych (w PLN),
- E3 – redukcja strat – różnica między stratami w wariantie istniejącym a planistycznym (w PLN),

2) kryterium społeczne

- S1
 - dla wariantu istniejącego – ilość budynków na obszarze zalewanym przez wody 1%, w wyniku zniszczenia wałów lub awarii zbiornika,
 - dla wariantów planistycznych – różnica między ilością budynków na terenie zalewanym w wariantie istniejącym a planistycznym,
- S2
 - dla wariantu istniejącego – ilość budynków (na obszarze chronionym wałami) na obszarze zalewanym w wyniku zniszczenia wałów wodą o głębokości większej niż 0,5 m,
 - dla wariantów planistycznych – różnica między ilością budynków na obszarze zalewanym w wyniku zniszczenia wałów wodą o głębokości większej niż 0,5 m w wariantie istniejącym a planistycznym,

- S3a
 - dla wariantów planistycznych – ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia, w związku z pozyskaniem nieruchomości na cele budowlane oraz w celu odtwarzania naturalnej retencji,
- S3b
 - dla wariantów planistycznych – ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia w zabudowie rozproszonej (do 5 budynków) na obszarach wiejskich nie chronionych przez dany wariant inwestycyjny przed zalewem wodą 1% o głębokości większej niż 2,0 m,
- S3c
 - dla wariantów planistycznych – ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia w zabudowie zwartej na obszarach wiejskich nie chronionych przez dany wariant inwestycyjny przed zalewem wodą 1% o głębokości mniejszej niż 2,0 m,
 - dla wariantów planistycznych – ilość budynków zakwalifikowanych do wykupu i przeniesienia w zabudowie zwartej na obszarach wiejskich nie chronionych przez dany wariant inwestycyjny przed zalewem wodą 1% o głębokości większej niż 2,0 m,
- S4
 - dla wariantu istniejącego – powierzchnia obszaru zalewanego wodą 1% o głębokości większej niż 0,5 m [ha],
 - dla wariantów planistycznych – powierzchnia obszaru zalewanego wodą 1% o głębokości większej niż 0,5 m po realizacji działań w danym wariantcie planistycznym [ha],
- S5
 - dla wariantu istniejącego – ilość obiektów o szczególnym znaczeniu społecznym na obszarze zalewanym przez wody 1%, w wyniku zniszczenia wałów lub awarii zbiornika,
 - dla wariantów planistycznych – różnica między ilością obiektów o szczególnym znaczeniu społecznym na terenie zalewanym w wariantcie istniejącym a planistycznym,
- S6
 - dla wariantu istniejącego – ilość obiektów i obszarów dziedzictwa kulturowego na obszarze zalewanym przez wody 1%, w wyniku zniszczenia wałów lub awarii zbiornika,
 - dla wariantów planistycznych – różnica między ilością obiektów i obszarów dziedzictwa kulturowego na terenie zalewanym w wariantcie istniejącym a planistycznym,

3) kryterium powodziowe

- P1
 - dla wariantu istniejącego – przepływ o $p=1\%$ na wodowskazie poniżej HOT-SPOTu [m^3/s],
 - dla wariantów planistycznych – różnica między przepływem o $p=1\%$ w wariantcie istniejącym a planistycznym [m^3/s],
- P2
 - dla wariantu istniejącego – objętość fali powodziowej o $p=1\%$ [w mln m^3],
 - dla wariantów planistycznych – objętość rezerwy powodziowej powstałej w wyniku realizacji wariantu planistycznego [w mln m^3] oraz procentowy stosunek tej rezerwy do objętości wezbrania.

6.2.1. ONNP Łyna

Wariant planistyczny 1 (WP1 = N)

N	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.
N	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy
N	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.
N	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.

Wariant planistyczny 2 (WP2 = OF)

OF	P_LW_5	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Kierwiny, gm. Kiwity, gm. Lidzbark Warmiński, woj. warmińsko – mazurskie
OF	P_LW_6	Odtworzenie – kształtowanie przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta rzeki Mała Łyna w km 0+000 – 2+050, gm. Dobre Miasto, woj. warmińsko-mazurskie

Analizy wariantowe

Dla obszaru problemowego ONNP Łyna zidentyfikowano jedynie dwa działania techniczne mogące przyczynić się do obniżenia ryzyka powodziowego. Niestety, pod względem zakresu i skuteczności, nie stanowią one odpowiedniego zestawu działań, kompleksowo odpowiadającego na zdiagnozowane w obszarze problemowym ryzyko powodziowe. W związku z tym w pierwszym cyklu planistycznym przewidziane zostały do realizacji działania nietechniczne w formie opracowania analiz i koncepcji stanowiących przygotowanie do realizacji konkretnych działań w kolejnych cyklach planistycznych.

Wyniki i wnioski z MCA

Dla analizowanego obszaru nie było możliwości przeprowadzenia analizy MCA. Spowodowane było to z jednej strony występowaniem w wariantcie preferowanym jedynie działań nietechnicznych w formie opracowań koncepcyjnych, a z drugiej działaniami technicznym z wariantu alternatywnego zlokalizowanymi poza ciekami rozpatrywanymi w WORP. Nie pozwoliło to przeprowadzić modelowania hydraulicznego i w konsekwencji uzyskać potrzebnych do analizy MCA wskaźników.

Lista działań redukujących ryzyko powodziowe w HOT- SPOTach

7

7. Lista działań redukujących ryzyko powodziowe w HOT-SPOT'ach obszaru dorzecza (regionu wodnego) z ich podziałem na nietechniczne, techniczne rozwojowe, techniczne odtworzenie funkcjonalności

Po przeprowadzaniu wszystkich wcześniej opisanych analiz i konsultacji, opracowano listę działań redukujących ryzyko powodziowe w Hot-spot'ach obszaru dorzecza Pregoty.

Lista działań przedstawiona poniżej w zestawieniu [Tabela 11](#) jest wynikiem wieloetapowego procesu kolejnych przybliżeń, prowadzonego od ogółu do szczegółu, obejmującego w szczególności:

- ocenę ekspercką bazującą na wiedzy i doświadczeniu Wykonawcy oraz analizie dostępnych planów i programów przeciwpowodziowych oraz pozycji literaturowych,
- weryfikację wniosków i wyników prac Wykonawcy przeprowadzoną przez przedstawicieli jednostek administrujących wodami (Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie oraz wojewódzkie zarządy melioracji i urzędzeń wodnych),
- konsultacje w ramach posiedzeń zespołów planistycznych zlewni oraz Grupy Planistycznej Regionu Wodnego, rozwijające przeprowadzone analizy o najistotniejsze problemy i potrzeby osób bezpośrednio zainteresowanych ochroną przeciwpowodziową obszarów problemowych

Wypracowana lista obejmuje wszystkie działania, które posiadają odpowiednią skuteczność w redukcji ryzyka powodziowego zdiagnozowanego w zidentyfikowanych obszarach problemowych. Zaproponowano działania nietechniczne mające na celu przeprowadzenie analiz stanowiących przygotowanie odpowiednich danych do realizacji tych działań w kolejnych cyklach planistycznych.

Lista zgłoszonych działań

Tabela 11. Lista działań wybranych do realizacji po przeprowadzeniu analiz

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
Nietechniczne (N)						
1.	2-3	ZPZ	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.	550 000	Administracja samorządowa, właściciel terenu. dyrektor WZMiUW, dyrektor RZGW.
2.	9, 33, 34-36	ZPZ	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy	400 000	Administracja samorządowa, właściciel/ administrator obiektu, Administracja rządowa.
3.	17	ZPZ	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa, administracja rządowa.
4.	38	ZPZ	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa.

Wyodrębnienie
działań możliwych do
zrealizowania lub
przygotowania w
pierwszym okresie
planistycznym z
uwzględnieniem
dostępnych zasobów

8. Wyodrębnienie działań możliwych do zrealizowania lub przygotowania w pierwszym okresie planistycznym z uwzględnieniem dostępnych zasobów

Na obszarze dorzecza Pregoty zaproponowano do realizacji jedynie działania nietechniczne. Są to cztery działania, polegające na wykonaniu analiz oraz koncepcji, stanowiących przygotowanie do realizacji konkretnych działań w kolejnych cyklach planistycznych.

Dwa spośród zaproponowanych działań dotyczą całego obszaru dorzecza Pregoty. Pierwsze z nich polega na wykonaniu analizy dotyczącej możliwości zwiększenia retencji na obszarach rolniczych i zurbanizowanych w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie wodnym Łyny i Węgorapy. Drugie działanie polega na przeprowadzeniu analizy możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych.

Kolejną grupę działań stanowią działania, które powinny zostać wykonane w obszarze problemowym ONNP Łyna. Należy do nich przeprowadzenie analizy możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o $p=1\%$. Zadanie to powinno dotyczyć szczególnie zagrożonych obszarów tego rejonu, tj. miejscowości Lidzbark Warmiński, Bartoszyce, Sępól. Ostatnim z zaproponowanych działań jest wykonanie koncepcji budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią.

Wszystkie zaproponowane działania na obszarze dorzecza Pregoty zostały przewidziane do wykonania w I cyklu planistycznym. Pozwoli to na sprawdzenie skuteczności oraz przygotowanie konkretnych działań, które będą mogły być realizowane w kolejnych cyklach planistycznych.

Tabela 12. Lista działań przeznaczonych do realizacji w I okresie planistycznym

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
Nietechniczne (N)						
1.	2-3	ZPZ	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.	550 000	Administracja samorządowa, właściciel terenu. dyrektor WZMiUW, dyrektor RZGW.
2.	9, 33, 34-36	ZPZ	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy	400 000	Administracja samorządowa, właściciel/ administrator obiektu, Administracja rządowa.
3.	17	ZPZ	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa, administracja rządowa.
4.	38	ZPZ	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa.

Analiza efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe z zastosowaniem CBA

9. Analiza efektywności wariantów działań redukujących ryzyko powodziowe z zastosowaniem CBA

Niniejszy rozdział zawiera opis analizy kosztów i korzyści społecznych, jaka została przeprowadzona dla działań redukujących ryzyko powodziowe w HOT-SPOTach, przedstawionych w rozdziale 7.

9.1. Wprowadzenie

Efektywność finansowa projektu jest miarą jego opłacalności z punktu widzenia inwestora. Projekt jest efektywny finansowo, jeżeli terażniejsza wartość korzyści finansowych netto inwestora w przewidywanym czasie eksploatacji projektu przekracza poniesione przez niego nakłady inwestycyjne.

Efektywność finansowa w klasycznym rozumieniu dotyczy relacji korzyści finansowych do nakładów poniesionych przez inwestora, przy ewentualnym wykorzystaniu dotacji lub bez niej.

Analiza finansowa projektu ma na celu zbadanie, czy planowany projekt jest efektywny finansowo (analiza prospektywna), a na etapie ewaluacji stwierdzenie, czy zrealizowany projekt był efektywny finansowo (analiza retrospektywna).

W trakcie analizy finansowej badane są przepływy pieniężne związane z projektem. W wyniku zastosowania określonej metody (algorytmu) obliczane są wskaźniki efektywności finansowej. Jednak analiza finansowa projektu to także pojęcie szersze obejmujące analizę płynności finansowej projektu i jego wpływ na rentowność i płynność finansową inwestora. W tym aspekcie analiza finansowa ma na celu stwierdzenie czy projekt jest finansowo wykonalny, czy posiada płynność finansową warunkującą jego trwałość, oraz czy jego realizacja nie wpłynie negatywnie na sytuację finansową inwestora lub podmiotu zarządzającego projektem.

Z kolei efektywność ekonomiczna projektu jest miarą jego opłacalności z punktu widzenia społecznego. Pojęcie opłacalności ogólnospołecznej jest kategorią znacznie bardziej złożoną niż w przypadku projektów prywatnych, w których wiadomo, że projekt bardziej opłacalny to taki, który przynosi inwestorowi konkretny zysk. Efektywności ekonomicznej nie można utożsamiać jedynie z zyskiem pieniężnym.

Zgodnie z „przewodnikiem analizy kosztów i korzyści”, opracowanym przez Komisję Europejską, przedsiębiorstwo efektywne ekonomicznie to takie, które prowadzi do wzrostu dobrobytu społeczności objętej jej skutkami. Natomiast projekt efektywny ekonomicznie to taki, dla którego wartość skwantyfikowanych i wycenionych korzyści dla objętej nim społeczności przekracza wartość nakładów na realizację i późniejsze utrzymanie projektu w całym przewidywanym okresie jego życia.

Reasumując, projekt efektywny ekonomicznie to taki, który zaspokaja określoną potrzebę społeczną najniższym kosztem spośród wszystkich dostępnych projektów lub możliwych wariantów danego projektu, uwzględniając zarówno nakłady inwestycyjne jak i wydatki w fazie operacyjnej projektu.

Analiza ekonomiczna, zgodnie z cytowanym przewodnikiem kosztów i korzyści KE, służy określeniu efektywności ekonomicznej projektu, uwzględnia nie tylko koszty i korzyści wyrażane przepływami pieniężnymi, ale również dostarcza informacji o tych aspektach oddziaływania przedsięwzięcia, które nie są przedmiotem transakcji rynkowych.

Podstawowymi różnicami w porównaniu do analizy finansowej jest uwzględnienie szerszego spektrum beneficjentów projektu, z których punktu widzenia oceniane są korzyści finansowe nie tylko inwestora, ale także społeczności objętej projektem i innych podmiotów publicznych oraz uwzględnienie korzyści i kosztów nie mających charakteru przepływu pieniężnego.

Analiza ekonomiczna ma przede wszystkim prospektywny charakter, jej celem jest właściwa ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia alokacja ograniczonych środków publicznych pomiędzy dostępne projekty inwestycyjne.

Ocena efektywności finansowej i ekonomicznej projektów opiera się na analizie i porównywaniu ze sobą prognozowanych (w przypadku analizy prospektywnej) i przeszłych (analiza retrospektywna) strumieni:

- wpływów i wydatków w analizie finansowej
- korzyści ekonomicznych netto (ewentualnie skwantyfikowanych rezultatów) i wydatków w analizie ekonomicznej.
- W analizie efektywności projektu najpowszechniej stosowane są dwa podejścia:
- Ocena efektywności z punktu widzenia całego inwestowanego kapitału – w przepływach finansowych nie są uwzględniane wpływy z dotacji, kredytów, a także ewentualne późniejsze wydatki związane ze spłatą kredytów czy odsetek.
- Ocena efektywności finansowej z punktu widzenia kapitału inwestora –obliczana jest efektywność angażowanego kapitału własnego. Uwzględniony w ten sposób jest wpływ dotacji lub kredytów (dźwigni finansowej) na efektywność finansową projektu. Stosując tę metodę inwestor może ustalić optymalną strukturę finansowania (z punktu widzenia jego korzyści finansowych). W przepływach finansowych uwzględniane są wpływy z tytułu dotacji, kredytów i innych źródeł, a także planowane późniejsze wydatki na spłatę kredytów i odsetek. Jako stopa dyskonta stosowany powinien być w takim przypadku koszt kapitału własnego (oczekiwana przez inwestora stopa zwrotu z inwestowanego w projekt kapitału), która jest zwykle wyższa od średniego ważonego kosztu kapitału.

W niniejszej analizie kosztów i korzyści społecznych zastosowano podejście pierwsze. Wykonano przy tym przede wszystkim analizę kosztów i korzyści społecznych, ponieważ analiza finansowa nie jest zasadna z uwagi na brak w obecnym systemie prawnym w Polsce przychodów od podmiotów chronionych z tytułu zapewnienia zabezpieczenia przed powodziami.

Trwałość projektu

O trwałości projektu decydują trzy podstawowe aspekty:

- Trwałość instytucjonalna podmiotu zarządzającego projektem (czy nie istnieje ryzyko upadłości lub likwidacji podmiotu zarządzającego),
- Trwałość organizacyjna (posiadanie odpowiednich struktur i zasobów ludzkich dla zapewnienia prawnego funkcjonowania projektu w fazie operacyjnej)
- Trwałość finansowa – zdolność do pokrycia przez podmiot zarządzający przyszłych kosztów związanych z operacyjną fazą projektu.

Trwałość finansowa – określa zdolność do pokrycia kosztów przyszłego funkcjonowania projektu. Trwałość finansowa jest uwarunkowana naturą samego projektu, jego zdolnością do samofinansowania i sytuacją finansową jednostki i jej zdolnością do pokrywania kosztów funkcjonowania projektu nie generującego przychodów lub którego przychody są niewystarczające dla pokrycia kosztów jego

funkcjonowania. Podstawą do określenia trwałości projektu jest analiza jego przepływów finansowych przedstawionych w studium wykonalności projektu.

Z punktu widzenia trwałości finansowej projektu, najlepiej jest gdy projekt posiada pełną zdolność do samofinansowania, oznaczającą, że wpływy z projektu pokrywają wszystkie wydatki eksploatacyjne, w tym także ewentualne wydatki eksploatacyjne i ewentualne koszty odtworzeniowe.

Nieco gorzej, chociaż nadal pozytywnie, należy ocenić trwałość finansową, gdy projekt posiada zdolność do samofinansowania jedynie wydatków eksploatacyjnych, lub inwestor wskazał nie budzące wątpliwości źródła finansowania jego późniejszego finansowania. Możliwe jest kilka wariantów:

- Przedstawione prognozy wskazują na zdolność projektu do samofinansowania na poziomie operacyjnym, jednak niewystarczającą na wypracowanie dochodów na inwestycje odtworzeniowe, które będą musiały być finansowane z innych środków).
- Projekt posiada pełną zdolność do samofinansowania, jednak analiza wrażliwości wskazuje na ryzyko, że środki generowane przez projekt mogą nie być w pełni wystarczające.
- Dla projektów nie generujących dochodów konieczne jest zapewnienie podmiotu zarządzającego, że będzie on w stanie pokryć koszty finansowania i wszelkie inne koszty utrzymania projektu.

Przeprowadzone w ramach Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym analizy ekonomiczne opierają się na metodzie zdyskontowanych przepływów finansowych (discounted-cash-flow method). Dla określenia efektów rozważanych działań brane są pod uwagę następujące wskaźniki:

- Zaktualizowana wartość netto (Net Present Value – ENPV)
- Wewnętrzna stopa zwrotu (Internal Rate of Return - EIRR)

Jednym z podstawowych założeń rachunku finansowego jest oddzielenie od siebie jego dwóch podstawowych elementów:

- decyzji o tym, czy projekt będzie realizowany,
- decyzji o tym, jak projekt będzie finansowany.

Zaakceptowanie realizacji projektu powinno nastąpić po sprawdzeniu, czy zapewnia on dodatnią zaktualizowaną wartość netto (NPV) oraz wysoką wewnętrzną stopę zwrotu (IRR). Dopiero po stwierdzeniu opłacalności projektu można przystąpić do rozważania wariantów jego finansowania.

9.2. Założenia i metodyka analiz CBA dla powodzi opadowych

W rozdziale zawarto opis analizy kosztów i korzyści społecznych, która została przeprowadzona dla działań przewidzianych do realizacji lub przygotowania do wdrożenia w pierwszym okresie planistycznym, wraz z wynikami tych analiz, w postaci listy działań zaplanowanych do realizacji w aktualnej perspektywie czasowej.

Założenia

Analiza jest przeprowadzona w cenach stałych.

Okres analizy obejmuje lata 2015 – 2064.

W ramach korzyści społecznych ujęto następujące kategorie korzyści:

- uniknięte straty materialne
- uniknięte straty niematerialne, obliczone w wysokości 40% strat materialnych
- korekty fiskalne, dotyczące podatku VAT od kosztów inwestycyjnych i odtworzeniowych (podatek ten jest tzw. transferem pieniędzy, dlatego jest odjęty po stronie korzyści)

W ramach kosztów społecznych ujęto zwiększenie kosztów eksploatacji pojazdów w trakcie ponoszenia kosztów inwestycyjnych, w związku ze spowolnieniem ruchu pojazdów w okolicy terenu budowy.

Działania nietechniczne wspierające, polegające na zalesianiu, zostały uwzględnione zarówno po stronie korzyści, poprzez zmniejszenie strat powodziowych w miejscach, w których nie przewiduje się innych działań przeciwpowodziowych, jak i po stronie kosztów, poprzez wydatki na zalesianie.

Działania, mające na celu uniknięcie powodzi zatorowych, oraz korzyści z nich wynikające, są przedmiotem osobnej analizy kosztów i korzyści społecznych dla całego obszaru dorzecza.

Metodyka analizy

Analizę przeprowadzono według następujących wariantów:

1. WARIANT ZEROWY (W0)

- wyliczenie średniorocznych strat AAD w 2015 r. dla wariantu zerowego na podstawie strat wynikających z modelowania hydraulicznego dla trzech poziomów prawdopodobieństwa 10%, 1% i 0,2% oraz dla dwóch 1% i 0,2% w przypadku powodzi od strony morza
- prognoza przyrostu strat AAD w wysokości 5% rocznie w wariancie zerowym, w związku z degradacją majątku w razie zaniechania działań remontowych i odtworzeniowych. Przyrost strat w wysokości 5% odpowiada średniej stawce amortyzacyjnej
- uwzględnienie w prognozie przyrostu strat AAD wpływu zmian klimatu, poprzez wskaźniki przyrostu do 2030 r. oraz do 2070 r., odrębne dla każdego regionu wodnego

2. WARIANT UTRZYMANIOWY

2.1 WU REMONTY - wersja z kosztami remontów, lecz bez kosztów odtworzeniowych obecnego majątku

- z danych zebranych od operatorów infrastruktury przeciwpowodziowej wynika, że remonty stanowią 20% łącznych kosztów utrzymaniowych, obejmujących remonty i odtworzenia, dlatego przyjęto zmniejszenie przyrostu strat z wariantu zerowego o 20% jako efekt ponoszenia kosztów remontów
- po stronie korzyści jest zmniejszenie przyrostu strat
- po stronie kosztów są remonty

2.2 WU REMONTY I ODTWORZENIA - wersja z kosztami remontów i z kosztami odtworzeniowymi obecnego majątku

- brak przyrostu strat z wariantu zerowego jako efekt ponoszenia kosztów remontów i kosztów odtworzeniowych
- po stronie korzyści jest uniknięty przyrost strat

- po stronie kosztów są remonty i odtworzenia

3. WARIANT INWESTYCYJNY

3.1 WI REMONTY - wersja z kosztami remontów, lecz bez kosztów odtworzeniowych obecnego majątku

- w odniesieniu do planowanych działań przeciwpowodziowych uwzględniono wariant planistyczny wyłoniony w ramach analizy wielokryterialnej
- w odniesieniu do obecnego majątku uwzględniono remonty na poziomie 20% łącznych kosztów utrzymaniowych, obejmujących remonty i odtworzenia oraz zmniejszenie przyrostu strat z wariantu zerowego o 20% jako efekt ponoszenia kosztów remontów
- ze względu na brak działań redukujących AAD po stronie korzyści nie uwzględniono redukcji strat jako efektu inwestycji rozwojowych
- po stronie kosztów jako koszty inwestycyjne uwzględniono koszty analiz i koncepcji, a także remonty obecnego majątku

3.2 WI REMONTY I ODTWORZENIA- wersja z kosztami remontów i z kosztami odtworzeniowymi obecnego majątku

- w odniesieniu do planowanych działań przeciwpowodziowych uwzględniono wariant planistyczny wyłoniony w ramach analizy wielokryterialnej
- w odniesieniu do obecnego majątku uwzględniono koszty utrzymaniowe, obejmujące remonty i odtworzenia
- ze względu na brak działań redukujących AAD po stronie korzyści nie uwzględniono redukcji strat jako efektu inwestycji rozwojowych
- po stronie kosztów jako koszty inwestycyjne uwzględniono koszty analiz i koncepcji, a także remonty i odtworzenia obecnego majątku

Uniknięte materialne straty powodziowe

Najważniejszymi korzyściami społecznymi kwantyfikowalnymi (które można wycenić w jednostkach pieniężnych) są uniknięte straty powodziowe na skutek realizacji inwestycji. Zmniejszenie strat powodziowych oblicza się jako różnicę pomiędzy wielkością strat w wariancie zaniechania realizacji inwestycji i po jej ukończeniu.

Kierując się zasadą ostrożności nie szacowano strat ludzkiego życia analizie kosztów i korzyści społecznych, choć niewątpliwie wpływa to na znaczne zaniżenie wartości oszacowanych średniorocznych strat powodziowych AAD.

Na podstawie modelu hydrologicznego dokonuje się symulacji powierzchni zalania dla różnych przepływów: 10%, 1% i 0,2%. Wartość strat jednostkowych, spowodowanych przez powódź przyjmuje się na podstawie wartości z Rozporządzenia Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego. Taką wartość jednostkowych strat powodziowych przyjęto jako podstawę do oszacowania strat, jednakże podano je indeksacji o wskaźnik wzrostu cen odpowiedni dla danej kategorii użytkowania terenu za ubiegłe lata.

Pełne korzyści społeczne z unikniętych strat powodziowych pojawiają się w analizie od pierwszego roku po zakończeniu ponoszenia nakładów inwestycyjnych.

Zastosowana metoda opiera się na obliczeniu średniorocznych strat powodziowych (AAD), które można zdefiniować jako ciąg szkód dla powodzi uszeregowanych wg malejącej częstości występowania.

Uniknięte niematerialne straty powodziowe

Szkody niematerialne mogą mieć znaczny udział w łącznej kwocie strat powodziowych. Wyniki badań przeprowadzonych w przeszłości wskazują na duże rozbieżności w szacowanym poziomie szkód niematerialnych w stosunku do szkód materialnych, spowodowanych przez tę samą powódź. Niektórzy badacze korzyści i kosztów społecznych wynikających z powodzi uważają, że szkody niematerialne w niektórych przypadkach są nawet wyższe od szkód materialnych (Green i Penning-Rowsell, 1989). Poszczególne powodzie mogą np. wiązać się z niewielkimi stratami materialnymi a spowodować jednocześnie śmierć kilku osób lub oznaczać długofalowe przerwy w produkcji przemysłowej lub rolniczej.

W literaturze światowej można spotkać następujące rodzaje kosztów niematerialnych powodzi:

- utrata życia ludzkiego, inwalidztwo i obrażenia ciała,
- koszty stresu pourazowego,
- koszty akcji ratowniczej,
- spadek przychodów w wyniku przerw w produkcji i świadczeniu usług,
- koszty utrudnień komunikacyjnych, brak możliwości transportu,
- wzrost kosztów utrzymania,
- koszty zakłóceń w funkcjonowaniu ekosystemów (wpływ na rolnictwo),
- utrata dochodów z turystyki,
- utrata wartości historycznych i kulturalnych.

Na trwałość psychospołecznych efektów spowodowanych przez powódź ma wpływ rodzaj powodzi oraz funkcjonujący system ostrzegania – im bardziej nagły charakter ma powódź, tym bardziej dotkliwe są doznania wśród jej ofiar (RPA/FHRC et. al., 2004). Wyprzedzająca informacja o nadchodzącej powodzi umożliwia wywiezienie wartościowych przedmiotów materialnych z terenu zalewowego lub wyniesienie np. elementów wyposażenia na wyższe piętra budynku. Dzięki systemom wczesnego ostrzegania szkody materialne mogą zostać znacznie zredukowane. Nie tylko niższe straty materialne, lecz również możliwość psychicznego przygotowania się do walki z nadchodzącym żywiołem, wpływają na zmniejszenie rozmiarów stresu pourazowego.

Wycena kosztów społecznych powodzi może zostać przeprowadzona np. metodą kosztów zapobiegawczych (ang. defensive expenditures method). Otrzymane przy użyciu tej metody wyniki stanowią dolną granicę kosztów, bowiem nie uwzględniają kategorii kosztów, przed którymi potencjalne działania zapobiegawcze nie zabezpieczają. Ponadto, koszty działań zapobiegawczych są niskie z uwagi na często spotykane niefrasobliwe podejście osób zagrożonych powodzią do prawdopodobieństwa zalania ich domostwa oraz przecenianie możliwości poradzenia sobie samemu z ewentualnym zalaniem (Tunstall, Tapsell i Fordham, 1994). Możliwe działania zapobiegawcze to np. przeniesienie zabudowań gospodarczych wraz z inwentarzem żywym (Boddington, 1993), podniesienie bezpieczników i elektrycznych generatorów/urządzeń na bezpieczną wysokość czy budowa domów na palach (Tunstall, Tapsell i Fordham, 1994).

Inną metodą wyceny korzyści społecznych przedsięwzięć przeciwpowodziowych jest metoda kosztów odbudowy (ang. replacement cost method). Metoda polega na szacunku odtworzenia zniszczonego

mienia, np. kosztów budowy domu w innym miejscu lub kosztów budowy studni wody pitnej w innym miejscu. Należy uwzględnić w takiej analizie również koszty alternatywne związane ze zmianą wykorzystania zagrożonego powodzią terenu.

Bardzo popularnym sposobem wyceny kosztów niematerialnych jest metoda wyceny warunkowej (ang. contingent valuation method). Metoda ta bazuje na badaniach ankietowych osób pokrzywdzonych lub zagrożonych przez powódź. Należy mieć jednak na uwadze tendencję badanych osób do podawania podczas badania ankietowego wyższych wartości skłonności do ponoszenia kosztów (ang. willingness to pay), niż kwoty, które w rzeczywistości byłoby skłonni wydać.

HR Wallingford rekomenduje z kolei metodę cen hedonicznych do wyceny utraty wartości gruntów rolnych na terenach zagrożonych przez powódź, co jest związane z czasowym wyłączeniem z produkcji rolniczej terenów zalewowych. Do przeprowadzenia wyceny niezbędne są bardzo szczegółowe dane na temat rodzaju produkcji rolniczej poszczególnych gospodarstw i analizy produktywności gospodarstw rolnych.

Należy także wskazać na przeprowadzone w 2004 roku przez Defra/EA badania ankietowe (RPA / FHRC, 2004), które miały na celu ustalenie ekonomicznej wartości skutków zdrowotnych powodzi. W ramach badania wskazano, że szacunkowa wartość uniknięcia skutków powodzi w postaci zdrowia oraz stresu wynosi rocznie na gospodarstwo domowe około 200 GBP.

Na bazie przeprowadzonych badań można zakładać, iż w ramach strat niematerialnych 12,5% stanowią koszty stresu, 37,5% koszty akcji ratowniczej, a 50% inne straty (m.in. zakłócenia w komunikacji, przerwy w działalności gospodarczej). Jest to ostrożny szacunek, nie uwzględniający takich potencjalnych kosztów niematerialnych, jak śmierć lub obrażenia ciała ofiar powodzi oraz wzrost kosztów utrzymania na terenach dotkniętych przez powódź.

Poza unikniętymi dzięki realizacji Projektu szkodami materialnymi i niematerialnymi, z pewnością wystąpią również inne korzyści dla regionu, takie jak rozwój gospodarczy, zintensyfikowanie inwestycji budowlanych i infrastrukturalnych, wzrost atrakcyjności regionu dla potencjalnych inwestorów, wzrost atrakcyjności turystycznej. To z kolei przekłada się na powstanie nowych miejsc pracy i korzyści społecznych ze zmniejszenia się patologii społecznych, wywołanych bezrobociem. Wymienione kategorie korzyści społecznych wystąpią bez wątpienia, ich wycena jest jednakże kwestią kontrowersyjną i w niniejszej analizie nie została przeprowadzona.

W analizie kosztów i korzyści społecznych średnio przyjmuje się, iż straty niematerialne stanowią 40% strat materialnych.

W przypadku szacowania kosztów i korzyści dla obszaru dorzecza Pregoly nie odnotowano spadku strat wynikających z realizacji inwestycji, gdyż w najbliższym cyklu planistycznym nie planuje się działań redukujących AAD. Jednakże ze względu na fakt, że w analizie efektywności ekonomicznej uwzględniane są koszty remontów i odtworzeń, jak i koszty koncepcji i działań nietechnicznych nie mających wpływu na ograniczenie ryzyka powodziowego, wykonano analizy CBA w których obliczono następujące wskaźniki mające na celu zbadanie potencjału ekonomicznego poszczególnych wariantów:

- ENPV – ekonomiczną wartość bieżącą netto
- ERR - ekonomiczną wewnętrzną stopę zwrotu
- PV korzyści – zdyskontowana wartość korzyści
- PV kosztów – zdyskontowana wartość kosztów
- B/C – stosunek korzyści do kosztów

9.2.1. Wyniki analizy CBA dla powodzi opadowych

Wyniki analizy dla obszarów oddziaływania rzek na obszarze dorzecza Pregoły

Tabela 13 przedstawia wskaźniki efektywności ekonomicznej oraz wyniki dla poszczególnych wariantów analizy:

Tabela 13. Wyniki analizy CBA dla obszaru dorzecza Pregoły

Wskaźniki	W0	WU remonty	WU remonty i odtworzenia	WI remonty	WI remonty i odtworzenia
ENPV [PLN]	-2 857 945	-433 216	-2 166 078	-3 084 214	-6 390 436
ERR	-----	-1,36%	-1,36%	-3,93%	-19,62%
PV Korzyści [PLN]	-2 857 945	640 233	3 201 164	1 338 310	2 325 883
PV Kosztów [PLN]	0	1 073 448	5 367 242	4 422 525	8 716 319
B/C	-654 150 373,34	0,60	0,60	0,30	0,27

W0 – wariant zerowy

WU remonty – wariant utrzymaniowy zawierający remonty istniejącego majątku

WU remonty i odtworzenia – wariant utrzymaniowy zawierający remonty i odtworzenia istniejącego majątku

WI remonty – wariant inwestycyjny zawierający remonty istniejącego majątku

WI remont i odtworzenia - wariant inwestycyjny zawierający remonty i odtworzenia istniejącego majątku

Wnioski

Na obszarze dorzecza Pregoły nie planuje się inwestycji, a jedynie remonty i odtworzenia majątku. Do Wariantów Inwestycyjnych jako koszty inwestycji zostały uwzględnione koszty analiz i koncepcji. Nakłady na tego typu inwestycje nie powodują redukcji AAD ale pozwalają na wyłonienie inwestycji, które w przyszłości ograniczą ryzyko powodziowe.

Z przeprowadzonej powyżej analizy kosztów i korzyści wynika, że wszystkie warianty generują ujemne wskaźniki finansowe co spowodowane jest tym, iż w wariantcie przewidzianym do realizacji występują jedynie działania koncepcyjne, których efektywność w ograniczeniu strat będzie dopiero sprawdzona w wyniku ich realizacji.

Lista inwestycji strategicznych w obszarze dorzecza (regionu wodnego)

10

10. Lista inwestycji strategicznych w obszarze dorzecza

Tabela 14. Lista inwestycji strategicznych na obszarze dorzecza Pregoty

LP	Działania				Koszty szacunkowe [PLN]	Inwestor
	Nr	Źródło	ID	Nazwa		
1	2	3	4	5	6	7
Dorzecze Pregoty						
Nietechniczne (N)						
1.	2-3	ZPZ	P_LW_1	Analiza możliwości zwiększenia retencji na obszarach leśnych, rolniczych i zurbanizowanych na obszarze ZP Łyny i Węgorapy w ramach utrzymania oraz zwiększania istniejącej zdolności retencyjnej w Regionie Wodnym Łyny i Węgorapy.	550 000	Administracja samorządowa, właściciel terenu. dyrektor WZMiUW, dyrektor RZGW.
2.	9, 33, 34-36	ZPZ	P_LW_2	Analiza możliwości likwidacji/zmiany funkcji oraz modernizacji (polegającej na przystosowaniu budynków zagrożonych do zalania) obiektów prywatnych i użyteczności publicznej znajdujących się w strefach zalewowych Zlewni Planistycznej Łyny i Węgorapy	400 000	Administracja samorządowa, właściciel/ administrator obiektu, Administracja rządowa.
3.	17	ZPZ	P_LW_3	Analiza możliwości wprowadzenia w miastach i terenach zurbanizowanych obowiązku stosowania mobilnych systemów ochrony przed powodzią dla wody o p=1% na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa, administracja rządowa.
4.	38	ZPZ	P_LW_4	Koncepcja budowy i usprawnienia lokalnych systemów ochrony przed powodzią na obszarze narażonym na niebezpieczeństwo powodzi ONNP Łyna.	400 000	Administracja samorządowa.

Literatura/Źródła 11

11. Literatura/Źródła

1. Analiza obecnego systemu ochrony przeciwpowodziowej na potrzeby opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych, Etap I, KZGW, Kraków, 2012
2. Badania ichtiofauny w latach 2010-2012 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki – Etap IV, Instytut Rybactwa Śródlądowego, Żabieniec-Olsztyn, 2013
3. Bednarczyk S., Jarzębińska T., Mackiewicz S., Wołoszyn E., Vademecum ochrony przeciwpowodziowej, KZGW, Gdańsk, 2006
4. Błachuta J. (red.), Wyniki pracy zrealizowanej na zlecenie KZGW pn. Ocena potrzeb i priorytetów udrożnienia ciągłości morfologicznej rzek na obszarach dorzeczy w kontekście osiągnięcia dobrego stanu i potencjału ekologicznego JCWP (Jednolitych Części Wód Powierzchniowych), Poznań, 2010
5. Charakterystyka wód powierzchniowych i podziemnych w regionach wodnych. Materiały KZGW, 2013
6. Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive(2000/60/EC) Guidance Document No. 20
7. Consolidation of outcomes of WG F Thematic Workshops
8. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes
9. Dokument dotyczący koncepcji raportowania i kontroli zgodności z przepisami Dyrektywy Powodziowej – „Concept paper on reporting and compliance checking for the Floods Directive (2007/60/EC)”
10. Flood Hazard Research Centre, “Socio – economic benefits of flood forecasting and warning”, International conference on innovation advances and implementation of flood forecasting technology, Norwegia, 2005
11. Formularz raportowy dla planów zarządzania ryzykiem powodziowym „Reporting sheets for the Flood Risk Management Plans” oraz formaty techniczne opracowane przez Komisję Europejską
12. Forum Naukowo-Techniczne – Powódź 2010, Praca zbiorowa, 2010
13. Grześ M., Pawłowski B., Hydromorfologiczne uwarunkowania lodołamania na Wiśle od stopnia wodnego we Włocławku do ujścia, z uwzględnieniem sezonu zimowego 2011/2012, Gdańsk, 2012
14. Grześ M., Zatory i powódzie zatorowe na Dolnej Wiśle: mechanizmy i warunki, Warszawa, 1991
15. Guidance on water and adaptation to climate change - Economic Commission for Europe
16. Hartmann T., Albrecht J., „From Flood Protection to Flood Risk Management: Condition-Based and Performance-Based Regulations in German Water Law, Journal of Environmental Law”, vol. 26, nr 2/2014
17. Hobot A. i inni (praca zbiorowa), Wyniki pracy realizowanej na zlecenie KZGW pn. Ustalenie celów środowiskowych dla jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP), podziemnych (JCWPd) i obszarów chronionych, Gliwice, 2013
18. Kęsoń T., Psychospołeczne koszty traumy, www.osrodekbadania.waw.pl/files/keson_14.doc, 2008

19. Łasut A., Koszty i korzyści społeczne wprowadzenia w Polsce systemu ubezpieczeń obowiązkowych od skutków powodzi, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2006
20. Limanówka D., Biernacik D., Czernecki B., Farat R., Filipiak J., Kasprówicz T., Pyrc R., Urban G., Wójcik R., Zmiany i zmienność klimatu od połowy XX w, 2012
21. Lista typów działań do wykorzystania w procesie raportowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym „List of types of measures”, Drafting group, European Commission.
22. MGGP S.A. oraz Instytut Ochrony Środowiska, Wyniki pracy zrealizowanej na zlecenie KZGW pn. Sformułowanie w warunkach korzystania z wód regionu wodnego ograniczeń w korzystaniu z wód jezior lub zbiorników oraz w użytkowaniu ich zlewni, Kraków-Warszawa, 2010
23. Ocena stanu za lata 2010-2012 dla wszystkich kategorii jednolitych części wód powierzchniowych oraz ocena stanu dla wód dla jednolitych części wód podziemnych (podział na 172 JCWPd + subczęści), Warszawa, 2013
24. Opracowanie wykonane na zlecenie KZGW pn. „Metodyka opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych” na podstawie opracowania o tytule jak wyżej wykonanego przez IMGW o/Kraków
25. Pikunas W., Psycholog na miejscu katastrofy, Referat na Zjazd Polskiego Towarzystwa Psychologicznego, Lublin, 2002
26. Plan działania w zakresie planowania strategicznego w gospodarce wodnej zatwierdzony przez Radę Ministrów uchwałą z dnia 2 lipca 2013 r.
27. Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych, Biuletyn informacyjny KZGW
28. Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Polityki Wodnej Państwa do roku 2030 z uwzględnieniem etapu 2016, EKO-KONSULT, Gdańsk, 2010
29. Programy wycinek zadrzewień w międzywalu opracowywane na zlecenie RZGW wraz z prognozami oddziaływania na środowisko.
30. Radecki E. W. (red.), Edukacja dla bezpieczeństwa (materiały dla nauczycieli), Szczecin, 2013
31. Raport opisujący wybraną metodę analizy wielokryterialnej (WBS 1.5.4.5.), opracowany na podstawie „Metodyki opracowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych” KZGW, Warszawa, lipiec 2013
32. Raport wskazujący instrumenty zarządzania ryzykiem powodziowym (WBS 1.4.3.1.)
33. Raport z analizy i oceny zgodności przyjętych ostatecznych rozwiązań planistycznych z wymogami prawnymi i środowiskowymi (WBS 1.5.4.4.)
34. Raport z ewentualnych zmian do „Metodyki PZRP” (WBS 1.2.5.1.)
35. Raport z przeprowadzonych analiz i diagnozy problemów (WBS 1.2.5.2.)
36. Raport z uzasadnieniem celów, schematem możliwości ich osiągnięcia, zestawieniem wszystkich wyselekcjonowanych działań oraz zestawieniem działań z nadanymi im priorytetami, pierwsza selekcja działań (WBS 1.3.3.2.)
37. Raport z zestawieniem działań z list ujętych w Master Planach (WBS 1.3.3.1.)
38. Recommendation for the Establishment of Flood Risk Management Plans – Adopted at the 139th LAWA General Meeting in Dresden on 25/26 March 2010
39. Scoping paper on flood related economics

40. Skomra W., Edukacja jako element zarządzania kryzysowego. Materiały pokonferencyjne „Ubezpieczenia a zarządzani kryzysowe ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka powodzi”, Warszawa, 2011, str. 13
41. Snorasson A., Finnsdottir H., Moss M., “The extremes of the extremes”, International Association of Hydrological Sciences, 2002
42. Stępień A., Kantorska-Janiec M., Zespół stresu pourazowego jako skutek powodzi z 1997 r., *Psychiatria Polska*, 1/2005
43. Stępień A., Małyszczak K., Kiejna A., Obraz zespołu stresu pourazowego wśród ofiar powodzi zależy od rozmiaru poniesionych strat, *Postępy Psychiatrii i Neurologii*, 14/2005
44. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, październik 2013
45. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, październik 2013
46. Studium potrzeb i możliwości retencji wód powierzchniowych na obszarach Polski o różnym stopniu zagrożenia wystąpieniem nadmiarów i deficytów wody – element krajowego program retencjonowania wód
47. Szczegółowe wymagania, ograniczenia i priorytety dla potrzeb wdrażania planu gospodarowania wodami dla obszarów dorzeczy
48. Szwed M., Karg G., Pińskwar I., Radziejewski M., Graczyk D., Kędziora A., Kundzewicz Z.W., 2010., Climate change and its effect on agriculture, water resources and human health sectors in Poland., *Natur. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10: 1725-1737, DOI: 10.5194/nhess-10-1725-2010
49. Towards Better Environmental Options for Flood risk management – Note by DG Environment DG ENV D.1 (2011) 236452, Brussels, 8.3.2011
50. Turner K., Georgiou S., Economic valuation of water resources in agriculture, FAO Water report 27, Rzym, 2004
51. UK Defra and Environment Agency, Human intangible impacts of flooding, 2004
52. Walczykiwicz T. i inni (praca zbiorowa), Wyniki pracy realizowanej na zlecenie KZGW pn. Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu wszystkich kategorii wód dla potrzeb opracowania aktualizacji programów działań i planów gospodarowania wodami, Kraków, 2013
53. Walczykiwicz T. i inni (praca zbiorowa), Wyniki pracy zrealizowanej na zlecenie KZGW pn. Ocena realizacji programów działań wynikających z planów gospodarowania wodami oraz Programu wodno-środowiskowego kraju wraz z opracowaniem sprawozdania zgodnie z art. 15 ust. 3 Ramowej Dyrektywy Wodnej, Kraków, 2012
54. Wallingford H.R., Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods, Floodsite guidelines, Szósty program ramowy Wspólnoty Europejskiej, styczeń 2007
55. Wawręty R., Żelaziński J., Zapory a powódzie, TNZ, Polska Zielona Sieć, Oświęcim-Kraków, 2006
56. WGF Thematic Workshop Report: Floods and Economics: appraising, prioritizing and financing flood risk management measures and instruments.
57. WGF Thematic Workshop Report: The preparation of Flood Risk Management Plans (FRMP)
58. Wyniki przeglądu dla potrzeb aktualizacji planów gospodarowania wodami w 2015r. wykazów chronionych o których mowa w art. VI Ramowej Dyrektywy Wodnej - prace wykonane przez RZGW

59. Wyniki przeglądu dla potrzeb aktualizacji planów gospodarowania wodami w 2015r. wyznaczenia silnie zmienionych i sztucznych jednolitych części wód powierzchniowych - prace wykonane przez RZGW
60. Wytyczne w zakresie gospodarowania wodami w dorzeczach w zmieniającym się klimacie. Wspólna strategia wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE). Wytyczne nr. 24. Raport techniczny – 2009 – 040: „Common Implementation Strategy for Water Framework Directive (200/60/EC)”. Guidance Document No. 24. River Basin Management in a Changing Climate
61. Wytyczne w zakresie wdrażania elementów Systemu Informacji Geograficznej (GIS) w polityce wodnej UE: Guidance Document No. 22 Updated Guidance on Implementing the Geographical Information System (GIS) Elements of the EU Water Policy Technical Report – 2009 – 028
62. Wytyczne, metodyki i zalecenia KE zamieszczone między innymi na stronie: <https://circabc.europa.eu>
63. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych, CDM Sp. z o.o. Warszawa, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Warszawa, 2009



