



METODYKA OPRACOWANIA
MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO I MAP RYZYKA POWODZIOWEGO
OD STRONY MORZA W II CYKLU PLANISTYCZNYM



Gdynia, sierpień 2017

Autorzy:

mgr Monika Mykita
mgr inż. Janusz Topiłko
dr Paweł Przygodzki
mgr inż. Beata Letkiewicz
mgr inż. Beata Kowalska
mgr Piotr Andryk

Recenzenci podrozdziału VII.4.

dr inż. Tomasz Marcinkowski
dr hab. inż. Marek Szmytkiewicz
dr inż. Andrzej Lewandowski

Szczególne podziękowania za konstruktywne uwagi do zawartości metodyki, zgłaszane przez zespół pracowników administracji morskiej w składzie:

Urzędu Morskiego w Gdyni:

Roman Kołodziejcki, Jakub Szostak, Marzenna Sztobryn

Urzędu Morskiego w Słupsku:

Mariusz Burdukiewicz, Dagmara Szerlot

Urzędu Morskiego w Szczecinie:

Marzena Żuchowska, Agnieszka Lesińska

Spis treści

SŁOWNIK	6
I. WPROWADZENIE.....	7
II. PODSTAWA OPRACOWANIA	7
III. SPOSÓB I ZAKRES PRZEGLĄDU I AKTUALIZACJI MZP I MRP OD STRONY MORZA	8
III.1. Przegląd MZP	14
III.1.1. Etap I. Identyfikacja zmian kwalifikujących do wykonania modelowania hydraulicznego.....	14
III.1.2. Etap II. Identyfikacja zmian mających istotny wpływ na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego danego obszaru	28
III.2. Aktualizacja MZP.....	38
III.3. Przegląd i aktualizacja MRP	45
III.4. Opracowanie MZP i MRP dla ujściowych odcinków rzek przybrzeżnych, akwenów lub fragmentów wybrzeża zakwalifikowanych do wykonania w II cyklu planistycznym	48
III.5. Konsultacje zasięgów zagrożenia powodziowego	50
IV. ZAWARTOŚĆ MZP I MRP OD STRONY MORZA.....	52
V. SCENARIUSZE POWODZIOWE	53
VI. PRZYGOTOWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH DLA MZP I MRP OD STRONY MORZA	55
VI.1. NUMERYCZNY MODEL TERENU	58
VI.2. PRZEKROJE KORYTOWE RZEK	60
VII. PRZYGOTOWANIE I OPRACOWANIE DANYCH HYDROLOGICZNYCH NA POTRZEBY MODELOWANIA HYDRAULICZNEGO.....	61
VII.1. Charakterystyki hydrologiczne stacji mareograficznych.....	62
VII.2. Poziomy wody dla przyjętych scenariuszy powodziowych.....	62
VII.3. Wyznaczanie poziomów wody o określonym poziomie przewyższenia ($H_{p\%}$)	63
VII.4. Wyznaczanie różnicy poziomów wody wynikającej z falowania (H_f).....	64
VII.4.1. Falowanie w ujściowych odcinkach rzek.....	65
VII.4.2. Falowanie na brzegach otwartego morza i zatok.....	65
VII.4.2.1. Wysokość nabiegania fali.....	66
VII.4.2.2. Objętość przelewającej się wody przez budowlę	68
VII.4.3. Falowanie wód zalewów	69
VII.4.4. Falowanie wód jezior przybrzeżnych	70
VII.4.5. Falowanie w akwenach portowych	70
VII.5. Wyznaczanie różnicy poziomów wody wynikającej ze zmian klimatu (H_k)	71
VII.6. Hipotetyczne wezbrania sztormowe dla przyjętych scenariuszy powodziowych ($H_{1\%}$ i $H_{0,2\%}$).....	79

VII.7. Średnie przepływy w odcinkach rzek niekontrolowanych uchodzących do morza	81
VII.8. Średnie przepływy rzek kontrolowanych w odcinkach uchodzących do morza	86
VII.9. Hydrogramy historycznych wezbrań sztormowych wykorzystywanych do kalibracji i weryfikacji modeli	87
VIII. MODELOWANIE HYDRAULICZNE	87
VIII.1. Zasady budowy lub modyfikacji (aktualizacji) modeli hydraulicznych oraz sposób przeprowadzania modelowania.	90
VIII.1.1. Zasady budowy modeli lub modyfikacji (aktualizacji) modeli hydraulicznych	90
VIII.1.1.A. Zasady budowy modeli hydraulicznych	91
VIII.1.1.B. Zasady aktualizacji (modyfikacji) istniejących modeli hydraulicznych.....	97
VIII.1.2. Sposób przeprowadzania modelowania	97
VIII.2. Typ modelowania, sposób ustalania warunków brzegowych i początkowych.....	98
VIII.3. Zapewnienie zgodności z modelami opracowywanymi dla poszczególnych odcinków rzek przez Prezesa KZGW, w szczególności na obszarach zagrożonych powodzią zarówno od strony rzek jak i wód morskich oraz wewnętrznych wód morskich.....	100
VIII.4. Etapy budowy modeli	101
VIII.4.1. Schematyzacja obszarów morskich:.....	102
VIII.4.2. Opracowanie pomiarów batymetrycznych,	102
VIII.4.3. Określenie warunków brzegowych	104
VIII.4.3.1. Warunki brzegowe na etapie kalibracji i weryfikacji	104
VIII.4.3.2. Warunki brzegowe na etapie scenariuszy powodziowych	104
VIII.4.4. Ustalenie warunków początkowych.....	104
VIII.4.5. Ustalenie parametrów hydraulicznych	105
VIII.4.5.1. Etap wstępny ustalania parametrów hydraulicznych	105
VIII.4.5.2. Etap kalibracji i dobierania parametrów hydraulicznych.....	106
VIII.4.6. Analiza obiektów mostowych i hydrotechnicznych	106
VIII.4.7. Kalibracja i weryfikacja.....	106
VIII.5. Różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich	106
VIII.5.1. Modelowanie akwenów portowych.....	108
VIII.5.1.1. Uwarunkowania meteorologiczne występowania wezbrań sztormowych	109
VIII.5.1.2. Czynniki kształtujące zmienność opisanych parametrów analizowanych wezbrań sztormowych.....	111
VIII.5.1.3. Opis hydrodynamicznego modelu dla Świnoujścia.....	118
VIII.5.1.4. Opis warunków dla Portu Północnego w Gdańsku	121
VIII.5.1.4.1. Warunki wiatrowe w Porcie Północnym w Gdańsku.....	123
VIII.5.1.5. Fala głębokowodna na przedpolu portu wewnętrznego w Gdańsku	129

VIII.6. Zasady wyznaczania obszarów obejmujących tereny narażone na zalanie w przypadku przelania się wody przez elementy tworzące system ochrony brzegu (plaże, wydmy, klify, wały przeciwsztormowe, nabrzeża, itp.), bądź w przypadku ich zniszczenia lub znaczącego uszkodzenia.....	131
VIII.7. Dane wejściowe i wyjściowe modeli hydraulicznych.	132
VIII.7.1. Dane wejściowe do konstrukcji modelu.....	132
VIII.7.2. Dane wejściowe do obliczeń modeli hydraulicznych	133
VIII.7.3. Dane wyjściowe z modeli hydraulicznych	134
VIII .8. Uzasadnienie wybranych rozwiązań modelowania hydraulicznego.....	135
VIII.9. Zasady uzgadniania warunków modelowania hydraulicznego oraz wyników modelowania na styku obszarów modelowania.	135
IX. METODYKA OPRACOWANIA MZP OD STRONY MORZA	137
IX.1. Przetwarzanie wyników modelowania zagrożenia powodziowego	138
IX.2. Generalizacja obszarów zagrożenia powodziowego	138
X. OPRACOWANIE MRP OD STRONY MORZA.....	139
X.1. Metodyczne zasady określania ryzyka powodziowego	139
X.2. Metodyczne zasady opracowania map ryzyka powodziowego	140
XI. FORMA I ZAKRES BAZY DANYCH PRZESTRZENNYCH MZP I MRP OD STRONY MORZA, OPIS I ZAKRES METADANYCH	141
XI.1 Zakres bazy danych MZP i MRP	141
XI.2. Opis i zakres metadanych	142
XI.3. Struktura warstw danych przestrzennych dla MZP i MRP, biblioteka stylów i symboli	142
XI.4. Struktura folderów do przechowywania danych przestrzennych	143
XI.5. Wersjonowanie bazy danych przestrzennych	143
XI.6. Spójność baz danych przestrzennych między administracją morską i KZGW.....	143
XII. OPRACOWANIE WERSJI KARTOGRAFICZNEJ MZP I MRP OD STRONY MORZA	144
XII.1. Zasady tworzenia wersji kartograficznych MZP i MRP	144
XII.2. Podział wersji kartograficznych MZP i MRP	145
XII.3. Wytyczne do automatycznego procesu generowania wersji kartograficznych MZP i MRP	146
XII.4. Struktura folderów do przechowywania wersji kartograficznych MZP i MRP.....	146
XII.5. Koncepcja wersjonowania wersji kartograficznych MZP i MRP	146
XII.6. Spójność MZP i MRP między administracją morską i KZGW.....	146
XIII. FORMA I ZAKRES DANYCH PODLEGAJĄCYCH PRZEKAZANIU PREZESOWI KRAJOWEGO ZARZĄDU GOSPODARKI WODNEJ	147
XIV. ZAŁĄCZNIKI	149

SŁOWNIK

1D	skrót używany w stosunku do jednowymiarowych matematycznych modeli hydraulicznych, tj. posiadających jedną składową prędkości: V
2D	skrót używany w stosunku do dwuwymiarowych matematycznych modeli hydraulicznych, tj. posiadających dwie składowe prędkości : V_x oraz V_y
BDOT10k	Baza Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000
DCT	Deepwater Container Terminal – Głębokowodny Terminal Przeładunkowy
GHG	Greenhouse Gas
GUGiK	Główny Urząd Geodezji i Kartografii
IMGW	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change – Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimatu
KZGW	Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej
MRP	mapa ryzyka powodziowego
MZP	mapa zagrożenia powodziowego
NMPW	numeryczny model powierzchni wody, tworzony jako element wynikowy przetwarzania rzędnych zwierciadła wody, określający zasięg zagrożenia powodziowego
NMT	numeryczny model terenu
NMPT	numeryczny model pokrycia terenu
OZP	obszar zagrożenia powodziowego
PZRP	Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym
RZGW	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
WORP	Wstępna Ocena Ryzyka Powodziowego

Ilekoć w metodyce jest mowa o „zagrożeniu od strony morza” należy przez to rozumieć: „zagrożenia od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych”.

I. WPROWADZENIE

Opracowanie „Weryfikacji i aktualizacji metodyki opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony morza”, zostało wykonane na podstawie umowy z dnia 22.06.2017 r., nr ZG-DO-3800-2/17 z Urzędem Morskim w Gdyni.

Opracowanie zrealizował Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy: Centrum Modelowania Powodzi i Suszy w Gdyni oraz Biuro Prognoz Hydrologicznych Oddział Morski w Gdyni

Opracowanie obejmuje przegląd wykonanej dokumentacji metodycznej opracowania map zagrożenia powodziowego (MZP) i map ryzyka powodziowego (MRP) w I cyklu planistycznym, uzupełnienie, zmiany oraz opracowanie jednolitej metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych w II cyklu planistycznym.

II. PODSTAWA OPRACOWANIA

Metodyka opracowania MZP i MRP od strony morza została wykonana w oparciu o wytyczne zawarte w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia, dokumenty opracowane w I cyklu planistycznym oraz prace własne.

Dokumenty opracowane w I cyklu planistycznym:

- Raport z wykonania MZP i MRP wraz z załącznikami (2015, KZGW)
- „Metodyka obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka” (2010, IMGW Oddział Morski w Gdyni, Urząd Morski w Gdyni)
- Uszczegółowienie „Metodyki obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka” (2015, IMGW)

- Raport w sprawie: Założeń do wykonania obliczeń zasięgu zagrożenia powodziowego o prawdopodobieństwie przekroczenia 1% (raz na 100 lat) od strony morza i morskich wód wewnętrznych dla obszaru Miasta Świnoujście (IMGW, 2015)
- SIWZ na wykonanie usługi *Przeгляд i aktualizacja map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego* realizowanej przez Prezesa KZGW w ramach projektu POIS.02.01.00-00-0013/16
- Metodyka opracowania map zagrożenia powodziowego (2009, KZGW)
- Metodyka opracowania map ryzyka powodziowego (2009, KZGW)
- Raport z zakończenia realizacji zadania 1.3.2 – Przygotowanie danych hydrologicznych w zakresie niezbędnym do modelowania hydraulicznego

Metodyka opracowania MZP i MRP od strony morza jest zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz.U. 2013 poz. 104) zwanym dalej *rozporządzeniem* oraz z ustawą z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1121) zwanej dalej *ustawą Prawo Wodne*.

III. SPOSÓB I ZAKRES PRZEGLĄDU I AKTUALIZACJI MZP I MRP OD STRONY MORZA

Opracowanie MZP i MRP od strony morza w II cyklu planistycznym opiera się na założeniu spójności i kontynuacji prac wykonanych w I cyklu, przy uwzględnieniu konieczności zmian związanych z aktualizacją map.

MZP i MRP od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, w I cyklu planistycznym wykonano dla 270.5 km wybrzeża Morza Bałtyckiego, 264 km wybrzeża Zalewu Szczecińskiego i Zalewu Wiślanego oraz 395.5 km ujściowych odcinków rzek, kanałów, cieśnin będących pod wpływem oddziaływania morza, które wymieniono w Raporcie z wykonania MZP i MRP (Tab. 3.1). Mapy te powstały w ramach projektu ISOK Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami w okresie od 2012 do 2014 r.

Tab. 3.1. Zestawienie odcinków wybrzeża Morza Bałtyckiego i Zalewów (Szczecińskiego i Wiślanego) oraz ujściowych odcinków rzek, kanałów, cieśnin, będących pod wpływem morza, dla których wykonano MZP i MRP od strony morza w I cyklu planistycznym

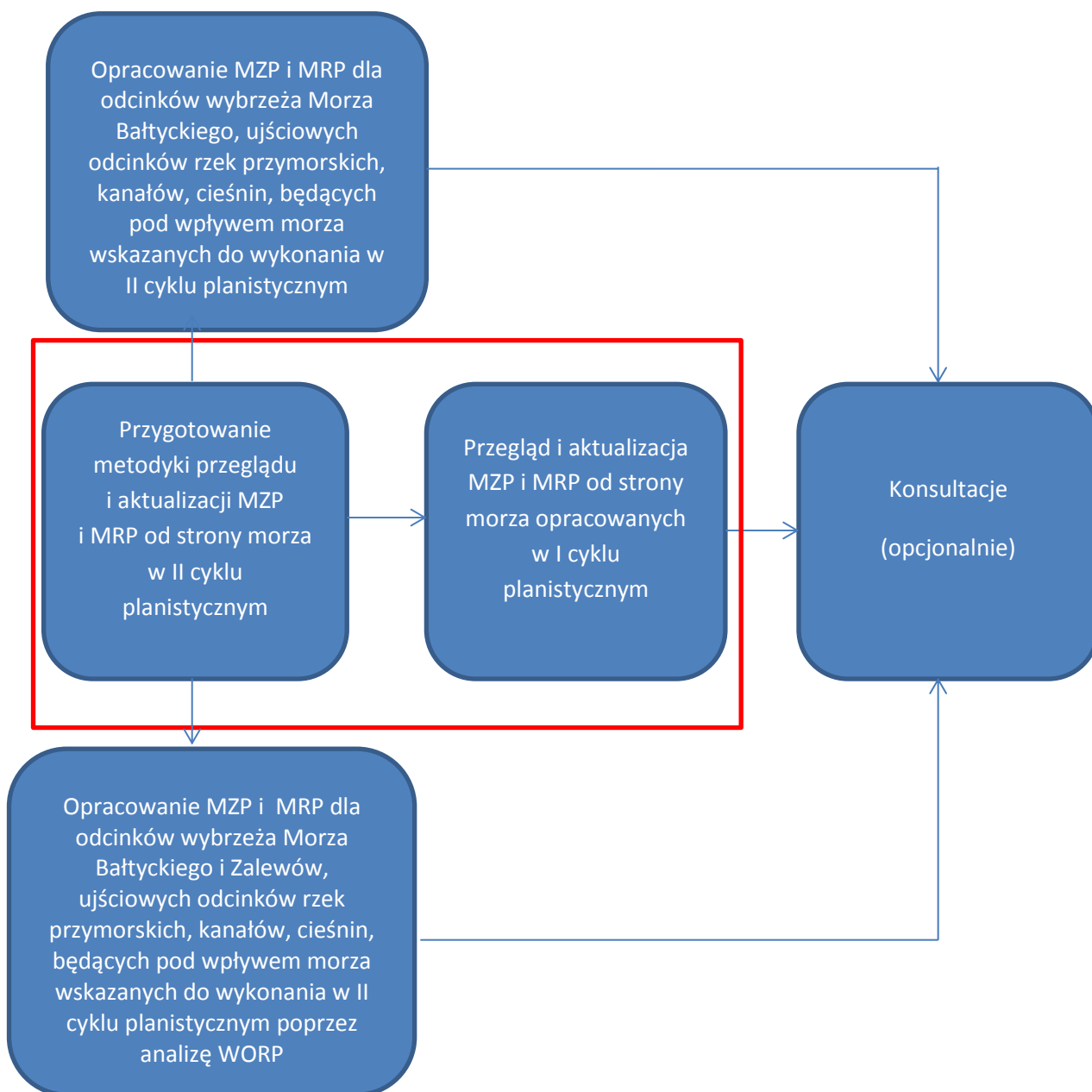
Nr wg WOPR	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	Odcinek*, dla którego wykonano MZP i MRP w I cyklu planistycznym		Uwagi i informacje zamieszczone w raporcie KZGW z wykonania WOPR w I cyklu planistycznym
		kilometraż wybrzeża [km]	kilometraż rzek* [km]	
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego				
1	Odra od ujścia do ujścia Nysy Łużyckiej		0–44,5	
1.1	Ina		0–14	
1.3	Gunica		0–3	
2.1.1	Świniec		0–7,5	
3	Cieśnina Świna		0–18,5	
5	Rega		0–13	
7	Błotnica		0–9	
8	Parsęta		0–17	
14	Wieprza		0–3,5	
14.2	Grabowa		0–11	
15	Zalew Szczeciński			brak oficjalnego kilometraża
16	Przymorze na wyspie Wolin – część zachodnia	408-424,5		
17	Przymorze od Cieśniny Dziwny do Kan. Liwia Łuża	365,5-391,5		wersja kartograficzna na odcinku 384,5-391,5 (na pozostałym odcinku zagrożenie od strony morza nie występuje)
18	Przymorze od Błotnicy do Malechowskiej Strugi	324-345,5		
19	Przymorze od Martwej Wody do dopł. z jez. Kopań	263,5-275,5		
20	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	233,5-236,5		
21	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	391,5-394,5		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla Cieśniny Dziwny
22	Przymorze od Kan. Liwia Łuża do Błotnicy	345,5-359,5		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla ujściowego odcinka rzeki Regi
25	Przymorze od granicy państwa na wyspie Uznam do Cieśniny Świny	424,5-428		
Region wodny Dolnej Wiśły				
1	Wiśła		0–18	
1.4	Nogat		0–23,5	
1.5	Szarpawa		0–25	
1.5.1	Wiśła Królewiecka		0–11,5	

Nr wg WORP	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	Odcinek*, dla którego wykonano MZP i MRP w I cyklu planistycznym		Uwagi i informacje zamieszczone w raporcie KZGW z wykonania WORP w I cyklu planistycznym
		kilometraż wybrzeża [km]	kilometraż rzek* [km]	
1.5.2	Tuja		0–18,5	zagrożenie wyłącznie od strony Zalewu Wiślanego
1.5.3	Linawa		0–11,5	kanał zagrożony wyłącznie od wód Zalewu Wiślanego
1.11	Martwa Wiśła		0–27,5	zagrożenie podczas wezbrań sztormowych
1.11.1	Wiśła Śmiała		0–2	zagrożenie podczas wezbrań sztormowych
1.11.3	Motława		0–2,5	zagrożenie podczas wezbrań sztormowych
1.11.3.1	Motława–Optyw		0–3	zagrożenie podczas wezbrań sztormowych
1.11.3.5	Kanał Raduński		0–1	
2	Słupia		0–7,5	
3	Łupawa		0–13	
4	Łeba		0–26	
5	Piaśnica		0–5	
6	Czarna Woda		0–4,5	ciek zagrożony wyłącznie od strony morza
7	Reda		0–9,5	
12	Bauda		0–4,5	
13	Pasłęka		0–8	
14	Zalew Wiślany		0–102	
14.1	Elbląg–Dzierzgoń		0–27,5	
14.1.1	Wąska		0–5	
15	Przymorze od Łeby do Lubiatówki	163,5-183		wersja kartograficzna na odcinku 174–183 (na pozostałym odcinku zagrożenie od strony morza nie występuje)
16	Przymorze od Kan. Karwianka do Półwyspu Helskiego	124-140,5		wersja kartograficzna na odcinkach 133–140,5 oraz 124–128 (na pozostałym odcinku zagrożenie od strony morza nie występuje)
17	Półwysep Helski	0–71,5		
18	Przymorze od Półwyspu Helskiego do Gizdepki	106,5-125		
19	Przymorze od Kan. Mrzezino do Kaczej	81-106,5		
20	Przymorze od Kamiennego Potoku do Przekopu Wisły	48,5-81		
21	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	229,5-233,5		część obszaru leżąca w dorzeczu Wisły; wersja kartograficzna na odcinku 232-233,5 (na pozostałym

Nr wg WORP	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	Odcinek*, dla którego wykonano MZP i MRP w I cyklu planistycznym		Uwagi i informacje zamieszczone w raporcie KZGW z wykonania WORP w I cyklu planistycznym
		kilometraż wybrzeża [km]	kilometraż rzek* [km]	
				odcinku zagrożenie od strony morza nie występuje).
22	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	45-47,5		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla ujścia Wisły
23	Przymorze od Łupawy do Łeby	183-184,5		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla ujścia Łeby
24	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	162,5-163,5		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla Przymorza od Łeby do Lubiatówki
25	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	140,5-153		fragment wykonany w ramach I cyklu wynika z zasięgu modelu hydrodynamicznego dla rzeki Piaśnicy

Sposób opracowania MZP i MRP od strony morza w II cyklu planistycznym, w tym sposób opracowania przeglądu i aktualizacji MZP i MRP od strony morza wykonanych w I cyklu planistycznym (na czerwono) został schematycznie przedstawiony na Rys. 3.1.

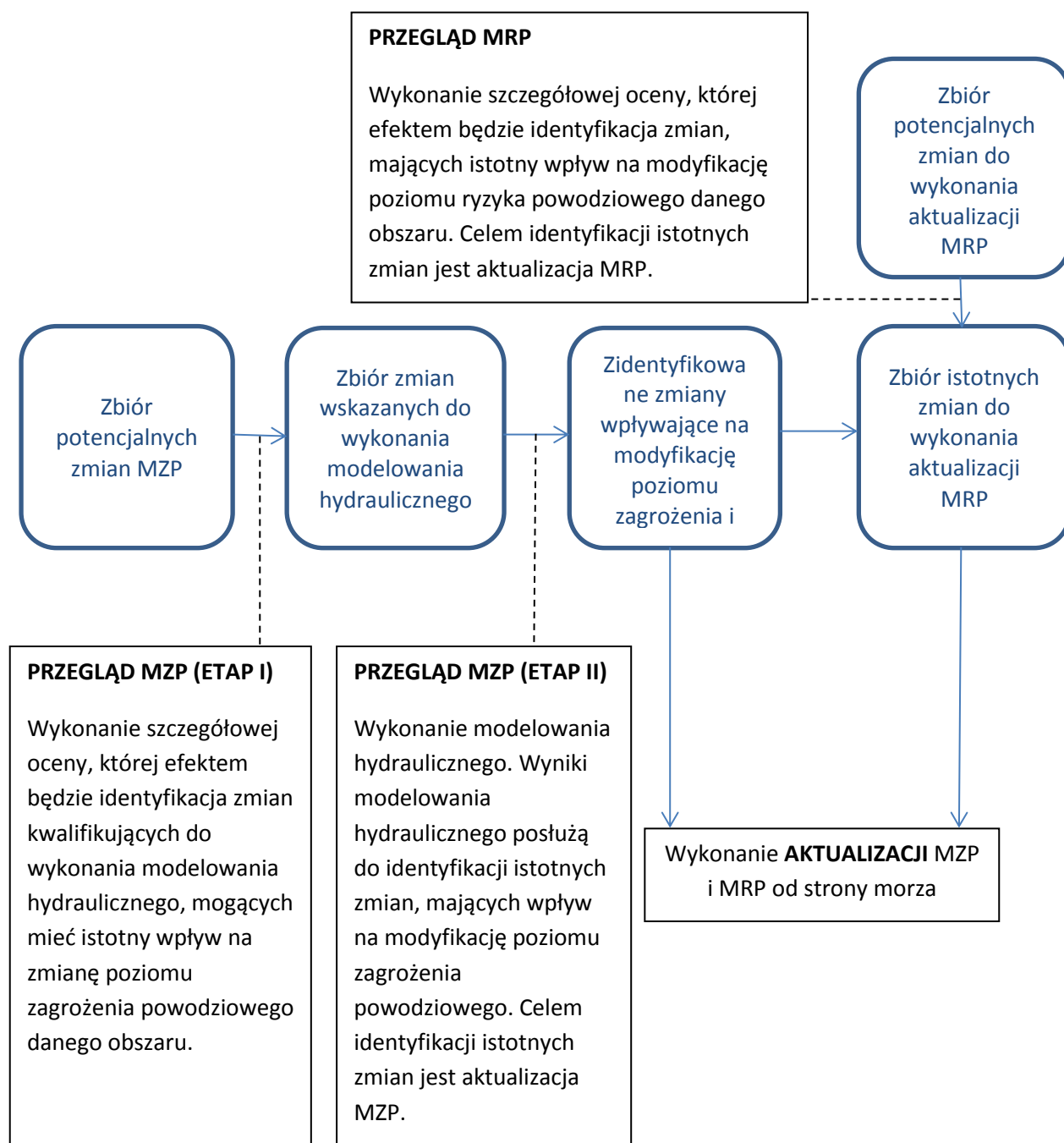
Celem wykonania przeglądu MZP i MRP jest identyfikacja i kwalifikacja zmian, które w istotny sposób modyfikują poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego, wyznaczony w I cyklu planistycznym dla wszystkich odcinków wybrzeża oraz odcinków rzek wymienionych w tabeli 3.1. Istotne zmiany zostaną uwzględnione podczas aktualizacji MZP i MRP w II cyklu planistycznym. Jednocześnie oprócz przeglądu map z I cyklu planistycznego istnieje konieczność wykonania nowych map zagrożenia i ryzyka powodziowego dla odcinków wybrzeża i odcinków rzek uchodzących do morza i wewnętrznych wód morskich zamieszczonych w tabeli 3.11.



Rys. 3.1. Sposób opracowania MZP i MRP od strony morza w II cyklu planistycznym

Wykonanie przeglądu i aktualizacji MZP i MRP od strony morza będzie prowadzone zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 3.2. Przegląd MZP oparty zostanie na dwóch etapach. W pierwszej kolejności ze zbioru potencjalnych zmian MZP zostaną zidentyfikowane zmiany, mogące mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego danego obszaru. Tym samym zmiany te wskażą na konieczność przeprowadzenia modelowania hydraulicznego. Drugim etapem będzie kwalifikacja istotnych zmian na podstawie analizy wyników modelowania hydraulicznego, które pozwolą określić konieczność wykonania aktualizacji MZP od strony morza. W przypadku

aktualizacji MZP, należy zawsze dokonać aktualizacji MRP. Aktualizację MRP należy również dokonać w przypadku zmiany danych wejściowych do MRP.



Rys. 3.2. Schemat wykonania przeglądu i aktualizacji MZP i MRP od strony morza

Niniejsza metodyka zapewnia zachowanie spójności z kryteriami wykonania przeglądu i aktualizacji MZP i MRP od strony rzek. Jednocześnie pewne kryteria mogą różnić się od tych,

będących podstawą przeprowadzenia przeglądu MZP od strony rzek ze względu na specyfikę opracowania MZP i MRP od strony morza.

III.1. Przegląd MZP

Dla zagrożeń od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, jedyną obiektywną i wiarygodną metodą wykonanego w ramach przeglądu MZP określenia istotności wpływu zmian na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego i zdefiniowania potrzeby aktualizacji MZP, jest modelowanie hydrauliczne. Z tego względu etap II przeglądu MZP należy wykonać przy wykorzystaniu modelowania hydraulicznego oraz analizy jego wyników. W tym celu przewiduje się również wykorzystanie modeli oraz wyników modelowania, zaktualizowanych w ramach wariantu zero w PZRP.

Analiza wyników modelowania hydraulicznego pozwoli na określenie zmian, wpływających w sposób istotny/umiarkowany/niewielki/brak na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego. Określenie istotności wpływu zmian posłuży do określenia potrzeby aktualizacji MZP (aktualizacja wymagana/zalecana/opcjonalna/brak). Do wykonania określonego zakresu aktualizacji MZP zostaną wykorzystane wyniki modelowania hydraulicznego, wykonane na potrzeby określenia dla nich wpływu istotności zmian. Wyniki modelowania posłużą więc, z jednej strony, do określenia wpływu istotności zmian, z drugiej strony, do opracowania MZP dla określonego zakresu aktualizacji.

W celu wykonania modelowania hydraulicznego na potrzeby przeglądu MZP (wskazania zakresu MZP do aktualizacji) oraz opracowania aktualizacji MZP należy zastosować bieżącą metodykę opracowania MZP i MRP od strony morza w II cyklu planistycznym.

III.1.1. Etap I. Identyfikacja zmian kwalifikujących do wykonania modelowania hydraulicznego

Identyfikacja zmian kwalifikujących do wykonania modelowania hydraulicznego jest jednym z dwóch etapów przeglądu MZP od strony morza. Jej celem jest kwalifikacja zmian do wykonania modelowania hydraulicznego. W drugim etapie przeglądu MZP, dla zakwalifikowanych zmian zostanie wykonane modelowanie hydrauliczne. Uzyskane wyniki posłużą do identyfikacji zmian, które w istotny sposób wpływają na poziom zagrożenia powodziowego, wyznaczonego w I cyklu planistycznym. Określenie istotności zmian posłuży do aktualizacji MZP (szczegółowy opis w rozdz. III.1.2).

Zasada identyfikacji i kwalifikacji zmian, wskazanych do wykonania modelowania hydraulicznego, opiera się na identyfikacji różnic pomiędzy poziomem zagrożenia powodziowego, opracowanym w I cyklu planistycznym, a potencjalnym wpływem zmian na jego modyfikację w II cyklu planistycznym. Rozpoznanie odbywać się będzie przy wykorzystaniu szczegółowej analizy, obejmującej analizy hydrologiczne, analizy GIS, szczegółową interpretację hydrologiczną prognozowanego wpływu zmian na poziom zagrożenia powodziowego w danym obszarze. Zmiany będą badane z uwzględnieniem kryteriów, opisanych w rozdz. III. Kryteria zostały opisane poniżej i przedstawione w tabeli 3.3.

W celu wykonania przeglądu MZP, opracowanych w I cyklu planistycznym, w odniesieniu do wszystkich scenariuszy powodziowych, należy stosować następujące kryteria kwalifikacji:

Inwentaryzacja zmian w zakresie inwestycji hydrotechnicznych (wały, jazy, mosty, poldery, zbiorniki itp.), zmian ukształtowania terenu, zmian batymetrii lub zmian geometrii koryt cieków.

W przypadku zmian ukształtowania terenu oraz zidentyfikowania inwestycji przeciwsztormowych lub przeciwpowodziowych mogących wpłynąć na zmianę zasięgu i rzędnych na MZP od strony morza, należy dokonać inwentaryzacji inwestycji zrealizowanych po 2010 r. oraz tych, których zakończenie planowane jest do końca 2019 roku. Inwentaryzacja inwestycji powinna zawierać również rekomendacje dla zasadności i możliwości uwzględnienia tych inwestycji na MZP i MRP od strony morza. Jednocześnie należy opracować bazę inwestycji, która zostanie sporządzona w oparciu o informacje pochodzące z KZGW (z zał. 13 do SIWZ przedmiotu zamówienia: „Przegląd i aktualizacja map zagrożenia i map ryzyka powodziowego”) a uzyskane od:

- Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej
- Urzędów Morskich
- Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad
- Zarządców linii kolejowych
- Zarządów Melioracji i Urządzeń Wodnych
- Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (aktualna wersja Bazy Danych Obiektów Topograficznych)

Źródłem danych o zmianie ukształtowania terenu będą między innymi informacje pozyskane w trakcie opracowywania II cyklu WOP. Należy więc zadbać o odpowiednią współpracę w tym zakresie pomiędzy podmiotami realizującymi te dwa zadania. W tym celu należy sformułować odpowiednie pytania do ankiet, w celu uzyskania/poszerzenia zakresu informacji od gmin i instytucji.

Przegląd MZP należy również oprzeć o zaktualizowane dane w zakresie batymetrii strefy przybrzeżnej Morza Bałtyckiego i innych akwenów, aktualnych przekrojów poprzecznych koryt cieków przymorskich, ukształtowania i pokrycia terenu (NMT, NMPT, BDOT). W przypadku wystąpienia znaczących zmian batymetrii, przekrojów koryt cieków, ukształtowania i pokrycia terenu, mających wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego (określonego w I cyklu planistycznym) należy dokonać aktualizacji MZP.

Przeładowi będzie podlegać również istotna zabudowa hydrotechniczna oraz sposób jej implementacji w modelu. Weryfikacji będą podlegać współczynniki szorstkości terenu, których zmiana może być podyktowana m. in. zmianą funkcji danego obszaru. W przypadku wystąpienia istotnych różnic, MZP zostaną poddane aktualizacji.

KRYTERIA:INWESTYCJE I TOPOGRAFIA

11. Budowa lub przebudowa istniejących budowli hydrotechnicznych

12.Zmiana powierzchni przekroju czynnego rzek przymorskich, zmiana batymetrii strefy przybrzeżnej Morza Bałtyckiego, zalewów i zbiorników przymorskich

13. Zmiany w dolinach cieków przymorskich lub w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego, zalewów i zbiorników przymorskich

Identyfikacja znacznych zmian danych hydrologicznych mogących wpłynąć na zasięg zagrożenia powodziowego.

W głównej mierze należy zweryfikować dane hydrologiczne i meteorologiczne w kontekście ich aktualności. W tym celu dla wszystkich stacji mareograficznych, z których dane wykorzystano podczas I cyklu planistycznego, należy obliczyć poziomy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia z uwzględnieniem danych obserwacyjnych do 2016 roku. (Metodyka wyznaczania poziomów wody o określonym poziomie przewyższenia przedstawiona została w rozdziale VII.3.) Dane te należy porównać z tymi, które zostały obliczone dla I cyklu planistycznego. Na podstawie porównania należy zidentyfikować istotne zmiany danych hydrologicznych, które dadzą podstawy do aktualizacji MZP.

Ujednolicone podejście w kontekście uwzględniania warunków meteorologicznych (głównie prędkości i kierunku wiatru) w modelowaniu zagrożeń od strony morza opisano w rozdziale dotyczącym modelowania hydraulicznego.

KRYTERIUM:HYDROLOGIA

H2. Zmiany w zakresie aktualizacji wartości poziomów prawdopodobnych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia i przepływów średnich w ujściowych odcinkach rzek uchodzących do morza i morskich wód wewnętrznych

Zmiany metodyczne w aspekcie modelowania hydraulicznego (w tym różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich).

Podczas aktualizacji MZP i MRP od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich należy uwzględnić fakt, że w I cyklu planistycznym zostały wprowadzone zmiany metodyczne opisane w dokumencie pt.: *Uszczegółowienie „Metodyki obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego” (2015, IMGW). Metodyka została uszczegółowiona głównie w zakresie wpływu falowania na poziom wody o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% w odcinkach rzek uchodzących do morza, cieśninach i na brzegach zalewów. Przyjęto w niej, że obliczony poziom wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ został podwyższony jedynie o 5 cm, tj. o wzrost poziomu morza (do roku 2030), wywołany prognozowanymi zmianami klimatycznymi, zgodnie z „Metodyką obliczania maksymalnych...2010”.*

W przypadku określania wpływu zmian metodycznych na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego, opracowanego w I cyklu planistycznym, należy wziąć pod uwagę zakres zmian wprowadzonych w niniejszej metodyce, uwzględniających różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich, których szczegółowy opis zawarto w rozdziale VIII.5:

- otwarte morze,
- zatoki,
- zalewy,
- morskie wody wewnętrzne w portach i przystaniach morskich,
- cieśniny,

- odcinki rzek uchodzących do morza.

W celu zwiększenia dokładności wyznaczonych obszarów zagrożenia powodziowego, zwłaszcza w skomplikowanych układach topograficznych i hydrograficznych ujściowych odcinków rzek przymorskich, należy również preferować przejście z modeli dwuwymiarowych (2D) na modele hybrydowe (1D/2D). Takie podejście stwarza możliwości dokładniejszego odzwierciedlenia warunków wystąpienia cofki od strony morza w strefie korytowej.

Kryterium: MODELOWANIE HYDRAULICZNE

M1. Przejście z modeli dwuwymiarowych (2D) na modele hybrydowe (1D/2D) w ujściowych odcinkach rzek przymorskich

M2. Zmiana implementacji geometrii koryt rzek przymorskich, batymetrii strefy brzegowej Morza Bałtyckiego, zalewów, jezior przymorskich

M6. Zmiany w zakresie modelowania hydraulicznego uwzględniające różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich

Zmiany wskazane przez urzędy, instytucje, społeczeństwo (również poprzez ankietyzację WORP)

Zmiany w zakresie wyznaczonych obszarów zagrożenia powodziowego i rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia na mapach MZP.

Kryteria: UWAGI

U1. Kwalifikacja zmian wskazanych przez urzędy, instytucje, społeczeństwo (również poprzez ankietyzację WORP).

Tab. 3.3. Kryteria kwalifikacji zmian w ramach przeglądu MZP etap I

Kod Kryterium	Opis kryterium	Podstawa oceny	Istotność/miara
			I cykl planistyczny / II cykl planistyczny
Inwestycje i topografia			
I1	Inwestycje hydrotechniczne (wały, jazy, mosty, poldery, zbiorniki itp.)	Budowa lub przebudowa istniejących budowli hydrotechnicznych	Przegląd i kwalifikacja inwestycji hydrotechnicznych, zrealizowanych (po I cyklu planistycznym) po 2010 r. oraz tych, których zakończenie planowane jest do końca 2019 roku, mogących mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego. Wszelkie inwestycje, które mogą mieć wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego należy zakwalifikować do etapu wykonania modelowania hydraulicznego. Przeglądowi będzie podlegać również sposób implementacji w modelu istotnej zabudowy hydrotechnicznej.
I2	Zmiany naturalne i regulacja koryt rzek przymorskich, batymetrii Morza Bałtyckiego, zalewów i jezior przymorskich	Zmiana powierzchni przekroju czynnego rzek przymorskich, zmiana batymetrii strefy przybrzeżnej Morza Bałtyckiego, zalewów, i zbiorników przymorskich	Kwalifikacja zmian, mogących mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego, poprzez porównanie batymetrii strefy brzegowej Morza Bałtyckiego, zalewów, jezior przymorskich a także zmian przekrojów poprzecznych koryt cieków przymorskich pomiędzy I a II cyklem planistycznym. Wszelkie zmiany, które mogą mieć wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego należy zakwalifikować do etapu wykonania modelowania hydraulicznego.
I3	Zmiana w dolinie cieków przymorskich, w tym zmiany pokrycia terenu	Zmiany w dolinach cieków przymorskich lub w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego, zalewów i zbiorników przymorskich	Kwalifikacja zmian, mogących mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego, poprzez porównanie ukształtowania terenu, użytkowania terenu pomiędzy I a II cyklem planistycznym. Wszelkie zmiany, które mogą mieć wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego należy zakwalifikować do etapu wykonania modelowania hydraulicznego.
Hydrologia			
H2	Rzędna zwierciadła wody dla scenariusza powodziowego o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia	Zmiany w zakresie aktualizacji wartości poziomów prawdopodobnych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia i przepływów w ujściowych odcinkach rzek	Kwalifikacja zmian danych hydrologicznych poprzez porównanie rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia, obliczonych podczas I i II cyklu planistycznego dla poszczególnych stacji mareograficznych/posterunków wodowskazowych, z których dane zostały wykorzystane podczas realizacji I cyklu planistycznego. Zmiany powyżej 0cm należy kwalifikować jako mogące mieć istotny wpływ na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego, bowiem nawet przypadki niewielkich zmian mogą w istotny sposób wpływać na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego
Modelowanie hydrauliczne			
M1	Zastosowanie modelu	Rodzaj oprogramowania lub modelu względem modelowanego obszaru, w szczególności przejście z modeli dwuwymiarowych (2D) na modele hybrydowe (1D/2D) w ujściowych odcinkach rzek przymorskich	Przegląd modeli hydraulicznych pod kątem adekwatności ich zastosowania do modelowanego obszaru. Kwalifikacja modeli, wykonanych w I cyklu planistycznym, których zmiany mogą mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym

M2	Reprezentacja geometrii i warunków występowania powodzi sztormowych	Aktualność geometrii koryt rzek przybrzeżnych, batymetrii strefy brzegowej Morza Bałtyckiego, zalewów, jezior przybrzeżnych, implementacji danych wejściowych do modelu (np. warunków brzegowych)	Przegląd modeli, wykonanych w I cyklu planistycznym, w zakresie implementacji geometrii koryt cieków przybrzeżnych, batymetrii strefy brzegowej Morza Bałtyckiego, zalewów, jezior przybrzeżnych, danych wejściowych modelu (np. warunków brzegowych i początkowych modelu). Kwalifikacja modeli, wykonanych w I cyklu planistycznym, których zmiany mogą mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym
M6	Specyfika poszczególnych akwenów	Zmiany w zakresie modelowania hydraulicznego uwzględniające różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich	Przegląd i porównanie założeń metodycznych w zakresie modelowania hydraulicznego, stosowanych podczas realizacji I i II cyklu planistycznego. Kwalifikacja zmian założeń metodycznych, mogących mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek zmian założeń metodycznych dla danego akwenu, należy wykonać aktualizację dla całego obszaru opracowania.
Uwagi			
U1	Uwagi i informacje dostarczone przez urzędy, instytucje i społeczeństwo (również poprzez ankietę WORP)	Zmiany w zakresie wyznaczonych stref zagrożenia powodziowego oraz rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia	Kwalifikacja zmian wskazanych przez urzędy, instytucje, społeczeństwo (również poprzez ankietę WORP).

Zmiany zidentyfikowane w wstępnym etapie przeglądu zostaną zestawione w tabeli- przykład w Tab. 3.4. Zakres identyfikacji zmian należy skonsultować z administracją morską. Dla zmian zidentyfikowanych we wstępnym etapie kwalifikacji zostanie również określony prognozowany zasięg zmian. Celem określenia zmian jest rozpoznanie skali oddziaływania danej zmiany na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego. Ułatwi to prace w kolejnym etapie (kwalifikowania zmian istotnych). Dzięki tej informacji możliwe będzie określenie zakresu modelowania hydraulicznego do zasięgu oddziaływania zmian (opisanych w rodz. III.2) Proponuje się skalę zasięgu oddziaływania zmian (Tab. 3.5).

Tab. 3.4. Zestawienie zidentyfikowanych zmian (inwestycji) we wstępnym etapie przeglądu MZP

Nazwa inwestycji (zmiany)	Kod kryterium (do wyboru)	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	Nr wg WOSP	ID_HYD	Lokalizacja			Zasięg zmiany (do wyboru)	Wpływ na scenariusz (do wyboru)
					Km P.	Km K.	DL. odc.		
Nazwa	I1/I2/I3/ H2/ M1/M2/M6/ U1	Nazwa	Nr	Nr	km	km	[km]	L/O/C	H0,2%, H1%, Z1%

Opisy do tabeli:

Kilometraż:

KM P. – kilometraż początkowy

KM K. – kilometraż końcowy

DL. ODC. – długość odcinka podlegającego zmianie

W przypadku Zalewu Szczecińskiego i Cieśniny Dziwny, który nie posiada oficjalnego kilometraża linii brzegowej, należy przedstawić propozycję określenia długości wybrzeża.

Tab. 3.5. Proponowana skala zasięgu oddziaływania danej zmiany

Zasięg oddziaływania	Wyjaśnienie
(L) Lokalny	Zmiany dotyczące niewielkiego odcinka wybrzeża (najczęściej o długości do ok. 3km) lub odcinka rzeki przymorskiej (w obrębie jednego lub kilku pobliskich przekrojów), na których pojawiło się oddziaływanie zmiany (np. lokalne zabezpieczenie przeciwpowodziowe)
(O) Odcinek wybrzeża (odcinek wybrzeża zalewu, odcinek rzeki przymorskiej)	Zmiany dotyczące kompleksowego oddziaływania zmiany (np. kompleksowego zabezpieczenia przeciwpowodziowego danego odcinka wybrzeża lub rzeki przymorskiej)
(C) Cały obszar opracowania	Zmiany dotyczące oddziaływania danej zmiany na cały obszar opracowania lub większą jego część (np. zmiany metodyczne w zakresie modelowania hydraulicznego, uwzględniające specyfikę poszczególnych akwenów)

Zidentyfikowane zmiany zostaną przyporządkowane do poszczególnych ujściowych odcinków rzek/akwenów/fragmentów wybrzeża, dla których wykonano modelowanie w I cyklu planistycznym. Zestawienie (Tab. 3.6) zostanie wykonane w celu wskazania zakresu modelowania hydraulicznego (etap II przeglądu MZP) zagrożeń od strony morza i oceny ich wpływu na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego. Na podstawie lokalizacji zidentyfikowanych w tym etapie zmian i inwestycji w poszczególnych ujściach rzek przymorskich, akwenach, fragmentach wybrzeża, zostaną wybrane modele hydrauliczne (sekcje, podsekcje), w obszarze których dane zmiany i inwestycje oddziałują. Dla tych modeli zostanie wykonane modelowanie hydrauliczne w II cyklu planistycznym.

Tab. 3.6. Macierz identyfikacji zmian wskazanych do wykonania modelowania hydraulicznego (etap II)

Nr wg WORP	RZGW	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	ID_HYD	KRYTERIA (KWALIFIKUJĄCE DO WYKONANIA MODELOWANIA- ETAP II)								KWALIFIKACJA DO MODELOWANIA ETAP II	Nazwy sekcji modeli (podsekcji)- zgodnie z I cyklem planistycznym	Kilometraż	SCEN.	Uwagi	
				I1	I2	I3	H2	M1	M2	M6	U1						
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego																	
1	GD/SZ	Odra od ujścia do ujścia Nysy łużyckiej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
1.1	GD/SZ	Ina	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
1.3	GD/SZ	Gunica	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
2.1.1	GD/SZ	Świniec	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
3	GD/SZ	Cieśnina Świna	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
5	GD/SZ	Rega	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
7	GD/SZ	Błotnica	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
8	GD/SZ	Paręta	ID	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	Nazwa Nazwa	km km	H 0,2%, H1%,	Opis

				T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	Nazwa	km	Z 1%	
14	GD/SZ	Wieprza	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
14.2	GD/SZ	Grabowa	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
15	GD/SZ	Zalew Szczeciński	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
16	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część zachodnia	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
17	GD/SZ	Przymorze od Cieśniny Dziwny do Kan. Liwia łuża	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
18	GD/SZ	Przymorze od Błotnicy do Malechowskiej Strugi	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
19	GD/SZ	Przymorze od Martwej Wody do dopł. z jez. Kopań	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
20	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
21	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
22	GD/SZ	Przymorze od Kan. Liwia łuża do Błotnicy	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
25	GD/SZ	Przymorze od granicy	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	Nazwa	km	H 0,2%,	Opis	

		państwa na wyspie Uznam do Cieśniny Świny		T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	Nazwa Nazwa	km km	H 0,2%, Z 1%	
Region wodny Dolnej Wisły																	
1	GD/SZ	Wisła	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.4	GD/SZ	Nogat	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.5	GD/SZ	Szkarpawa	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.5.1	GD/SZ	Wisła Królewiecka	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.5.2	GD/SZ	Tuja	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.5.3	GD/SZ	Linawa	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.11	GD/SZ	Martwa Wisła	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.11.1	GD/SZ	Wisła Śmiała	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.11.3	GD/SZ	Motława	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
1.11.3.1	GD/SZ	Motława–Optyw	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	Nazwa	km	H 0,2%,	Opis

				T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	Nazwa Nazwa	km km	H 0,2%, Z 1%	
1.11.3.5	GD/SZ	Kanał Raduński	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
2	GD/SZ	Słupia	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
3	GD/SZ	Łupawa	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
4	GD/SZ	Łeba	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
5	GD/SZ	Piaśnica	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
6	GD/SZ	Czarna Woda	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
7	GD/SZ	Reda	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
12	GD/SZ	Bauda	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
13	GD/SZ	Pastęka	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
14	GD/SZ	Zalew Wiślany	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis

14.1	GD/SZ	Elbląg–Dzierzgoń	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
14.1.1	GD/SZ	Wąska	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
15	GD/SZ	Przymorze od Łeby do Lubiatówki	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
16	GD/SZ	Przymorze od Kan. Karwianka do Półwyspu Helskiego	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
17	GD/SZ	Półwysep Helski	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
18	GD/SZ	Przymorze od Półwyspu Helskiego do Gizdepki	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
19	GD/SZ	Przymorze od Kan. Mrzezino do Kaczej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
20	GD/SZ	Przymorze od Kamionego Potoku do Przekopu Wisły	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
21	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
22	GD/SZ	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis	
23	GD/SZ	Przymorze od Łupawy	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	Nazwa	km	H 0,2%,	Opis

		do Łeby		T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	T/N T/N	Nazwa Nazwa	km km	H1%, Z 1%	
24	GD/SZ	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis
25	GD/SZ	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	ID	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	T/N T/N T/N	Nazwa Nazwa Nazwa	km km km	H 0,2%, H1%, Z 1%	Opis

Opis do tabeli:

RZGW:

GD – RZGW w Gdańsku

SZ – RZGW w Szczecinie

Kwalifikacja do wykonania modelowania hydraulicznego:

T – zmiana wskazana do wykonania modelowania hydraulicznego, zidentyfikowana jako mogąca mieć istotny wpływ na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego

N – zmiana odrzucona (niemająca wpływu na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego)

SCEN. – kwalifikacja modelowanego scenariusza

III.1.2. Etap II. Identyfikacja zmian mających istotny wpływ na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego danego obszaru

Ze zbioru zmian, wskazanych do wykonania modelowania hydraulicznego, zidentyfikowanych w etapie I przeglądu MZP, zostaną wybrane zmiany, które w istotny sposób wpływają na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego z I cyklu planistycznego w poszczególnych fragmentach wybrzeża, akwenach, ujściach rzek przyworskich. Celem tego etapu jest zidentyfikowanie istotnych zmian, które kwalifikują się do wykonania aktualizacji MZP od strony morza. Identyfikacja istotnych zmian będzie odbywać się z wykorzystaniem modelowania hydraulicznego oraz analizy jego wyników. Zaleca się, aby w obszarze modeli, przygotowanych w ramach I cyklu planistycznego dla danego fragmentu wybrzeża, akwenu, ujścia rzeki przyworskiej, w kompleksowy sposób implementować wszystkie zmiany inwestycyjne zakwalifikowane do wykonania modelowania hydraulicznego. W ten sposób możliwe będzie określenie interakcji zmian na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego. Sposób przeprowadzenia modelowania został szczegółowo opisany w rozdz. VIII. Wyniki modelowania hydraulicznego zostaną wykorzystane do określenia wielkości trzech parametrów (opis poniżej), które będą podstawą identyfikacji zmian o istotnym, umiarkowanym, niewielkim lub braku wpływu na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego danego obszaru, określonego w I cyklu planistycznym.

Miary parametrów będące podstawą kwalifikacji istotności wpływu zmiany na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego, powinny:

- być wyrażone w procentach [%] dla parametru określającego modyfikację **powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego [PR1_ZAG]**. Obliczone poprzez porównanie powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego), dla każdego podstawowego scenariusza powodziowego (dla prawdopodobieństwa 0.2% i 1%) i scenariusza całkowitego zniszczenia wałów.

Podczas określania tego parametru bardzo ważna jest powierzchnia odniesienia. Proponuje się, by jednostką odniesienia były arkusze MZP, obejmujące swym zasięgiem dany fragment wybrzeża, akwenu, ujściowy odcinek rzeki (wymieniony w Raplocie MZP i MRP).

Dla każdego arkusza, przyporządkowanego do danego fragmentu wybrzeża, akwenu, ujścia rzeki przyworskiej, należy określić zmianę procentową powierzchni OZP i przypisać odpowiednią skalę istotności wpływu zmiany (opis poniżej). W tabeli 3.7 zostaną przedstawione jedynie wartości maksymalnej różnicy [%] dla arkusza (spośród arkuszy

obejmujących dany fragment wybrzeża, akwenu, ujściowy odcinek rzeki), na którym zarejestrowano maksymalną modyfikację obszaru zagrożenia powodziowego. Jeżeli na co najmniej jednym arkuszu dana zmiana wpływa np. w sposób istotny na zmianę OZP, należy wówczas traktować daną zmianę jako wpływającą w istotny sposób na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego na danym fragmencie wybrzeża, akwenu, w ujściu rzeki przymorskiej.

- dla parametru zmiany **rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia [PR2_ZAG]** powinna być wyrażona w centymetrach [cm] i określać różnicę rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznym) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego). Różnicę należy określić dla każdej wartości rzędnych zwierciadła wody, które zostały przedstawione na MZP oraz dla każdego scenariusza powodziowego (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów). W tabeli 3.7 zostaną przedstawione jedynie wartości maksymalnej różnicy dla danego fragmentu wybrzeża, akwenu, ujściowego odcinka rzeki. Jeżeli co najmniej jedna wartość na danym fragmencie wybrzeża, akwenu, w ujściu rzeki przymorskiej przedstawia istotny wpływ, należy wówczas traktować daną zmianę jako wpływającą w istotny sposób na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego na danym fragmencie wybrzeża, akwenu, w ujściu rzeki przymorskiej.
- podlegać analizie istotności zmiany **w kontekście ryzyka powodziowego [PR3_ZAG]**, która opierać się będzie na porównaniu przebiegu granicy zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego), dla każdego podstawowego scenariusza powodziowego (dla prawdopodobieństwa 0.2% i 1%) i scenariusza całkowitego zniszczenia wałów. Założeniem tego parametru jest zakwalifikowanie zmian zasięgów obszarów zagrożenia powodziowego, które w newralgiczny sposób wpływają na poziom ryzyka powodziowego, a które mogłyby być pominięte podczas analizy pozostałych parametrów. Dopuszcza się określenie wpływu danej zmiany, jako kwalifikującej do wykonania aktualizacji MZP, nawet w przypadku, gdy nie zostaną spełnione kryteria wpływu istotności zmian dla PR1_ZAG i PR2_ZAG. Taka sytuacja może mieć miejsce w przypadku zmian obszarów zagrożenia powodziowego w obszarach miejskich, w których nawet niewielka zmiana skutkuje koniecznością wykonania aktualizacji MZP i MRP. W takich kwestiach ostateczne decyzje podejmuje administracja morską.

Przewiduje się określenie następującej **skali wpływu istotności zmiany** na modyfikację poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego:

ZMIANY ISTOTNE

Dla których:

- różnica powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego (PR1_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) jest większa od 6%, lub,
- różnica rzędnych wód (PR2_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) jest większa niż 20cm (w przypadku identyfikacji co najmniej jednej takiej różnicy), lub,
- występują różnice (PR3_ZAG) zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego (przebieg granicy OZP dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego), prezentują istotnie odmienny przebieg.

ZMIANY UMIARKOWANE

Dla których:

- różnica powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego (PR1_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) zawarta jest w przedziale od 2% do 6%, lub,
- różnica rzędnych wód (PR2_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) zawarta jest w przedziale od 5 cm do 20 cm (w przypadku identyfikacji co najmniej jednej takiej różnicy), lub,
- występują różnice (PR3_ZAG) zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego (przebieg granicy OZP dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego), prezentują umiarkowanie odmienny przebieg

ZMIANY NIEWIELKIE

Dla których:

- różnica powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego (PR1_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) jest mniejsza od 2%, lub,
- różnica rzędnych wód (PR2_ZAG) dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego) jest mniejsza niż 5cm (w przypadku identyfikacji co najmniej jednej takiej różnicy), lub,
- występują różnice (PR3_ZAG) zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego (przebieg granicy OZP dla modelowanych scenariuszy powodziowych (0,2%, 1%, całkowite zniszczenie wałów) przed zmianą (opracowaną w ramach I cyklu planistycznego) oraz po zmianie (dla zmian wynikających z realizacji II cyklu planistycznego), prezentują nieznacznie odmienny przebieg

BRAK ZMIAN

W przypadku braku wpływu zmiany na modyfikację wyżej wymienionych parametrów

Skalę istotności wpływu zmian zagrożenia powodziowego wykorzystuje się do tworzenia macierzy oceny MZP i MRP od strony morza. Macierz oceny zostanie wykonana dla ujściowych odcinków rzek przybrzeżnych, akwenów lub fragmentów wybrzeża, wymienionych w Raplocie WORP (I cykl planistyczny), uzupełnionych w Raplocie z wykonania MZP i MRP (I cykl planistyczny) (Tab. 3.7.). Macierz będzie służyć do wyboru obszarów, dla których wymagana będzie aktualizacja MZP. Macierz należy oprzeć na parametrach (PR1_ZAG, PR2_ZAG, PR3_ZAG), których wielkości zostaną określone poprzez analizę wyników modelowania hydraulicznego. W tabeli (3.7) zostaną umieszczone maksymalne wartości parametrów w danym ujściu rzeki przybrzeżnej, akwenie, fragmencie wybrzeża. Dla każdego z nich, na podstawie skali istotności wpływu zmian (opisana powyżej), zostanie określony wpływ zmian na poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego (zmiana istotna - I, zmiana umiarkowana – U, zmiana niewielka N, brak – B).

Ostateczne określenie wpływu istotności zmian w danym ujściu rzeki przybrzeżnej, akwenie, fragmencie wybrzeża prezentuje atrybut OST. IST. WPL. ZMIAN.

Zasada ostatecznej analizy wpływu zmian:

W przypadku wystąpienia co najmniej jednej zmiany istotnej – I w co najmniej jednym parametrze, należy uznać, iż w danym obszarze wystąpiły zmiany istotnie modyfikujące poziom zagrożenia powodziowego. Podobny schemat należy zastosować dla pozostałej skali zmian (zmian

umiarkowanych, niewielkich, brak wpływu zmian). Schemat kwalifikacji zmian do aktualizacji MZP przedstawiono w rozdz. III.2.

Należy jednak zaznaczyć, iż przedziały istotności wpływu zmian dla parametrów na poziom zagrożenia powodziowego w II cyklu planistycznym względem I cyklu planistycznego, muszą być zatwierdzone przez administrację morską.

Tab. 3.7. Macierz identyfikacji zmian istotnych wskazanych do aktualizacji MZP i MRP

Nr wg WOPR	RZGW	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	ID_HYD	SCEN.	PARAMETRY OCENY (KWALIFIKACJA DO WYKONANIA AKTUALIZACJI MZP I MRP)					
					PR1_ZAG		PR2_ZAG		PR3_ZAG	OST. IST. WPL. ZMIAN
					MAX [%]	IST. WPL. ZMIANY	MAX [cm]	IST. WPL. ZMIANY	IST. WPL. ZMIANY	
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego										
1	GD/SZ	Odra od ujścia do ujścia Nysy Łużyckiej	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
1.1	GD/SZ	Ina	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
1.3	GD/SZ	Gunica	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
2.1.1	GD/SZ	Świniec	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
3	GD/SZ	Cieśnina Świna	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
5	GD/SZ	Rega	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
7	GD/SZ	Błotnica	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
8	GD/SZ	Parsęta	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
14	GD/SZ	Wieprza	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
14.2	GD/SZ	Grabowa	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B

15	GD/SZ	Zalew Szczeciński	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
16	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część zachodnia	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
17	GD/SZ	Przymorze od Cieśniny Dziwny do Kan. Liwia Łuża	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
18	GD/SZ	Przymorze od Błotnicy do Malechowskiej Strugi	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
19	GD/SZ	Przymorze od Martwej Wody do dopł. z jez. Kopań	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
20	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
21	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
22	GD/SZ	Przymorze od Kan. Liwia Łuża do Błotnicy	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
25	GD/SZ	Przymorze od granicy państwa na wyspie Uznam do Cieśniny Świny	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
Region wodny Dolnej Wisły										
1	GD/SZ	Wisła	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
1.4	GD/SZ	Nogat	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B

				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.5	GD/SZ	Szkarpawa	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.5.1	GD/SZ	Wisła Królewiecka	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.5.2	GD/SZ	Tuja	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.5.3	GD/SZ	Linawa	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.11	GD/SZ	Martwa Wisła	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.11.1	GD/SZ	Wisła Śmiała	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.11.3	GD/SZ	Motława	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.11.3.1	GD/SZ	Motława–Optyw	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
1.11.3.5	GD/SZ	Kanał Raduński	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
2	GD/SZ	Słupia	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
3	GD/SZ	Łupawa	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B

4	GD/SZ	Łeba	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
5	GD/SZ	Piaśnica	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
6	GD/SZ	Czarna Woda	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
7	GD/SZ	Reda	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
12	GD/SZ	Bauda	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
13	GD/SZ	Pastęka	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
14	GD/SZ	Zalew Wiślany	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
14.1	GD/SZ	Elbląg–Dzierzgoń	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
14.1.1	GD/SZ	Wąska	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
15	GD/SZ	Przymorze od Łeby do Lubiatówki	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
16	GD/SZ	Przymorze od Kan. Karwianka do Półwyspu Helskiego	ID	H0,2% H1% Z1%	[%] [%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B I/U/N/B
17	GD/SZ	Półwysep Helski	ID	H0,2% H1%	[%] [%]	I/U/N/B I/U/N/B	[cm] [cm]	I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B	I/U/N/B I/U/N/B

				Z1%	[%]	I/U/N/B	Z1% [cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
18	GD/SZ	Przymorze od Półwyspu Helskiego do Gizdepki	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
19	GD/SZ	Przymorze od Kan. Mrzeżyno do Kaczej	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
20	GD/SZ	Przymorze od Kamiennego Potoku do Przekopu Wisły	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
21	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
22	GD/SZ	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
23	GD/SZ	Przymorze od Łupawy do Łeby	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
24	GD/SZ	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
25	GD/SZ	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	ID	H0,2%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				H1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B
				Z1%	[%]	I/U/N/B	[cm]	I/U/N/B	I/U/N/B	I/U/N/B

Opis do tabeli:

RZGW:

GD – RZGW w Gdańsku

SZ – RZGW w Szczecinie

Parametry oceny wpływu inwestycji na modyfikację poziomu zagrożenia powodziowego:

PR1_ZAG – modyfikacja powierzchni obszarów zagrożenia powodziowego

PR2_ZAG – modyfikacja rzędnych zwierciadła wód prawdopodobnych

PR3_ZAG – modyfikacja granicy obszaru zagrożenia powodziowego w kontekście ryzyka powodziowego

IST. WPL. ZMIAN (OST. IST. WPL. ZMIAN) - kwalifikacja istotności wpływu zmian (do wykonania aktualizacji

MZP i MRP):

I – zmiana istotna

U – zmiana umiarkowana

N – zmiana niewielka

B – brak wpływu zmiany

Biorąc pod uwagę zmiany zagrożenia powodziowego i danych wejściowych dla MZP zakłada się, że aktualizacji podlegać będą wszystkie mapy zagrożenia powodziowego od strony morza opracowane w I cyklu planistycznym.

III.2. Aktualizacja MZP

Ostateczne wskazanie do aktualizacji MZP ujęte będzie w następującej skali:

- Aktualizacja wymagana AW (dla zmian istotnych)
- Aktualizacja zalecana AZ (dla zmian umiarkowanych)
- Aktualizacja opcjonalna AO (dla zmian niewielkich)
- Brak potrzeby aktualizacji N (dla braku zmian).

W przypadku aktualizacji wymaganej AW należy bezwzględnie wykonać aktualizację MZP. W przypadku aktualizacji zalecanej AZ/opcjonalnej AO decyzje podejmuje administracja morska.

Do aktualizacji wymaganej AW MZP będą kwalifikować się fragmenty wybrzeża, akwenu, ujściowych odcinków rzek przymorskich, które w kryterium ostatecznej istotności wpływu zmian (OST.IST.WPL.ZMIAN) będą posiadać atrybut zmiany istotnej (I). Aktualizacji zalecanej AZ na MZP będą podlegać fragmenty wybrzeża, akwenu, ujściowych odcinków rzek przymorskich, które w kryterium ostatecznej istotności wpływu zmian (OST.IST.WPL.ZMIAN) będą posiadać atrybut zmiany umiarkowanej (U). Natomiast aktualizacji opcjonalnej AO na MZP będą podlegać fragmenty wybrzeża, akwenu, ujściowych odcinków rzek przymorskich, które w kryterium ostatecznej istotności wpływu zmian (OST.IST.WPL.ZMIAN) będą posiadać atrybut zmian niewielkich (N). Brak potrzeby aktualizacji (B) dotyczyć będzie fragmentów wybrzeża, akwenu, ujściowych odcinków rzek przymorskich, dla których w kryterium ostatecznej istotności wpływu zmian (OST.IST.WPL.ZMIAN) będą posiadać braku zmian (B).

Dla określonego zakresu aktualizacji zostaną opracowane MZP. Podstawą do opracowania MZP będą wyniki modelowania hydraulicznego, które wykonano w ramach przeglądu MZP.

Wykaz fragmentów wybrzeża, akwenów, ujść rzek przymorskich do aktualizacji zestawiony będzie w formie tabelarycznej (Tab. 3.8.) oraz jako atrybuty warstwy geoprzestrzennej shp. W przypadku stwierdzenia, iż w danym fragmencie wybrzeża, akwenu, ujścia rzeki przymorskiej występuje potrzeba aktualizacji MZP, należy wykonać aktualizację dla całego danego fragmentu wybrzeża, akwenu, ujścia rzeki przymorskiej.

Tab. 3.8. Macierz aktualizacji MZP

Nr wg WOPR	RZGW	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	ID_HYD	OST.IST. WPL. ZMIAN	AKT. (do wyboru)	DECYZJA AD. MOR. (dot. AZ/AO)	Km do aktualizacji	Opis przyczyny aktualizacji	Uwagi
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego									
1	GD/SZ	Odra od ujścia do ujścia Nysy Łużyckiej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.1	GD/SZ	Ina	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.3	GD/SZ	Gunica	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
2.1.1	GD/SZ	Świniec	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
3	GD/SZ	Cieśnina Świna	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
5	GD/SZ	Rega	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
7	GD/SZ	Błotnica	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
8	GD/SZ	Paręta	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
14	GD/SZ	Wieprza	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
14.2	GD/SZ	Grabowa	ID	H0,2% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N	km km	Opis	Opis

				H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B	T/N	km		
15	GD/SZ	Zalew Szczeciński	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
16	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część zachodnia	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
17	GD/SZ	Przymorze od Cieśniny Dziwny do Kan. Liwia łuża	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
18	GD/SZ	Przymorze od Błotnicy do Malechowskiej Strugi	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
19	GD/SZ	Przymorze od Martwej Wody do dopł. z jez. Kopań	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
20	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
21	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
22	GD/SZ	Przymorze od Kan. Liwia łuża do Błotnicy	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
25	GD/SZ	Przymorze od granicy państwa na wyspie Uznam do Cieśniny Świny	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
Region wodny Dolnej Wisły									
1	GD/SZ	Wiśła	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.4	GD/SZ	Nogat	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis

				Z1% I/U/N/B					
1.5	GD/SZ	Szarpawa	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.5.1	GD/SZ	Wisła Królewiecka	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.5.2	GD/SZ	Tuja	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.5.3	GD/SZ	Linawa	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.11	GD/SZ	Martwa Wisła	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.11.1	GD/SZ	Wisła Śmiała	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.11.3	GD/SZ	Motława	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.11.3.1	GD/SZ	Motława–Opływ	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
1.11.3.5	GD/SZ	Kanał Raduński	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
2	GD/SZ	Słupia	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
3	GD/SZ	Łupawa	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
4	GD/SZ	Łeba	ID	H0,2% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N	km km	Opis	Opis

				H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B	T/N	km		
5	GD/SZ	Piaśnica	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
6	GD/SZ	Czarna Woda	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
7	GD/SZ	Reda	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
12	GD/SZ	Bauda	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
13	GD/SZ	Pasłęka	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
14	GD/SZ	Zalew Wiślany	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
14.1	GD/SZ	Elbląg–Dzierzgoń	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
14.1.1	GD/SZ	Wąska	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
15	GD/SZ	Przymorze od łąby do Lubiatówki	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
16	GD/SZ	Przymorze od Kan. Karwianka do Półwyspu Helskiego	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
17	GD/SZ	Półwysp Helski	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis

18	GD/SZ	Przymorze od Półwyspu Helskiego do Gizdepki	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
19	GD/SZ	Przymorze od Kan. Mrzezino do Kaczej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
20	GD/SZ	Przymorze od Kamiennego Potoku do Przekopu Wisły	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
21	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
22	GD/SZ	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
23	GD/SZ	Przymorze od Łupawy do Łeby	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
24	GD/SZ	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis
25	GD/SZ	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	ID	H0,2% I/U/N/B H1% I/U/N/B Z1% I/U/N/B	AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B AW, AZ, AO, B	T/N T/N T/N	km km km	Opis	Opis

Opis do tabeli:

RZGW:

GD – RZGW w Gdańsku

SZ – RZGW w Szczecinie

OST.IST. WPL. ZMIAN – ostateczna kwalifikacja istotności wpływu zmian (do wykonania aktualizacji MZP i MRP):

I – zmiana istotna

U – zmiana umiarkowana

N – zmiana niewielka

B – brak wpływu zmiany

AKT. - wskazanie do aktualizacji MZP:

AW – aktualizacja wymagana

AZ – aktualizacja zalecana

AO – aktualizacja opcjonalna

B – brak potrzeby aktualizacji

DECYZJA AD. MOR. (AZ, AO) – decyzja administracji morskiej dla aktualizacji zalecanej AZ i aktualizacji opcjonalnej AO

Kwalifikacja do aktualizacji MZP:

T – wskazanie wykonania aktualizacji,

N – brak potrzeby aktualizacji

III.3. Przegląd i aktualizacja MRP

Zmiany zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego na MZP w II cyklu planistycznym, wymagają dokonania aktualizacji map ryzyka powodziowego MRP. Zmiany MRP należy dokonać również w przypadku znaczących zmian danych wejściowych, o których mowa poniżej. Biorąc pod uwagę zmiany ryzyka powodziowego i danych wejściowych dla MRP zakłada się, że aktualizacji podlegać będą wszystkie mapy ryzyka powodziowego od strony morza opracowane w I cyklu planistycznym. Zakładana aktualizacja wszystkich arkuszy MRP od strony morza, opracowanych w I cyklu planistycznym, jest podyktowana koniecznością zastosowania (Tab. 3.9.):

- aktualnych zasięgów obszarów zagrożenia powodziowego i aktualnych rzędnych wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia,
- aktualnej wartości potencjalnych strat powodziowych,
- aktualnej szacunkowej liczby mieszkańców dotkniętych powodzią,
- aktualnego zasięgu przestrzennego klas użytkowania terenu,
- aktualnego rozmieszczenia obiektów wskazanych w rozporządzeniu.

Tab. 3.9. Parametry do aktualizacji MRP w II cyklu planistycznym

Parametr	Opis	Podstawa analizy
PR0_RYZ	zasięg obszaru zagrożenia powodziowego i rzędne wód o danym prawdopodobieństwie przewyższenia	Zmiana zasięgu obszaru zagrożenia powodziowego i rzędnych wód dla danego scenariusza powodziowego
PR1_RYZ	wartość potencjalnych strat powodziowych (par. 9.1.4 Rozp.)	aktualna wartość potencjalnych jednostkowych strat powodziowych dla poszczególnych klas użytkowania gruntów
PR2_RYZ	szacunkowa liczba mieszkańców dotkniętych powodzią (par. 9.1.1 Rozp.)	aktualna wersja BDOT10k, numery PESEL z bazy MSWiA (lub alternatywne zatwierdzone przez administrację morską rozwiązanie)
PR3_RYZ	zasięg przestrzenny klas użytkowania terenu	aktualna wersja BDOT10k
PR4_RYZ	rozmieszczenie obiektów wskazanych w Rozp.*	aktualna wersja BDOT10k, RZGW, PIG-PIB, PIS-GIS, GDOŚ, NID, MŚ

- par. 9.1.2 i 9.1.3 (w oparciu o dane BDOT10k z wykorzystaniem danych NFZ, Ministerstwa Sprawiedliwości, Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej, Centralnego Zarządu Służby Więziennej),
- par. 9.2. 6, 9.2.14 (w oparciu o dane BDOT10k),
- par. 9.2. 2 i 9.2.3 (w oparciu o dane pochodzące z RZGW i PIG-PIB),
- par. 9.2. 4 (w oparciu o dane BDOT10k),
- par. 9.2. 5 (w oparciu o dane pochodzące z GDOŚ),
- par. 9.2. 7 (w oparciu o dane pochodzące z Narodowego Instytutu Dziedzictwa),
- par. 9.2. 8 - 12,
- par. 9.2. 13 (w oparciu o dane pochodzące z MŚ, GIOŚ),
- par. 9. 2. 14 (w oparciu o dane pochodzące z GIOŚ).

Dla zakresu wykonania aktualizacji MZP należy wykonać aktualizację MRP. W przypadku modyfikacji poziomu zagrożenia powodziowego na MZP, należy zawsze dokonać zmiany MRP. Zmiany MRP należy dokonać również w przypadku znaczących zmian danych wejściowych pomiędzy I i II cyklem planistycznym (wymienionych w Tab. 3.9, parametry PR1_RYZ, PR2_RYZ, PR3_RYZ, PR4_RYZ).

Podczas określania powyższych parametrów bardzo ważna jest powierzchnia odniesienia. Proponuje się, by jednostką odniesienia były fragmenty wybrzeża, akwenów, ujść rzek pomorskich wymienione w Tab. 10. Jeżeli w jednym z nich co najmniej jeden parametr posiada pozytywna wartość (T) należy wówczas traktować daną zmianę jako wpływającą na modyfikację poziomu ryzyka powodziowego. Z uwagi na zmiany ryzyka powodziowego i danych wejściowych MRP, zakłada się, iż aktualizacji podlegać będą wszystkie mapy ryzyka powodziowego opracowane od strony morza w I cyklu planistycznym. Zakres aktualizacji MRP zostanie przedstawiony w Tab. 3.10.

Tab. 3.10. Zakres aktualizacji MRP

Nr wg WORP	RZGW	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	ID_HYD	Parametr					Aktualizacja MRP
				PR0_RYZ	PR1_RYZ	PR2_RYZ	PR3_RYZ	PR4_RYZ	
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego									
1	GD/SZ	Odra od ujścia do ujścia Nysy łużyckiej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.1	GD/SZ	Ina	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.3	GD/SZ	Gunica	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
2.1.1	GD/SZ	Świniec	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
3	GD/SZ	Cieśnina Świna	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
5	GD/SZ	Rega	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
7	GD/SZ	Błotnica	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
8	GD/SZ	Parseta	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
14	GD/SZ	Wieprza	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
14.2	GD/SZ	Grabowa	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
15	GD/SZ	Zalew Szczeciński	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
16	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część zachodnia	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
17	GD/SZ	Przymorze od Cieśniny Dziwny do Kan. Liwia Łuża	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
18	GD/SZ	Przymorze od Błotnicy do Malechowskiej Strugi	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
19	GD/SZ	Przymorze od Martwej Wody do dopł. z jez. Kopań	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
20	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
21	GD/SZ	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
22	GD/SZ	Przymorze od Kan. Liwia Łuża do Błotnicy	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
25	GD/SZ	Przymorze od granicy państwa na wyspie Uznam do Cieśniny Świny	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
Region wodny Dolnej Wisły									
1	GD/SZ	Wisła	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.4	GD/SZ	Nogat	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.5	GD/SZ	Szarpawa	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.5.1	GD/SZ	Wisła Królewiecka	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.5.2	GD/SZ	Tuja	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.5.3	GD/SZ	Linawa	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.11	GD/SZ	Martwa Wisła	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.11.1	GD/SZ	Wisła Śmiała	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.11.3	GD/SZ	Motława	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.11.3.1	GD/SZ	Motława–Opływ	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
1.11.3.5	GD/SZ	Kanał Raduński	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
3	GD/SZ	Łupawa	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N

4	GD/SZ	Łeba	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
5	GD/SZ	Piaśnica	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
6	GD/SZ	Czarna Woda	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
7	GD/SZ	Reda	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
12	GD/SZ	Bauda	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
13	GD/SZ	Pasłęka	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
14	GD/SZ	Zalew Wiślany	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
14.1	GD/SZ	Elbląg–Dzierzgoń	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
14.1.1	GD/SZ	Wąska	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
15	GD/SZ	Przymorze od Łeby do Lubiatówki	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
16	GD/SZ	Przymorze od Kan. Karwianka do Półwyspu Helskiego	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
17	GD/SZ	Półwysep Helski	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
18	GD/SZ	Przymorze od Półwyspu Helskiego do Gizdepki	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
19	GD/SZ	Przymorze od Kan. Mrzezino do Kaczej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
20	GD/SZ	Przymorze od Kamiennego Potoku do Przekopu Wisły	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
21	GD/SZ	Przymorze od Czarnej do Orzechowej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
22	GD/SZ	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
23	GD/SZ	Przymorze od Łupawy do Łeby	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
24	GD/SZ	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N
25	GD/SZ	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	ID	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N	T/N

III.4. Opracowanie MZP i MRP dla ujściowych odcinków rzek przymorskich, akwenów lub fragmentów wybrzeża zakwalifikowanych do wykonania w II cyklu planistycznym

Oprócz aktualizacji MZP i MRP od strony morza, opracowanych w I cyklu planistycznym, MZP i MRP zostaną wykonane dla ujściowych odcinków rzek przymorskich, akwenów lub fragmentów wybrzeża zakwalifikowanych do wykonania w II cyklu planistycznym, a wymienionych w Raporcie WORP z I cyklu planistycznego (Tab. 3.11.). Ponadto należy uwzględnić fakt, że WORP od strony morza w II cyklu planistycznym może wskazać nowe odcinki wybrzeża, nie brane pod uwagę w I cyklu planistycznym, dla których należy wykonać nowe MZP i MRP. Dla takich przypadków zostanie zastosowana niniejsza metodyka opracowania MZP i MRP dla II cyklu planistycznego.

Tab. 3.11. Zestawienie odcinków wybrzeża Morza Bałtyckiego i Zalewów (Szczecińskiego i Wiślanego) oraz ujściowych odcinków rzek, kanałów, cieśnin, będących pod wpływem morza wskazanych do wykonania MZP i MRP w II cyklu planistycznym

Nr wg WORP	Nazwa rzeki (ujściowy odcinek), akwenu lub fragmentu wybrzeża	Odcinek * wskazany do wykonania MZP i MRP od strony wód morskich w II cyklu planistycznym	
		kilometraż wybrzeża [km]	kilometraż rzek* [km]
Region wodny Dolnej Odry i Pomorza Zachodniego			
1.1	Płonia		0-72
2	Cieśnina Dziwna		0-30
2.1	Wołcznica		0-52
2.1.1.1	Stuchowska Struga		0-29
2.1.1.2	Wołcza		0-31
2.1.1.3	Niemica		0-27
4	Lądkowski Kanał		0-13
6	Dębosznicza		0-35
9	Malechowska Struga		0-5
10	Czerwona		0-28
10.1	Tymienica		0-14
11	Strzeżnica		0-14
11.1	Popowska Struga		w całości
12	Dzierżęcinka		0-28
13	Unieść		0-25
13.1	Polnica		0-26
15.1	Gowienica		0-51
21	Przymorze na wyspie Wolin – część wschodnia	394-408,5	
22	Przymorze od Kan. Liwia Łuża do Błotnicy	359,5-365,5	
23	Przymorze od Malechowskiej Strugi do Martwej Wody	276,5-325	
24	Przymorze od jez. Kopań do Czarnej	235-263,5	
Region wodny Dolnej Wisły			
9	Chylonka		0-1
10	Kacza		0-16
11	Kamienny Potok		0-2
22	Przymorze od Przekopu Wisły do granicy państwa na Mierzei Wiślanej	0-45	
23	Przymorze od Łupawy do Łeby	184,5-217,5	
24	Przymorze od Lubiatówki do Bezimiennej	159-162,5	
25	Przymorze od Bezimiennej do Kan. Karwianka	153-159	

* Rzeczywista długość odcinków rzek uchodzących do wód morskich jest uzależniona od zasięgu wpływu cofki

Rzeczywista długość cieków, będąca pod wpływem morza zostanie określona po wykonaniu MZP i MRP od strony morza w II cyklu planistycznym. Modelowanie hydrodynamiczne opisane w rozdziale VIII, umożliwi określenie zasięgu zagrożenia powodziowego od strony wód morskich.

Wskazanie nowych obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi, w wyniku przeglądu i aktualizacji WORP w 2018 r., wymaga wykonania nowych MZP i MRP od strony morza przy zastosowaniu niniejszej metodyki opracowania MZP i MRP w II cyklu planistycznym.

III.5. Konsultacje zasięgów zagrożenia powodziowego

Urzędy morskie mogą przeprowadzić konsultacje zasięgów zagrożenia powodziowego, uzyskanych na podstawie wyników modelowania dwuwymiarowego - w postaci numerycznego modelu powierzchni wody. Jednakże nie ma takiego obowiązku prawnego, ponieważ na podstawie Art. 171. ust.1: *„Projekty map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego sporządzają Wody Polskie w uzgodnieniu z właściwymi wojewodami.”*

W celu uzyskania opinii na temat opracowanych w II cyklu planistycznym zasięgów zagrożenia powodziowego urzędy morskie mogą przekazać je do organów administracji publicznej, w szczególności do wojewodów i jednostek samorządu terytorialnego odpowiedzialnych za tworzenie planów zagospodarowania przestrzennego. W tym celu należy podjąć następujące działania:

- a) przygotować projekt pisma (na szablonie ustalonym z administracją morską) przekazującego wstępne wyniki przeglądu map zagrożenia powodziowego do właściwych organów administracji publicznej wraz z prośbą o wyrażenie opinii;
 - przygotować załączniki do pisma - nośniki danych z projektem raportu z wykonania MZP i MRP od strony morza wraz z załącznikami (w formie elektronicznej do odczytu - pliki .pdf oraz warstw przestrzennych .shp);
 - wysłać pisma wraz z załącznikami do organów administracji publicznej;
- b) sporządzić zestawienie uwag zgłaszanych przez organy administracji publicznej wraz z odpowiedziami i uzasadnieniem wybranego sposobu rozpatrzenia uwag;
- c) przygotować, zgodnie z uzgodnionym sposobem rozpatrzenia uwag ostateczną wersję raportu z wykonania przeglądu MZP;
- d) przygotować projekt pism do organów administracji publicznej przekazujących odpowiedzi na zgłoszone uwagi.

Po etapie uwzględnienia uwag właściwych organów przygotowuje się ostateczną wersję raportu z wykonania i przeglądu MZP i MRP od strony morza.

Zgodnie z Art. 171. ust.2 ustawy Prawo wodne: „Projekty map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, przygotowują dyrektorzy urzędów morskich i przekazują Wodom Polskim (od 1 stycznia 2018r.), nie później niż na 6 miesięcy przed terminem przygotowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego. Projekty map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego.”.

Wyniki przeglądu i aktualizacji map od strony morza należy przedstawić w postaci raportu opisowego warstw przestrzennych oraz w formacie PDF. Raport powinien zawierać zakres obszarowy istotnych zmian zagrożenia i ryzyka powodziowego w postaci numerycznej.

Warstwy przestrzenne będą wskazywać odcinki wybrzeża, ujściowe odcinki rzek oraz obszary zagrożenia powodziowego wytypowane do aktualizacji, z przypisanymi informacjami, co do przyczyn (np. wynikających z realizacji inwestycji, lub z modyfikacji metodycznej) oraz zakresu zmian. Uwzględnić należy również – określony w I cyklu planistycznym - zakres odcinków wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek wskazanych do aktualizacji w ramach II cyklu planistycznego – w tym nowe odcinki wybrzeża wskazane w aktualizacji WORP od strony morza w II cyklu planistycznym, a nie brane pod uwagę w I cyklu planistycznym. Podany zakres w znacznej mierze ujmuje już uwagi pierwszego cyklu planistycznego w posiadaniu KZGW i niezbędne zmiany. Jako wynik zadania wskazać należy również zakres kartograficzny, tj. liczbę arkuszy przewidywanych do aktualizacji oraz liczbę nowych arkuszy, z podziałem na poszczególne scenariusze powodziowe MZP i MRP.

Metodyka opracowania MZP i MRP od strony morza może podlegać zmianom, po akceptacji administracji morskiej, w szczególności w związku z:

- potrzebą ujednoczenia z metodyką opracowania MZP i MRP od strony rzek opracowywaną przez prezesa KZGW.
- zmianą ustawy Prawo wodne lub rozporządzenia w sprawie opracowania MZP i MRP,
- możliwą zmianą w schematach raportowania wprowadzonych przez Prezesa KZGW (Wody Polskie – od 1 stycznia 2018r.) lub Komisję Europejską

Zasięg zagrożenia powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych w większości przypadków sięga poza granice pasa technicznego. Z tego powodu wymagane jest

dokonanie uzgodnienia przedstawienia zasięgu zagrożenia powodziowego od strony morza poza granicą obszaru administracji morskiej. Rekomendowane jest przedstawienie całkowitego zagrożenia od strony morza poza granicą pasa technicznego.

IV. ZAWARTOŚĆ MZP I MRP OD STRONY MORZA

Zawartość MZP i MRP od strony morza musi być zgodna z rozporządzeniem w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego oraz z ustawą z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne zwanej dalej *ustawą Prawo Wodne*.

Według ustawy Prawo wodne jeżeli od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, jest zapewniona odpowiednia ochrona przed powodzią, na mapach zagrożenia powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, mogą być przedstawione wyłącznie obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi raz na 500 lat lub na których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia ekstremalnego.

W I cyklu planistycznym na mapach od strony morza przedstawiono również obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat, biorąc pod uwagę potrzeby zgłaszane przez instytucje odpowiedzialne za planowanie przestrzenne i ochronę przeciwpowodziową.

Mapy zagrożenia powodziowego od strony morza przedstawiają następujące elementy:

1. zasięg powodzi;
2. głębokość wody lub poziom zwierciadła wody.

Dla obszarów, dla których wykonane zostały mapy zagrożenia powodziowego, zgodnie z art. 88 e ustawy Prawo wodne, sporządza się mapy ryzyka powodziowego.

Mapy ryzyka powodziowego określają wartości potencjalnych strat powodziowych oraz przedstawiają obiekty narażone na zalanie w przypadku wystąpienia powodzi o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia. Są to obiekty, które pozwolą na ocenę ryzyka powodziowego dla zdrowia i życia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego i działalności gospodarczej, czyli grupy, dla których należy ograniczyć negatywne skutki powodzi zgodnie z celami Dyrektywy Powodziowej.

W tym celu na mapach ryzyka powodziowego przedstawia się:

1. szacunkową liczbę mieszkańców, którzy mogą być dotknięci powodzią;
2. rodzaje działalności gospodarczej wykonywanej na obszarach zagrożenia powodziowego;
3. instalacje mogące, w razie wystąpienia powodzi, spowodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości;
4. występowanie:
 - a) ujęć wody, stref ochronnych ujęć wody lub obszarów chronionych zbiorników wód śródlądowych,
 - b) kąpielisk,
 - c) obszarów Natura 2000, parków narodowych oraz rezerwatów przyrody;
5. w uzasadnionych przypadkach:
 - a) obszary, na których mogą wystąpić powodzie, którym towarzyszy transport dużej ilości osadów i rumowiska,
 - b) potencjalne ogniska zanieczyszczeń wody.

Szczegółowy zakres i wymagania dotyczące opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego, jak również skalę map, określa Rozporządzenie. Szczegółowy opis zawartości map został również przedstawiony w dalszej części niniejszej metodyki.

V. SCENARIUSZE POWODZIOWE

W I cyklu planistycznym zostały opracowane następujące scenariusze powodziowe na podstawie Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim oraz ustawy Prawo Wodne:

1. Scenariusz [H 0,2%] – niskie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynoszące raz na 500 lat [H 0,2%];
2. Scenariusz [H 1%] – średnie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynoszące raz na 100 lat [H 0,2%];
3. Scenariusz [Z 1%] – całkowite zniszczenie wału przeciwpowodziowego w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia wynoszącego raz na 100 lat [H 1%];
4. Scenariusz [Z 0,2%] – zniszczenie wału przeciwpowodziowego na wyznaczonym odcinku w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia wynoszącego raz na 500 lat [H 0,2%];

Scenariusze powodziowe, dla których zostanie wykonane modelowanie hydrauliczne w II cyklu planistycznym:

1. Scenariusz [H 0,2%] – niskie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynoszące raz na 500 lat [H 0,2%];
2. Scenariusz [H 1%] – średnie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynoszące raz na 100 lat [H 0,2%];
3. Scenariusz [Z 1%] – całkowite zniszczenie wskazanego wału przeciwpowodziowego i przeciwsztormowego lub innych wskazanych elementów systemu ochrony brzegów (budowli ochronnych pasa technicznego) w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia wynoszącego raz na 100 lat [H 1%];

W scenariuszu, o którym mowa w pkt.1 i 2 należy uwzględnić również obszary zagrożenia powodziowego od strony morza wynikające z przelania się wód przez koronę wałów przeciwpowodziowych lub przeciwsztormowych (w wyniku tego, że wał jest zbyt niski).

W scenariuszu, o którym mowa w pkt.3, uwzględnia się całkowite zniszczenie wskazanych budowli, które zabezpieczają przed powodzią o prawdopodobieństwie raz na 100 lat. Aktualnie realizowane inwestycje przeciwpowodziowe były, lub są projektowane w celu zabezpieczenia przed powodzią o prawdopodobieństwie raz na 100 lat, natomiast inwestycje realizowane przed wejściem dyrektywy powodziowej mogły być realizowane, w celu zabezpieczenia przed powodzią o prawdopodobieństwie nawet raz na 50 lat. Z tego powodu możliwe jest podjęcie decyzji przez administrację morską (po konsultacji z KZGW), że wystarczające będzie opracowywanie map wyłącznie dla scenariusza Z 1%. Scenariusz Z 0,2% natomiast nie będzie użyteczny z uwagi na fakt, że administracja morska nie realizuje inwestycji mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa przed taką powodzią (w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie raz na 500 lat woda i tak przeleje się przez system ochrony brzegu).

W Dyrektywie 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim oraz w ustawie Prawo Wodne, znajduje się zapis mówiący o tym, że państwa członkowskie mogą podjąć decyzję, aby w przypadku obszarów wybrzeża, na których występuje odpowiednia ochrona, przygotowanie map ograniczyć do scenariusza o niskim prawdopodobieństwie powodzi lub scenariusze zdarzeń ekstremalnych. Dodatkowo ustawa Prawo Wodne wskazuje, że na mapach zagrożenia powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, z wyłączeniem ujściowych odcinków rzek, mogą być przedstawione obszary, na których prawdopodobieństwo powodzi jest niskie i wynosi raz na 500 lat lub na których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia ekstremalnego. W związku z zapisami aktów prawnych oraz zapewnioną ochroną przeciwpowodziową od strony morza dla

powodzi o prawdopodobieństwie przewyższenia 10%, tak jak w I cyklu, nie będzie przedstawiany scenariusz powodzi o wysokim prawdopodobieństwie wystąpienia wynoszącym raz na 10 lat.

Zgodnie z projektem rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w sprawie granicznej linii ochrony są odcinki, dla których wymagane jest zabezpieczenie przed powodzią o prawdopodobieństwie raz na 200 lat i na tych odcinkach nowe budowle ochrony brzegu będą musiały chronić przed powodzią o prawdopodobieństwie raz na 200 lat. W związku z tym dla tych odcinków można wykonać mapy dla scenariusza zniszczenia wałów dla powodzi o prawdopodobieństwie raz na 200 lat [H0,5%].

VI. PRZYGOTOWANIE DANYCH WEJŚCIOWYCH DLA MZP I MRP OD STRONY MORZA

Aktualność danych wejściowych wykorzystanych do opracowania MZP i MRP od strony morza jest ważnym czynnikiem wpływającym na aktualność samych map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego. W trakcie prac związanych z opracowywaniem map pozyskać należy najbardziej aktualne dostępne dane, zgodnie z wytycznymi zawartymi w Metodkach oraz Rozporządzeniu.

Do opracowania MZP i MRP od strony morza niezbędne są dane do modelowania hydraulicznego będącego podstawą wyznaczania obszarów zagrożenia powodziowego.

Zestawienie wykorzystanych danych i materiałów źródłowych w I cyklu planistycznym, wraz z ich aktualnością, zamieszczono w raporcie KZGW z wykonania MZP i MRP.

Niezbędny zakres danych wejściowych do opracowania MZP i MRP od strony morza zawarto w tabeli 6.1. Przedstawiono nazwę instytucji z której należy pozyskać dane, format w którym dane powinny być zgromadzone, przy uwzględnieniu że MZP i MRP od strony morza będą przedstawiać całkowity zasięg zagrożenia powodziowego od strony morza, tj. nie ograniczony do granicy administracji morskiej.

Tabela 6.1. Zestawienie danych wejściowych potrzebnych do realizacji MZP i MRP

Nazwa instytucji	Dane	Format
Urzędy Morskie	dane batymetryczne dla wód przybrzeżnych	*xyz, *shp, *dwg, *asc, *dat, *pdf
	przebieg pasa technicznego i ochronnego, granice portów i przystani morskich, kilometrąż brzegu morskiego	*shp, *dwg, *txt, *pdf
	numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)	*xyz, *asc, *tif, *las
Główny Urząd Geodezji i Kartografii	mapy topograficzne 1: 10 000	*tif
	ortofotomapy (wielkość terenowa piksela: 0,1 m, 0,25 m, 0,5 m)	*tif
	państwowy rejestr granic (PRG)	*shp
	państwowy rejestr nazw geograficznych (PRNG)	*shp
	baza danych obiektów topograficznych BDOT10K	*shp
	mapa hydrograficzna w skali 1: 50 000	*shp
	mapa sozologiczna w skali 1: 50 000	*shp
	numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)	*xyz, *asc, *tif, *las
biblioteka znaków umownych przyjętych do stosowania na mapach topograficznych w skali 1:10 000	*style	
Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej	skorowidz map 1: 10 000	*shp
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy	dane hydrologiczne i meteorologiczne w zakresie niezbędnym do modelowania hydraulicznego-szczegółowo opisane w rozdz.VII	*xls, *txt, *jpg, *dwg

Nazwa instytucji	Dane	Format
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy	ujęcia wód podziemnych	*xls, *shp
Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej	Mapa Podziału Hydrograficznego Polski MPHP 2013	*shp
	przekroje poprzeczne korytowe mokre ujściowych odcinków rzek pod wpływem morza, wraz z dokumentacją zdjęciową oraz inwentaryzacją budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych – opracowane na potrzeby przeglądu i aktualizacji MZP i MRP przez KZGW	*shp, *xls, *txt, *jpg, *pdf
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad	dane dot. obiektów mostowych	*xls, *txt, *jpg, *pdf, *dwg, *shp
Zarządy Dróg Miejskich	dane dot. obiektów mostowych	*xls, *txt, *jpg, *pdf, *dwg, *shp
urzędy gmin	dane dot. obiektów mostowych	*xls, *txt, *jpg, *pdf, *dwg, *shp
Polskie Koleje Państwowe	dane dot. obiektów mostowych	*xls, *txt, *jpg, *pdf, *dwg, *shp
Główny Inspektorat Ochrony Środowiska	dane z Krajowego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (POL PRTR) – informacje o oczyszczalniach ścieków komunalnych i przemysłowych z ostatnich 3 lat	*mdb, *xls
	dane z Rejestru składowisk odpadów – dane dotyczące składowisk odpadów z ostatnich 3 lat	*mdb, *xls
	wykaz prowadzonych baz danych, ich formy i dostępności	*pdf
Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Główny Urząd Statystyczny	dane statystyczne ze zbioru PESEL wraz z podaniem ich struktury	*txt
Główny Urząd Statystyczny	roczniki statystyczne	*xls, *,pdf
Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego	wykaz muzeów i skansenów z Państwowego Rejestru Muzeów	*xls, *,pdf, *doc, *shp
	wykaz budynków i lokali zajmowanych przez archiwa państwowe	
	wykaz zabytków wpisanych do rejestru zabytków,	
	dane dot. lokalizacji bibliotek, muzeów i skansenów	
UNESCO	Rejestr obiektów wpisanych na Listę Światowego	*xls, *,pdf,

Nazwa instytucji	Dane	Format
	Dziedzictwa UNESCO	*doc, *shp
Narodowy Instytut Dziedzictwa	Lokalizacja obiektów wpisanych na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO; Lokalizacja zabytków wpisanych do rejestru zabytków	*xls, *,pdf, *doc, *shp
Główny Inspektorat Sanitarny	wykaz kąpielisk raportowanych do Komisji Europejskiej	*doc, *shp, *xls
Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska	granice obszarów Natura 2000, w tym granice obszarów specjalnej ochrony ptaków oraz specjalnych obszarów ochrony siedlisk	*shp
	granice parków narodowych	*shp
	granice rezerwatów przyrody	*shp
	wykaz instalacji IPPC zgromadzonych w rejestrze wniosków oraz pozwoleń zintegrowanych	*shp
Główny Inspektorat Ochrony Środowiska	wykaz zakładów o dużym i zwiększonym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej	*xls, *,pdf, *doc, *shp
Narodowy Fundusz Zdrowia	dane dot. lokalizacji hospicjów	*xls
Ministerstwo Sprawiedliwości	dane dot. lokalizacji zakładów poprawczych i schronisk dla nieletnich	*xls, *mdb *doc
Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej	dane dot. lokalizacji ośrodków pomocy społecznej	*xls, *doc
Centralny Zarząd Służby Więziennej	dane dot. lokalizacji aresztów śledczych i zakładów karnych	*xls

Powyższy zakres danych wejściowych musi uwzględniać strukturę bazy danych opracowaną na potrzeby opracowania MZP i MRP przez Prezesa KZGW.

VI.1. NUMERYCZNY MODEL TERENU

Zgodnie z rozporządzeniem na potrzeby opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego wykorzystać należy numeryczny model terenu o rozdzielczości 1 m oraz dokładności wysokościowej 0,1–0,15 m. Jest on elementem zasobu GUGiK.

Dane pomiarowe do numerycznego modelu terenu (NMT) oraz numerycznego modelu pokrycia terenu (NMPT) pozyskane zostały metodą lotniczego skaningu laserowego w dwóch standardach chmury punktów:

- Standard I – gęstość 4/6 p/m², Z_{RMS} 0,15 m, XY_{RMS} 0,5 m;
- Standard II (dla miast) – gęstość 12 p/m², Z_{RMS} 0,10 m, XY_{RMS} 0,4 m.

Dane były pozyskiwane w latach 2011 – 2016. W szczególnych przypadkach konieczne jest korzystanie ze źródłowych materiałów zapisanych w plikach LAS. Ma to miejsce, gdy dostarczone materiały w postaci plików NMT lub NMPT posiadają błędy i nie zapewniają wystarczającej jakości.

Wymienione dane stanowią podstawę do tworzenia struktur obliczeniowych, wykorzystywanych podczas modelowania hydraulicznego zagrożeń od strony wód morskich. W I cyklu planistycznym obszary zagrożenia powodziowego od strony tego typu wód zostały wyznaczone na podstawie modelowania, bazującego na regularnych strukturach obliczeniowych (siatki kwadratowe). Istnieje również możliwość zastosowania nieregularnych (np. trójkątnych) siatek obliczeniowych. Niestety oprogramowanie oparte na nieregularnej siatce obliczeniowej wykorzystywane w I cyklu planistycznym, umożliwiało tworzenie modeli opartych na maksymalnie 150 000 węzłach obliczeniowych, podczas gdy siatka ortogonalna pozwalała na budowę modeli opartych na ponad 15 milionach węzłów obliczeniowych. Podejmowane próby wykonywania obliczeń na siatkach nieregularnych w innym oprogramowaniu (niż użyte w I cyklu planistycznym), mimo pozornych zalet, nie dawały zadowalających wyników przy zakładanej precyzji numerycznego modelu terenu.

Zastosowanie nieregularnych struktur obliczeniowych związane jest na ogół z redukcją ilościową danych wysokościowych. Redukcja polega na wyborze jedynie punktów istotnych, mających swój wpływ na warunki przepływu wód podczas wezbrań sztormowych lub rzecznych. Przeprowadzone badania w tym zakresie (Bakuła, 2014) pozwalają stwierdzić, iż ilościowa redukcja danych wysokościowych jest rozwiązaniem, które może być zastosowane podczas procesu modelowania hydraulicznego. W swoich badaniach do przygotowania nieregularnej struktury obliczeniowej autor zakładał wykorzystanie nieregularnej siatki obliczeniowej, wygenerowanej automatycznie przez oprogramowanie do modelowania, bez uwzględnienia punktów istotnych. Jak sam autor zauważa: „*W przypadku analizowanej siatki obliczeniowej nie ma bezpośredniej możliwości wykorzystania punktów istotnych jako węzłów siatki...*”. Istnieje więc konieczność manualnego „*zagęszczania stworzonej siatki w newralgicznych z punktu widzenia modelowania hydraulicznego miejscach*”. Zagęszczanie musi odbywać się w sposób bardzo precyzyjny, by nie spowodować utraty informacji wysokościowej. W skomplikowanych układach hydrograficznych strefy brzegowej Morza Bałtyckiego, Żuław Wiślanych, Zalewu Szczecińskiego i Wiślanego proces ten będzie z pewnością bardzo pracochłonny. Z tego powodu należy podjąć decyzję o wyborze odpowiedniego rodzaju modelu dwuwymiarowego do określenia zasięgu zagrożenia powodziowego.

VI.2. PRZEKROJE KORYTOWE RZEK

Pomiary bezpośrednie przekrojów korytowych mokrych oraz obiektów inżynierskich wykonane zostały w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992 (PUWG 1992) i w geodezyjnym układzie wysokościowym Kronsztadt 86 (PL-KRON86-NH), zgodnie z ustawą z dnia 17 maja 1989 r. - Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. z 2010 r. nr 193, poz. 1287 z późn. zm) oraz wytycznymi zawartymi w instrukcjach technicznych GUGiK O-1, O-2, G-4 i G-1.12. Wszystkie dane pozyskane w latach 2011-2012 w ramach projektu ISOK dostępne są w Krajowym Zarządzie Gospodarki Wodnej lub właściwych terytorialnie regionalnych zarządach gospodarki wodnej.

Przekroje korytowe zlokalizowane zostały na podstawie analizy dostępnych materiałów (głównie map topograficznych i ortofotomap) w miejscach charakterystycznych, tzn. reprezentatywnych dla odcinka koryta (ze względu na zmienność kształtu koryta, nachylenia i materiału dna), sytuowane prostopadłe do osi cieku. Zgodnie z „Metodyką opracowania produktów geodezyjnych i kartograficznych” przekroje korytowe lokalizowane były najczęściej w odległościach nie większych niż 500 m w obszarze o charakterze górzystym i nie większych niż 1 500 m w obszarze o charakterze nizinym.

Przekroje korytowe zostały tak pomierzone, aby oprócz samego koryta cieku obejmowały również pas terenu o szerokości 5 m licząc na prawo i na lewo od górnej krawędzi skarpy brzegowej koryta w kierunku na zewnątrz od osi cieku. Przekroje korytowe opracowano w taki sposób, aby możliwie jak najdokładniej odzwierciedlać kształt koryta cieku. Pomiar przekroju został zrealizowany w punktach załamania linii przekroju.

W ramach prac geodezyjnych wykonana została ponadto szczegółowa inwentaryzacja obiektów inżynierskich znajdujących się na ciekach objętych opracowaniem, tj.:

1. obiektów mostowych (w tym mostów i kładek);
2. obiektów hydrotechnicznych (w tym zapór, jazów i stopni).

Inwentaryzacja obiektów inżynierskich polegała na zidentyfikowaniu w terenie rzeczywistych lokalizacji obiektów, przy czym uwzględnione zostały wyłącznie obiekty, które spełniają przynajmniej jedno z poniższych kryteriów:

1. w przypadku obiektów mostowych:
 - posiadają filary o szerokości (lub średnicy) co najmniej 0,5 m;
 - posiadają rzędne spodu konstrukcji niższe od poziomu wyznaczonego przez dodanie 2 m do rzędnych górnych krawędzi skarp brzegowych, przy czym grubość ich głównej poziomej konstrukcji przekracza 0,5m;
 - posiadają przyczółki, które znajdują się w całości lub częściowo w przekroju korytowym.
2. w przypadku obiektów hydrotechnicznych:
 - są zaporami przeciwrumowiskowymi;
 - są pojedynczymi obiektami o wysokości progu przelewowego co najmniej 0,8 m (za wyjątkiem stopni, bystrz i ramp);
 - są obiektami początkowymi i końcowymi systematycznej lub odcinkowej korekcji progowej lub stopniowej i charakteryzują się wysokością progu przelewowego

co najmniej 0,8 m;

- są dużymi obiektami hydrotechnicznymi, typu stopnie i jazy o zmiennym, sterowanym piętrzeniu przez podniesienie zamknięć.

Z uwagi na ograniczenia czasowe i finansowe pozyskania pomiarów geodezyjnych dla przekrojów korytowych (tzw. mokrych), w celu zwiększenia całkowitej liczby przekrojów oraz terminowego rozpoczęcia procesu modelowania, w Projekcie ISOK wykorzystane zostały również pomiary geodezyjne wykonane w ramach Studiów ochrony przeciwpowodziowej (odstępstwo od Metodyki opracowania produktów geodezyjnych i kartograficznych dla potrzeb wdrażania Dyrektywy 2007/60/WE w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim). Pomiary geodezyjne ze Studiów wykorzystano jedynie w obszarze koryta właściwego modelowanych rzek, przekroje dolinowe pozyskano na podstawie aktualnego NMT.

Realizacja aktualizacji map zagrożenia powodziowego wymaga przeprowadzenia weryfikacji istniejących zasobów danych pod kątem ich poprawności i kompletności. W szczególności należy przeprowadzić inwentaryzację wszelki prac przeprowadzonych lub prowadzonych na wybrzeżu oraz w korytach rzek od ostatniego okresu pozyskania tych informacji (tj. okresu 2011-2012 oraz częściowo do 2014 r.).

VII. PRZYGOTOWANIE I OPRACOWANIE DANYCH HYDROLOGICZNYCH NA POTRZEBY MODELOWANIA HYDRAULICZNEGO

Na potrzeby przeglądu i aktualizacji MZP i MRP konieczne jest opracowanie danych hydrologicznych ze stacji mareograficznych w zakresie niezbędnym do przeprowadzenia modelowania hydraulicznego, w celu określenia zagrożenia powodziowego od strony wód morskich, w tym morskich wód wewnętrznych oraz w odcinkach rzek uchodzących do morza. Dane niezbędne do modelowania powinny zawierać:

- 1) charakterystyki hydrologiczne stacji mareograficznych,
- 2) poziomy wody dla przyjętych scenariuszy powodziowych (H1%, H 0,2%),
- 3) hipotetyczne wezbrania sztormowe dla przyjętych scenariuszy powodziowych (H1%, H 0,2%),
- 4) średnie przepływy w ujściowych odcinkach rzek kontrolowanych i niekontrolowanych.
- 5) historyczne wezbrania sztormowe

VII.1. Charakterystyki hydrologiczne stacji mareograficznych

Charakterystyki hydrologiczne stacji mareograficznej powinny być przedstawione w postaci stanów charakterystycznych SNW, SW, SWW. Charakterystyki należy przygotować dla wszystkich czynnych stacji pomiarowych. W opisie stacji mareograficznej należy uwzględnić podanie rzędnej zera wodowskazu w układzie odniesienia Kronsztadt86. W przypadku stacji pomiarowych w ujściowych odcinkach rzek do morza należy przedstawić km biegu rzeki oraz powierzchnię zlewni.

Charakterystyczne poziomy wody:

- **SNW** ₍₁₉₅₁₋₂₀₁₆₎ – średnia wartość z najniższych poziomów wody zanotowanych w latach 1951-2016,
- **SW** ₍₁₉₅₁₋₂₀₁₆₎ – średnia wartość ze średnich poziomów wody zanotowanych w latach 1951-2016,
- **SWW** ₍₁₉₅₁₋₂₀₁₆₎ – średnia wartość z najwyższych poziomów wody zanotowanych w latach 1951-2016.

Charakterystyczne poziomy wody powinny zostać wyznaczone z okresu 1951-2016, tam gdzie są dostępne takie dane. W przypadku, gdy dla danej stacji nie były prowadzone obserwacje od roku 1951 to obliczenia mogą obejmować dane z późniejszego okresu, ale nie krótszego niż 10 lat. Dodatkowo rekomenduje się wyznaczenie stanów charakterystycznych wysokich wód - WW, tzn. najwyższej wartości z zanotowanych najwyższych poziomów wody w latach 1951-2016.

VII.2. Poziomy wody dla przyjętych scenariuszy powodziowych

W odróżnieniu od zagrożenia powodziowego od rzek, gdzie głównym parametrem charakteryzującym zagrożenie powodziowe jest przepływ wody, w przypadku zagrożenia powodziowego od strony morza (w tym morskich wód wewnętrznych), jest poziom wody.

Ujściowe odcinki rzek podlegają nieustannemu oddziaływaniu Morza Bałtyckiego. Wpływ ten uwidacznia się najwyraźniej podczas występowania wezbrań sztormowych. W ujściowych odcinkach rzek przymorskich dochodzi wówczas do zjawiska cofki sztormowej. Cofka sztormowa jest definiowana jako hydrologiczne oddziaływanie wezbrania sztormowego na ujściowe odcinki rzek przymorskich. Wówczas woda morska wtłaczana jest do rzek utrudniając, a nawet wstrzymując swobodny odpływ wody rzecznej w kierunku odbiornika (Jednorąg, 2007). Podczas tego typu zjawisk woda rozlewa się na przyległe do koryta tereny powodując zagrożenie powodziowe. Cofka sztormowa może powodować również całkowite zahamowanie odpływu wód rzecznych lub nawet wtłaczanie wód morskich w górę cieku. W niektórych przypadkach pojawia się również zjawisko jednoczesnego występowania w korycie cieku przepływów o przeciwnych kierunkach (Kurnatowski, 2012).

Według „*Metodyki obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia...*”, poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia został opisany wzorem:

$$H_{p\%} = H_{\text{sr}} + \text{wzrost}_{p\%}$$

gdzie,

$H_{p\%}$ - poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, [cm]

H_{sr} – średni poziom wody obliczony dla okresu referencyjnego 1970-1990 [cm]

$\text{wzrost}_{p\%}$ - wzrost powyżej średniego poziomu wody H_{sr} , o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczony na podstawie rozkładu statystycznego, [cm]

Natomiast poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia przy uwzględnieniu oddziaływania morza i zmian klimatycznych został opisany wzorem:

$$H_m = H_{p\%} + H_f + H_k$$

gdzie:

H_m – poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia przy uwzględnieniu oddziaływania morza i zmian klimatu, [cm]

$H_{p\%}$ - poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, [cm]

H_f – oddziaływanie morza (falowanie), [cm]

H_k – wzrost poziomu morza (anomalie) wzdłuż polskiego wybrzeża Bałtyku wywołany zmianami klimatu, [cm]

Analiza wpływu spadków temperatury na obszar zagrożenia powodziowego w ramach przeglądu i aktualizacji MZP i MRP od strony morza nie jest konieczna, ponieważ zlodzenie rzek nie ma wpływu na powódzie od strony morza. Zlodzenie ujściowego odcinka powoduje zmniejszenie przekroju czynnego lub całkowite zahamowanie przepływu od rzeki, co może spowodować powódź od wód śródlądowych.

Nie przewiduje się konieczności wykonywania dodatkowych scenariuszy opracowania MZP i MRP uwzględniających zlodzenie rzek.

VII.3. Wyznaczanie poziomów wody o określonym poziomie przewyższenia ($H_{p\%}$)

Na podstawie analizy przeprowadzonej w „*Metodyce obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia...*”, zaleca się stosowanie do obliczeń poziomów wody - o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia - zanotowane dane o maksymalnych rocznych poziomach wody dla okresu ostatnich 30 lat tzn. 1987-2016. Przy opracowywaniu statystycznych rozkładów prawdopodobieństwa maksymalnych rocznych poziomów

wody należy zastosować rozkład wartości ekstremalnych (Gumbela). Pozostałe rozkłady nie znajdują potwierdzenia w intensyfikacji zjawisk w ostatnim czasie (Sztobryn i in. 2010). Potwierdzenie zasadności zastosowania rozkładu wartości ekstremalnych znajduje się w „*Monografii wezbrań sztormowych wzdłuż południowego Bałtyku*” (Sztobryn i in. 2005) przygotowanej przez IMGW-PIB Oddział Morski i Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH, Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany).

Rozkład wartości ekstremalnych posiada funkcję gęstości o postaci:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\frac{x-\mu}{\beta}} e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\beta}}} \quad \text{dla } -\infty < x < \infty \text{ i } \beta > 0$$

gdzie:

μ - parametr położenia

β – parametr skali

e – podstawa logarytmu naturalnego, stała Eulera (2,71)

Dystrybucja rozkładu wartości ekstremalnych ma postać:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\beta}}}$$

W ramach aktualizacji map zagrożenia powodziowego konieczne jest obliczenie wartości poziomów wody dla czynnych stacji pomiarowych o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% (tzn. raz na 100 lat) oraz 0,2% (raz na 500 lat).

VII.4. Wyznaczanie różnicy poziomów wody wynikającej z falowania (H_f)

Metody szacowania wartości dodanej ze względu na oddziaływanie morza (falowanie) H_f , zostały przedstawione w dokumencie pt.: „*Metodyka obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania Map Zagrożenia Powodziowego oraz Map Ryzyka Powodziowego*” (Sztobryn i in., 2010). W dokumencie tym podejście do zjawiska falowania było opisane ogólną formułą, co zrodziło wiele pytań - w szczególności w odniesieniu do opracowywania map zagrożenia powodziowego w zależności od rodzaju akwenu lub stosowanego scenariusza zależnego od rozpatrywanego prawdopodobieństwa przewyższenia.

Poniżej przedstawiono propozycje zastosowania rozwiązań w zakresie sposobu uwzględnienia efektu falowania w zależności od rozpatrywanego akwenu, które można wykorzystać w modelowaniu

hydraulicznym na potrzeby określania zasięgu zagrożenia powodziowego od wód morskich i wewnętrznych wód morskich.

Oddziaływanie hydrodynamiczne morza i morskich wód wewnętrznych

Uwzględnienie oddziaływania hydrodynamicznego (falowania) w obliczeniach zagrożenia powodziowego rozpatrywane jest w odmienny sposób dla różnych obszarów poddanych oddziaływaniu morza, do których zaliczyć należy:

- ujściowe odcinki rzek,
- brzegi otwartego morza i zatoki (zabudowane, naturalne)
- zalewy,
- jeziora przymorskie,
- akweny portowe (w ujściach rzek, bez obecności rzek).

VII.4.1. Falowanie w ujściowych odcinkach rzek

W ujściowych odcinkach rzek nie uwzględnia się wpływu falowania.

Średni poziom wody mierzony przez mareograf jest sumą oddziaływań wszystkich czynników mających wpływ na zmianę tego poziomu, tj.:

- lokalnego wiatru, który w zależności od kierunku, prędkości i rozciągłości działania spiętrza lub obniża poziom wody,
- wlewów wód z Morza Północnego, które przy długotrwałych wiatrach z kierunków zachodnich i północnych podnoszą poziom wody u południowych brzegów Bałtyku,
- długookresowych oscylacji Bałtyku, tzw. sejszy, które mogą podnosić lub obniżać poziom wody w strefie brzegowej,
- falowania – fale podchodzące do brzegu powodują wzrost poziomu wody tzw. *set-up*.

VII.4.2. Falowanie na brzegach otwartego morza i zatok

Dla brzegów naturalnych (wydmowych) wzrost poziomu wody uwzględniający falowanie wyznacza się z zależności:

$$H_f = 0.7 \cdot h_z$$

gdzie:

h_z – głębokość w miejscu ostatniego załamania fali przed stopą wydmy.

Najczęściej wartość głębokości h_z przyjmowana jest jako 0.5 m. W przypadku średniego poziomu morza załamanie to zlokalizowane jest u podstawy wału brzegowego. Natomiast w przypadku wysokich spiętrzeń sztormowych miejsce załamania fali przesuwa się w kierunku podstawy wydmy.

Falowanie na brzegach zabudowanych

Dla brzegu zabudowanego wałami przeciwsztormowymi oraz opaskami brzegowymi, w którym falowanie bezpośrednio oddziałuje na konstrukcje - wzrost poziomu wody uwzględniający falowanie jest wyższy niż dla brzegu naturalnego. Wzrost ten uzależniony jest od nachylenia konstrukcji, jej przepuszczalności oraz od głębokości wody u podstawy budowli. Dla tego typu konstrukcji, w modelowaniu zagrożenia powodziowego, nie wyznacza się wzrostu poziomu wody wywołanego falowaniem, a określa się ilość wody przelewającej się przez konstrukcję. W tym celu oblicza się wysokość nabiegania fali i możliwość jej przelewania się na zaplecze formułami zamieszczonymi w Coastal Engineering Manual (CEM 2004) oraz Die Küste (2007). Obliczenia te wykonuje się następująco:

VII.4.2.1. Wysokość nabiegania fali

Założenia:

- budowla nieprzepuszczalna,
- fale podchodzą prostopadle do budowli,
- uwzględniana jest tylko szorstkość budowli.

Przy tych założeniach wysokość nabiegania fali na konstrukcję ma postać CEM (2004):

$$Ru_{2\%} = H_s \cdot (A \cdot \zeta + C) \gamma_r$$

gdzie:

$Ru_{2\%}$ – wysokość nabiegania z 2% prawdopodobieństwem przekroczenia obliczonej wartości,

H_s – wysokość fali znacznej u stopy (podstawy) budowli.

Wysokość fali znacznej H_s można przyjąć w przybliżeniu jako równą :

$$H_s = 0.7 \cdot d$$

gdzie:

d – głębokość wody u stopy (podstawy) budowli przy poziomie wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia z uwzględnieniem zmian klimatu.

Wały przeciwsztormowe i opaski brzegowe są z reguły stawiane u podstawy wydmy, czyli przy średnim poziomie morza nie mają kontaktu z wodą.

Porównujemy przyjęty w obliczeniach poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia z uwzględnieniem zmian klimatu z rzędną terenu u podstawy budowli. Jeżeli przyjęty w obliczeniach poziom wody jest niższy od tej rzędnej nie obliczamy wysokości nabiegania fali na konstrukcję.

Profile batymetryczno-tachimetryczne łącznie z lokalizacjami budowli i ich geometrycznymi wymiarami są w posiadaniu Urzędów Morskich.

Pozostałe wielkości występujące w formule obliczającej nabieganie fali oznaczają:

$$\zeta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L}}}$$

gdzie:

α – kat nachylenia budowli,

L – długość fali [m]

$$L = \eta \cdot L_0$$

gdzie:

L_0 – długość fali na głębokiej wodzie [m],

$$L_0 = 1.56 \cdot T^2$$

T – okres fali. (w warunkach sztormowych okres jest zawarty w przedziale 6÷8 s),

η – współczynnik zmniejszający, interpolowany z tab.7.1.

Tab.7.1. Wartości współczynnika η (poradnik Hydrotechnika (1992))

d/L_0	η	d/L_0	η	d/L_0	η
0.01	0.2479	0.170	0.8501	0.480	0.9953
0.025	0.3859	0.200	0.8894	0.500	0.9964
0.035	0.4517	0.250	0.9333	0.520	0.9971
0.050	0.5311	0.300	0.9612	0.550	0.9980
0.060	0.5752	0.320	0.9690	0.580	0.9986
0.075	0.6323	0.350	0.9780	0.600	0.9990
0.085	0.6655	0.380	0.9845	0.620	0.9992

d/L_0	η	d/L_0	η	d/L_0	η
0.100	0.7094	0.400	0.9877	0.650	0.9997
0.120	0.7589	0.420	0.9903	0.700	0.9998
0.150	0.8183	0.450	0.9933	0.800	0.9999

A, C – współczynniki liczbowe zależne od wartości liczby ζ :

dla $\zeta \leq 2.5 \rightarrow A=1.6, C=0,$

dla $\zeta > 2.5 \rightarrow A=-0.2, C=4.5.$

γ_r – współczynnik zmniejszający wysokość nabiegania w zależności od szorstkości budowli:

dla gładkiej powierzchni (asfalt, beton, gładkie bloki) $\rightarrow \gamma_r = 1.0,$

dla powierzchni pokrytej trawą $\rightarrow \gamma_r = 0.90,$

dla pojedynczego narzutu kamiennego $\rightarrow \gamma_r = 0.55 \div 0.60,$

dla kilku warstw narzutu kamiennego $\rightarrow \gamma_r = 0.50 \div 0.55.$

VII.4.2.2 Objętość przelewającej się wody przez budowlę

Przelewanie wody przez konstrukcję ma miejsce tylko wtedy, gdy obliczona wysokość nabiegania jest wyższa od rzędnej korony budowli. Formuła obliczająca ilość przelewającej się wody na 1 mb budowli ma postać (Die Küste, 2007):

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_s^3}} = \frac{0.067}{\sqrt{tg\alpha}} \cdot \zeta \cdot \exp\left(-4.75 \frac{R_c}{\zeta \cdot H_s \cdot \gamma_r}\right)$$

gdzie:

q – objętość przelewającej się wody na zaplecze brzegu [$m^3/s/mb$],

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],

H_s – wysokość fali znacznej u stopy (podstawy) budowli [m],

R_c – odległość od korony budowli do rozpatrywanego poziomu wody [m].

Powyższe wzory zakładają nieprzepuszczalność korpusu budowli i prostopadłe podchodzenie fali do konstrukcji, co oznacza przyjęcie konserwatywne do możliwej sytuacji rzeczywistej.

Jeżeli obliczona objętość przelewającej się wody jest mniejsza od $0.01 m^3/s/mb$, to może ona co najwyżej doprowadzić do uszkodzenia konstrukcji, natomiast jest pomijalnie mała z punktu widzenia zagrożenia powodziowego zaplecza brzegu.

Jeżeli poziom wody w morzu o określonym prawdopodobieństwie z uwzględnieniem zmian klimatu jest niższy o 0,8 m od rzędnej korony konstrukcji, to nie ma konieczności obliczania nabiegania fali i jej przelewania się na zaplecze.

Dla brzegu zabudowanego ostrogami wzrost poziomu wody uwzględniający falowanie oblicza się, jak dla brzegu naturalnego.

VII.4.3. Falowanie wód zalewów

Przy modelowaniu zagrożenia powodziowego w zalewach, biorąc pod uwagę większą dynamikę ograniczonych zbiorników wodnych z utrudnioną wymianą wód z otwartym morzem, należy uwzględnić wymuszenie w postaci wiatru wiejącego nad powierzchnią rozpatrywanego zbiornika wodnego. Wymuszenie tego typu powoduje lokalne spiętrzenia/obniżenia przy brzegach zalewów.

Nad Bałtykiem przeważają układy niskiego ciśnienia przemieszczające się z zachodu na wschód. Dla typowego układu niżowego przemieszczającego się nad południowym Bałtykiem początkowo występują wiatry z sektora SW–W, a kiedy centrum niżu przemieszcza się w kierunku wschodnim skręcają na NW–N powodując w efekcie spiętrzenie wody przy południowym brzegu Bałtyku.

Prędkości i kierunki wiatrów lokalnych przyjmowanych do obliczeń wyznacza się następująco:

- na podstawie analizy położenia brzegów akwenu względem kierunków świata oraz ich rzędnych wyznacza się kierunki wiatru mogące spowodować spiętrzenia wody grożące przelaniem się wody na zaplecze brzegu;
- na podstawie dostępnych danych wiatrowych pochodzących z najbliższej położonej stacji meteorologicznej dla każdego z wytypowanych kierunków wyznacza się oddzielnie prędkości wiatru o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 50 lat - zdarzenie wystąpienia wysokiego poziomu morza nie jest tożsame z tym samym poziomem prawdopodobieństwa wystąpienia prędkości wiatru nad rozpatrywanym obszarem;
- przy łącznym uwzględnieniu wpływu poziomu wody w morzu i wpływu wiatru nad akwenem wód wewnętrznych należy uwzględnić w obliczeniach brać pod uwagę tylko te kierunki wiatru, które powodują spiętrzenia wody w morzu,
- przyjmuje się czas trwania wiatru lokalnego równego czasowi liczonemu od początku do szczytu fali hipotetycznej.

W przypadku posiadania archiwalnych danych o wezbraniach sztormowych u brzegów rozpatrywanego akwenu skorelowanych z lokalnymi prędkościami i kierunkami wiatrów należy przyjąć do modelowania numerycznego średni rozkład wezbrania hipotetycznego z odpowiadającymi parametrami wiatrowymi otrzymanymi z analizy tych danych.

VII.4.4. Falowanie wód jezior przymorskich

Dla jezior przymorskich nie uwzględnia się wpływu falowania zarówno od strony morza jak i w akwenach wód wewnętrznych.

Analogicznie jak dla zalewów, zbiorniki te podlegają dynamicznym zmianom wywołanym oddziaływaniem wiatru. Stąd w modelowaniu numerycznym zagrożeń powodziowych w płytkich jeziorach przymorskich należy uwzględnić wymuszenie w postaci wiatru wiejącego nad powierzchnią rozpatrywanego zbiornika wodnego.

Prędkości i kierunki wiatrów lokalnych przyjmuje się w obliczeniach analogicznie jak dla zalewów.

VII.4.5. Falowanie w akwenach portowych

W akwenach portowych niepodlegających oddziaływaniu rzek należy uwzględnić wpływ falowania morskiego w następujący sposób:

- porównanie poziomu wody o określonym poziomie prawdopodobieństwa łącznie z uwzględnieniem zmian klimatu z rzędnymi nabrzeży portowych;
- dla nabrzeży o rzędnych korony wyższych o 0,8 m od analizowanego poziomu wody wpływ falowania pomija się;
- dla nabrzeży o rzędnych korony niższych niż 0,8 m należy przeanalizować rozkład wysokości falowania w akwenach portowych i wytypować odcinki nabrzeży potencjalnie zagrożone przelewaniem się fal;
- w modelowaniu zagrożenia powodziowego należy określić ilość wody przelewającej się przez nabrzeża na wytypowanych odcinkach. Objętość wody przelewającej się na metr bieżący konstrukcji wyznacza się formułą (Die Küste, 2007),

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_s^3}} = 0.04 \cdot \exp \left[-1.8 \cdot \frac{R_c}{H_s} \right]$$

gdzie:

q – objętość przelewającej się wody na nabrzeże [$\text{m}^3/\text{s}/\text{mb}$],

- g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],
- H_s – wysokość fali znacznej w sąsiedztwie nabrzeża [m],
- R_c – odległość od korony nabrzeża do rozpatrywanego poziomu wody [m].

Wzór ten zakłada prostopadłe podchodzenie fali do nabrzeża, co oznacza przyjęcie konserwatywne do możliwej sytuacji rzeczywistej (ukośne podejście fali).

Dla większości portów obliczenia rozkładu wysokości falowania w portach zostały wykonane w przeszłości i są w posiadaniu urzędów morskich. W portach, dla których brak tego typu obliczeń należy wykonać analizę falowania.

W portach wzdłuż polskiego wybrzeża Bałtyku podlegających oddziaływaniu rzek należy uwzględnić wpływ falowania morskiego w sposób analogiczny biorąc pod uwagę dodatkowo:

- powstawanie cofki na rzece,
- w zależności od rzędnych brzegów rzeki i/lub wałów przeciwsztormowych w modelowaniu numerycznym uwzględnienie możliwości wystąpienia wody z koryta w obszarach sąsiadujących z portem.

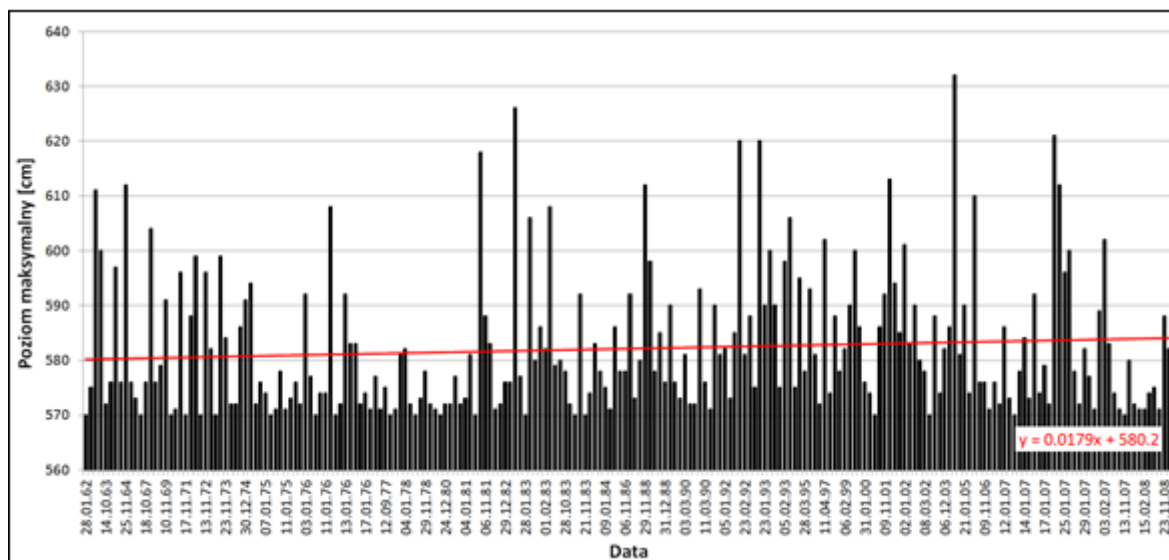
VII.5. Wyznaczanie różnicy poziomów wody wynikającej ze zmian klimatu (H_k)

Analiza wezbrań sztormowych w wieloleciu 1960-2010 na stacjach w Świnoujściu, Kołobrzegu, Ustce, Helu, Gdyni, Gdańsku wskazuje na intensyfikację liczby wezbrań sztormowych w ostatnich dekadach (Przygodzki in., 2012). Sumarycznie na wszystkich stacjach wystąpiło łącznie 1279 wezbrań, z czego w ostatniej dekadzie wystąpiło 367 wezbrań sztormowych, co stanowi około 29% przypadków. W pierwszej dekadzie okresu obejmującego analizę, jedynie 107, co stanowi jedynie 8% przypadków (Tab.7.2.).

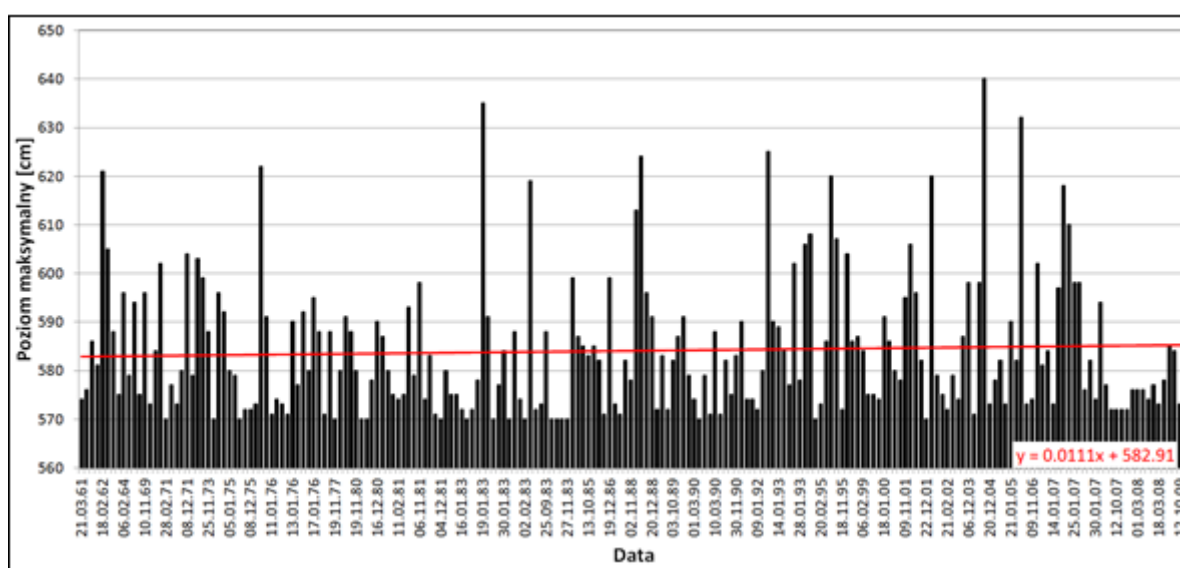
Tab.7.2. Liczba wezbrań sztormowych na analizowanych stacjach w poszczególnych dekadach w wieloleciu 1960 – 2010 (źródło Przygodzki i in., 2012)

Dekada				
1960-69	1970-79	1980-89	1990-99	2000-09
107	247	321	237	367

Analiza rozkładu w czasie wysokości maksymalnych poziomów wody podczas wezbrań w analizowanym czasie wykazuje wyraźną tendencję wzrostową w Gdyni i Ustce (rys.7.1. oraz 7.2).



Rys. 7.1. Maksymalne poziomy wody podczas wezbrań sztormowych w wieloleciu 1960-2010 na stacji w Gdyni (źródło Przygodzki i in., 2012)



Rys. 7.2. Maksymalne poziomy wody podczas wezbrań sztormowych w wieloleciu 1960-2010 na stacji w Ustce (źródło Przygodzki i in., 2012)

Określenie wpływu zmian klimatu na wzrost poziomu morza opracowano na podstawie wyników realizowanego przez IMGW projektu KLIMAT „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo (zmiany, skutki i sposoby ich ograniczania, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego)”. Opracowanie powstało w ramach zadania 6 Bałtyk, jako

element systemu klimatycznego i jego roli w tworzeniu się stanów zagrożenia, podzadanie 6.1: Wpływ zmian klimatycznych na zmiany średniego poziomu morza i występowania jego ekstremalnych wartości w rejonie polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego i scenariusze zmian. Zespół ekspertów IMGW-PIB, opracował scenariusze zmian poziomu morza dla głównych stacji mareograficznych wzdłuż polskiego wybrzeża w odniesieniu do okresu referencyjnego 1971-1990 dla wybranych scenariuszy emisji gazów cieplarnianych (B1, A1B, A2), dla lat 2011-2030 oraz 2081-2100, z uwzględnieniem wpływu czynnika cyrkulacyjnego oraz spodziewanych zmian globalnego poziomu morza wg IPCC.

Istotnym czynnikiem wpływającym na wyniki symulacji klimatu są założenia w zakresie strategii rozwoju ekonomicznego świata, czyli scenariusze emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń. Do oceny wpływu zmian klimatu jest zalecany zestaw scenariuszy emisji (GHG) opracowanych na zlecenie Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) opisany w Specjalnym Raportcie o Scenariuszach Emisji (SRES, Nakicenovic i Swart, 2000). Scenariusze SRES są zgrupowane w cztery rodziny (A1, A2, B1 i B2), każdy z nich zakłada różne zmiany kilku podstawowych czynników wpływających na emisję gazów cieplarnianych, takich jak: wzrost liczby ludności, rozwój technologiczny i ekonomiczny, wiodące polityki i zużycie energii. Scenariusze A1 zakładają raptowny wzrost gospodarczy, osiągnięcie szczytowej liczebności populacji globalnej w połowie XXI w. oraz niezwykle szybkie wprowadzenie nowych i bardziej efektywnych technologii. Scenariusz B1 opisuje świat, w którym wzrost populacji przebiega tak samo, ale zmiany w strukturach ekonomicznych przebiegają szybciej. W scenariuszu B2 zakłada się średni wzrost wielkości populacji i średni wzrost ekonomiczny, z naciskiem na lokalne rozwiązania prowadzące do rozwoju trwałego i zrównoważonego w aspektach ekonomicznym i środowiskowym. Scenariusz A2 przedstawia bardzo niejednorodny świat, z wysokim wzrostem populacji, wolnym wzrostem i rozwojem ekonomicznym i gospodarczym oraz wolnymi zmianami technologicznymi (Jakusik, 2011).

W związku z sezonowością wezbrań sztormowych, oprócz przewidywanych wzrostów średniego poziomu morza i kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza w skali roku, przedstawiono również przewidywane wzrosty poziomu morza dla sezonu zimowego i jesiennego, ponieważ to w tych sezonach obserwuje się występowanie wezbrań sztormowych wzdłuż polskiego wybrzeża Bałtyku.

W tabeli 7.3. przedstawiono wartości wzrostu maksymalnego poziomu morza [cm] wzdłuż polskiego wybrzeża Bałtyku wywołane zmianami klimatycznymi wg scenariuszy emisyjnych B1, A1B, A2. Największy wzrost średniego poziomu morza (tab. 7.3.) w okresie 2011-2030 w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1971-1990 jest przewidywany w przypadku scenariusza emisyjnego A1B – na wszystkich rozpatrywanych stacjach przekroczy 5 cm. Zmiany średniego poziomu morza osiągną praktycznie jednakową wartość wzdłuż całego wybrzeża Bałtyku.

W przypadku kwantyla 95% poziomu maksymalnego w okresie 2011-2030 w skali roku może wzrosnąć maksymalnie o około 7 cm według scenariusza A1B. Największy wzrost jest przewidywany w zachodniej części wybrzeża. Kwantyl rozkładu wartości jest liczbą x_p o takiej własności, że odsetek p wartości populacji jest mniejszy lub równy wartości x_p . Np. kwantyl 95% jest taką wartością x_p , że 95%(p) wartości zmiennej jest mniejsze od wartości x_p .

Tab.7.3. Przewidywane wzrosty w cm średniego ($H_{\text{śr}}$) i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w skali roku w okresie 2011-2030, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	4,5	6,3	5,2	7,0	4,3	5,7
Kołobrzeg	4,6	6,3	5,3	7,2	4,3	5,8
Ustka	4,6	5,8	5,4	6,7	4,3	5,3
Łeba	4,6	5,6	5,5	6,6	4,3	5,1
Władysławowo	4,6	5,5	5,5	6,6	4,3	5,2
Hel	4,6	5,7	5,5	6,7	4,3	5,2
Gdynia	4,6	5,6	5,5	6,6	4,3	5,1
Gdańsk	4,6	5,7	5,5	6,7	4,3	5,3
Gdańsk – Ujście Wisły	4,5	5,9	5,6	6,8	4,3	5,0

Przewidywane wzrosty w cm średniego ($H_{\text{śr}}$) i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza na polskim wybrzeżu w sezonie zimowym w okresie 2011-2030, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990 przedstawiono w tabeli 7.4. Największy wzrost średniego poziomu morza w okresie 2011-2030 jest przewidywany dla scenariusza A1B wzdłuż całego wybrzeża. W przypadku kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza największy wzrost poziomu morza jest przewidywany w zachodniej części wybrzeża dla scenariusza A1B.

Tab.7.4. Przewidywane wzrosty w cm średniego ($H_{\text{śr}}$) i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w sezonie zimowym w okresie 2011-2030, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	5,4	8,6	4,6	7,4	1,7	3,2
Kołobrzeg	5,7	8,4	4,5	6,8	1,6	2,8
Ustka	5,9	8,0	4,5	6,1	1,5	2,4
Łeba	5,9	7,6	4,5	5,8	1,4	2,1
Władysławowo	6,0	7,5	4,4	5,7	1,4	2,0
Hel	6,0	7,7	4,4	5,8	1,5	2,1
Gdynia	6,0	7,5	4,4	5,7	1,4	2,1
Gdańsk	6,0	7,7	4,4	5,8	1,4	2,0
Gdańsk – Ujście Wisły	5,8	7,5	4,8	6,4	0,4	1,1

Przewidywane wzrosty w cm średniego ($H_{\text{śr}}$) i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza na polskim wybrzeżu w sezonie jesiennym w okresie 2011-2030, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990 przedstawiono w tabeli 7.5. Największy wzrost średniego poziomu morza w okresie 2011-2030 jest przewidywany dla scenariusza A2 wzdłuż całego wybrzeża, jedynie w ujściowym odcinku Wisły jest nieco niższy niż na pozostałych stacjach. W przypadku kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza największy wzrost poziomu morza jest przewidywany wzdłuż całego wybrzeża dla scenariusza A2.

Tab.7.5. Przewidywane wzrosty w cm średniego ($H_{\text{śr}}$) i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w sezonie jesiennym w okresie 2011-2030, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	5,6	6,0	4,1	4,1	6,0	6,4
Kołobrzeg	5,6	7,0	4,6	5,7	6,3	7,9
Ustka	5,5	6,7	4,8	5,8	6,3	7,6
Łeba	5,6	6,5	5,0	5,8	6,6	7,6
Władysławowo	5,5	6,1	5,1	5,6	6,5	7,2
Hel	5,5	6,4	5,1	5,9	6,5	7,5
Gdynia	5,5	6,1	5,1	5,7	6,5	7,3
Gdańsk	5,5	6,1	5,1	5,7	6,5	7,3
Gdańsk – Ujście Wisły	5,6	7,1	4,5	5,7	5,7	7,2

Scenariusze opracowane dla okresu 2081-2100 w skali roku wskazują (tab.7.6.), że średni roczny poziom morza bardzo wyraźnie wzrośnie w stosunku do wartości z okresu referencyjnego. Największy wzrost średniego rocznego poziomu morza wzdłuż całego wybrzeża Bałtyku jest przewidywany według scenariusza A2. Zmiany kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza mogą być bardzo duże w stosunku do okresu referencyjnego 1971-1990. Według scenariusza A2 zmiany te mogą wynieść od ok. 35 cm do ok. 38 w zachodniej części wybrzeża.

Tab. 7.6. Przewidywane wzrosty w cm średniego i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w skali roku w okresie 2081-2100, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	$H_{\text{śr}}$ [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	20,0	27,7	24,8	34,1	27,5	37,7
Kołobrzeg	20,2	28,2	25,1	24,7	27,9	38,6
Ustka	20,4	25,9	25,2	31,9	28,1	35,5
Łeba	20,5	24,9	25,4	30,7	28,4	34,4
Władysławowo	20,5	24,7	25,4	30,5	28,3	34,1
Hel	20,5	25,3	25,3	31,2	28,3	34,9
Gdynia	20,5	24,9	25,3	30,7	28,3	34,3
Gdańsk	20,5	25,4	25,3	31,4	28,3	35,0
Gdańsk – Ujście Wisły	19,7	25,7	24,6	31,5	27,4	35,2

Scenariusze opracowane dla okresu 2081-2100 w sezonie zimowym wskazują (tab.7.7.), że średni roczny poziom morza bardzo wyraźnie wzrośnie w stosunku do wartości z okresu referencyjnego. Największy wzrost średniego rocznego poziomu morza wzdłuż całego wybrzeża Bałtyku jest przewidywany według scenariusza A2. Zmiany kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza mogą być bardzo duże w stosunku do okresu referencyjnego 1971-1990. Według scenariusza A2 zmiany te mogą wynieść od ok. 43 cm w zachodniej części wybrzeża do ok. 36 w części wschodniej.

Tab. 7.7. Przewidywane wzrosty w cm średniego i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w sezonie zimowym w okresie 2081-2100, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	18,1	27,4	24,5	36,8	29,0	43,4
Kołobrzeg	18,1	25,9	24,7	35,0	29,5	41,8
Ustka	18,1	23,7	24,8	32,2	29,9	38,8
Łeba	18,1	22,4	24,8	30,6	30,2	37,1
Władysławowo	18,1	22,2	24,8	30,4	30,1	36,8
Hel	18,1	22,7	24,8	31,0	30,1	37,6
Gdynia	18,1	22,2	24,8	30,4	30,1	36,8
Gdańsk	18,1	22,9	24,8	31,3	30,1	38,0
Gdańsk – Ujście Wisły	17,9	22,1	25,1	30,7	30,8	37,5

Scenariusze opracowane dla okresu 2081-2100 w sezonie jesiennym wskazują (tab.7.8.), że średni roczny poziom morza bardzo wyraźnie wzrośnie w stosunku do wartości z okresu referencyjnego. Największy wzrost średniego rocznego poziomu morza jest przewidywany według scenariusza A1B. Od 24 cm w zachodniej części wybrzeża do 27 w części wschodniej, poza ujście, gdzie przewidywany wzrost poziomu morza jest zbliżony do wartości w części zachodniej. Zmiany kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza mogą być bardzo duże w stosunku do okresu referencyjnego 1971-1990. Według scenariusza A1B zmiany te mogą wynieść od ok. 48 cm w Świnoujściu do ok. 31 cm w Helu.

Tab. 7.8. Przewidywane wzrosty w cm średniego i maksymalnego ($H_{95\%}$) poziomu morza wzdłuż polskiego wybrzeża w sezonie jesiennym w okresie 2081-2100, w stosunku do wartości średnich z okresu referencyjnego 1971-1990.

stacja	Scenariusz emisyjny B1		Scenariusz emisyjny A1B		Scenariusz emisyjny A2	
	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]	H_{sr} [cm]	$H_{95\%}$ [cm]
Świnoujście	19,7	23,0	24,3	28,4	23,8	27,9
Kołobrzeg	20,6	25,8	25,5	31,9	25,0	31,2
Ustka	20,9	25,4	26,0	31,5	25,5	30,9
Łeba	21,6	24,8	26,9	30,9	26,2	30,2
Władysławowo	21,6	23,9	26,9	29,8	26,5	29,3
Hel	21,5	24,9	26,9	31,1	26,5	30,6
Gdynia	21,6	24,0	27,0	30,0	26,6	29,5
Gdańsk	21,6	24,0	27,0	30,1	26,5	29,6
Gdańsk – Ujście Wisły	20,2	21,0	24,5	31,0	23,6	29,8

W tabeli 7.9. Zestawiono wartości referencyjne średniego poziomu morza [cm] i kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza w skali roku dla okresu 1971-1990. Wartości referencyjne średniego poziomu morza zarówno w skali roku jak i dla sezonu jesiennego i zimowego rosną w kierunku wschodnim wybrzeża. Najwyższe wartości referencyjne średniego poziomu morza odnotowano w sezonie jesiennym, od ok. 503 cm w części zachodniej do ok. 517 cm w części wschodniej wybrzeża. Wyraźnie od pozostałych wartości odbiega średni poziom morza w ujściu Wisły, co spowodowane jest nie tylko cyrkulacją powietrza nad Bałtykiem ale też warunkami hydrologicznymi w jej dorzeczu. Najwyższe wartości referencyjne kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza odnotowano w okresie 1971-1990 w sezonie jesiennym. Od ok. 542 cm w Łebie do ok. 551cm w Gdańsku oraz ok. 558 cm w ujściu Wisły.

Tab.7.9. Wartości referencyjne średniego poziomu morza [cm] i kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza w skali roku oraz sezonu jesiennego i zimowego,1971-1990

stacja	Wartości referencyjne średniego poziomu morza [cm] w skali roku, 1971-1990	Wartości referencyjne kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza [cm] w skali roku, 1971-1990	Wartości referencyjne średniego poziomu morza [cm] w sezonie zimowym, 1971-1990	Wartości referencyjne kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza [cm] w sezonie zimowym, 1971-1990	Wartości referencyjne średniego poziomu morza [cm] w sezonie jesiennym, 1971-1990	Wartości referencyjne kwantyla 95% maksymalnego poziomu morza [cm] w sezonie jesiennym, 1971-1990
Świnoujście	499,5	533,9	502,7	548,1	503,6	544,9
Kołobrzeg	501,0	533,8	505,2	547,2	507,4	547,6
Ustka	503,2	532,7	507,8	544,4	510,7	545,9
Łeba	503,6	529,2	509,5	541,0	512,0	542,1
Władysławowo	503,2	531,2	508,0	542,3	511,4	544,9
Hel	504,5	530,9	508,7	541,5	512,5	544,8
Gdynia	506,7	533,9	511,0	544,4	514,6	547,6
Gdańsk	509,0	537,3	513,0	548,1	517,1	551,7
Gdańsk – Ujście Wisły	516,1	548,9	520,4	560,7	519,8	558,5

W związku z wyraźną intensyfikacją zjawisk sztormowych (tzn. wezbrania pojawiają się coraz częściej i osiągają coraz wyższe wartości podczas kulminacji), uwzględnienie wpływu zmian klimatu na wartość maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie ocenia się jako konieczne. Szczególnie w zakresie szacowania zagrożenia powodziowego oraz projektowania budowli zabezpieczających przed powodzią od wód morskich i wewnętrznych wód morskich.

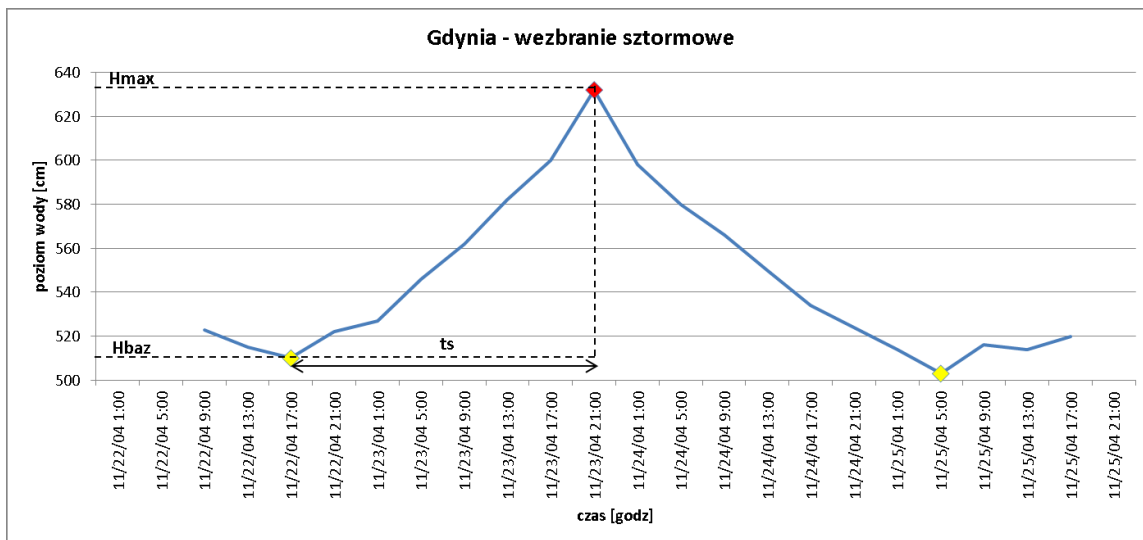
W obliczanych scenariuszach zagrożeń powodziowych wzrost poziomu spowodowany zmianami klimatycznymi nie powinien przekraczać okresu 100 letniego, tj. najdłuższego czasu żywotności konstrukcji hydrotechnicznych.

VII.6. Hipotetyczne wezbrania sztormowe dla przyjętych scenariuszy powodziowych (H1% i H0,2%)

Hipotetyczne wezbrania sztormowe o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% oraz 0,2% należy opracować dla każdej stacji pomiarowej, ponieważ stanowią one bezpośrednie dane wejściowe do modeli hydraulicznych. Do konstruowania hipotetycznych wezbrań sztormowych zaleca się stosowanie metody Politechniki Warszawskiej, zmodyfikowaną na potrzeby poziomów wody (Jednorąg, 2003). W tej metodzie zakłada się dopasowanie hydrogramu teoretycznego (tzw. hipotetycznego wezbrania sztormowego) do rzeczywistych zarejestrowanych wezbrań.

W celu wyznaczenia kształtu (czasu trwania oraz wartości poziomów wody) należy przeprowadzić analizę co najmniej 5 największych wezbrań sztormowych zanotowanych w ostatnich 30 latach. Ze zbioru danych o poziomach wody dla danej stacji należy wybrać 5 (lub więcej) największych wezbrań sztormowych. Historyczne wezbrania sztormowe powinny zostać wyselekcjonowane z tego samego okresu, z którego wyznaczono poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia. Dla każdego z wezbrań sztormowych należy określić bazowy poziom wody H_{baz} , od którego rozpoczyna się intensywny wzrost poziomów wody do H_{max} (maksymalnego poziomu wody). Ponowne osiągnięcie wartości poziomu bazowego określane jest jako koniec wezbrania. W sytuacji, kiedy powrót do poziomu bazowego następuje po długim czasie, koniec wezbrania można wyznaczyć w miejscu przecięcia stycznej do krzywej opadania w punkcie największej krzywizny z podstawą wezbrania (Hydroprojekt 1989).

Dla każdego z wyselekcjonowanych wezbrań należy wyznaczyć czas wznoszenia wezbrania t_s , czyli czas od poziomu bazowego do osiągnięcia poziomu maksymalnego wezbrania.



Rys.7.3. Poziomy wody podczas wezbrania sztormowego w Gdyni w dniach 22-25.11.2004

Dla tak przygotowanych fal należy odczytać wartości poziomów wody w punktach odpowiadających czasowi t_i o wartościach:

$$t_i = \frac{ts}{10}, 2 \frac{ts}{10}, 3 \frac{ts}{10}, 4 \frac{ts}{10}, \dots, 9 \frac{ts}{10}, 9.5 \frac{ts}{10}, 10 \frac{ts}{10}, 10.5 \frac{ts}{10}, 11 \frac{ts}{10}, 14 \frac{ts}{10}, 16 \frac{ts}{10}, 18 \frac{ts}{10}, 20 \frac{ts}{10}, 30 \frac{ts}{10}, 35 \frac{ts}{10}, 40 \frac{ts}{10}, 50 \frac{ts}{10} \text{ [godz]}$$

Następnie dla odczytanych wartości t_i , dla wszystkich wyselekcjonowanych fal można wyznaczyć wartości średnie S_i :

$$S_i = \frac{\sum_{n=1}^n H_n}{n} \quad \text{dla } i = (1, \dots, m)$$

gdzie,

H_{\max} - maksymalny poziom wody dla każdego z n -wezbrań sztormowych historycznych, [cm]

H_n - poziom odczytany z hydrogramu poziomów wody dla czasu t_i dla każdego z n -wezbrań historycznych, [cm]

m – ilość punktów na osi czasu,

n - liczba historycznych wezbrań sztormowych

Przy obliczaniu wartości S_i , dla czasu $t_i = t_s$, wartość musi być równa 1.

Aby obliczyć kolejne wartości poziomu wody dla hipotetycznego wezbrania należy pomnożyć kolejne wartości S_i przez wartość maksymalnego poziomu wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

Bazowy poziom wody dla hipotetycznego wezbrania sztormowego należy wyznaczyć według wzoru:

$$H_{\text{baz } p\%} = H_{\text{max } p\%} \frac{\sum_1^n H_{\text{baz}}^{\text{max}}}{n} \text{ [cm]}$$

gdzie,

$H_{\text{max } p\%}$ - maksymalny poziom wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, [cm]

H_{max} - maksymalny poziom wody dla każdego z n -wezbrań sztormowych historycznych, [cm]

H_{baz} – bazowy poziom wody dla każdego z n -wezbrań sztormowych historycznych, [cm]

n - liczba historycznych wezbrań sztormowych

Opracowane powyższą metodą hipotetyczne wezbrania sztormowe można również porównać z historycznymi obserwacjami wezbrań sztormowych, które wystąpiły przed analizowanym okresem. W ten sposób można oszacować, jakiemu prawdopodobieństwu odpowiadało historyczne wezbranie sztormowe.

VII.7. Średnie przepływy w odcinkach rzek niekontrolowanych uchodzących do morza

Wyznaczenie średnich przepływów w ujściowych odcinkach rzek do morza jest konieczne ponieważ zostaną one uwzględnione w scenariuszach powodziowych od strony morza jako warunek brzegowy dla rzeki. Przepływy charakterystyczne dla cieków niekontrolowanych z uwagi na brak pomiarów przepływów na posterunkach wodowskazowych należy obliczyć metodami empirycznymi:

- **wg Iszkowskiego, zmodyfikowanymi przez Byczkowskiego**

Przepływ średni roczny:

$$Q_S = 0.03171 * c * P * A_0$$

gdzie:

Q_S – przepływ średni roczny [m^3/s],

c – współczynnik odpływu przeciętny z danym dorzeczem (stosunek odpływu do opadu) [-],

P – opad normalny z wielolecia dla stacji opadowej [m],
 A_o– powierzchnia zlewni w przekroju obliczeniowym [km²].

Wielkość współczynnika **c** należy wybrać z tabeli 7.5. Wartość współczynnika odpływu przybiera wartości większe im bardziej urozmaicona jest rzeźba terenu , najmniejszy jest w dorzeczych płaskich i nizinnych. Zakres tabeli (Tab.7.6.) ograniczono ze względu na rzeźbę terenu w obszarach nadmorskich.

Tab. 7.6. Wartość współczynnika **c** w zależności od rzeźby terenu dorzecza

Grupa topograficzna		
nr	Rzeźba terenu	c [-]
1	Bagna i niziny	0,20
2	Płasczyczny i płaskowzgórza	0,25
3	Płasczyczny w połączeniu z pagórkami	0,30
4	Pagórki o łagodnych stokach	0,35
5	Bardziej strome pagórki i przedgórze	0,40

Wartość współczynnika **c** można również wyliczyć wzorami Kajetanowicza:

$$\alpha_n = 0,063 * W_s^{0,25} * \Psi^{0,1}$$

gdzie:

α_n – współczynnik odpływu dla rzek nizinnych

W_s – średnia wysokość nadmorska zlewni [m n.p.m.], liczona wg wzoru:

$$W_s = 0,5 * (W_z + W_u) \text{ [m n.p.m.]}$$

W_z – wysokość źródeł, [m n.p.m.]

W_u – wysokość ujścia, [m n.p.m.]

Ψ - średnie nachylenie zboczy [%] liczone wg wzoru:

$$\Psi = \frac{W_z - W_u}{\sqrt{A}}$$

A- powierzchnia zlewni, [km²]

- **wg Kollisa**

Przepływ średni roczny:

$$Q_s = 0.03171 \cdot \varphi \cdot H \cdot F$$

gdzie:

Q_s – przepływ średni roczny [m^3/s],

φ – współczynnik podający stosunek odpływu do opadu [-],

H – opad normalny z wielolecia dla stacji opadowej [m],

F – powierzchnia zlewni w przekroju obliczeniowym [km^2].

$$\varphi = \frac{d}{z \cdot s}$$

gdzie:

d – współczynnik zależny od wysokości opadów i wielkości dorzecza (tab.7.7., tab.7.8.) , [-]

z – współczynnik zależny od wielkości zlewni (tab. 7.9.), $z = f_1(A)$

s – współczynnik zależny od stosunku powierzchni zlewni do długości dorzecza (tab.7.10.), $s = f_2\left(\frac{A}{L}\right)$

Tab. 7.7. Współczynnik d dla rzek, których górny bieg leży w strefie o opadach rocznych wyższych od 620 mm

H opady [mm]	Powierzchnia dorzecza [km^2]										
	1	5	10	25	50	100	200	500	1000	2000	5000
640	0,883	0,743	0,670	0,636	0,628	0,615	0,602	0,588	0,578	0,565	0,555
680	0,902	0,775	0,720	0,642	0,636	0,623	0,615	0,602	0,597	0,588	0,578
720	0,908	0,802	0,743	0,676	0,650	0,636	0,628	0,615	0,610	0,602	0,588
760	0,920	0,835	0,775	0,712	0,767	0,650	0,642	0,628	0,623	0,615	0,610
800	0,937	0,753	0,810	0,759	0,712	0,767	0,650	0,642	0,636	0,628	0,623
840	0,948	0,880	0,846	0,810	0,775	0,743	0,692	0,670	0,650	0,642	0,636
880	0,958	0,908	0,880	0,846	0,827	0,802	0,775	0,743	0,712	0,691	0,670
920	0,968	0,937	0,930	0,890	0,880	0,862	0,846	0,820	0,801	0,793	0,767

Tab.7.8. Współczynnik **d** dla rzek, których górny bieg leży w strefie o opadach rocznych niższych od 620 mm

H opady [mm]	Powierzchnia dorzecza [km ²]										
	1	5	10	25	50	100	200	500	1000	2000	5000
450	0,825	0,628	0,584	0,532	0,492	0,458	0,422	0,379	0,356	0,327	0,293
500	0,835	0,642	0,610	0,560	0,526	0,487	0,458	0,416	0,387	0,364	0,332
540	0,846	0,670	0,623	0,578	0,547	0,512	0,482	0,447	0,422	0,395	0,361
580	0,864	0,698	0,642	0,597	0,565	0,537	0,508	0,477	0,447	0,422	0,400
620	0,880	0,727	0,655	0,623	0,589	0,565	0,537	0,505	0,458	0,458	0,428

Tab.7.9. Współczynnik **z**

A [km ²]	1	3	5	10	15	50	100	200	300	500	700	1000	2000	3000	5000
z	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,12	1,12

Tab.7.10. Współczynnik **s**

$\frac{A}{L}$	1	2	3	4	6	9	14	20	30	40	60	80	100	200	300	400
s	1,10	1,16	1,20	1,24	1,29	1,35	1,2	1,49	1,57	1,63	1,72	1,78	1,83	2,01	2,12	2,20

Zaleca się stosowanie metody analogii hydrologicznej polegającej na dobraniu zlewni kontrolowanej podobnej (analogicznej) pod względem warunków hydrologicznych do zlewni niekontrolowanej i kolejno przeniesieniu informacji o charakterystykach przepływu SQ zlewni kontrolowanej do niekontrolowanej.

Dobór zlewni podobnych odbywa się na podstawie podobieństwa czynników klimatycznych oraz fizyczno-geograficznych.

$$Q_o = Q_w * \left(\frac{A_o}{A_w} \right)^n$$

Q_0 - przepływ w profilu niekontrolowanym [m³/s]

Q_w - przepływ w profilu porównawczym (wodowskazowym) [m³/s]

A_0 - powierzchnia zlewni w profilu badanym [km²]

A_w - powierzchnia zlewni w profilu porównawczym [km²]

n - wykładnik n dla przepływów średnich =1

W przypadku kiedy odpływy jednostkowe w obu porównywanych zlewniach różnią się znacznie określa się współczynnik k będący ilorazem odpływów jednostkowych w obydwu rozpatrywanych zlewniach. Współczynnik ten wyznacza się ze wzoru Byczkowskiego i Mandesa [Byczkowski 1999]

Zależności regionalne

W przeszłości zależności takie ustalane były głównie w postaci wzorów empirycznych, obecnie dąży się do stosowania uśrednionych zależności regionalnych. Poprawne ustalenie tych zależności wymaga spełnienia różnych warunków, między innymi zbadania jednorodności i synchroniczności ciągów pomiarowych wykorzystywanych w obliczeniach oraz sprawdzenia obszarowej niezależności opisywanej zmiennej. Należy również przeanalizować czy pod wpływem działalności człowieka nie zaszły zmiany w warunkach aktualnie kształtujących procesy hydrologiczne tzn. czy nie zmienił się znacznie wskaźnik urbanizacji, zalesienia, zabagnienia itp. zlewni. W przypadku wyznaczania przepływów średnich należy również zwrócić uwagę na czynniki, od których zależy całkowita objętość odpływu czyli opady atmosferyczne, ukształtowanie terenu czy charakter podłoża. Stosowanie uśrednionych zależności regionalnych w stosunku do przepływów średnich możliwe jest nawet przy braku jednoczesności występowania zjawisk ekstremalnych w danym regionie.

W przypadku obliczeń przepływu średniego rocznego z wielolecia SSQ ustalamy najpierw średni dla regionu spływ jednostkowy SSq [m²/s*km²]. SSq wyznaczamy jako średnią arytmetyczną z wartości SSq_i obliczonych dla poszczególnych $i = 1, 2, \dots, n$ stacji wodowskazowych, którym przyporządkowane są powierzchnie zlewni obszarowo niezależne.

$$SSq_{sr} = 1/n * \sum_{i=1..n} (SSq_i)$$

Przepływ średni roczny z wielolecia SSQ_{nk} dla dowolnej zlewni niekontrolowanej leżącej w tym regionie można obliczyć jako :

$$SSQ_{nk} = SSq_{sr} * A_{nk}$$

gdzie :

A_{nk} - pole powierzchni zlewni niekontrolowanej.

VII.8. Średnie przepływy rzek kontrolowanych w odcinkach uchodzących do morza

Dla rzek kontrolowanych do obliczeń należy wykorzystywać dane zanotowane na stacji wodowskazowej, znajdującej się powyżej wpływu cofki. W przypadku, kiedy przekrój wodowskazowy pokrywa się z przekrojem obliczeniowym z danych zaobserwowanych w wieloletniu (1951-2016) należy obliczyć SQ, czyli przepływ średni z przepływów średnich rocznych. Jeżeli przekrój obliczeniowy nie pokrywa się z przekrojem wodowskazowym do przeniesienia ciągu obserwacyjnego należy zastosować metodę ekstrapolacji. Metodę tę można zastosować w przypadku, kiedy przekrój obliczeniowy znajduje się powyżej przekroju wodowskazowego i zamyka zlewnię o powierzchni A_o nie mniejszej od połowy powierzchni A_w , zamykającej przekrój wodowskazowy $A_w > A_o \geq 0,5A_w$. Kiedy przekrój obliczeniowy znajduje się poniżej przekroju wodowskazowego, powierzchnia zlewni A_o powinna zawierać się w przedziale $A_w < A_o \leq 1,5 A_w$.

$$Q_o = Q_w * \left(\frac{A_o}{A_w} \right)^n \quad (1)$$

przy ekstrapolacji przepływów średnich należy przyjmować wartość parametru $n = 1$.

Metodę interpolacji należy zastosować, kiedy przekrój obliczeniowy znajduje się pomiędzy przekrojami wodowskazowymi.

$$Q_o = Q_{w1} + \frac{Q_{w2} - Q_{w1}}{A_{w2} - A_{w1}} (A_o - A_{w1}) \quad (2)$$

gdzie:

Q_o - wartość charakterystyki przepływu w przekroju obliczeniowym,

Q_w - wartość charakterystyki przepływu w przekroju wodowskazowym,

A_o - wielkość powierzchni zlewni zamkniętej przekrojem obliczeniowym,

A_w - wielkość powierzchni zlewni zamkniętej przekrojem wodowskazowym,

n - parametr empiryczny, dla wartości przepływów SQ należy przyjąć $n = 1$

VII.9. Hydrogramy historycznych wezbrań sztormowych wykorzystywanych do kalibracji i weryfikacji modeli

Na potrzeby kalibracji i weryfikacji modelu hydrodynamicznego niezbędne jest przygotowanie hydrogramów dwóch największych historycznych wezbrań sztormowych dla każdej stacji mareograficznej oraz w ujściowych odcinkach rzek. Dane te powinny pochodzić z okresu ostatnich 15 lat, aby zapewnić właściwy poziom aktualności modelu pod względem zabudowy hydrotechnicznej i zagospodarowania terenu.

VIII. MODELOWANIE HYDRAULICZNE

Modelowanie hydrauliczne zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich jest złożonym i trudnym zagadnieniem.

Złożoność polega na konieczności znalezienia optymalnego rozwiązania pomiędzy: precyzją wyznaczania stref zagrożonych powodzią, zasięgiem zagrożenia wezbraniem sztormowym wzdłuż linii brzegowej; czasem obliczeń oraz możliwościami kalibracji i weryfikacji.

Trudność polega na tym, że wykonanie analizy zagrożenia powodziowego dla fragmentu wybrzeża wymaga zbudowania modelu dającego się skalibrować i zweryfikować.

Opierając się na polskim systemie monitoringu poziomów morza należy przyjąć, że jest to zagadnienie wymagające zbudowania modelu obejmującego swym zasięgiem co najmniej 3 mareografy (gdzie średnia odległość między skrajnymi mareografami wynosi około 100 km i więcej). Biorąc pod uwagę specyfikę polskiego wybrzeża - jest wielce prawdopodobne, że do celów kalibracji będzie konieczne zbudowanie ogólnego modelu dla akwenu południowego Bałtyku, a być może nawet Morza Bałtyckiego. Przy czym skalibrowany model o mniejszej dokładności przestrzennej tworzyłby warunki początkowe i brzegowe dla docelowego modelu zagrożenia powodziowego. Oznacza to konieczność opracowania podwójnych modeli, co w konsekwencji wydłuża cały proces tworzenia oraz wpływa na czas obliczeń.

W szczególnych przypadkach możliwe będzie wykonanie kalibracji i weryfikacji modeli w oparciu o jeden mareograf i wodowskaz na rzece w jej ujściowym odcinku, (np. mareograf zlokalizowany w Porcie Północnym w Gdańsku oraz wodowskaz na Martwej Wiśle w Sobieszewie).

Możliwe, że wyżej omówione problemy przyświecały autorom „**Metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego**”, opracowanej w oparciu o zapisy Ramowej Dyrektywy Wodnej i Ustawy Prawo Wodne, w której dokonują rozdziału określania zagrożenia powodziowego dla wód morskich

na wybrzeżu bez uchodzących rzek oraz brzegów morskich obejmujących ujścia rzek, gdy w rozdziale 8.3. (tamże) poświęconemu modelowaniu powodzi morskich stwierdzają, że: „W rejonie wybrzeża morskiego wyznaczanie obszarów zagrożenia powodziowego powinno się opierać na prostym przeniesieniu rzędnych wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia na cyfrowy model terenu. Na mapach zagrożenia powodziowego dla pasa nadbrzeżnego, z wyjątkiem ujściowych odcinków rzek, wystarczy przedstawić tylko strefę dla scenariusza $p=0,2\%$ lub dla zjawiska ekstremalnego.” Autorzy przywołują zrealizowany w latach 1999-2000 Projekt Celowy Nr 9T12C06997C/3636 pt.: „**Strategia ochrony brzegów morskich**”, w którym dokonano oceny zagrożenia i ryzyka powodziowego dla polskiego wybrzeża.

Z powyższego wynika, że w pierwszym cyklu opracowywania map zagrożenia powodziowego, zgodnie z „*Metodyką opracowania map zagrożenia powodziowego*” (Warszawa, 2009) zatwierdzoną przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, nie było konieczności tworzenia modeli hydraulicznych do określenia zasięgu zagrożenia powodziowego, powodowanego przez wody morskie dla otwartego wybrzeża. Nie było również konieczności określania zagrożenia powodziowego od wód morskich o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$. Natomiast alternatywnie można było wybrać zjawiska o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=0,2\%$ lub zjawiska ekstremalne (określane indywidualnie przez każde z państw członkowskich Unii Europejskiej).

Z kolei dla terenów wokół Zalewu Szczecińskiego, Zalewu Wiślanego oraz obszarach o wysokiej intensywności zainwestowania autorzy wspomnianej metodyki dopuszczali dwa opcjonalne rozwiązania. Pierwsze podobnie do stosowanego dla otwartego wybrzeża, a oparte na technologii geograficznych systemów informacyjnych (GIS):

„określenie obszarów zagrożenia powodziowego w oparciu o numeryczny model terenu i obliczone rzędne zwierciadła wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia,”

oraz drugi wariant z wykorzystaniem dwuwymiarowego matematycznego modelowania hydraulicznego:

„zastosowanie modelu 2D dla określenia położenia powierzchni zwierciadła wody na tych zbiornikach, w tym przypadku, oprócz standardowych wymagań modelu 2D, należy uwzględnić m.in.: pole wiatrowe (deniwelacja zwierciadła wody) oraz dwukierunkową wymianę wód pomiędzy morzem a Zalewem.

Wyboru pomiędzy wymienionymi powyżej rozwiązaniami należy dokonać na podstawie wstępnej oceny ryzyka powodziowego.

W ujściowych odcinkach rzek (uchodzących do morza lub zalewów) wystarczy stosować model 1D. Dolnym warunkiem brzegowym modelu powinna być rzędna zwierciadła wody odpowiadająca

stanom wód o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia ($p=10\%$, 1% i 0.2%) dla odbiornika (zalew, morze) (w strefie oddziaływania spiętrzeń odmorskich nie jest możliwe operowanie przepływami o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia)."

Można zatem stwierdzić, że do 22 stycznia 2013 r., (tj. do ukazania się rozporządzenia w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego mapy zagrożenia powodziowego) obowiązywała dla większości polskiej linii brzegowej - z wyłączeniem Gdańska, Gdyni i Szczecina - metodyka, na podstawie której mapy zagrożenia powodziowego można było wykonać za pomocą prostej funkcji odcięcia maksymalnego poziomu morza (dla prawdopodobieństwa przewyższenia $p=0,2\%$) od numerycznego modelu terenu. Nie wymagano budowy modeli hydraulicznych. Nie oznacza to, że mapy zagrożenia powodziowego - opracowane w pierwszym cyklu planistycznym – nie powstały w oparciu o modelowanie matematyczne. Wręcz przeciwnie, mapy zagrożenia powodziowego zostały opracowane na bazie wyników dwuwymiarowych modeli matematycznych w ruchu nieustalonym.

Wyżej wymienione rozporządzenie doprecyzowało zasady wyznaczania obszarów zagrożenia powodziowego w: „§5.1. *Obszar zagrożenia powodziowego wyznacza się na podstawie rzędnych zwierciadła wody, uzyskanych w wyniku matematycznego modelowania hydraulicznego, z wykorzystaniem systemów informacji geograficznej (GIS), bazując na numerycznym modelu terenu (NMT).*"

Autorzy niniejszej metodyki wskazują jako zalecane do zastosowania dwuwymiarowe lub hybrydowe matematyczne modelowanie hydrauliczne w ruchu nieustalonym, w celu określenia zagrożenia powodziowego od strony wód morskich lub wewnętrznych wód morskich. Przyjęcie takiego sposobu realizacji cechuje się najwyższym stopniem sprawdzalności i poprawności przyjętych założeń w porównaniu do użycia rozwiązań z wykorzystaniem wyłącznie geograficznych systemów informacyjnych lub wykorzystania modeli wyłącznie w ruchu ustalonym.

W związku z powyższym warto nadmienić, że mapy zagrożenia powodziowego od strony wód morskich oraz wewnętrznych wód morskich wykonane w pierwszym cyklu planistycznym, opracowano w oparciu o wyniki obliczeń matematycznych modeli hydrodynamicznych w ruchu nieustalonym. Opracowane wówczas modele są dostępne w Krajowym Zarządzie Gospodarki Wodnej, Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej oraz Urzędach Morskich i stanowią doskonałą bazę wyjściową do weryfikacji, aktualizacji lub tworzenia nowych map w drugim cyklu tworzenia map zagrożenia powodziowego.

VIII.1. Zasady budowy lub modyfikacji (aktualizacji) modeli hydraulicznych oraz sposób przeprowadzania modelowania.

Zasady budowy a tym samym modyfikacji (aktualizacji) modeli hydraulicznych oraz sposób przeprowadzenia modelowania szczegółowo omawia „*Metodyka opracowania map zagrożenia powodziowego*” od rozdziału 6.2. Niestety autorzy skoncentrowali się głównie na przykładach modeli rzecznych i nie podali w metodyce przykładu sposobu budowy modelu dla obszaru nadmorskiego.

W szczególności dotyczy to podejścia do opracowania warunków brzegowych w rozróżnieniu na wyodrębnione akweny. Nie poruszona została kwestia kalibracji i weryfikacji modeli morskich.

Z tego względu w niniejszej metodyce skoncentrowano się na etapach budowy modeli hydraulicznych służących do symulacji powodzi od wód morskich i wewnętrznych wód morskich.

VIII.1.1. Zasady budowy modeli lub modyfikacji (aktualizacji) modeli hydraulicznych

Główne zasady budowy a tym samym aktualizacji istniejących matematycznych modeli hydraulicznych wynikają bezpośrednio z wymogów stawianych przez *rozporządzenie w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego*. Określono w nim następujące elementy, które należy wykorzystać do określania map zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich. Elementy te pozwalają zdecydować o wyborze rodzaju modelu do realizacji zadań oraz o parametrach, które należy zapisywać w wynikach modeli. Rozporządzenie stwierdza, że:

- *Nie wykonuje się mapy zagrożenia powodziowego wraz z prędkościami przepływu wody i kierunkami przepływu wody dla powodzi od strony morza i morskich wód wewnętrznych (§2 ust.4).*

Zapis ten pozwala określić zakres danych wyjściowych z modelowania hydraulicznego koniecznych do opracowania zasięgu i głębokości zagrożenia powodziowego.

- *§6.1. Matematyczne modelowanie hydrauliczne wykonuje się za pomocą modeli:*
 - *jednowymiarowego modelu przepływu (1D), w którym wektor prędkości ma jedną niezerową składową;*
 - *dwuwymiarowego modelu przepływu (2D), w którym wektor prędkości ma dwie niezerowe składowe.*

2. Modelowanie dwuwymiarowe wykonuje się dla miast wojewódzkich i miast na prawach powiatu oraz innych miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 000 osób.

3. Dla terenów innych niż wymienione w ust. 2 wykonuje się modelowanie jednowymiarowe.
4. Nie wyklucza się opracowania modeli dwuwymiarowych dla terenów innych niż wymienione w ust. 2.
5. Dla terenów wskazanych do modelowania dwuwymiarowego można wykonać modele hybrydowe (1D/2D), składające się z jednowymiarowego modelu dla koryt cieków oraz modelu dwuwymiarowego dla obszarów zalewowych od cieków naturalnych i kanałów oraz od strony morza i morskich wód wewnętrznych.

Z oczywistych względów, na podstawie przytoczonych zapisów, nie można wykorzystać modeli jednowymiarowych do określenia zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich. Pozostają zatem do dyspozycji jedynie dwa rozwiązania: zastosowanie modeli dwuwymiarowych lub modeli hybrydowych. Przy czym zapis z paragrafu drugiego pozwala na ograniczenie wielkości plików wynikowych poprzez ich ograniczenie do parametru głębokości wody lub numerycznego modelu powierzchni wody.

Ze względu na specyfikę modelowania zagrożeń powodziowych generowanych przez wezbrania sztormowe, na obszarach zagrożonych od strony morza wskazane jest wykorzystanie modeli dwuwymiarowych lub hybrydowych.

Poniżej przedstawiono zasady budowy lub aktualizacji matematycznych modeli, wykorzystywanych do określania zagrożenia powodziowego od strony wód morskich lub wewnętrznych wód morskich.

VIII.1.1.A. Zasady budowy modeli hydraulicznych

VIII.1.1.A.1. Analiza obszaru

Analizę obszaru zagrożonego powodzią od strony wód morskich lub wewnętrznych wód morskich należy wykonać na podstawie: numerycznego modelu terenu, sieci hydrograficznej, dostępnych historycznych danych obserwacyjnych, historycznych zasięgów powodzi oraz wyliczonych hipotetycznych poziomów wezbrań sztormowych.

Wstępna analiza rozpatrywanego obszaru pozwoli na dokonanie wyboru rodzaju modelowania oraz wielkości obszaru modelowania. Analizę należy wykonać ze szczególną starannością, gdyż podjęte decyzje będą miały bezpośrednie przełożenie na czas wykonania modeli oraz czas obliczeń.

VIII.1.1.A.2. Wybór podejścia do określenia zasięgu powodzi

Po wykonaniu analizy dostępnych materiałów należy podjąć decyzję, czy do sporządzenia zasięgu powodzi wystarczy użyć model dwuwymiarowy, czy model hybrydowy. Wstępna analiza pozwoli także na podjęcie decyzji, czy konieczne jest opracowanie modeli zagnieżdżonych.

Obszary zagrożone powodzią od strony morza różnią się tym od terenów zagrożonych od wód śródlądowych, że ich przebieg na lądzie jest trudny do przewidzenia i zależy od ukształtowania terenu. Przypomina w swym charakterze propagację fali powodziowej po wystąpieniu wód z głównego koryta rzeki, przelaniu się przez wał przeciwpowodziowy lub jego przerwaniu. Próba schematyzacji przebiegu takiego zjawiska za pomocą modelu jednowymiarowego jest skazana na niepowodzenie i jest niezwykle czasochłonna. W takim przypadku najlepszym rozwiązaniem jest wybór modelu dwuwymiarowego lub hybrydowego. Dobór zależy od specyficznych warunków hydromorfologicznych badanego obszaru zagrożonego powodzią.

Bazując na wskazaniach Raportu z wykonania MZP i MRP (z I cyklu planistycznego), modelowanie dwuwymiarowe lub hybrydowe należy wykonać:

- dla miast wojewódzkich, miast na prawach powiatu oraz innych miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 000 osób (zgodnie z Rozporządzeniem);
- dla scenariuszy zniszczenia lub uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych lub budowli ochronnych pasa technicznego;
- na obszarach zagrożonych od strony morza, obszarach depresyjnych, takich jak: Żuławy Wiślane, Zalew Wiślany, rejon jezior przyworskich oraz okolice Zalewu Szczecińskiego;
- dla cieśnin i ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem morza lub morskich wód wewnętrznych.

VIII.1.1.A.3. Obszar modelu

Model należy zbudować w taki sposób, aby poprawnie odzwierciedlał hydrodynamikę całego obszaru. Ze względu na wieloprzestrzenny charakter morskiego warunku brzegowego model należy sporządzić w wersji dwuwymiarowej, lub hybrydowej, tj. połączenia wersji dwuwymiarowej z wersją jednowymiarową.

Opracowując zasięg modelu należy znaleźć optymalne rozwiązanie dla rozmiaru modelu. Docelowo wielkość modelu zawsze będzie większa od obszaru, który jest badany pod kątem zagrożenia powodziowego.

Przyjęcie zbyt małego obszaru spowoduje, że zagrożenie powodziowe oprze się o granice modelu i zafałszuje wyniki. Należy szczególną uwagę przyłożyć do kontroli wyników modelowania, jeśli NMPW styka się z granicą obszaru modelowania poza granicami otwartych warunków brzegowych. W tym przypadku konieczne będzie zwiększenie obszaru modelowania, co implikuje stratę czasu na budowanie nowego modelu, a zatem wpłynie również na wydłużenie czasu obliczeń.

Z obszarem modelu dwuwymiarowego łączą się następujące zestawy danych:

- a. współczynniki szorstkości,
- b. początkowy układ zwierciadła wody (warunek początkowy)
- c. kierunek i prędkość wiatru lub opcjonalnie pole ciśnienia atmosferycznego (warunki brzegowe konieczne do kalibracji i weryfikacji). Oprogramowanie, które nie uwzględnia oddziaływania wiatru na powierzchnię wody nie może być stosowane do określania zasięgu zagrożenia powodziowego od wód morskich, wewnętrznych wód morskich, ani jezior.

VIII.1.1.A.4. Części wspólne modeli sąsiadujących

Modele przestrzennie sąsiadujące powinny zawierać część wspólną, odpowiednio dużą, aby wyniki w części wspólnej tych modeli były porównywalne i pozwalały uznać je za jednakowe. Warunek ten muszą spełnić również modele wykorzystywane do wyznaczania zasięgu zagrożenia powodziowego od strony wód morskich z modelami wykorzystywanymi do określania zagrożenia od wód śródlądowych. Ze względu na różnice w harmonogramie prac tworzenia map zagrożenia powodziowego przez Ministra odpowiedzialnego za wody morskie i Ministra odpowiedzialnego za wody śródlądowe, to wykonawcy map zagrożenia powodziowego od strony wód morskich powinni przekazać informacje o sposobie podejścia do warunków modelowania na wspólnych odcinkach wód śródlądowych.

VIII.1.1.A.5. Wielkość elementu siatki obliczeniowej

Docelowy model służący do określania zasięgu zagrożenia powodziowego może być wykonany w oparciu o dowolną siatkę obliczeń pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej jakości i precyzji wyników obliczeń. Musi zapewniać precyzję głębokości z dokładnością do +/- 10 cm (odpowiadającą warunkom narzuconym dla kalibracji) względem numerycznego modelu terenu uśrednionego do pola powierzchni nie większego niż 200 m². Oznacza to, że maksymalny rozmiar siatki obliczeniowej wykorzystywanej w modelu do określania zasięgu zagrożenia powodziowego nie może przekroczyć 200 m².

Wyjątkiem jest przypadek stosowania modeli zagnieżdżonych. Wówczas wielkość elementu siatki obliczeniowej modelu o większym obszarze może być większa niż 200 m². Wyniki tego modelu nie są brane bezpośrednio do określania zasięgu zagrożenia powodziowego. Model taki służy jedynie do transferu warunków brzegowych do modelu o większej precyzji.

Określając docelowy rozmiar elementów siatki obliczeniowej należy pamiętać o efekcie uśredniania rzędnych numerycznego modelu terenu. Zwykle wykorzystywany model numeryczny terenu posiada rozdzielczość 1 punktu na 1 metr kwadratowy. Dostępne są również modele terenu o rozdzielczości 4 (i więcej) punktów na 1 m². Wykorzystanie danych wejściowych o takiej rozdzielczości możliwe jest obecnie w bardzo ograniczonym obszarowo zakresie. Możliwość wykorzystania danych źródłowych jest uwarunkowana możliwościami obliczeniowymi dostępnego sprzętu komputerowego oraz oprogramowania. Na podstawie przeprowadzonych analiz (Bakuła K., 2014) wskazano możliwości i sposoby wykorzystywania algorytmów redukcji zbiorów wejściowych zawierających dane NMT, w celu ich przystosowania na potrzeby modelu hydraulicznego o rozdzielczości mniejszej niż NMT.

VIII.1.1.A.6. Identyfikacja obiektów o istotnym znaczeniu dla zasięgu zagrożenia powodziowego

Generalizacja numerycznego modelu terenu wpływa na jakość informacji o obiektach mających istotne znaczenie dla zasięgu zagrożenia powodziowego.

Obiekty chroniące przed powodzią

Jednym z najważniejszych etapów przygotowania matematycznego modelu hydraulicznego jest wyodrębnienie wszelkich obiektów (naturalnych lub technicznych) chroniących obszary zagrożone powodzią. Obiekty takie należy wyodrębnić w numerycznym modelu terenu, numerycznym modelu pokrycia terenu lub ze źródłowych plików w formacie LAS, a następnie wprowadzić je do siatki obliczeniowej matematycznego modelu.

Obiekty wpływające na transfer zagrożenia

Identyfikacja obiektów o istotnym znaczeniu dla zasięgu zagrożenia powodziowego dotyczy także obiektów, które pozwalają na swobodny przepływ wód powodziowych w terenie. Takimi obiektami będą wszelkie przepusty pod nasypami, drogami, wiadukty itp. Nie wszystkie obiekty, wpływające na transfer zagrożenia powodziowego, są dostępne w trakcie budowy modelu w postaci gotowych danych. Dopiero wnikliwa analiza numerycznego modelu terenu pozwala na zidentyfikowanie mniejszych obiektów

melioracyjnych, lub drogowych, które mają wpływ na rzeczywisty zasięg zagrożenia powodziowego.

Weryfikacja poprawności identyfikacji obiektów o istotnym znaczeniu dla zasięgu powodzi

Po wykonaniu pierwszych obliczeń należy ze szczególną starannością sprawdzić, czy wewnątrz uzyskanego numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) nie występują obiekty mogące ograniczyć zasięg powodzi.

Weryfikację przeprowadza się poprzez odjęcie $NMPW_{max}$ od numerycznego modelu terenu (NMT) oraz - w kolejnym kroku - od numerycznego modelu powierzchni terenu (NMPT) w maksymalnej dostępnej rozdzielczości.

Ponadto należy sprawdzić, czy na granicy wynikowego zasięgu zagrożenia powodziowego - - NMPW (określonego dzięki obliczeniom modelowym) nie występują miejsca lub obiekty mogące służyć rozprzestrzenianiu się zagrożenia powodziowego.

VIII.1.1.A.7. Model jednowymiarowy w modelu hybrydowym

a. Połączenie modelu dwuwymiarowego z jednowymiarowym.

Model dwuwymiarowy należy połączyć z modelem jednowymiarowym, gdy rozdzielczość modelu dwuwymiarowego nie pozwala na precyzyjne oddanie charakterystyki dna cieku, lub gdy odcinek rzeki uchodzącej do wód morskich wymagałby powiększenia obszaru modelu dwuwymiarowego w taki sposób, że znacznie wpłynęłoby to na czas obliczeń. Model jednowymiarowy należy połączyć z modelem dwuwymiarowym za pomocą połączenia czołowego, równoległego lub kombinacją obu typów.

b. Warunki brzegowe w modelu jednowymiarowym.

Warunki brzegowe w modelu jednowymiarowym w postaci przepływów zmiennych lub stałych w czasie - $Q(t)$ muszą znajdować się w takiej odległości od połączenia z modelem dwuwymiarowym, aby zapewniały brak wpływu efektu cofki na zadany przepływ. Kontrolę poprawności przyjętego zasięgu należy przeprowadzić w odległości co najmniej 1 km poniżej warunku brzegowego zadanego w modelu jednowymiarowym. Warunek poprawności będzie spełniony, gdy w punkcie kontrolnym przepływ nie będzie ulegał zmniejszeniu w stosunku do zadanego warunku brzegowego (odpowiednio przesuniętego w czasie dla przepływów w ruchu nieustalonym).

c. Transfer ryzyka powodzi w głąb lądu poprzez ujście rzeki do wód morskich

Model hybrydowy można wykorzystać przypadku zidentyfikowania obszarów nadmorskich w głębi lądu, na których występuje transfer zagrożenia powodziowego od strony wód morskich lub wewnętrznych wód morskich poprzez ujście rzeki. W tym rozwiązaniu odcinek ujściowy rzeki można wykonać w modelu jednowymiarowym i połączyć go z obszarem zalewowym położonym w głębi lądu – wykonanym w modelu dwuwymiarowym.

VIII.1.1.A.8. Kalibracja modelu

Model musi być skalibrowany na historycznym wezbraniu sztormowym.

Częstym problemem do rozwiązania w przypadku polskiego wybrzeża jest wykonanie kalibracji modelu dla wybranego obszaru zagrożonego powodzią. Zbudowanie jednego modelu (o jakości stosowanej do określania zagrożenia powodziowego – wykorzystywane siatki kwadratowe o boku od 3m do 12m), który da się skalibrować może być niemożliwe ze względu na wspomniane wcześniej odległości (ok. 100 km i więcej) pomiędzy sąsiadującymi stacjami sieci monitoringu poziomów morza.

Wymiary modelu opartego na siatce ortogonalnej wpływają bezpośrednio na czas obliczeń, który odgrywa podstawową rolę w możliwości terminowego wykonania map zagrożenia powodziowego. Część problemów związanych z prędkością obliczeń można zniwelować zastosowanym oprogramowaniem oraz sprzętem obliczeniowym. Jednakże pomimo dość zaawansowanych technologicznie procesorów oraz algorytmów obliczeniowych nadal czas obliczeń modeli hydraulicznych jest kwestią optymalizacji wymienionych czynników. W wielu przypadkach przy przyjętej rozdzielczości modelu (w pierwszym cyklu) czas obliczeń scenariusza powodziowego był równy lub dłuższy od czasu hipotetycznego wezbrania.

Jeżeli zastosowane oprogramowanie nie pozwala na zbudowanie jednego modelu o docelowej jakości, to dopuszcza się konieczność zbudowania modelu o dużej siatce obliczeniowej rzędu 50m x 50m (i więcej) lub wykorzystanie modelu o siatce nieregularnej (np. trójkątnej lub innej wielokątnej). Zastosowanie modelu o dużej siatce obliczeniowej, który można skalibrować w oparciu o dane obserwacyjne, będzie wymagało równoległego zbudowania modelu o mniejszej siatce obliczeniowej i konieczności transferu warunków brzegowych pomiędzy modelami.

Kalibracja modelu musi być wykonana w oparciu o warunki brzegowe w postaci zmiennych w czasie: poziomów morza, prędkości i kierunku wiatru (alternatywnie pola ciśnień).

VIII.1.1.A.9. Weryfikacja modelu

Należy przeprowadzić weryfikację modelu na innym wezbraniu sztormowym niż wykorzystane do kalibracji. Działanie to jest niezbędne dla potwierdzenia poprawności wykonanej kalibracji.

Dotychczasowe doświadczenie pozwala stwierdzić, że w przypadku modeli morskich prawdopodobieństwo przeprowadzenia pozytywnej weryfikacji modelu jest niemal stuprocentowe.

VIII.1.1.A.10. Wdrożenie modelu

Pozytywne wyniki przeprowadzonej kalibracji i weryfikacji kwalifikują model do wdrożenia do prac nad określaniem zasięgu zagrożenia powodziowego.

VIII.1.1.B. Zasady aktualizacji (modyfikacji) istniejących modeli hydraulicznych

Zasady aktualizacji czy modyfikacji istniejących modeli hydraulicznych są tożsame z zasadami budowy matematycznych modeli hydraulicznych. Ponadto:

- Nie wolno zakładać, że istniejący model został wykonany idealnie.
- - Należy sprawdzić kolejno wszystkie wymienione powyżej zasady budowy modeli hydraulicznych.
- - Aktualizację i modyfikację należy przeprowadzić ze starannością odpowiadającą budowaniu nowego modelu.

VIII.1.2. Sposób przeprowadzania modelowania

Modelowanie rozpoczyna się w momencie zakończenia prac nad budową modelu.

Modelowanie można podzielić na:

- **Etap wstępny**, w którym pojawiają się wszelkie możliwe błędy, łącznie z błędami krytycznymi, prowadzącymi do nagłego przerwania obliczeń. Na tym etapie należy usunąć wszelkie błędy. W szczególności należy zadbać o usunięcie wszelkich błędów obliczeń numerycznych. Podczas tego etapu można również przeprowadzić optymalizację doboru modelu, tj. modelu 2D opartego na siatce ortogonalnej; modelu 2D opartego na siatce nieregularnej lub modelu hybrydowego z ustaleniem miejsc połączeń pomiędzy modelem 1D z modelem 2D.
- **Kalibracja i weryfikacja modeli**, etap ten pozwala na dobranie optymalnych parametrów modelu (kroku czasowego, współczynników szorstkości, częstotliwości zapisywania danych)

- **Modelowanie scenariuszy powodziowych.** Przeprowadzenie obliczeń służących do określenia zasięgów obszarów zagrożenia powodziowego dla wybranych scenariuszy. Na tym etapie pojawi się konieczność modyfikacji modelu terenu, związana z modelowaniem scenariusza uszkodzenia obiektu ochrony przeciwszstormowej.

VIII.2. Typ modelowania, sposób ustalania warunków brzegowych i początkowych.

Zasadniczo wyróżnia się dwa typy modelowania matematycznego zjawisk hydraulicznych. Pierwszym rodzajem jest modelowanie w ruchu ustalonym, w którym przyjmuje się stałe wartości przepływów lub poziomów. Ten rodzaj modelowania można zastosować w sytuacjach, kiedy objętość wody fali powodziowej będzie się utrzymywała na wysokim poziomie przez odpowiednio długi czas i doprowadzi do zalania obszarów nadmorskich, doliny rzecznej lub rzecznych teras zalewowych do określonego maksymalnego poziomu. Ten rodzaj modelowania można wykorzystać w przypadku obwałowanego koryta rzeki uchodzącej do morza, o ile wysokość wałów nie pozwoli na ich przelanie (np. ujście Wisły do Zatoki Gdańskiej). Celem będzie ustalenie zasięgu cofki - układu zwierciadła wody na obwałowanym odcinku rzeki, znajdującego się pod wpływem piętrzenia od strony wezbrania sztormowego o określonym prawdopodobieństwie.

Drugim typem modelowania jest ruch nieustalony, który w swoim charakterze jest zbliżony do rzeczywistego przebiegu fali powodziowej lub wezbrania sztormowego w funkcji czasu. W tym przypadku mamy do czynienia z sytuacją, gdy retencja zalewanego obszaru ma stosunkowo większą objętość od ilości wody niesionej przez powódź. W takim przypadku, teren będzie zalewany stopniowo, a maksymalne głębokości wody wraz z odległością od źródła zagrożenia będą coraz mniejsze. Ten typ modelowania należy wykorzystać wszędzie tam, gdzie wystąpi przelanie przez budowle ochronne, lub naturalne formy terenu, powodując zagrożenie na rozległych terenach (np. rzeka Wisła Królewiecka). W tym przypadku określenie prawdopodobnego obszaru zagrożenia jest uzależnione od wydatku $Q(H(t))$, tj. ilości wody dostarczanej na teren zalewowy, zależnego od wysokości wezbrania sztormowego zmiennego w czasie.

Z tego względu ważnym aspektem, w przypadku modelowania powodzi generowanych przez wody morskie lub wewnętrzne wody morskie, jest zastosowanie obliczeń w ruchu nieustalonym, z wykorzystaniem obliczonych statystycznie wezbrań hipotetycznych.

Dodatkowym elementem przemawiającym za wykorzystaniem modeli dwuwymiarowych w ruchu nieustalonym jest konieczność kalibracji modeli morskich, w których główną siłą wymuszającą jest prędkość i kierunek wiatru.

Warunki brzegowe i początkowe

Sposób ustalania warunków początkowych i brzegowych jest uzależniony od etapu prowadzonych prac z modelem hydraulicznym. W okresie budowy modelu i wstępnych obliczeń, warunki początkowe mogą być przyjęte w taki sposób, że dla wszystkich cieków i wód morskich (lub wewnętrznych wód morskich) zostanie ustalony poziom 0 m n.p.m. Natomiast przepływy na ciekach można ustalić jako wartości, które będą odpowiadały przepływowi dla początku okresu kalibracji. W ten sposób po przeprowadzeniu odpowiednio długich obliczeń osiągniemy ustalony stan w modelu, który posłuży do rozpoczęcia obliczeń w ramach kalibracji. Czas tych wstępnych obliczeń jest zależny od ustabilizowania się poziomów i przepływów w ciekach oraz rozpatrywanym akwenu wód morskich. Podobny sposób postępowania należy przeprowadzić dla przygotowania modelu do obliczeń związanych z weryfikacją modelu. W praktyce określa się taką czynność jako gorący start (ang. hot start). Pozwala to na uniknięcie nagłych niestabilności w procesie obliczeń modelu, prowadzących do przerwania obliczeń.

Po przygotowaniu modelu do obliczeń kalibracyjnych można uruchomić model z warunkami brzegowymi zidentyfikowanymi dla wezbrania sztormowego na wybranych do tego celu mareografach. Na rzekach wprowadza się warunek brzegowy w postaci przepływu zarejestrowanego (przeliczonego wg krzywej natężenia przepływów) dla wybranego wodowskazu (z ewentualną korektą przepływu w zależności od odległości od wodowskazu). W ten sam sposób postępujemy w przypadku weryfikacji modelu.

Po uzyskaniu zadowalających wyników kalibracji i weryfikacji należy model doprowadzić do sytuacji ustalonej dla początku obliczeń odpowiadającej scenariuszowi zagrożenia powodziowego o największym prawdopodobieństwie wystąpienia zagrożenia powodziowego. Jako warunek brzegowy należy wprowadzić dane o zmiennym w czasie poziomie wód na morskim warunku brzegowym oraz stałe wartości przepływów SSQ dla cieków uwzględnionych w modelu.

W ten sam sposób powtarza się obliczenia dla pozostałych scenariuszy zagrożenia powodziowego.

Ponieważ warunek początkowy wyznaczany dla wezbrań hipotetycznych o różnym prawdopodobieństwie wystąpienia ustalany jest na różnym poziomie, to dla każdego scenariusza należy przygotować model do obliczeń w określonych warunkach początkowych.

VIII.3. Zapewnienie zgodności z modelami opracowywanymi dla poszczególnych odcinków rzek przez Prezesa KZGW, w szczególności na obszarach zagrożonych powodzią zarówno od strony rzek jak i wód morskich oraz wewnętrznych wód morskich.

Modelowanie hydrauliczne zagrożeń powodziowych od strony morza musi być zgodne z podejściem dla poszczególnych ujściowych odcinków rzek, przyjętym przez Prezesa KZGW, w szczególności na obszarach zagrożonych powodzią zarówno od strony rzek jak i wód morskich.

W celu zwiększenia dokładności wyznaczonych obszarów zagrożenia powodziowego należy również rozważyć przejście z modeli dwuwymiarowych (2D) na modele hybrydowe (1D/2D) w ujściowych odcinkach rzek przybrzeżnych dla modeli wykonanych w I cyklu planistycznym (rozdział III.1). W przypadku modelowania obszarów zagrożonych zarówno od strony morza jak i od strony rzeki, istnieje potrzeba zastosowania jednakowych modeli lub modeli o identycznych parametrach. Takie podejście gwarantuje zachowanie zgodności wyników obliczeń modelowych.

Mając powyższe na uwadze wymagane jest, aby przed przystąpieniem do modelowania dokonać uzgodnień w zakresie budowy modeli matematycznych i przyjmowanych warunków początkowych i brzegowych pomiędzy administracją odpowiedzialną za opracowanie map zagrożenia powodziowego od wód śródlądowych oraz administracją morską - odpowiedzialną za wyznaczanie map zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich – w ujściowych odcinkach rzek.

Ze względu na rozwiązania zastosowane podczas realizacji pierwszego cyklu planistycznego i uzyskanie zgodności z uzyskanymi wynikami zaleca się, aby podczas realizacji drugiego cyklu planistycznego maksymalnie wykorzystać materiały i modele, które powstały w oparciu o oprogramowanie MIKE firmy DHI.

W praktyce uzgodnienia będą obejmowały ustalenie wspólnych warunków początkowych i brzegowych, które pozwolą na uzyskanie porównywalnych wyników obliczeń. Do podstawowych ustaleń należą:

- a) Stosowanie jednakowego podejścia w zakresie rodzaju modelu (2D lub hybrydowego).
- b) Alternatywne stosowanie warunków brzegowych w ruchu nieustalonym o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia wyłącznie dla jednego źródła zagrożenia (od wód morskich, wewnętrznych wód morskich, lub wód śródlądowych) przy zachowaniu pozostałych warunków brzegowych na ich średnim poziomie z określonego wielolecia. Zastosowanie jednoczesnego wystąpienia warunków brzegowych - o określonym poziomie prawdopodobieństwa pojawienia się dla różnych źródeł - spowodowałoby

obniżenie łącznego prawdopodobieństwa. W ten sposób wyniki obliczeń nie byłyby zgodne z zakładanym prawdopodobieństwem.

Przykładem zastosowania tej reguły będzie wykonanie obliczeń dla zagrożenia powodziowego od strony wód morskich, do których uchodzi rzeka. Warunek brzegowy dla wód morskich będzie zawarty w zmiennym w czasie przebiegu fali hipotetycznej o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia (np. $p=0,2\%$). Warunek brzegowy dla rzeki będzie ustalony na poziomie SSQ (z określonego wielolecia) dla całego okresu obliczeń danego scenariusza zagrożenia powodziowego.

Natomiast zastosowanie tej reguły dla zagrożenia powodziowego od wód śródlądowych uchodzących do morza lub wewnętrznych wód morskich będzie następujące:

- warunek brzegowy dla rzeki będzie opisany zmiennym w czasie przepływem wyliczonym dla fali hipotetycznej o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia (np. $p=0,2\%$);
- warunek brzegowy dla wód morskich będzie ustalony na średnim poziomie morza z określonego wielolecia.

- c) Opracowanie map wynikowych na wspólnych obszarach zagrożenia jest niezależne. Mapy zagrożenia powodziowego od wód morskich i wewnętrznych wód morskich są prezentowane na oddzielnych zestawach map w stosunku do map zagrożenia powodziowego od wód śródlądowych.

VIII.4. Etapy budowy modeli

W ramach niniejszej weryfikacji i aktualizacji metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego od strony morza należy stwierdzić, że od czasu powstania „*Metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego*” (KZGW, 2009) nie nastąpiły żadne znaczące zmiany mogące wpłynąć na proces budowy jednowymiarowych lub dwuwymiarowych matematycznych modeli hydraulicznych.

Jedyną zmianą, która w tym czasie nastąpiła było zwiększenie liczby dostępnego oprogramowania, które jest w stanie sprostać stawianym wymogom.

W niniejszej metodyce skoncentrowano się na etapach budowy modeli służących do określania zagrożenia powodziowego od wód morskich i wewnętrznych wód morskich.

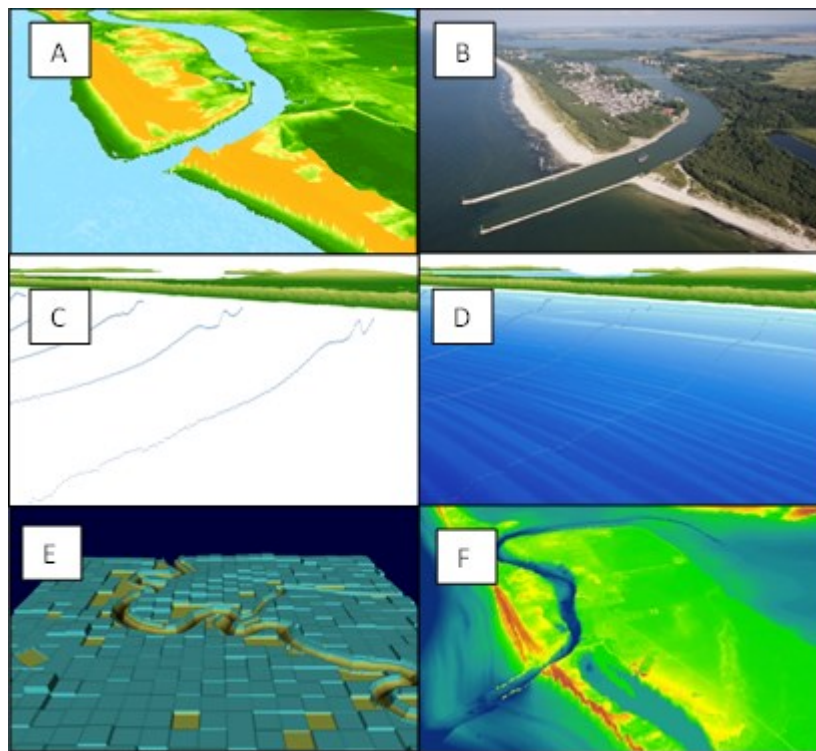
VIII.4.1. Schematyzacja obszarów morskich:

- Identyfikacja i lokalizacja posterunków wodowskazowych dla modelowanego obszaru, wybór i lokalizacja znaczących dopływów kontrolowanych i niekontrolowanych.
- Wyznaczenie obszaru obliczeniowego, w oparciu o wstępną ocenę ryzyka powodziowego numeryczny model terenu, maksymalny poziom zagrożenia powodziowego określony dla najmniej prawdopodobnego scenariusza powodziowego.
- Wybór siatki obliczeniowej: ortogonalnej lub nieregularnej.
- Wybór docelowego systemu modelowania pomiędzy modelem 2D lub modelem hybrydowym.
- Schematyzacja cieków śródlądowych w modelu 2D lub modelu jednowymiarowym (w modelu hybrydowym).

VIII.4.2. Opracowanie pomiarów batymetrycznych,

Opracowanie pomiarów batymetrycznych jest najistotniejszym elementem przygotowania modelu terenu na potrzeby modelowania hydraulicznego. Składa się ono z kilku etapów i jest uzależnione od źródeł dostępnych informacji. Niezbędny zakres informacji potrzebnych do przygotowania kompletnego modelu terenu obejmuje:

- numeryczny model terenu w rozdzielczości co najmniej 1 punkt na 1 m²,
- numeryczny model pokrycia terenu w rozdzielczości co najmniej 4 punktów na 1 m²,
- sklasyfikowane pliki LAS pochodzące z lotniczego skaningu laserowego w rozdzielczości co najmniej 4 punktów na 1 m²,
- ortofotomapa,
- profile dobrzegowe,
- dane zawierające pomiary dna wykonane echosondą,
- przekroje rzek uchodzących do morza,
- dane o budowlach hydrotechnicznych.



Rys. 8.1. Schemat przygotowania rastra obliczeniowego do modelowania 2D zagrożeń od strony morza

Wyróżnia się następujące etapy przygotowania kompletnego modelu terenu na potrzeby modelowania zasięgu zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich (rys. 8.1):

- A- Raster NMT bez informacji o ukształtowaniu dna akwenu lub cieku.
- B- Identyfikacja istotnych budowli hydrotechnicznych za pomocą dostępnych źródeł (NMPT, dane LAS, inwentaryzacje budowli hydrotechnicznych oraz systemów ochrony brzegów, ortofotomapy).
- C- Przygotowanie linii przekrojów dobrzegowych lub sondowania dna, odzwierciedlających ukształtowanie dna morskiego lub dna cieku
- D- Interpolacja przygotowanych danych wymienionych w punkcie C.
- E- Dno cieków, w części pozbawionej pomiarów batymetrycznych, wykonane przez interpolację pomiarów geodezyjnych przekrojów korytowych.
- F- Zinterpolowane dane z punktu E należy uwzględnić na rastrze obliczeniowym.

Dobór docelowej rozdzielczości rastra obliczeniowego musi być dostosowany do specyfiki danego obszaru, tak by możliwe było uwzględnienie wszystkich czynników wpływających na zasięg i poziomy obszarów zagrożenia powodziowego.

VIII.4.3. Określenie warunków brzegowych

Warunki brzegowe są uzależnione od etapu modelowania. Szerzej ten temat został omówiony w rozdziale VIII.2.

Inne warunki są stosowane na etapie przygotowania modelu do przeprowadzenia modelowania na potrzeby kalibracji i weryfikacji, a inne na etapie modelowania scenariuszy zagrożenia powodziowego.

VIII.4.3.1. Warunki brzegowe na etapie kalibracji i weryfikacji

Kalibrację modelu przeprowadza się z warunkami brzegowymi zarejestrowanymi dla wezbrania sztormowego na wybranych do tego celu mareografach. Na rzekach wprowadza się warunek brzegowy w postaci przepływu zarejestrowanego (przeliczonego wg krzywej natężenia przepływów) dla wybranego wodowskazu (z ewentualną korektą przepływu w zależności od odległości od wodowskazu).

Dodatkowo należy zastosować warunek brzegowy w postaci zmiennych w czasie: kierunku i prędkości wiatru (alternatywnie zmiennego w czasie i przestrzeni ciśnienia atmosferycznego).

W ten sam sposób postępuje się w przypadku weryfikacji modelu, jednakże w oparciu o inne wezbranie sztormowe niż użyte do kalibracji.

VIII.4.3.2. Warunki brzegowe na etapie scenariuszy powodziowych

Po uzyskaniu zadowalających wyników kalibracji i weryfikacji należy model doprowadzić do sytuacji ustalonej dla początku obliczeń scenariusza zagrożenia powodziowego o największym prawdopodobieństwie wystąpienia zagrożenia powodziowego. Jako warunek brzegowy należy wprowadzić dane o zmiennym w czasie poziomie wód na morskim warunku brzegowym oraz stałe wartości przepływów SSQ dla cieków uwzględnionych w modelu. Dodatkowo zakłada się przyjęcie warunku brzegowego dla wiatru o następujących parametrach: wiatr o stałej prędkości 10 m/s wiejący prostopadle do wybrzeża w czasie: od początku fali hipotetycznej do osiągnięcia maksymalnej wartości hipotetycznego wezbrania sztormowego. Po osiągnięciu szczytu wezbrania warunek brzegowy w postaci wiatru należy wyłączyć.

W ten sam sposób powtarza się obliczenia dla pozostałych scenariuszy zagrożenia powodziowego.

VIII.4.4. Ustalenie warunków początkowych

Ustalenie poprawnych warunków początkowych dla obliczeń modelowych jest konieczne ze względu na uzyskanie stabilności modelu oraz zapewnienia poprawności prezentowanych

obliczeń. Nieprawidłowe przyjęcie warunków początkowych może doprowadzić do zatrzymania obliczeń ze względu na niestabilność numeryczną modelu, lub może zafałszować rzeczywiste wyniki, szczególnie gdy modelowany okres jest zbyt krótki.

W okresie budowania modelu i wstępnych obliczeń, warunki początkowe mogą być przyjęte w taki sposób, że dla wszystkich cieków i wód morskich (lub wewnętrznych wód morskich) zostanie ustalony poziom 0 m n.p.m. Natomiast wielkości przepływów na ciekach można ustalić na poziomach, które będą odpowiadały przepływowi dla początku okresu kalibracji.

W ten sposób po przeprowadzeniu odpowiednio długich obliczeń osiągniemy ustalony stan w modelu, który posłuży do rozpoczęcia obliczeń w ramach kalibracji. Czas tych wstępnych obliczeń jest zależny od ustabilizowania się poziomów i przepływów w ciekach oraz rozpatrywanym akwenu wód morskich.

Warunek początkowy wyznaczany dla wezbrań hipotetycznych ustalany jest na różnym poziomie, w związku z tym dla każdego scenariusza należy przygotować model do obliczeń w określonych warunkach początkowych.

Podobnie do początkowych warunków hydraulicznych należy ustalić warunki początkowe dla wiatru.

VIII.4.5. Ustalenie parametrów hydraulicznych

Ustalenie parametrów hydraulicznych w modelu odbywa się w dwóch etapach, wstępnym i kalibracyjnym.

VIII.4.5.1. Etap wstępny ustalania parametrów hydraulicznych

W pierwszym etapie parametry hydrauliczne modeli przyjmuje się w oparciu powszechnie stosowane tabele współczynników szorstkości Manninga lub Manninga–Stricklera wg tabel Ven Te Chow, z uwzględnieniem zmienności kształtów i wymiarów przekrojów poprzecznych, lokalnych przeszkód w korytach, nieregularności i krzywizn układu poziomego rzek. Do określenia współczynników szorstkości dla cieków śródlądowych w ich przekrojach mokrych przyjmuje się w oparciu kody pokrycia terenu zanotowane przez ekipy terenowe wykonujące pomiary przekrojów rzek. W pozostałych przypadkach (obszary lądu) współczynniki szorstkości przyjmuje się w oparciu o Bazę Danych Obiektów Topograficznych, lub opracowania własne jeśli BDOT dla przedmiotowego obszaru jest niedostępny. Oczywiście każde zagospodarowanie terenu posiada pewien przypisany zakres współczynników szorstkości, który w niewielkim zakresie można dobierać.

VIII.4.5.2. Etap kalibracji i dobierania parametrów hydraulicznych

Drugim etapem doboru współczynników szorstkości jest etap kalibracji modelu. Na tym etapie możemy ocenić, czy wstępnie przyjęte współczynniki szorstkości zostały właściwie dobrane. Zazwyczaj będzie konieczne dokonanie niezbędnych zmian, aby było możliwe uznanie kalibracji za prawidłowo przeprowadzoną. Parametry konieczne do spełnienia w ramach kalibracji i weryfikacji modelu znajdują się w „*Metodyce opracowania map zagrożenia Powodziowego*” (KZGW, 2009).

VIII.4.6. Analiza obiektów mostowych i hydrotechnicznych

Jednym z ważniejszych elementów mogących wpłynąć na zasięg zagrożenia powodziowego jest lokalizacja obiektów mostowych, budowli hydrotechnicznych lub obiektów ochrony brzegów. W celu osiągnięcia prawidłowego przebiegu propagacji fali powodziowej w terenie zagrożonym należy przeprowadzić analizę istotnych budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych, a następnie uwzględnić je w modelu.

VIII.4.7. Kalibracja i weryfikacja

Wstępne zasady dotyczące kalibracji i weryfikacji modeli morskich opisano w rozdziale VIII.1.1. punkt 8 i 9 Zasad budowy modeli hydraulicznych. Szczegółowo kwestię warunków, które musi spełnić kalibracja i weryfikacja modeli zostały zawarte w opracowaniu pt.: „*Metodyce opracowania map zagrożenia Powodziowego*” (KZGW, 2009).

VIII.5. Różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich

Zgodnie z „*Metodyką obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek, będących pod wpływem oddziaływania morza, w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia oraz map ryzyka powodziowego*” (2010), wykorzystaną podczas I cyklu planistycznego, obszary zagrożenia powodziowego, będące wynikiem modelowania hydraulicznego, uzależnione były od przyjęcia warunków brzegowych, na które składały się następujące elementy:

- poziom wody o prawdopodobieństwie przewyższenia (0,2%, 1%) w oparciu o dane statystyczne z wielolecia;
- wzrost poziomu morza wywołany prognozowanymi zmianami klimatycznymi;
- wpływ falowania.

Modelowanie hydrauliczne zagrożeń od strony morza musi uwzględniać różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich. Różnice w specyfice poszczególnych akwenów morskich wynikają głównie z:

- lokalizacji oraz ekspozycji brzegów
- wielkości akwenu
- rodzaju zabudowy i formy zabezpieczeń przeciwpowodziowych oraz przeciwsztormowych
- wpływu falowania na wzrost zagrożenia powodziowego o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia

Sposób modelowania zagrożeń od strony morza w II cyklu planistycznym musi uwzględnić specyfikę następujących, wyodrębnionych przez Zamawiającego typów akwenów:

1. otwarte morze;
2. ujścia rzek, cieśniny;
3. zalewy;
4. zatoki
5. porty.

Modelowanie hydrauliczne zagrożeń od strony morza w II cyklu planistycznym dla poszczególnych akwenów należy wykonać zgodnie z „*Metodyką obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza, w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego*” (2010) oraz jej uszczegółowieniem (2015). Zgodnie z ich zapisami modelowanie w II cyklu planistycznym należy wykonać zgodnie z Tab. 8.1. Ostateczny zakres uwzględniania poszczególnych elementów modelu należy podjąć na podstawie wiedzy i doświadczenia osób odpowiedzialnych za modelowanie hydrauliczne oraz przedstawicieli administracji morskiej.

Tab. 8.1. Sposób uwzględniania wymienionych elementów modelu dla poszczególnych akwenów podczas modelowania zagrożeń od strony morza w II cyklu planistycznym

Element modelu	Akwen			
	Otwarte morze	Ujścia rzek, cieśniny	Zalewy	Zatoki
Poziom wody o prawdopodobieństwie przewyższenia (0,2% i 1%)	Wartości poziomów wody o danym prawdopodobieństwie przewyższenia (0,2% i 1%) wraz rozkładem poziomów w czasie (wezbrania hipotetyczne) Dane te zostaną opracowane podczas realizacji II cyklu planistycznego.			
Wzrost poziomu morza wywołany prognozowanymi zmianami klimatycznymi	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.5. Rekomendowanym jest przyjęcie wartości dla okresów 2011-2030 (2030-2060/80 oraz 2100) według scenariusza A2. Ostateczny zakres uwzględniania wartości zostanie uzgodniony w porozumieniu z administracją morską.			
Wpływ falowania	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.4.2.	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.4.1 .	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.4.3.	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.4.2.

VIII.5.1. Modelowanie akwenów portowych

Modelowanie akwenów portowych wymaga szczegółowego rozpoznania warunków meteorologicznych, hydrologicznych oraz topograficznych w nich panujących. Podczas realizacji I cyklu planistycznego, akweny portowe były modelowane zgodnie z założeniami, określonymi w metodyce modelowania hydraulicznego dla I cyklu planistycznego. Zgodnie z tą metodyką akweny portowe były modelowane w sposób nieodbiegający od założeń dla pozostałej części wybrzeża. Ten uniwersalny sposób modelowania wymaga uzupełnień, co w obecnej metodyce (dotyczącej modelowania zagrożeń od strony morza) znajdzie miejsce.

Aby właściwie odwzorować - w procesie modelowania matematycznego - zjawisko wezbrania sztormowego, należy przeprowadzić charakterystykę historycznych wezbrań sztormowych w poszczególnych portach. Charakterystykę wezbrań sztormowych przedstawiono w oparciu o wyniki badań na potrzeby opracowania „*Charakterystyka wezbrań sztormowych wzdłuż polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego*” (Przygodzki, Letkiewicz, 2015)

Wzdłuż strefy brzegowej poszczególne parametry wezbrań sztormowych są jednak dość zróżnicowane. Jest to konsekwencją oddziaływania wielu czynników związanych z uwarunkowaniami meteorologicznymi, batymetrycznymi, topograficznymi. W opracowaniu za wezbranie sztormowe przyjmuje się każdą sytuację, w której poziom morza osiągnął lub przekroczył poziom 570 cm. Dla stacji mareograficznych w Gdańsku i Gdyni przyjęty poziom 570 cm jest tożsamy ze stanem alarmowy. Dla stacji w Świnoujściu stan alarmowy występuje przy osiągnięciu lub przekroczeniu 580 cm, w Szczecinie – Most Długi poziom alarmowy to 600 cm. Czas trwania wezbrania określono na podstawie analizy, która opierała się na założeniu, iż wezbranie zaczyna się w godzinie wystąpienia

poziomu powyżej 570 cm, a kończy w godzinie obniżenia poziomu morza poniżej 570 cm. Poziom zera wodowskazu na stacjach mareograficznych w Gdańsku, Gdyni i Świnoujściu znajduje się na rzędnej -5,08 m p.p.m. według poziomu Kronsztadt. Natomiast dla stacji w Szczecinie rzędna zera wodowskazu znajduje się na rzędnej -5,12 m p.p.m. według poziomu Kronsztadt.

VIII.5.1.1. Uwarunkowania meteorologiczne występowania wezbrań sztormowych

Występowanie wezbrań sztormowych na wybrzeżu polskim jest nierozłącznie powiązane z przechodzeniem układów cyklonalnych nad wodami Morza Bałtyckiego i towarzyszącym im silnych wiatrów dolądowych (Marosz, 2010), (Sztobryn, Stigge i in., 2005), (Majewski i in., 1983). Na wybrzeżu polskim wiatr dolądowy, wiejący z kierunków północnego, zachodniego, północno-zachodniego oraz północno-wschodniego spiętrza wodę, powodując często występowanie wezbrania sztormowego, zaś wiatr z kierunków południowego, wschodniego lub południowo-wschodniego spycha wodę w kierunku otwartego akwenu. Cechą charakterystyczną wybrzeża polskiego jest występowanie cyklu cyrkulacji atmosferycznej. Konsekwencją jego są określone kierunki wiatru w poszczególnych porach roku, powodujące zmienność poziomów morza. (Girjatowicz, 2009). Wezbrania sztormowe są więc najczęściej obserwowane w porze jesiennej i zimowej.

Najbardziej niebezpieczne wezbrania sztormowe były powodowane poprzez przemieszczanie się układu niskiego ciśnienia w kierunku południowo-wschodnim znad Morza Norweskiego nad Skandynawię oraz Morze Bałtyckie (Sztobryn, Stigge i in., 2005)

Na stacjach mareograficznych w poszczególnych portach występują różnice w wysokościach poziomów maksymalnych morza, zarejestrowanych podczas poszczególnych wezbrań w czasie ich trwania oraz częstości ich występowania.

Najwięcej wezbrań zarejestrowano na stacji w Gdańsku. Suma odnotowanych wezbrań sztormowych na stacji mareograficznej w Gdańsku w analizowanym wieloleciu wynosi 253 (Tab.8.2.). Najmniej wezbrań, bo aż o prawie 40% mniej, zarejestrowano na stacji w Helu. W Ustce oraz Świnoujściu wystąpiło kolejno 210 oraz 212 wezbrań, natomiast w Kołobrzegu 228.

Tab. 8.2. Liczba wezbrań sztormowych na analizowanych stacjach w wieloleciu 1960 – 2010

Stacja	Świnoujście	Gdynia	Gdańsk
Liczba spiętrzeń sztormowych	212	220	253

Najwyższe poziomy maksymalne spośród analizowanych wezbrań zostały zanotowane w zachodniej części wybrzeża polskiego. Na stacjach w Świnoujściu zarejestrowano w analizowanym

wieloleciu najwięcej wezbrań, podczas których poziom maksymalny przekroczył 630 cm. Poziom 630 cm został przekroczony na stacji w Świnoujściu czterokrotnie, w Gdańsku trzykrotnie, w Gdyni jednokrotnie. Najwięcej z najniższego przedziału (570 – 580 cm) wezbrań sztormowych, bo aż 122, wystąpiło na stacji w Gdyni, co stanowi 55% przypadków dla tej stacji. Niewiele mniej wezbrań z tego przedziału wystąpiło w Gdańsku (114), co stanowi 45% przypadków. Na stacji w Świnoujściu odnotowano 94 tego typu wezbrań, tj. 44% przypadków.

Najwyższy poziom maksymalny podczas wezbrań wystąpił na stacji w Świnoujściu i wyniósł 669 cm, zaś najniższy na stacji w Szczecinie i Gdyni, gdzie zaobserwowano poziom 644 cm (Tab.8.3.). Różnica między maksymalnymi wartościami wyniosła 25 cm. Wszystkie maksymalne poziomy zostały zarejestrowane w ostatnim 30–leciu, a trzy z nich natomiast (w Gdańsku, Gdyni) w ostatnim 10 – leciu.

Tab.8.3. Maksymalne poziomy wody zarejestrowane na analizowanych stacjach mareograficznych w wieloleciu 1960 - 2016

Dane	Stacja			
	Świnoujście	Szczecin	Gdynia	Gdańsk
Data wystąpienia poziomu maksymalnego	04.11.1995	15.10.2009	14.01.2012	23.11.2004
Poziom maksymalny [cm]	669	644	646	644

Obok liczby wezbrań, okresu występowania oraz maksymalnych zarejestrowanych poziomów wody, niezwykle istotną informacją jest czas trwania wezbrania. Na wybrzeżu polskim występują relatywnie duże rozbieżności tego parametru pomiędzy stacjami. Na wszystkich stacjach jednak najkrótsze wezbrania występują najczęściej. Im dłuższy przypadek, tym mniejsza częstość jego występowania. Absolutne maksimum czasu trwania wezbrania zarejestrowano dla stacji w Gdańsku, gdzie stan powyżej 570 cm utrzymywał się przez 108 godzin. Jedynie na tej stacji czas trwania wezbrania dwukrotnie przekroczył granice 100 godzin. Najwięcej wezbrań, których czas trwania nie przekroczył 10 godzin zaobserwowano również w Gdańsku. Ich liczba wynosi aż 149, co stanowi 59% przypadków wezbrań zarejestrowanych w Gdańsku. Niewiele mniej tego typu wezbrań, bo 148 przypadków zostało zarejestrowanych w Gdyni, co stanowi 67%, na stacji w Świnoujściu 123, co stanowi 58% przypadków.

VIII.5.1.2. Czynniki kształtujące zmienność opisanych parametrów analizowanych wezbrań sztormowych

Bezpośrednią przyczyną występowania wezbrań sztormowych wzdłuż polskiego wybrzeża są przemieszczające się układy niskiego ciśnienia wraz z towarzyszącymi im frontami atmosferycznymi w kierunku wschodnim lub południowo-wschodnim znad Morza Norweskiego w kierunku Skandynawii. Tor przemieszczania się układów barycznych jest jednak różny, jak również różna jest wielkość i kierunek gradientu podczas jego wędrówki. W zależności od aktualnej sytuacji barycznej układ niskiego ciśnienia może ulegać pogłębieniu lub wypełnieniu. Wskutek tego siła i kierunek wiatru ulegają zmianom, co powoduje zmienność poziomów maksymalnych wzdłuż polskiego wybrzeża podczas tej samej sytuacji sztormowej. Wszystkie zmienne powodują, iż charakterystyki tego samego wezbrania sztormowego rejestrowanego na stacjach mareograficznych wzdłuż polskiego wybrzeża mogą być różne.

Poza przyczynami meteorologicznymi istnieje jeszcze wiele czynników wpływających na poszczególne parametry opisujące wezbrania sztormowe wzdłuż polskiego wybrzeża. Zaliczyć do nich można ekspozycję strefy brzegowej, napełnienie Bałtyku, batymetrię morza czy nawet lokalizację stacji mareograficznej. Ekspozycja strefy brzegowej, na której znajdują się poszczególne stacje mareograficzne ma wpływ na liczbę wezbrań sztormowych, ich poziomy maksymalne oraz czas trwania. Zasadniczo stacje mareograficzne można podzielić na dwie grupy ze względu na wyeksponowanie strefy brzegowej, na której się znajdują. Stacje mareograficzne zlokalizowane wzdłuż wybrzeża otwartego Morza Bałtyckiego (Świnoujście) charakteryzują się zbliżoną liczbą zarejestrowanych wezbrań sztormowych, również w rozbiciu na poszczególne grupy ze względu na wysokość poziomów maksymalnych. Absolutne maksima również nie wykazują znacznego zróżnicowania i są znacznie wyższe niż na pozostałych stacjach. Drugą grupą są stacje zlokalizowane w basenie Zatoki Gdańskiej, których parametry są już znacząco zróżnicowane. Stacja mareograficzna w Gdańsku znajduje się na wybrzeżu wyeksponowanym w kierunku północnym z częściowym osłonięciem w postaci Półwyspu Helskiego. Zaobserwowano tutaj największą liczbę wezbrań spośród wszystkich analizowanych stacji (253 przypadki). Stacja w Gdańsku wraz ze Świnoujściem charakteryzuje się również największymi możliwościami rozbiegu fal. Dlatego też w niektórych sytuacjach sztormowych (jak w przypadku wezbrania sztormowego w październiku 2009 roku) najwyższe poziomy wezbrania w Świnoujściu były notowane później niż w Gdańsku. Wskutek wędrówki niżej ku wschodowi rozbieg fal osiągnął później maksymalne możliwości. Wobec powyższych faktów na tej stacji zaobserwowano absolutne maksimum wyższe od stacji w Gdyni o 12 cm. Występuje więc wyraźne zróżnicowanie wartości parametrów opisujących wezbrania w rejonie Zatoki Gdańskiej od Gdańska przez Gdynię do Helu. Stacja w Gdyni znajduje się na wybrzeżu

wyeksponowanym w kierunku wschodnim, ostioniętym znacznie dokładniej niż stacja w Gdańsku od północy Półwyspem Helskim.

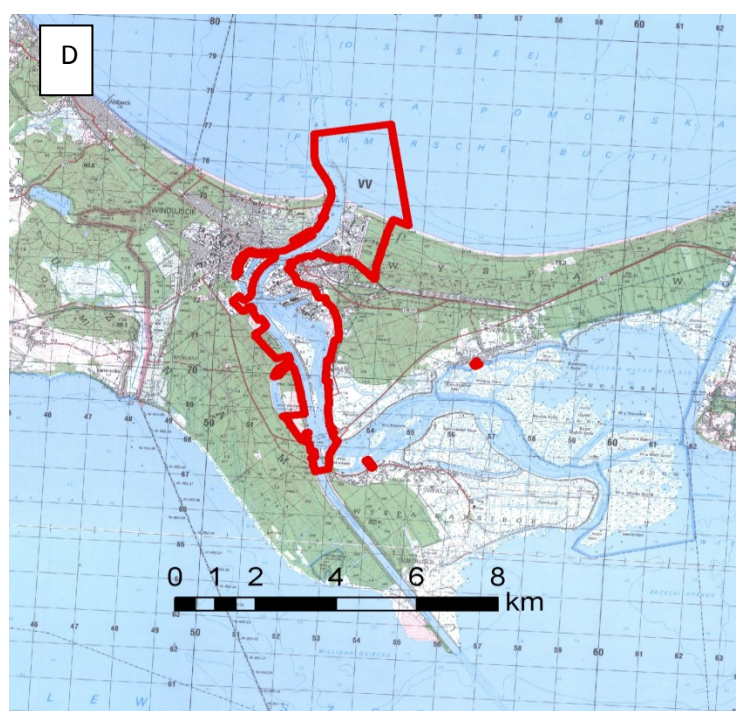
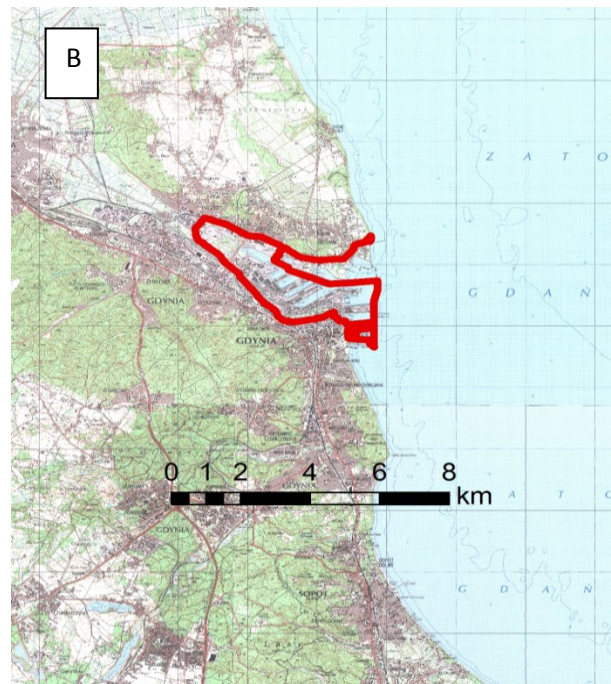
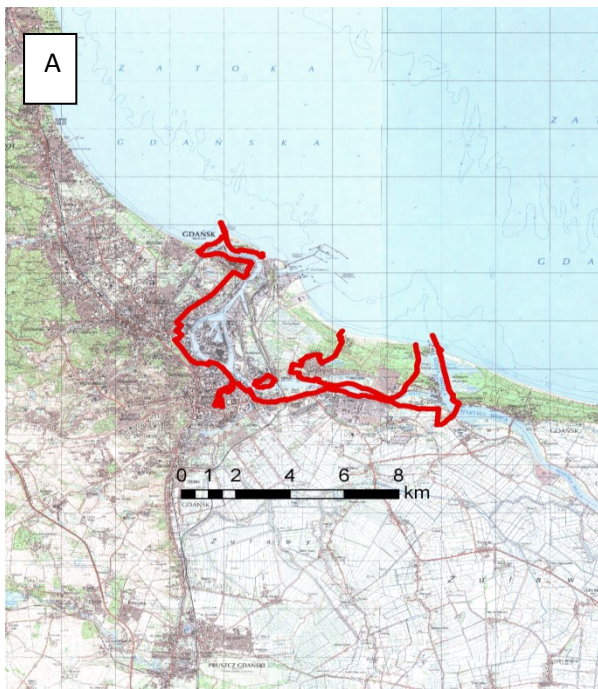
Lokalizacja wodowskazu jest czynnikiem, który również znajduje swoje odzwierciedlenie w analizowanych parametrach wezbrań. Cechą charakterystyczną stacji mareograficznych położonych w rejonie Zatoki Gdańskiej jest spory odsetek niewielkich wezbrań, których poziom nie przekracza 580 cm (Gdańsk- 45%, Gdynia- 55%). Powodem tego faktu jest morfologia południowej części, stosunkowo płytkiej Zatoki Gdańskiej, a dokładniej Zatoki Puckiej. Ten quasi-zamknięty akwen powoduje, iż wody ulegają łatwemu podpiętrzaniu w jego obrębie. Lokalizacja ma wpływ również na poziomy maksymalne podczas wezbrań. Druga grupa wodowskazów (Świnoujście) zlokalizowana jest w ujściowych odcinkach rzek (Świna). Absolutne maksima tych wodowskazów przewyższają maksima wodowskazów z rejonu Zatoki Gdańskiej o kilka centymetrów. Zarejestrowano na nich również więcej wezbrań, których poziom maksymalny przewyższa 630 cm. Woda sztormowa jest w nich podpiętrzana, szczególnie w przypadkach nakładania się wezbrań sztormowych z rzecznyymi (odlądowymi).

W akwenach portowych należy wykonać modelowanie dla scenariuszy o prawdopodobieństwie przewyższenia 0,2% i 1%. Modelowanie powinno być wykonane dla warunków ruchu nieustalonego. Morskie warunki brzegowe powinny stanowić wezbrania hipotetyczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, obliczone dla stacji mareograficznych, reprezentatywne dla danego akwenu portowego. W przypadku, gdy do modelowania danego akwenu portowego planowane jest wykorzystanie danych z co najmniej dwóch stacji mareograficznych, należy zadbać o odpowiednią ich synchronizację w czasie, tak by kulminacje, początek oraz koniec ich wezbrań hipotetycznych występowały w tym samym czasie. W przypadku modelowania akwenów portowych, dla których modelowanie wymaga uwzględnienia oddziaływania więcej niż jednego akwenu, należy zadbać o odpowiednie zdefiniowanie granic modelu (poniżej opis modelu dla Świnoujścia).

W przypadku rzecznych warunków brzegowych dopuszcza się implementację ustalonych warunków brzegowych, określonych na bazie przepływów charakterystycznych (SSQ) lub danych z innych opracowań, wykonanych w celu rozpoznania warunków hydrologicznych danego akwenu (podczas modelowania wykonanego dla Świnoujścia uwzględniono opracowanie: *Jasińska, Robakiewicz, 2000*- poniżej opis modelu dla Świnoujścia) dla danego posterunku wodowskazowego lub profilu rozpoczynającego model. Dane hydrologiczne, stanowiące warunki brzegowe powinny uwzględniać wzrost poziomu morza wywołany prognozowanymi zmianami klimatu. Sposób określania ich wielkości został opisany w rozdz. VII.5.

Modelowanie akwenów portowych powinno zostać wykonane w modelach dwuwymiarowych lub hybrydowych. Szczegóły dotyczące modelowania dwuwymiarowego lub hybrydowego zostały przedstawione w rozdz. VIII.

Ten szczególnie sposób modelowania hydraulicznego zagrożeń od strony morza zostanie zastosowany dla portów: Gdańsk, Gdynia, Szczecin, Świnoujście (Rys. 8.2), wymienionych w SIWZ dla zamówienia pt. „Weryfikacja i aktualizacja metodyki opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony morza” (2017).



Rys. 8.2 Granice akwenów portowych: A – Gdańska, B – Gdyni, C – Szczecina, D - Świnoujścia

W każdym z tych portów występują odmienne warunki występowania wezbrań sztormowych. Sposób modelowania musi więc być odpowiednio do nich dobrany. Dotyczy to przede wszystkim:

- zasięgu modelu (należy zadbać, aby zasięg modelu w sposób kompleksowy i szczegółowy uwzględniał wszelkie czynniki mogące mieć wpływ na zasięg oddziaływania wezbrań sztormowych (cieki uchodzące w portach, ukształtowanie terenu, ekspozycja portu itp.),
- dobrania odpowiedniej rozdzielczości rastra obliczeniowego (w celu uwzględnienia wszelkich struktur: wałów, nasypów, grobli, nabrzeży itp., mogących mieć wpływ na zasięg wezbrań sztormowych,
- właściwego określenia granic modelu (należy odpowiednio zdefiniować granice modelu, by uniknąć sytuacji pominięcia oddziaływania innych akwenów lub cieków,
- odpowiedniego określenia warunków brzegowych i początkowych (należy przede wszystkim zadbać o implementację odpowiedniej wielkości warunków brzegowych i początkowych, synchronizację wezbrań hipotetycznych, zdefiniowanie warunków meteorologicznych)
- odpowiedniej implementacji budowli hydrotechnicznych i sposobu ich funkcjonowania (wrota przeciwsztormowe, wały przeciwsztormowe itp.)

Wymienione wymagania poprawności wykonania modelowania wezbrań sztormowych w akwenach portowych są bezpośrednio powiązane z ich lokalizacją. Podczas modelowania akwenów portowych należy mieć na uwadze ich położenie. Dwa spośród wymienionych portów (Szczecin, Świnoujście) należy traktować jako porty, w których falowanie nie występuje lub jest na tyle ograniczone, że nie istnieje potrzeba jego uwzględniania. Porty w Gdańsku i Gdyni należy traktować jako porty, w których falowanie odgrywa istotną rolę podczas wezbrań sztormowych.

W tych portach należy uwzględnić wpływ falowania morskiego. Lokalizacja portu, szczególnie w kontekście oddziaływania wód rzecznych, jest kluczowym aspektem w zakresie modelowania, występujących w nich wezbrań sztormowych. Kluczowy zakres modelowania został przedstawiony w Tab. 8.5.3.

Tab. 8.5.3. Sposób uwzględniania wymienionych elementów modelu podczas modelowania zagrożeń od strony morza w akwenach portowych w II cyklu planistycznym

Element modelu	Port			
	Gdańsk	Gdynia	Szczecin	Świnoujście
Położenie	Zatoka Gdańska	Zatoka Gdańska	Odra	Cieśnina Świna
Poziom wody o prawdopodobieństwie przewyższenia (0.2% i 1%)	Wartości poziomów wody o danym prawdopodobieństwie przewyższenia (0,2% i 1%) wraz rozkładem poziomów w czasie (wezbrania hipotetycznego) Dane te zostaną opracowane podczas realizacji II cyklu planistycznego.			
Wzrost poziomu morza wywołany prognozowanymi zmianami klimatu	Zgodnie z opisem w rozdz. VII.5. Rekomendowanym jest przyjęcie wartości dla okresów 2011-2030 (2030-2060/80 oraz 2100) według scenariusza A2. Ostateczny zakres uwzględniania wartości zostanie uzgodniony w porozumieniu z administracją morską.			
Wpływ falowania	Zgodnie z rozdz. VII.4.5.		Brak uwzględniania	

Dla akwenów wyżej wymienionych portów należy zbudować modele o dużej rozdzielczości o rozmiarze piksela na rastrze obliczeniowym dostosowanym do warunków. Zastosowanie takiego podejścia stworzy możliwość bardzo dokładnego odwzorowania ukształtowania powierzchni terenu oraz budowli hydrotechnicznych, mających na celu ograniczenie poziomu zagrożenia powodziowego. W przypadku, gdy modelowany akwen portowy jest zbyt rozległy powierzchniowo by wykonać modelowanie w jednym modelu, należy zastosować następujący schemat:

- budowa modelu o rozdzielczości rastra obliczeniowego, umożliwiającej wykonanie kompleksowego modelowania dla całego akwenu portowego (z uwzględnieniem wszystkich czynników, odzwierciedlających warunki rzeczywistego występowania wezbrań sztormowych).
- budowa zagnieżdżonych modeli dla poszczególnych fragmentów portu (np. o maksymalnym rozmiarze siatki obliczeniowej: 3m x 3m). Warunki brzegowe modeli zagnieżdżonych pobierane będą z modelu zbudowanego dla całego akwenu portowego.

Zastosowanie siatki obliczeniowej o dużej rozdzielczości pozwoli na odpowiednią implementację kluczowych konstrukcji, szczególnie w aspekcie rzędnej położenia ich korony. W celu odpowiedniego odwzorowania w siatce obliczeniowej wysokości poszczególnych konstrukcji, należy w szczególności uwzględnić zapisy rozdz. VIII.1.1.A.6, w którym opisanoprzenoszenie rzeczywistych rzędnych korony danej konstrukcji na raster obliczeniowy.

Modelowanie za pomocą siatki obliczeniowej, umożliwiającej szczegółową implementację budowli hydrotechnicznych, jest szczególnie istotne podczas modelowania akwenów portowych, w

których falowanie morskie odgrywa znaczącą rolę. Zgodnie z zapisami rozdz. VII.4.5., dla akwenów portowych, w których należy uwzględnić wpływ falowania:

- w akwenach portowych niepodlegających oddziaływaniu rzek należy uwzględnić wpływ falowania morskiego w następujący sposób:
 - porównanie poziomu wody o określonym poziomie prawdopodobieństwa łącznie z uwzględnieniem zmian klimatu z rzędnymi nabrzeży portowych;
 - dla nabrzeży o rzędnych korony wyższych o 0,8 m od analizowanego poziomu wody wpływ falowania pomija się;
 - dla nabrzeży o rzędnych korony niższych niż 0,8 m należy przeanalizować rozkład wysokości falowania w akwenach portowych i wytypować odcinki nabrzeży potencjalnie zagrożone przelewaniem się fal;
 - w modelowaniu zagrożenia powodziowego należy określić ilość wody przelewającej się przez nabrzeża na wytypowanych odcinkach. Objętość wody przelewającej się na metr bieżący konstrukcji wyznacza się formułą (Die Küste, 2007),

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_s^3}} = 0.04 \cdot \exp \left[-1.8 \cdot \frac{R_c}{H_s} \right]$$

gdzie:

q – objętość przelewającej się wody na nabrzeże [$\text{m}^3/\text{s}/\text{mb}$],

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],

H_s – wysokość fali znacznej w sąsiedztwie nabrzeża [m],

R_c – odległość od korony nabrzeża do rozpatrywanego poziomu wody [m].

Wzór ten zakłada prostopadłe podchodzenie fali do nabrzeża, co oznacza przyjęcie konserwatywne do możliwej sytuacji rzeczywistej (ukośne podejście fali).

Dla większości portów obliczenia rozkładu wysokości falowania w portach zostały wykonane w przeszłości i są w posiadaniu urzędów morskich. W portach, dla których brak tego typu obliczeń należy wykonać analizę falowania.

- W portach podlegających oddziaływaniu rzek należy uwzględnić wpływ falowania morskiego w sposób analogiczny biorąc pod uwagę dodatkowo:
 - powstawanie cofki na rzece,

- w zależności od rzędnych brzegów rzeki i/lub wałów przeciwsztormowych w modelowaniu numerycznym uwzględnienie możliwości wystąpienia wody z koryta w obszarach sąsiadujących z portem.

W opisany sposób zostaną wytypowane konstrukcje lub ich odcinki, dla których wykonane zostaną dodatkowe obliczenia modelowe, wykorzystujące obliczenia objętości przelewającej się wody przez budowlę (rozdz. VI.4.2.2).

Przelewanie wody przez konstrukcję ma miejsce tylko wtedy, gdy obliczona wysokość nabiegania jest wyższa od rzędnej korony budowli. Formuła obliczająca ilość przelewającej się wody na 1 mb budowli ma postać (Die Küste, 2007):

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_s^3}} = \frac{0.067}{\sqrt{tg \alpha}} \cdot \zeta \cdot \exp\left(-4.75 \frac{R_c}{\zeta \cdot H_s \cdot \gamma_r}\right)$$

gdzie:

q – objętość przelewającej się wody na zaplecze brzegu [$m^3/s/mb$],

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],

H_s – wysokość fali znacznej u stopy (podstawy) budowli [m],

R_c – odległość od korony budowli do rozpatrywanego poziomu wody [m].

Powyższe wzory zakładają nieprzepuszczalność korpusu budowli i prostopadłe podchodzenie fali do konstrukcji, co oznacza przyjęcie konserwatywne do możliwej sytuacji rzeczywistej.

Jeżeli obliczona objętość przelewającej się wody jest mniejsza od $0.01 m^3/s/mb$, to może ona co najwyżej doprowadzić do uszkodzenia konstrukcji, natomiast jest pomijalnie mała z punktu widzenia zagrożenia powodziowego zaplecza brzegu.

Jeżeli poziom wody w morzu o określonym prawdopodobieństwie z uwzględnieniem zmian klimatu jest niższy o $0,8 m$ od rzędnej korony konstrukcji, to nie ma konieczności obliczania nabiegania fali i jej przelewania się na zaplecze.

Dla brzegu zabudowanego ostrogami wzrost poziomu wody uwzględniający falowanie oblicza się, jak dla brzegu naturalnego.

Potrzeba zastosowania szczególnego podejścia pojawiła się również podczas realizacji I cyklu planistycznego. Dotyczyła określania poziomu zagrożenia powodziowego dla akwenu portowego w Świnoujściu. Wszelkie ustalenia zostały zapisane w dokumencie: *Raport w sprawie: Założeń do wykonania obliczeń zasięgu zagrożenia powodziowego o prawdopodobieństwie przekroczenia 1% (raz na sto lat) od strony morza i morskich wód wewnętrznych dla obszaru Miasta Świnoujście (Mykita,*

Letkiewicz, Topiłko, Miłkowska, kwiecień 2015). Założenia te stały się podstawą do opracowania dokumentu pt.: „Uszczegółowienie „Metodyki obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego”.

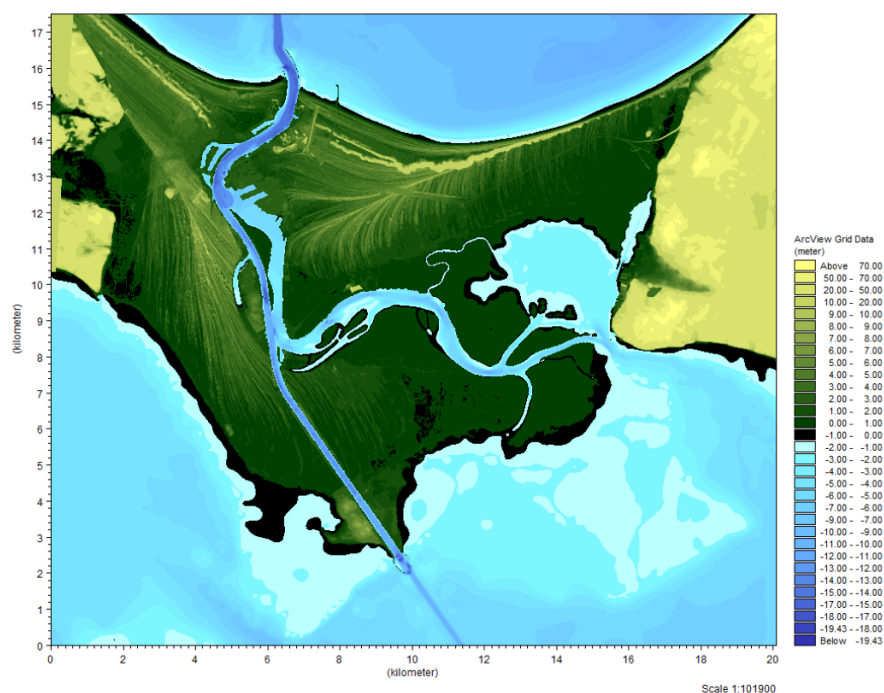
Założenie opracowane w ramach prac powinno stanowić kluczowe zasady wykonywania modeli dla akwenów portowych w II cyklu planistycznym. Przy czym, należy zauważyć, iż modele dla akwenów portowych w II cyklu planistycznym, zlokalizowanych nad akwenami otwartego morza oraz zatok, powinny uwzględniać również wpływ falowania morskiego.

VIII.5.1.3. Opis hydrodynamicznego modelu dla Świnoujścia

Zgodnie z dokumentem „Raport w sprawie: Założeń do wykonania obliczeń zasięgu zagrożenia powodziowego o prawdopodobieństwie przekroczenia 1% (raz na sto lat) od strony morza i morskich wód wewnętrznych dla obszaru Miasta Świnoujście” (Gdynia, kwiecień, 2015), w celu określenia poziomu zagrożenia i ryzyka powodziowego dla Świnoujścia wykonano dwuwymiarowy model hydrodynamiczny (Rys. 8.3.).

Rozmiar siatki obliczeniowej wynosił: 9m x 9m

Wymiary modelu: 2232 x 1944 komórek obliczeniowych



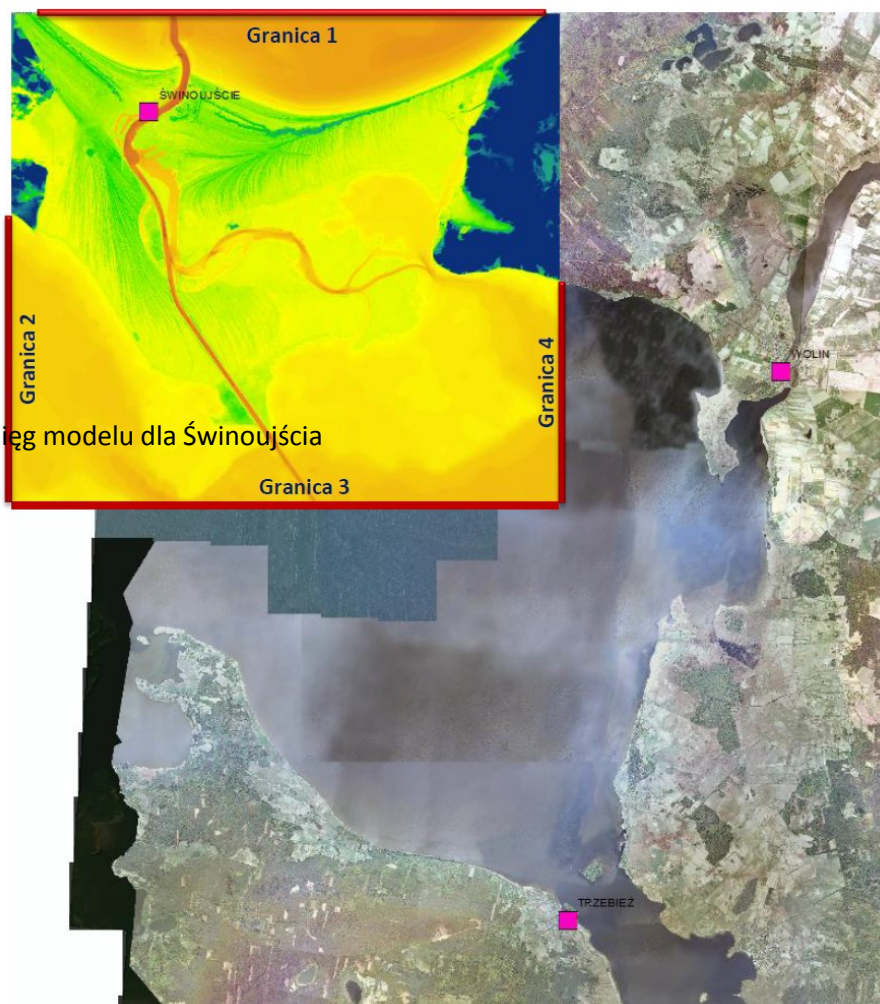
Rys. 8.3.. Ukształtowanie terenu oraz batymetria dwuwymiarowego modelu dla Świnoujścia

Obliczenia wykonano dla dwóch scenariuszy:

Scenariusz 1. – analiza zagrożenia od strony Zatoki Pomorskiej

Scenariusz 2. – analiza zagrożenia od strony Zalewu Szczecińskiego (dla modelowania zagrożeń od strony morza ten scenariusz należy pominąć, bowiem nie reprezentuje on warunków wezbrań od strony morza)

Model dla Świnoujścia zbudowano tak, by posiadał cztery otwarte granice, dla których przyjęto serie danych przedstawiające zmienność poziomów wody względem czasu, w formie wezbrań hipotetycznych o prawdopodobieństwie wystąpienia 1% (raz na sto lat) otrzymanych z Biura Prognoz Hydrologicznych w Gdyni, obliczonych dla posterunków wodowskazowych: Świnoujście, Trzebież, Wolin (Rys. 8.4.).



Rys. 8.4. Zasięg modelu dla Świnoujścia

Warunki brzegowe dla Scenariusza 1.:

- *Granica północna (1): Fala hipotetyczna wyznaczona dla Świnoujścia, która zapewnia osiągnięcie na wodowskaziu Świnoujście szczytu (maksymalnego poziomu) wezbrania na*

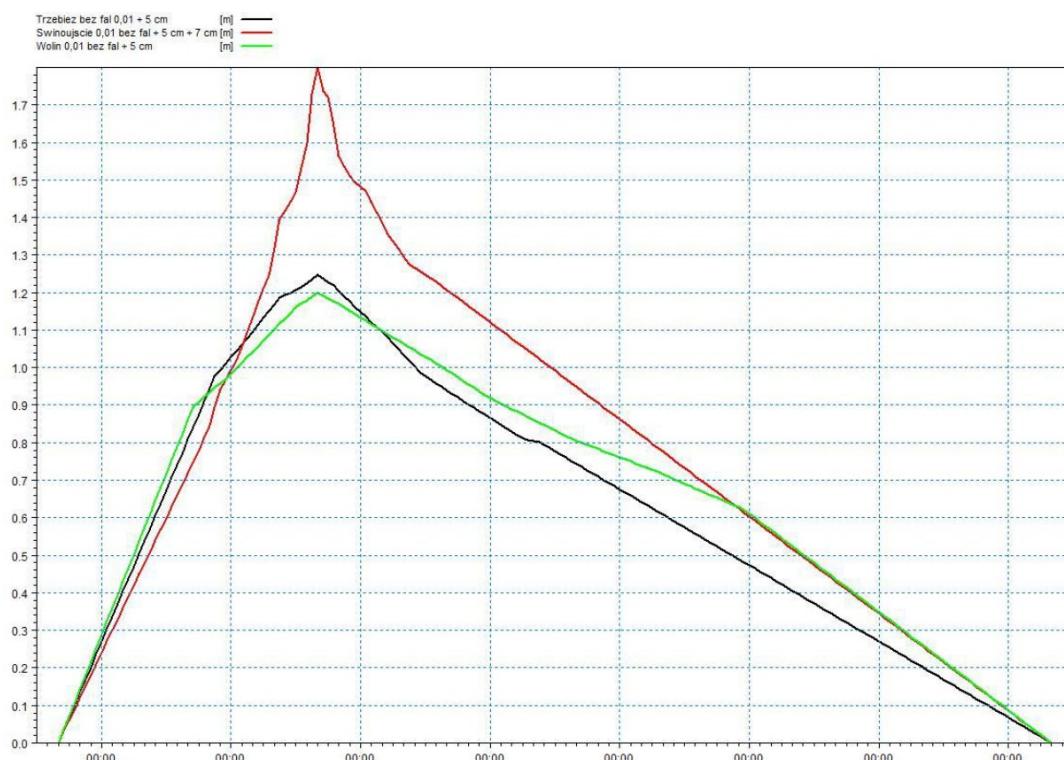
poziomie 1,68 m n.p.m. powiększonego o prognozowany wzrost poziomu morza do roku 2030, wynikający ze zmian klimatu + 0,05 m, tj. $1,68+0,05=1,73$ m n.p.m.

- Granica zachodnia i południowa (2 i 3): wezbranie hipotetyczne wyznaczone dla Trzebieży, którego szczyt (maksymalny poziom) równy jest 1,20 m n.p.m., powiększone o prognozowany wzrost poziomu morza do roku 2030, wynikający ze zmian klimatu + 0,05 m, tj. $1,20+0,05=1,25$ m n.p.m.
- Granica wschodnia (4): wezbranie hipotetyczne wyznaczone dla Wolina, którego szczyt (maksymalny poziom) równy jest 1,15 m n.p.m. powiększone o prognozowany wzrost poziomu morza do roku 2030, wynikający, ze zmian klimatu + 0,05 m, tj. $1,15+0,05=1,20$ m n.p.m.

Wartości przyjęte w tym scenariuszu dla granicy zachodniej, południowej i wschodniej wynikają również z obserwowanego spadku zwierciadła wody podczas wezbrania sztormowego od północy (Tab. 8.6).

- Wiatr: Prędkość 10 m/s, z kierunku północnego, od początku do momentu szczytu wezbrania, później brak wiatru.

W modelu zapewniono zgodność poziomów wody w czasie dla stacji Wolin, Trzebież, Świnoujście, tak, by na wszystkich granicach początek, szczyt i koniec fal nastąpił jednocześnie (Rys. 8.5). Przyjęto różnicę poziomów wody pomiędzy Świnoujściem i Karsiborem (wejściem do Kanalu Piastowskiego) wynoszącą 45 cm dla prawdopodobieństwa wystąpienia równego 1% (raz na 100 lat).



Rys. 8.5. Wezbrania hipotetyczne zastosowane w modelu dla Świnoujścia (Trzebież, Świnoujście, Wolin)

Tab. 8.6. Różnice poziomów wody pomiędzy Zalewem Szczecińskim i Zatoką Pomorską o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia wraz z odpowiadającymi im przepływami wody (Jasińska, Robakiewicz, 2000)

Różnica poziomów wody	Prawdopodobieństwo wystąpienia	Przepływy wody w Świnie (wypływ/napływ)
$\Delta h = \pm 5$ cm	$p = 54\%$	$Q = 850$ m ³ /s
$\Delta h = \pm 15$ cm	$p = 15\%$	$Q = 1500$ m ³ /s
$\Delta h = \pm 45$ cm	$p = 1\%$	$Q = 2600$ m ³ /s
$\Delta h = \pm 70$ cm	$p < 0.1\%$	$Q = 3350$ m ³ /s
$\Delta h = \pm 95$ cm	$p < 0.01\%$	$Q = 4250$ m ³ /s

Jako warunki początkowe przyjęto zwierciadła wody na poziomie średnim 508 cm (0 m n.p.m.). W związku z zastosowaniem na granicach otwartych modelu, na początku obliczeń, jednakowych wartości poziomów wody na poziomie 508 cm, początkowe prędkości przepływu równe są zero i różnicują się w kolejnych krokach czasowych w wyniku zadanych na granicach serii poziomów wody.

VIII.5.1.4. Opis warunków dla Portu Północnego w Gdańsku

Pomiary falowania na wodach Zatoki Gdańskiej są wykonywane nieregularnie i w niewielu miejscach, tak, że na ich podstawie niemożliwym jest wykonanie długoterminowych analiz określających prawdopodobieństwo występowania fal o różnych parametrach (wysokości, okresu i kąta podchodzenia). Dlatego też do odtworzenia falowania wykorzystywane są modele falowania. Danymi wejściowymi do modeli falowania są pola wiatrów. (Marcinkowski i in. 2014)

Specyficzne warunki hydrodynamiczne związane z ochroną Portu Północnego w Gdańsku zostały scharakteryzowane w kilku opracowaniach. W szczególności w zakresie badań nad falowaniem i ochroną przed falowaniem w tym akwenie, w celu zapewnienia bezpiecznych warunków dla przeładunku towarów.

W opracowaniach tych znalazły się kwestie dotyczące (Marcinkowski i in., listopad 2009):

- obliczenia pola falowego w strefie brzegowej na zewnątrz falochronów portowych,

- obliczenia parametrów falowania wewnątrz portu w rejonie projektowanej rozbudowy terminalu kontenerowego dla rozpatrywanych wariantów układu falochronów portowych,
- analizę warunków falowych w wybranych sektorach portu.

W rozdziale o poziomach wody odniesiono się do rozkładów sezonowych spiętrzeń sztormowych w Zatoce Gdańskiej oraz czasów ich trwania. Określono tam, że przeciętne wezbranie sztormowe przekraczające pół metra trwa średnio ok. 31,5 godzin, a powyżej 0,8 metra około 9 godzin. Natomiast prędkość przyrostu poziomu wody w czasie wezbrań sztormowych określono na poziomie od 10 do 16 cm na godzinę. Maksymalne przyrosty wynosiły 21-22 cm na godzinę.

W opracowaniu tym określono również zależności zachodzące pomiędzy prawdopodobieństwem przewyższenia występowania maksymalnych poziomów morza i okresy ich powtarzalności opracowane dla Gdańska wg Wróblewskiego (1992):

Tab.8.7 Prawdopodobieństwo przewyższenia występowania maksymalnych poziomów morza i okresy ich powtarzalności opracowane dla Gdańska wg Wróblewskiego (1992)

Prawdopodobieństwo [%]	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Okres powtarzalności [lata]	5	10	20	50	100	200	500	1000
Poziom morza* [cm]	594	608	631	639	651	664	681	694

* Poziom morza w Gdańsku jest odnoszony do poziomu zera mareografu ustalonego na -508 cm poniżej poziomu odniesienia układu wysokościowego wg Kronsztadt 86 (PL-KRON86-NH).

Porównanie wartości z powyższej tabeli z wartościami prawdopodobieństw wyliczonymi wg rozkładu ekstremalnego dla okresu 30 lat (1981-2010) oraz 55 lat (1955-2010) przez Biuro Prognoz Hydrologicznych IMGW, na potrzeby opracowania map zagrożenia powodziowego, wykazują pewne różnice. BPH IMGW określiło poziom wody dla mareografu w Porcie Północnym w Gdańsku o prawdopodobieństwie przewyższenia $p = 1\%$ na 688 cm (679 cm dla okresu 55 lat), tj. o 37 cm (28 cm dla okresu 55 lat) wyższy niż wynika to z opracowania Instytutu Morskiego. W przypadku prawdopodobieństwa $p = 0,2\%$ BPH określiło poziom morza na 721 cm (712 cm dla okresu 55 lat), tj. o 27 cm (19 cm dla okresu 55 lat) wyższy niż w opracowaniu Instytutu Morskiego.

W opracowaniu Biura Projektów WUPROHYD z Gdyni wykonanym w 2014 r. przywołuje się rozkład prawdopodobieństwa występowania i okresy powtarzalności maksymalnych poziomów morza w Gdańsku wg Wiśniewskiego i Wolskiego (2009), który wykazuje pewne różnice w uzyskanych wartościach dla wcześniej opracowanego okresu przedstawionego w tab.8.7.

Tab.8.8. Prawdopodobieństwo występowania i okresy powtarzalności maksymalnych poziomów morza w Gdańsku wg Wiśniewskiego i Wolskiego (2009)

Prawdopodobieństwo [%]	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Okres powtarzalności [lata]	5	10	20	50	100	200	500	1000
Poziom morza* [cm]	606	620	633	649	660	671	brak	695

Różnice w uzyskiwanych wartościach prawdopodobnie są spowodowane zastosowaniem różnych okresów ciągów obserwacyjnych lub rozkładów statystycznych, wykorzystanych do określania wartości prawdopodobnych poziomów wód morskich.

VIII.5.1.4.1. Warunki wiatrowe w Porcie Północnym w Gdańsku

Instytut Morski, w opracowaniu poświęconemu numerycznemu badaniu falowania toru podejściowego i falochronu wyspowego dla Portu Północnego w Gdańsku, określił warunki wiatrowe na podstawie danych dostarczonych przez IMGW. W oparciu o założenie, że: „...dla ekstremalnych prędkości wiatru parametry fal przyjmują maksymalne wartości (tzw. warunki ustalone) po okresie około 4 godzin czasu trwania wiatru przeliczono uśrednione prędkości wiatru z 10 min. na uśrednione z 4 godz. Przeliczenie to wykonano zgodnie z zaleceniami zawartymi w CEM (2003).” (Marcinkowski i in. listopad 2009).

Tab.8.9. Obliczone ekstremalne prędkości wiatru o zadanym okresie powtarzalności dla Gdańska

Okres powtarzalności [lata]	Prędkość wiatru [m/s]	Prędkość wiatru (1954-2003) (Gajewski i in 2007) [m/s]
100	21,0	22,9
50	20,7	22,5
30	brak danej	22,1
25	20,3	21,9
20	20,1	brak danej
10	19,5	21,0
5	18,1	brak danej
2	17,0	18,1

Powyższa tabela nie zawiera informacji o kierunkowym rozkładzie prędkości wiatru.

W przytaczanym opracowaniu przedstawiono dwa podejścia do określenia różny wiatrów dla dwóch punktów zlokalizowanych na Zatoce Gdańskiej. Pierwsze podejście sporządzono w Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego w oparciu o model prognoz atmosfery dla rejonu ujścia Wisły. Na podstawie tych obliczeń ustalono, że dla ponad 40 letniego okresu obliczeniowego nie stwierdzono występowania prędkości wiatru powyżej 15 m/s. Jednakże do celów obliczeniowych wykorzystano dane uśrednione do 1 godzin.

Następnie sporządzono różę wiatrów w oparciu o obserwacje dla stacji zlokalizowanej w Helu dla okresu 1951-1977, którą uznano za właściwą w świetle opracowania pola falowania głębokowodnego.

Analiza wykazała, że rozkład wiatrów na poszczególne kierunki był następujący:

Tab.8.10. Częstość występowania wiatrów z poszczególnych kierunków dla stacji Hel w okresie 1951-1977 (Kwiecień K., 1980)

Kierunek wiatru	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Częstość wystąpienia [%]	7,84	9,11	9,90	8,85	14,44	12,59	20,82	11,91

Natomiast zaobserwowana maksymalna średnia prędkość wiatru dla tego okresu osiągnęła wartość 17 m/s z kierunku zachodniego, a jej częstość wystąpienia w średnim roku określono na 0,01 procenta.

Z kolei w pracy Jednorąta i Malickiego (1988) wskazały że dla stacji Hel maksymalne prędkości osiągały wartości wynoszące 21 m/s. łączna częstość wystąpienia wiatrów o prędkościach powyżej 18 m/s w okresie 1951-1980 wynosiła 0,0004.

Prędkość wiatru oraz jego kierunek przekładają się bezpośrednio na falowanie głębokowodne, które z kolei stanowi jeden z podstawowych elementów decydujących o poziomie zagrożenia powodziowego w rejonach nadmorskich.

W opracowaniu Instytutu Morskiego (Marcinkowski i in., listopad 2009) przedstawiono wyniki obliczenia wielkości falowania w zależności od prędkości i kierunku wiatru, dla punktu zlokalizowanego na Zatoce Gdańskiej – oddalonego około 11 km na północny-wschód od Portu Północnego w Gdańsku. Na podstawie obliczeń ustalono, że największą wysokość fali znacznej o wartości $H_s=5,64$ m oraz okresie piku fali $T_p=10,12$ s uzyskano dla wiatru wiejącego z prędkością 21 m/s z kierunku NNE (o azymucie $22,8^0$). Opracowanie obejmuje wachlarz obliczeń dla falowania głębokowodnego w zakresie prędkości wiatru od 10 do 21 m/s wiejących z kierunków od N poprzez NE do E. Określenie falowania głębokowodnego posłużyło do rozpoznania pola falowego w strefie brzegowej okolic Portu Północnego w Gdańsku. Zastosowane oprogramowanie pozwoliło autorom opracowania uwzględnić:

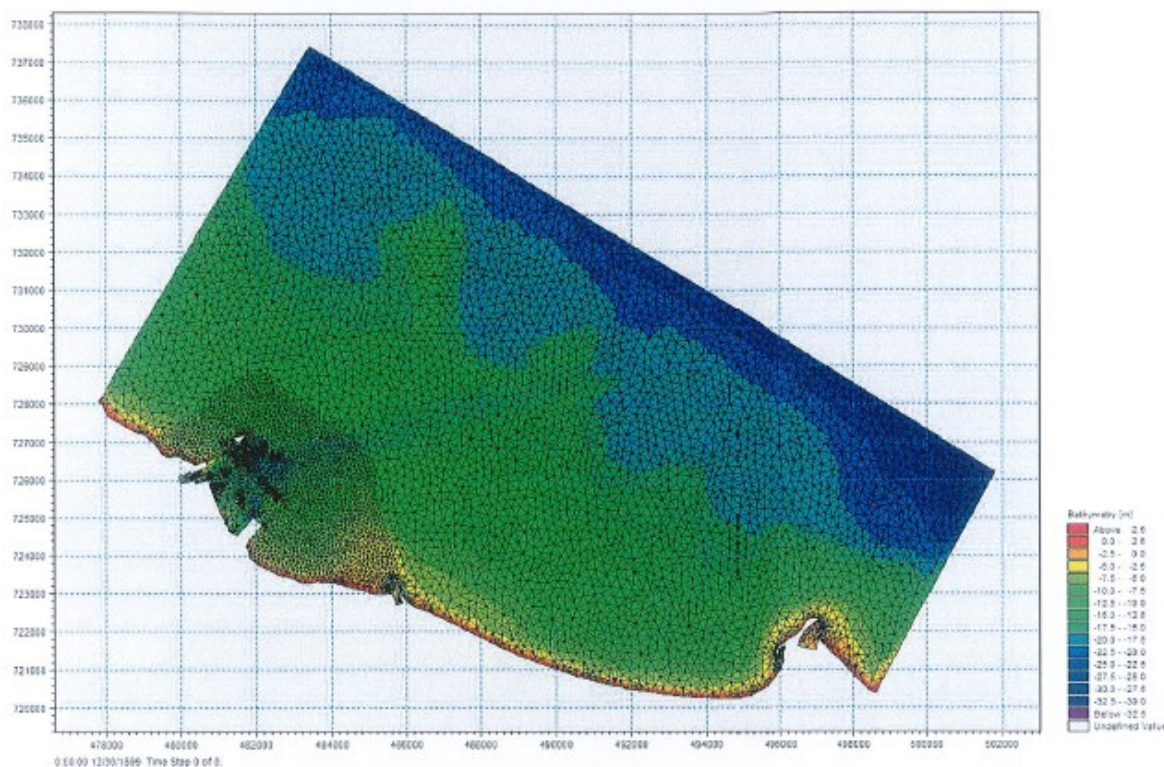
- *tarcie na granicach woda-dno (szorstkość dna) oraz woda-atmosfera (działanie wiatru);*
- *geometryczną zmienność obszaru zanurzonego, wywołaną zmiennością stanów wód;*
- *naprężenia radiacyjne spowodowane falowaniem.*

Oprogramowanie pozwoliło również na obliczenia parametrów pola wiatrowego, w tym: wysokości, okresy oraz kąty podchodzenia fal, generowanych wiatrem o zmiennych kierunkach i prędkościach.

W obliczeniach tych uwzględniono:

- nieliniowe współdziałanie pomiędzy poszczególnymi składowymi widma falowego;
- dysypację energii fal wywołaną tarciem o dno, załamaniem się fal;
- refrakcję i spłylenie akwenu;
- nieliniowe współdziałanie fali z prądem;
- spiętrzenia sztormowe;
- współdziałanie fali wiatrowej z rozkołyssem.

Wpływ falowania głębokowodnego na akwen portu północnego wykonano w oparciu o model, którego granice oparto o brzeg morski od ujścia Wisły do falochronów Nowego Portu w Gdańsku oraz w głąb morza na odległość 10 km. Model wykonano w oparciu o nieregularną siatkę obliczeniową o powierzchni pojedynczego elementu obliczeniowego wynoszącą ok 40 000 m². W rejonach sąsiadujących z (planowanym wówczas) portem powierzchnia pojedynczego elementu siatki ograniczono do 10 000 m². Obszar modelu zaprezentowano na Rys.8.6.



Rys.8.6. Układ batymetryczny w rejonie Portu Północnego wraz z przyjętą siatką numeryczną (Marcinkowski i in., listopad 2009)

Całość obliczeń pola falowego wykonano dla projektowanego poziomu morza (wzrost o 1,61 m n.p.m.) uwzględniającego spiętrzenie sztormowe występujące z prawdopodobieństwem 5% (631 cm patrz tab. IX, wyliczone metodą Instytutu Morskiego) oraz zakładanego podniesienia poziomu wody związanego z tzw. „efektem cieplarnianym”, który zostanie osiągnięty po 50 latach od opracowania raportu IPPC, tj. $\Delta H=30$ cm (Cieślak 2001). Aktualizacja projektowanego poziomu morza pojawiła się w opracowaniu Biura Projektów WUPROHYD w 2014 r. (Marcinkowski i in. sierpień 2014). Autorzy opracowania w oparciu o analizę rzeczywistych zmian średniego poziomu Morza Bałtyckiego w rejonie Zatoki Gdańskiej przyjęli inne założenia do oszacowania projektowanego poziomu morza. Zastosowali do jego określenia następujące wartości:

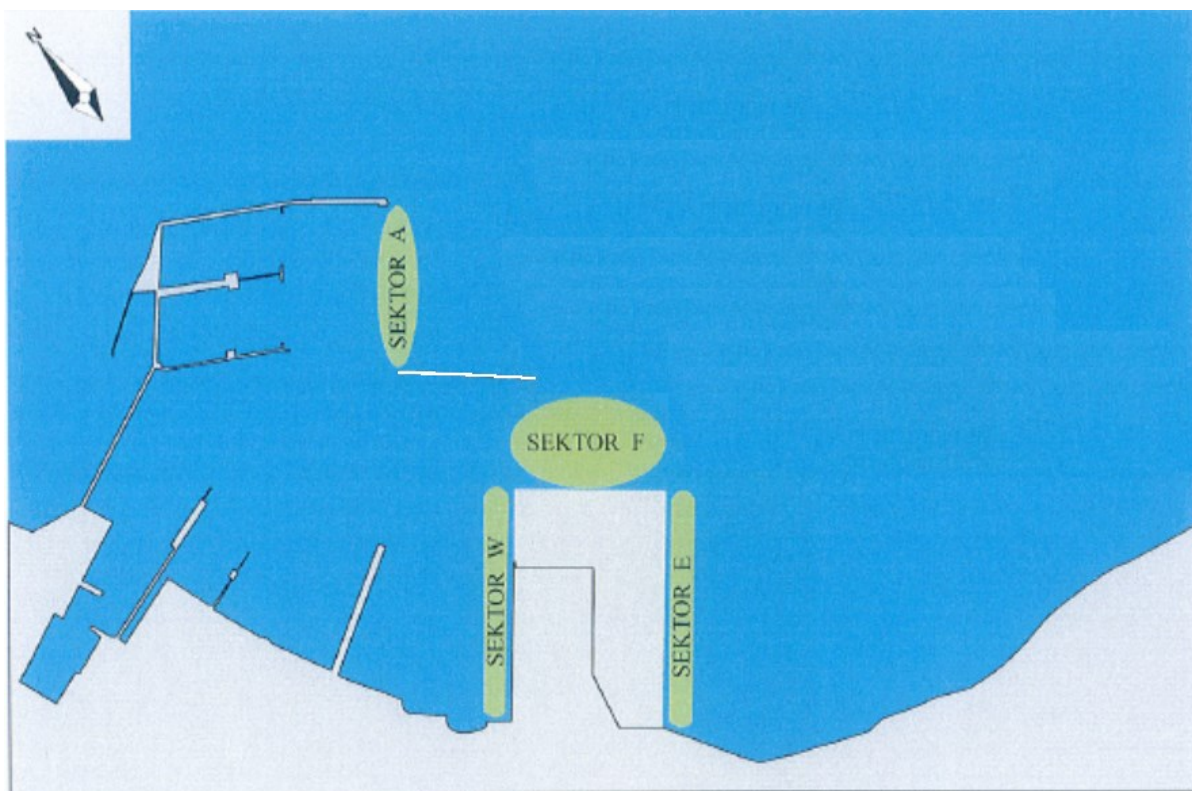
- *poziom morza o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 50 lat (analogicznie do wcześniej przyjętego) wynoszącego 649 cm (wartość wyższa o 10 cm od przyjętej w 2009 r.) względem zera mareografu $H_0 = -508$ cm poniżej poziomu morza;*
- *prognozowany wzrost poziomu morza w perspektywie 30 lat (+10 cm) – we wcześniejszym opracowaniu przyjmowano okres 50 lat z przewidywanym wzrostem rzędu 30 cm.*

W rezultacie projektowy poziom wody określono na:

$Z_{max} = 649 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 659 \text{ cm} \approx 660 \text{ cm}$ (+1.60 m powyżej średniego poziomu morza),
(Marcinkiewicz i in. 2014)

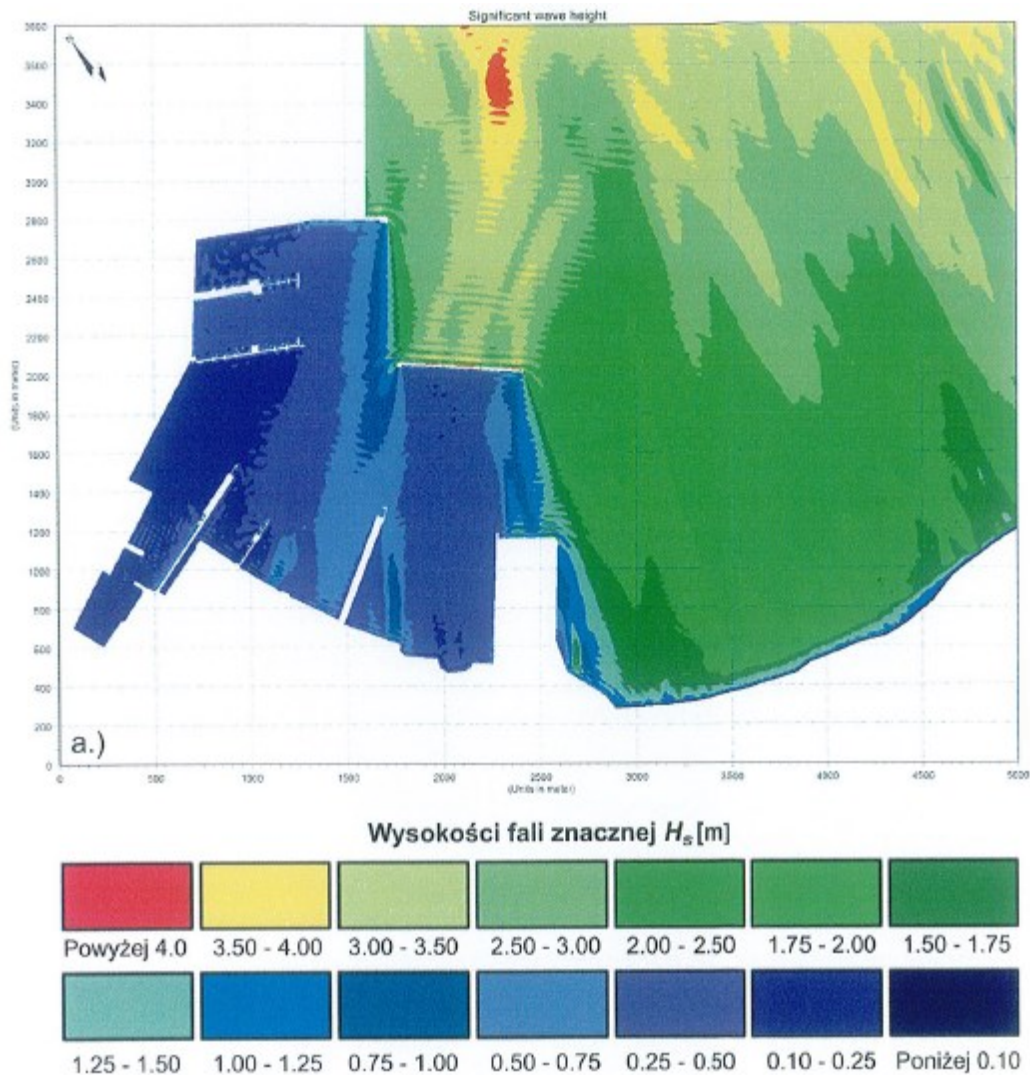
Akwen Portu Północnego w Gdańsku do celów analizy falowania podzielono umownie na sektory:

- sektor E, stanowiska postojowe po wschodniej stronie terminalu portowego DCT;
 - sektor W, stanowiska postojowe po zachodniej stronie terminalu portowego DCT;
 - sektor F, tor wodny przed frontem terminalu DCT;
 - sektor O, nowa obrotnica.
-
- sektor A, sąsiedztwo istniejącego wejścia portowego;
 - sektory P1 i P2, przedpola projektowanych falochronów



Rys.8.7. Lokalizacja wybranych sektorów Portu Północnego w Gdańsku do analizy falowania (Marcinkowski i in., listopad 2009)

W opracowaniu Instytutu Morskiego określono wpływ falowania na istniejący i projektowany układ falochronów. W związku z faktem, że od czasu sporządzenia tego opracowania układ falochronów nie został zmodyfikowany, w niniejszej metodyce ograniczono się do zaprezentowania rozkładu falowania w akwenie Portu Północnego w istniejącym układzie dla jednego z najbardziej niekorzystnych układów kierunku i prędkości wiatru na przedpolu portu.



Rys.8.8. Obliczone wysokości fal znacznych dla wiatru wiejącego z kierunku NNE z prędkością 21 m/s.

Na podstawie obliczeń wykonanych za pomocą modelowania numerycznego dla wiatru wiejącego z kierunku NNE z prędkością 21 m/s oraz przy początkowym układzie poziomym wody na rzędnej 1,61 m n.p.m. określono następujące wartości falowania w poszczególnych sektorach Portu Północnego w Gdańsku:

- sektor A, wysokość fali znacznej H_s w przedziale od 1,0 m do 3,0 m;
- sektor E, wysokość fali znacznej H_s w przedziale od 1,25 m do 2,25 m;
- sektor F, wysokość fali znacznej H_s w przedziale od 0,75 m do 2,25 m;
- sektor W, wysokość fali znacznej H_s w przedziale od 0,40 m do 0,75 m (0,97 m w opracowaniu WUPROHYD z 2014 r.);

Wyżej przedstawione wyniki pracy zespołu Instytutu Morskiego są jedynie wybranym fragmentem, prezentującym złożoność zagadnień związanych z falowaniem w obszarze Portu Północnego

w Gdańsku. Jednocześnie należy mieć na uwadze fakt, że wielkości falowania w porcie ulegną zmianie w przypadku realizacji inwestycji w postaci nowych falochronów wyspowych, a ich wpływ na zmiany falowania w poszczególnych sektorach portu został już określony w przytaczanym opracowaniu.

Podobnie w pracy z 2014 r. wykonanej przez WUPROHYD Sp. z o.o. autorzy wyznaczyli parametry falowania w średnim roku statystycznym na przedpolu Portu Północnego w Gdańsku w punkcie położonym w odległości 2 km od falochronu wyspowego, dla którego określili, że:

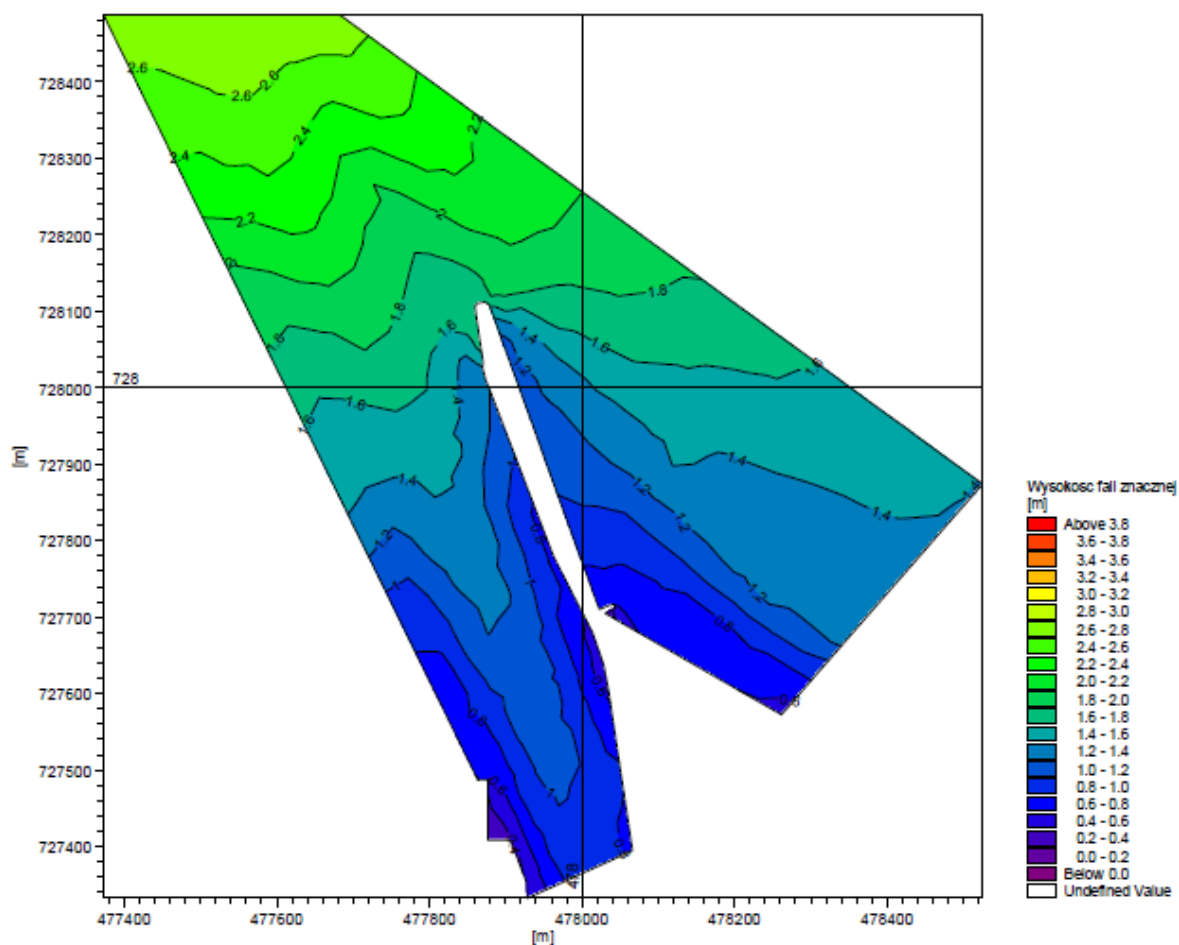
- kierunku *N*, w wyniku częściowego jego przesłonięcia przez Półwysep Helski, maksymalne wysokości fali znacznej wynoszą $H_{s,max} = 2,2$ m,
- najwyższe wysokości fal znacznych osiągają fale podchodzące z kierunku *NNE* $H_{s,max} = 4,1$ m i z kierunku *NE* $H_{s,max} = 3,2$ m,
- w ciągu roku dominują fale podchodzące z kierunku *NNE* i *NE*,
- azymutu kątów podchodzenia fali z kierunku *NNE* i *NE* są zbliżone do siebie, dla wysokości fal z przedziału 2.5÷3.5 m różnica ta nie przekracza 6° ,
- fale z kierunku *ENE* ($H_{s,max} = 1,6$ m) i *E* ($H_{s,max} = 1,1$ m) są zdecydowanie niższe od fal podchodzących z pozostałych kierunków. (Marcinkowski i in. 2014).

W opracowaniu tym autorzy zdecydowali się na wykonanie obliczeń dla wiatru z kierunku *NNE*, który w średnim roku statystycznym generował maksymalne wysokości fal wiatrowych o wysokości ponad 4 m, przy zastosowaniu dwóch okresów powtarzalności $T_R = 100$ lat i $T_R = 20$ lat. W szczególności wyniki dla okresu powtarzalności raz na 100 lat będą przydatne do określania map zagrożenia powodziowego w portach.

VIII.5.1.5. Fala głębokowodna na przedpolu portu wewnętrznego w Gdańsku

W opracowaniu Instytutu Morskiego w Gdańsku z 2007 r. można znaleźć informację o parametrach fali głębokowodnej na przedpolu portu wewnętrznego w Gdańsku w ujściu Martwej Wisły, chronionego przez falochron wschodni.

Dla wiatru stuletniego (wiejącego z prędkością 22,9 m/s) i kierunku falowania 339° , najbardziej niesprzyjającego dla wejścia do Portu Wewnętrznego Gdańsk (kierunek prowadnicy Falochronu Wschodniego) otrzymano wysokość fali znacznej: 2,7 m i okres fali: 5,6 s (Gajewski i in. 2007).



Rys.8.9. Rozkład wysokości fali znacznej w ujściu Martwej Wisły wraz z falochronem wschodnim dla głębokowodnej fali stuletniej o kierunku 339° (Gajewski i in. 2007).

Natomiast w przypadku fali głębokowodnej z kierunku 39° pojawi się najwyższa głębokowodna fala znaczna $H_s = 3,8$ m o okresie $T_s = 6,9$ s. W opracowaniu tym rozpatrywano również fale o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=10\%$ oraz $p=5\%$. Autorzy opracowania zamieścili także informacje o zależności pomiędzy wysokością maksymalnej fali znacznej a odległością od główki portu w kierunku Portu Wewnętrznego.

Tab.8.11. Wysokość fali znacznej H_s wzdłuż falochronu wschodniego dla fali stuletniej z kierunku 339° .

Odległość od główki [m]	Wysokość fali znacznej H_s [m] strona wewnętrzna	Wysokość fali znacznej H_s [m] strona zewnętrzna
0	1,76	1,76
100	1,28	1,17
200	1,03	1,12
300	0,79	0,96
400	0,72	0,78
500	0,54	0,62
600	0,78	0,64

Informacje zawarte w wyżej przytaczanych opracowaniach można wykorzystać w trakcie opracowywania map zagrożenia powodziowego na terenach sąsiadujących z Portem Północnym oraz Portem Wewnętrznym w Gdańsku.

VIII.6. Zasady wyznaczania obszarów obejmujących tereny narażone na zalanie w przypadku przelania się wody przez elementy tworzące system ochrony brzegu (plaże, wydmy, klify, wały przeciwsztormowe, nabrzeża, itp.), bądź w przypadku ich zniszczenia lub znaczącego uszkodzenia.

Zgodnie z założeniami, opisanymi w rozdziale V. i VII., scenariusz wystąpienia powodzi 0,2% oraz 1%, uwzględni obszary zagrożenia powodziowego od strony morza wynikające z przelania się wód przez koronę wałów przeciwpowodziowych lub przeciwsztormowych.

Dla scenariusza 3 wymienionego w rozdziale V: zniszczenie budowli przeciwpowodziowej w przypadku wystąpienia powodzi 1%, należy uwzględnić całkowite zniszczenie budowli. Obszary zagrożenia powodziowego na skutek całkowitego zniszczenia budowli zostaną wyznaczone poprzez niezależne modelowanie dla warunków ruchu nieustalonego, (osobno dla lewego i prawego zawala rzeki lub akwenu) polegające na całkowitym usunięciu budowli przeciwpowodziowych. Symulację hydrauliczną należy przeprowadzić modelami, opracowanymi dla podstawowych scenariuszy powodziowych. Pozostałe parametry modelu powinny odpowiadać warunkom symulacji podstawowego scenariusza modelowania zagrożeń od strony morza o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%. Rzeczny warunek brzegowy stanowić będzie wartość średniego przepływu z ostatniego trzydziestolecia (SSQ) dla przekroju rozpoczynającego model. W przypadku, gdy ukształtowanie terenu lub warunki hydrologiczne tego wymagają, model należy rozbudować. Następnie wyniki wszystkich wykonanych symulacji należy połączyć, przez co powstanie sumaryczny obszar potencjalnego zagrożenia powodziowego. Tak opracowane obszary odzwierciedlają potencjalne zagrożenie powodzią.

Dla scenariusza 4 wymienionego w rozdziale 5. zniszczenie budowli przeciwpowodziowej w przypadku wystąpienia powodzi 0,2%, uwzględnione zostanie całkowite uszkodzenie wskazanych przez Zamawiającego budowli. Koncepcja modelowania tego scenariusza opiera się na założeniu występowania budowli, które stanowią zabezpieczenie przed zagrożeniami od strony morza o niższym prawdopodobieństwie wystąpienia niż 1%. Schemat przeprowadzenia modelowania będzie

analogiczny jak w przypadku modelowania scenariusza całkowitego zniszczenia obwałowania dla prawdopodobieństwa wystąpienia 1%. Pozostałe parametry modelu odpowiadać będą warunkom symulacji scenariusza modelowania zagrożeń od strony morza o prawdopodobieństwie wystąpienia 0,2%. Rzeczny warunek brzegowy stanowić będzie wartość średniego przepływu z ostatniego trzydziestolecia (SSQ) dla przekroju rozpoczynającego model.

VIII.7. Dane wejściowe i wyjściowe modeli hydraulicznych.

Opracowanie w pełni funkcjonalnych modeli hydraulicznych wymaga dostarczenia szerokiego zakresu danych wejściowych. Dane wejściowe można podzielić na dane niezbędne do zbudowania struktury obliczeniowej modelu oraz dane niezbędne do przeprowadzenia obliczeń hydrodynamicznych. Struktura obliczeniowa modelu obejmuje swym zakresem podstawowe parametry w zakresie rzeźby terenu, ukształtowania dna akwenów morskich i koryt rzecznych, budowli hydrotechnicznych oraz parametrów charakteryzujących zmienność szorstkości modelowanego obszaru. Z kolei dane niezbędne do przeprowadzenia obliczeń hydraulicznych obejmują poziomy wody rejestrowane na mareografach, stany wody w rzekach rejestrowane na wodowskazach, krzywe natężenia przepływów, prędkości i kierunki wiatru, lub pola ciśnień dla rozpatrywanego obszaru. Dla przeprowadzenia obliczeń odpowiadających prawdopodobnym scenariuszom należy uzyskać charakterystyki hipotetycznych wzebrań sztormowych o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ oraz $p=0,2\%$.

VIII.7.1. Dane wejściowe do konstrukcji modelu

Zbudowanie modelu hydraulicznego pozwalającego na określenie zasięgu zagrożenia powodziowego od wód morskich i wewnętrznych wód morskich wymaga następujących danych:

- Numeryczny model terenu - NMT o rozdzielczości co najmniej 1 m oraz dokładności wysokościowej $\pm 0,15$ m dostarczony przez Zamawiającego.
- Numeryczny model powierzchni terenu – NMPT o rozdzielczości odpowiadającej NMT
- Oryginalne pliki LAS dla modelowanych obszarów.
- Przekroje dobrzegowe

- Dowiązane geodezyjnie wszelkie dane batymetryczne konieczne do sporządzenia ukształtowania dna.
- Baza danych obiektów topograficznych dla modelowanych obszarów.
- Przekroje geodezyjne koryt cieków i kanałów.
- Przekroje geodezyjne budowli hydrotechnicznych zarówno morskich jak i rzecznych.
- Cyfrowa Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w najnowszej wersji, zawierająca schematyzację przebiegu cieków, wydzielone zlewnie z podziałem na rzędy.
- Przekroje dolinowe cieków wykonane w I cyklu planistycznym.
- Modele hydrauliczne wykonane w I cyklu planistycznym, w tym wersje modeli wykorzystanych do opracowania wariantu zerowego w ramach Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym.

Dane wykorzystywane do budowy numerycznego modelu podlegają aktualizacji do czasu przystąpienia do obliczeń ustalonych scenariuszy zagrożenia powodziowego (np. w przypadku, gdy przekroje korytowe lub budowle hydrotechniczne podlegały istotnym modyfikacjom, tym samym wpływając na zmiany zasięgu i rzędne obszarów zagrożenia powodziowego). Dla obszarów wskazanych do wykonania MZP i MRP w II cyklu planistycznym (wymienionych w Raplocie WORP z I cyklu planistycznego) oraz dla nowych obszarów (zakwalifikowanych w ramach WORP opracowanych w II cyklu planistycznym) podczas modelowania hydraulicznego należy dodatkowo wykorzystać przekroje geodezyjne koryt i budowli hydrotechnicznych, wykonane na zlecenie KZGW w ramach realizacji II cyklu planistycznego. Dane batymetryczne akwenów morskich - wykorzystane podczas modelowania hydraulicznego w I cyklu planistycznym - należy zaktualizować w oparciu o dane batymetryczne dostarczone przez administrację morską oraz BHMW. Dane te należy również wykorzystać dla obszarów wskazanych do wykonania MZP i MRP w II cyklu planistycznym (wymienionych w Raplocie WORP z I cyklu planistycznego) oraz dla obszarów zakwalifikowanych w ramach WORP w II cyklu planistycznym.

VIII.7.2. Dane wejściowe do obliczeń modeli hydraulicznych

Zakres danych wejściowych niezbędnych do wykonania obliczeń opisano w rozdziale VII niniejszej metodyki.

Dane te można podzielić na dane konieczne do wykonania kalibracji i weryfikacji modeli oraz na dane konieczne do przeprowadzenia obliczeń scenariuszy prawdopodobnych zagrożeń powodziowych.

A. Dane wejściowe do skalibrowania i zweryfikowania modeli

Obejmują obserwacyjne dane historyczne dla co najmniej dwóch wezbrań sztormowych:

- poziomy na stacjach mareograficznych;
- poziomy na wodowskazach w ujściowych odcinkach rzek;
- prędkość i kierunek wiatru (opcjonalnie pola ciśnienia atmosferycznego);
- przepływy w rzekach uchodzących do morza.

B. Dane wejściowe do scenariuszy zagrożenia powodziowego

Scenariusze powodziowe będą zależne od następujących danych wejściowych:

- zmienny w czasie poziom morza $H(t)$,
- ustalony w czasie kierunek i prędkość wiatru
- ustalone w czasie przepływy średnie na ciekach uchodzących do morza

VIII.7.3. Dane wyjściowe z modeli hydraulicznych

Opierając się na rozporządzeniu w sprawie opracowania map zagrożenia powodziowego należy określić zakres danych wyjściowych z modelowania hydraulicznego niezbędnych do opracowania map zagrożenia powodziowego. Dane będą obejmowały:

- wyniki modelowania dwuwymiarowego w postaci rastra wartości maksymalnego poziomu zwierciadła wody wraz zasięgiem (tj. numerycznego modelu powierzchni wody);
- wyniki modelowania jednowymiarowego w postaci:
 - maksymalnych rzędnych zwierciadła wody w przekrojach obliczeniowych;
 - zorientowanych przestrzennie linii przekrojów obliczeniowych.

Rzędne te wraz szerokością przekrojów obliczeniowych zostaną wykorzystane do opracowania numerycznego modelu powierzchni wody wraz zasięgiem przy wykorzystaniu narzędzi GIS.

VIII.8. Uzasadnienie wybranych rozwiązań modelowania hydraulicznego.

Autorzy niniejszej metodyki wskazują jako zalecane do zastosowania dwuwymiarowe lub hybrydowe matematyczne modelowanie hydrauliczne w ruchu nieustalonym, w celu określenia zagrożenia powodziowego od strony wód morskich lub wewnętrznych wód morskich. Przyjęcie takiego sposobu realizacji cechuje się najwyższym stopniem sprawdzalności i poprawności przyjętych założeń w porównaniu do użycia rozwiązań z wykorzystaniem wyłącznie geograficznych systemów informacyjnych lub wykorzystania modeli wyłącznie w ruchu ustalonym.

Dotychczas często stosowane w praktyce przyjęcie poziomu i zasięgu zagrożenia powodziowego od strony wód morskich za pomocą odcięcia maksymalnego poziomu zwierciadła wody od numerycznego modelu terenu jest rozwiązaniem słusznym jedynie w szczególnych przypadkach, gdy obszar zalewowy jest stosunkowo niewielki, położony wzdłuż brzegu morskiego i nie jest chroniony przez obiekty przeciwszstormowe.

We wszystkich pozostałych przypadkach najważniejszym elementem oprócz maksymalnej wysokości poziomu wód morskich jest czas, w którym maksymalny poziom wezbrania sztormowego zostanie osiągnięty oraz jak szybko opadnie poniżej naturalnych lub antropogenicznych form terenu, uniemożliwiając tym samym dalsze zasilanie terenów zalewowych wodami morskimi. Trzecim elementem wpływającym na wielkość zagrożenia powodziowego jest zdolność obszaru zagrożonego powodzią do transferu zagrożenia w głąb lądu. Dlatego kluczowym elementem w możliwości penetracji lądu przez morską falę powodziową będzie także rzeźba terenu.

W przypadku identyfikacji rozległych obszarów zagrożonych powodzią od wód morskich lub wewnętrznych wód morskich, ale chronionych przez wydmy, obwałowane ujścia rzek, lub budowle przeciwszstormowe należy mapy zagrożenia powodziowego wykonać w oparciu o wyniki modeli dwuwymiarowych lub hybrydowych w ruchu nieustalonym. Tylko takie podejście do zagadnienia zasięgu powodzi od wód morskich lub wewnętrznych wód morskich zapewni wiarygodność wyników.

VIII.9. Zasady uzgadniania warunków modelowania hydraulicznego oraz wyników modelowania na styku obszarów modelowania.

Uzgadnianie warunków modelowania hydraulicznego na styku różnych obszarów modelowania powinno być pierwszym etapem przed przystąpieniem do modelowania hydraulicznego. Natomiast uzgadnianie wyników jest właściwie ostatnim etapem prac przy określaniu obszarów zagrożenia powodziowego.

Jednakże w natłoku prac i różnorodnych obowiązków, przy koordynacji wieloosobowych zespołów realizujących swoje zadania w różnych ośrodkach (w tym międzynarodowych, do czego obliguje Dyrektywa Powodziowa na wodach międzynarodowych), może się zdarzyć, że zabraknie uzgodnień w zakresie warunków początkowych i brzegowych dla modelowanych sąsiadujących akwenów. W konsekwencji uzyskamy wyniki w postaci numerycznych modeli powierzchni wody (NMPW), które nie będą pasowały do siebie zarówno w zakresie zasięgu jak i poziomu.

Dotychczas nie powstały dokumenty regulujące kwestie niezgodności zasięgów zagrożenia powodziowego na styku obszarów modelowania. W szczególności dotyczy to nakładania się zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego od strony wód śródlądowych z obszarami zagrożenia od strony wód morskich, ponieważ będą one prezentowane na oddzielnych mapach zagrożenia powodziowego (odpowiednio zagrożenie od wód morskich oraz zagrożenie od wód śródlądowych). Niezgodności zasięgów mogą powstać w przypadku modeli sąsiadujących obszarowo ze sobą. Jeżeli ich obszary modelowania nie zostaną dobrane odpowiednio do zasięgów zagrożenia, wówczas pojawi się konieczność korekty granic modeli. Podobnie dotyczy to kwestii ustalania poziomów zagrożenia powodziowego pomiędzy odcinkami wybrzeża, dla których określa się różne wartości punktowo dla lokalizacji mareografów, co implikuje konieczność interpolowania różnicy poziomów na odcinku wybrzeża pomiędzy tymi mareografami oraz adaptację warunków początkowych i brzegowych w wykorzystywanych modelach.

Konieczność uzgadniania różnic maksymalnych poziomów oraz sposobów ich niwelowania wystąpi na styku modeli dla otwartego morza z pozostałymi wyodrębnionymi akwenami, tj.: basenami portowymi, zatokami, ujściowymi odcinkami rzek.

W celu zachowania właściwego obrazu otrzymywanych wyników na styku różnych obszarów modelowania, należy uzgodnić wyniki w zakresie obliczeń hydraulicznych w postaci rzędnych zwierciadła wody oraz zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego.

W przypadku wystąpienia niezgodności, należy podjąć działania, mające na celu uzyskanie właściwego dopasowania rzędnych zwierciadła wody oraz zasięgu obszarów zagrożenia powodziowego. Możliwe jest wykorzystanie modeli uzupełniających, obejmujących strefę styków obszarów modelowania. Wówczas, dla warunków brzegowych należy przyjąć wyniki obliczeń z dwóch sąsiednich modeli. Wielkość modelu należy dopasować odpowiednio do występujących różnic pomiędzy modelami.

W przypadku zaistnienia konfliktu w postaci niezgodności dla uzyskanych numerycznych modeli powierzchni wody na sąsiadujących (najczęściej nakładających się częściowo na siebie) obszarach, konieczne jest dokonanie zmiany warunków brzegowych modeli. A następnie ponowne wykonanie czasochłonnych obliczeń.

W związku z powyższym, w celu uniknięcia zbędnej straty czasu na korektę dużych rozbieżności pomiędzy wynikami modeli hydraulicznych należy przyjąć następujące zasady postępowania:

1. Obszary modelowane należy budować tak, aby nie tylko się stykały ze sobą, ale powinny zawierać między sobą znaczącą część wspólną.
2. Należy ustalić wspólne warunki początkowe i brzegowe dla modeli o wspólnej części numerycznego modelu powierzchni wody.
3. Po uzyskaniu wyników modelowania, surowe wyniki w postaci maksymalnych poziomów numerycznych modeli powierzchni wody należy porównać ze sobą. W przypadku uzyskania zgodności na wspólnym obszarze wyniki można przekazać do dalszego przetwarzania przez zespół kartografów. Jeśli rozbieżności są znaczące, należy skorygować warunki początkowe i brzegowe lub w ekstremalnym przypadku zwiększyć obszar wspólny modeli.
4. Końcowa kontrola wyników modeli hydraulicznych następuje w czasie przetwarzania przez zespół kartografów. Jeśli pojawi się znacząca różnica w uzyskanych wynikach (np. wynikająca z generalizowania numerycznego modelu terenu), to należy poinformować zespół modelujący o błędzie. W takim przypadku należy przeanalizować elementy morfologiczne, które mogły mieć wpływ na różnice (np. obniżenie rzędnej korony wału podczas tworzenia siatki numerycznego modelu terenu o mniejszej rozdzielczości).
5. Ostatecznym etapem jest stworzenie map zagrożenia powodziowego o zgodnych numerycznych modelach powierzchni wody na obszarach wspólnych dla rozpatrywanych obszarów modelowania.
6. Zasięgi zagrożenia powodziowego od wód morskich i wewnętrznych wód morskich nie będą tożsame z zasięgami zagrożenia powodziowego od wód śródlądowych. Dla obu zagrożeń powstaną niezależne mapy zagrożenia powodziowego.

IX. METODYKA OPRACOWANIA MZP OD STRONY MORZA

Podejście metodyczne do tworzenia map zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich jest takie samo jak podejście do opracowania map zagrożenia powodziowego od strony wód śródlądowych.

IX.1. Przetwarzanie wyników modelowania zagrożenia powodziowego

Opracowanie map zagrożenia powodziowego polega na przetworzeniu wyników uzyskanych z modelowania hydraulicznego, dlatego musi być poprzedzone następującymi etapami:

1. Budową modelu hydraulicznego zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale VIII;
2. Wykonaniem obliczeń hydraulicznych dla scenariuszy powodziowych zdefiniowanych zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale V;
3. Wyznaczeniem obszarów zagrożenia powodziowego poprzez przetwarzanie wyników modelowania hydraulicznego;
4. Uzgodnieniem zasięgów na styku obszarów modelowania;
5. Przygotowaniem bazy danych wyjściowych zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale XI;
6. Przygotowaniem wersji kartograficznej map zagrożenia powodziowego zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale XII.

IX.2. Generalizacja obszarów zagrożenia powodziowego

Wyniki modelowania hydraulicznego 2D i 1D/2D rzędnych zwierciadła wody stanowią podstawę wyznaczania obszarów zagrożenia powodziowego od strony morza.

Obszary zagrożenia powodziowego należy wyznaczyć przy zastosowaniu oprogramowania typu GIS. Opracowywane poligony obszarów zagrożenia powodziowego należy zgeneralizować na etapie przygotowania bazy danych. Procedura generalizacji nie może wpłynąć negatywnie na jakość wyników końcowych, dlatego musi być przeprowadzona zgodnie z zasadami zdefiniowanymi w metodyce opracowania map zagrożenia powodziowego.

Procedura wyznaczania obszarów zagrożenia powodziowego obejmuje poniższe kroki:

1. Generowanie rastra numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) – dla wyników z poszczególnych modeli hydrodynamicznych;
2. Generowanie rastra głębokości wody;
3. Wstępna weryfikacja rastra głębokości wody (generalizacja merytoryczna, prowadzona przez specjalistę ds. GIS na podstawie doświadczenia i wiedzy o zjawisku i sytuacji);
4. Reklasyfikacja rastra głębokości wody do zakresów zgodnych z *rozporządzeniem*;
5. Wygładzanie (dwukrotne) rastra głębokości wody;
6. Konwersja rastra głębokości wody do postaci wektorowej;
7. Usuwanie obszarów zalewów nie połączonych hydraulicznie z akwenem lub korytem rzeki;
8. Eliminacja małych poligonów;
9. Strefa głębokości w obszarze akwenu lub koryta rzeki;
10. Obszar zagrożenia powodziowego;

11. Korekta obszaru zagrożenia powodziowego w oparciu o ortofotomapy, numeryczny model terenu.

W momencie tworzenia niniejszej metodyki trwają prace zlecone przez KZGW nad metodyką opracowania map zagrożenia powodziowego w II cyklu planistycznym.

Zgodnie z Art. 88f ust. 2 ustawy Prawo wodne mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego opracowywanych przez Prezesa KZGW.

W związku z powyższym, w celu zapewnienia zgodności pomiędzy tymi dwoma opracowaniami, uzyskane zasięgi zagrożenia powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich należy opracować zgodnie z wyżej wymienionymi zasadami, określonymi w aktualnie zmienianych dokumentach metodycznych, które będą stosowane przez Prezesa KZGW (Wody Polskie od 1 stycznia 2018 r.) w II cyklu planistycznym.

X. OPACOWANIE MRP OD STRONY MORZA

Podejście metodyczne do opracowania map ryzyka powodziowego od strony wód morskich i wewnętrznych wód morskich jest takie samo jak podejście do opracowania tego rodzaju map od strony wód śródlądowych. W celu zapewnienia zgodności materiałów sporządzonych przez administrację morską z materiałami realizowanymi przez Prezesa KZGW należy zadbać, aby zostały one zrealizowane w oparciu o te same podstawy metodyczne. W momencie tworzenia niniejszej metodyki w KZGW trwają prace nad modyfikacją metodyki do tworzenia map ryzyka powodziowego. Z tego względu na obecnym etapie nie jest możliwe przedstawienie szczegółów, a jedynie przybliżenie etapów i zasad tworzenia map ryzyka powodziowego sporządzonych w I cyklu planistycznym. Docelowo należy wykorzystać materiały metodyczne, które powstaną w KZGW.

X.1. Metodyczne zasady określania ryzyka powodziowego

Mapy ryzyka powodziowego zgodnie z *rozporządzeniem*, muszą być wynikiem następujących etapów analizy:

1. Przekształcenie przy użyciu narzędzi GIS danych wejściowych do struktury baz danych ryzyka powodziowego w celu określenia dla obszarów zagrożenia powodziowego:
 - a. negatywnych konsekwencji dla ludności,
 - b. rodzaju działalności gospodarczej,
 - c. obszarów chronionych,

- d. obiektów zagrażających środowisku w przypadku wystąpienia powodzi, w tym również mogących wpływać negatywnie na zdrowie ludzi
 - e. obszarów i obiektów dziedzictwa kulturowego;
2. Obliczenie wartości potencjalnych strat powodziowych;
 3. Przygotowanie bazy danych wyjściowych;
 4. Przygotowanie wersji kartograficznej map ryzyka powodziowego.

Podstawę do opracowania map ryzyka powodziowego stanowią mapy zagrożenia powodziowego z wyznaczonymi obszarami zagrożenia powodziowego oraz głębokościami wody sklasyfikowanymi w 4 przedziałach, zgodnych z Rozporządzeniem:

1. głębokość wody mniejsza lub równa 0,5 m;
2. głębokość wody większa niż 0,5 m, a mniejsza lub równa 2 m;
3. głębokość wody większa niż 2 m, a mniejsza lub równa 4 m;
4. głębokość wody większa niż 4 m.

X.2. Metodyczne zasady opracowania map ryzyka powodziowego

Zgodnie ustawą *Prawo wodne* „mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego opracowywanych przez Prezesa KZGW. W związku z powyższym, w celu zapewnienia zgodności pomiędzy tymi dwoma opracowaniami, mapy ryzyka powodziowego od strony morza należy wyznaczyć zgodnie z zasadami określonymi w dokumentach metodycznych stosowanych przez Prezesa KZGW. Dokumenty metodyczne są obecnie w trakcie aktualizacji przez Prezesa KZGW.

Zaktualizowana metodyka w szczególności będzie uwzględniała:

- a) sposób uwzględnienia danych BDO10k
- b) sposób obliczania i prezentowania wartości potencjalnych strat powodziowych,
- c) sposób obliczania i prezentowania liczby mieszkańców, którzy mogą być dotknięci powodzią.

Po zakończeniu aktualizacji metodyki opracowywania map ryzyka powodziowego przez Prezesa KZGW mapy ryzyka powodziowego realizowane przez administrację morską należy wykonać na jej podstawie.

XI. FORMA I ZAKRES BAZY DANYCH PRZESTRZENNYCH MZP i MRP OD STRONY MORZA, OPIS I ZAKRES METADANYCH

W I cyklu realizacji map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego nie stosowano jednej zunifikowanej bazy danych na etapie roboczym. Każdy z podwykonawców we własnym zakresie i specyficznym dla siebie schemacie przygotowywał produkty w formie gotowej do pobrania przez KZGW. Jednorodna baza danych została stworzona w KZGW i KZGW pobierało do niej przygotowane mapy w wersji cyfrowej.

XI.1 Zakres bazy danych MZP i MRP

Zakres bazy danych map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego jest opisany w raporcie KZGW z wykonania MZP i MRP. Z uwagi na fakt, że jest on obecnie w trakcie definiowania przez KZGW, przedmiotowy zakres będzie wymagał doprecyzowania takich elementów jak:

- a) struktura bazy danych,
- b) formatu bazy danych, mając na uwadze możliwość optymalnego przechowywania, analizy, edycji danych oraz ich udostępniania,
- c) nowych warstw przestrzennych, w tym uwzględnienie warstwy zawierającej dane hydrologiczne (wartości maksymalnych poziomów morza o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia i rzędne zwierciadła wody w punktach modelowania), warstwy z danymi batymetrycznymi dna morskiego, warstwy z rzędnymi zwierciadła wody, warstwy ze skorowidzem zmian w odniesieniu do wersji map i inne wynikające z OPZ i nowej metodyki,
- d) zmiany w warstwie formy_ochrony_przyrody - rozdzielenie obszarów Natura 2000 (OSO i SOO).

Jednakże mając na uwadze fakt łatwego transferu warstw w postaci plików SHP, lub plików rastrowych TIFF i GEOTIFF do dostępnych baz danych można stwierdzić, że prowadzenie prac w dowolnym systemie GIS, w tym baz danych obsługujących dane wektorowe i rastrowe nie wpłynie negatywnie na możliwości przekazania wyników do Prezesa KZGW.

Opierając się na doświadczeniach z realizacji MZP i MRP w I cyklu należy oczekiwać, że baza danych będzie obejmowała:

1. warstwy referencyjne;
2. warstwy map zagrożenia powodziowego;
3. warstwy map ryzyka powodziowego;

4. warstwy wspólne map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego;
5. warstwę odcinków wybrzeża oraz rzek;
6. skorowidz - wskazujący, dla których MZP i MRP z I cyklu pozostały bez zmian, a gdzie nastąpiły zmiany lub zostaną opracowane nowe mapy;
7. warstwy przestrzenne zawierające dane hydrologiczne oraz dane batymetryczne dna morskiego.

Struktura i format bazy danych, nowe warstwy przestrzenne oraz zmiany w istniejących warstwach przestrzennych muszą być zgodne z zasadami określonymi w dokumentach metodycznych stosowanymi przez Prezesa KZGW, tj. z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XI.2. Opis i zakres metadanych

W ramach prac nad mapami zostaną przygotowane metadane. Należy przeprowadzić analizę aktualnych wymagań dla profilu metadanych według dyrektywy INSPIRE oraz wytycznych WISE. Dodatkowo należy uwzględnić rozszerzenie o elementy rekomendowane dla serii danych związanych ze zbiorami danych dotyczących zagrożeń naturalnych zapisanych w dokumencie „D2.8.III.12 Data Specification on Natural Risk Zones – Draft Technical Guidelines” z 2013 r. (D2.8.III.12_v3.0rc3).

Struktura metadanych musi być zgodna ze strukturą znajdującą się w załączonym folderze: **METADANE**. Wszelkie odstępstwa od struktury i zakresu metadanych muszą być zgodne z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XI.3. Struktura warstw danych przestrzennych dla MZP i MRP, biblioteka stylów i symboli

Struktura warstw danych przestrzennych map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego w chwili tworzenia niniejszej metodyki jest w trakcie definiowania przez KZGW. Z tego względu zaleca się monitorowanie stanu prac nad tym zagadnieniem i wdrożenie po udostępnieniu przez Prezesa KZGW.

Biblioteka stylów i symboli będzie zgodna z załączonym plikiem **MZPiMRP.style**. Wszelkie zmiany w tym zakresie muszą być zgodne z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia

i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym. Dane przestrzenne muszą być opracowane w układach współrzędnych zgodnych z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych, tj. w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992 oraz w geodezyjnym układzie wysokościowym PL-KRON86-NH.

XI.4. Struktura folderów do przechowywania danych przestrzennych

Generalnie struktura folderów danych przestrzennych będzie odpowiadała następującej:

- jednostka podziału przestrzennego (dorzecze/region wodny/powiat/inne)
 - nazwa jednostki podziału przestrzennego (np. ZALEW_SZCZECINSKI)
 - rodzaj mapy (MZP/MRP/WARSTWY_REFERENCYJNE)
 - poszczególne warstwy przestrzenne.

Wszelkie odstępstwa od struktury folderów danych przestrzennych muszą być zgodne z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XI.5. Wersjonowanie bazy danych przestrzennych

Baza danych przestrzennych będzie podlegała wersjonowaniu. Metoda wersjonowania musi zostać określona zgodnie z tworzoną przez Prezesa KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym. Należy zaproponować odpowiednie nazewnictwo folderów na dyskach, zawierających kolejne wersje bazy danych.

XI.6. Spójność baz danych przestrzennych między administracją morską i KZGW

Struktura bazy danych administracji morskiej musi być spójna ze strukturą bazy danych modyfikowaną obecnie przez Prezesa KZGW.

Zgodnie ustawą *Prawo wodne* mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego opracowywanych przez Prezesa KZGW. W związku z powyższym, w celu zapewnienia zgodności pomiędzy tymi dwoma opracowaniami, baza danych

przestrzennych MZP i MRP od strony morza oraz metadane muszą być zgodne z zasadami określonymi w dokumentach metodycznych stosowanymi przez Prezesa KZGW. W przypadku aktualizacji dokumentów metodycznych stosowanych przez Prezesa KZGW w II cyklu planistycznym bazę danych przestrzennych MZP i MRP oraz metadane powinno się wykonywać zgodnie z nowymi zasadami przyjętymi do stosowania przez Prezesa KZGW (po ich akceptacji przez administrację morską).

XII. OPRACOWANIE WERSJI KARTOGRAFICZNEJ MZP I MRP OD STRONY MORZA

Wizualizacja kartograficzna MZP i MRP zostanie opracowana w postaci rastrowej w podziale na arkusze (godła) odpowiadające arkuszom map topograficznych w skali 1:10 000. Wizualizacje map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego od strony morza zostaną wykonane oddzielnie dla każdego scenariusza zagrożenia powodziowego, zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale V.

Zgodnie z *rozporządzeniem*, wizualizacja kartograficzna map zagrożenia powodziowego przygotowana zostanie w jednym zestawie tematycznym, obejmującym 3 odrębne komplety map, dla każdego ze scenariuszy powodziowych, tj.: H1%, H0,2%, Z1% lub Z0,2%:

1. Mapy zagrożenia powodziowego wraz z głębokością wody;

Ponadto zgodnie z *rozporządzeniem*, wizualizacja kartograficzna map ryzyka powodziowego przygotowana została w dwóch zestawach tematycznych, obejmujących po 3 odrębne komplety map dla każdego ze scenariuszy powodziowych, tj.: H1%, H0,2%, Z1% lub Z0,2%:

- 2.a. Mapa ryzyka powodziowego – Negatywne konsekwencje dla ludności oraz wartości potencjalnych strat powodziowych;
- 2.b. Mapa ryzyka powodziowego – Negatywne konsekwencje dla środowiska, dziedzictwa kulturowego i działalności gospodarczej.

XII.1. Zasady tworzenia wersji kartograficznych MZP i MRP

Opracowanie map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego od strony wód morskich oraz wewnętrznych wód morskich obejmuje następujące zasady tworzenia wersji kartograficznych map:

- a) Wersja kartograficzna map zostanie przekazana w formacie rastrowym tiff i geotiff w rozdzielczości 300 dpi. Wszelkie zmiany w tym zakresie muszą być zgodne z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.
- b) W KZGW diskutowana jest obecnie nowa orientacyjna mapa prezentująca wszystkie scenariusze zagrożenia powodziowego. Zasady jej tworzenia zostaną zdefiniowane w metodyce tworzonej przez KZGW.
- c) Objasnienia znaków (legandy) zostaną opracowane przez KZGW dla wszystkich map zagrożenia i ryzyka powodziowego. Będą opisywać wszystkie warstwy przestrzenne oraz etykiety widoczne na mapach. Objasnienia znaków będą zgodne z załączonymi plikami zawartymi w folderze **OBJASNIENIA_ZNAKOW**. Wszelkie odstępstwa muszą być zgodne z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XII.2. Podział wersji kartograficznych MZP i MRP

Nazwa każdego arkusza mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego będzie się składała z informacji o godle, rodzaju mapy oraz scenariuszu zagrożenia powodziowego w formacie: „**GODLO_RODZAJ_SCENARIUSZ**”. Mapy w formacie geotiff będą miały nazwę rozszerzoną o informację o formacie: „**GODLO_RODZAJ_SCENARIUSZ_GEOTIFF**”. Nazwy rodzajów map będą sklasyfikowane w następujący sposób:

1. Mapa zagrożenia powodziowego – ZG;
2. Mapa ryzyka powodziowego – Negatywne konsekwencje dla ludności oraz wartości potencjalnych strat powodziowych – RL;
3. Mapa ryzyka powodziowego – Negatywne konsekwencje dla środowiska, dziedzictwa kulturowego i działalności gospodarczej – RS.

Wszelkie zmiany oraz odstępstwa będą zgodne z wytycznymi znajdującymi się w tworzonej przez KZGW metodyce opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XII.3. Wytyczne do automatycznego procesu generowania wersji kartograficznych MZP i MRP

Wersję kartograficzną MZP i MRP od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych należy wygenerować automatycznie. Zasady dotyczące automatycznego procesu generowania wersji kartograficznej map należy określić w taki sposób aby były zgodnie z wytycznymi tworzonej przez Prezesa KZGW metodyki opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym.

XII.4. Struktura folderów do przechowywania wersji kartograficznych MZP i MRP

Wersja kartograficzna MZP i MRP będzie znajdować się w folderach o następującej strukturze:

- rodzaj mapy (MRP/MZP)
 - typ zagrożenia (np. MORSKIE/WALY_MORSKIE)
 - w przypadku MRP rodzaj mapy (LUDNOSC_I_STRATY/UZYTKOWANIE)
 - scenariusz zagrożenia powodziowego (np. SCENARIUSZ_1PROC/SCENARIUSZ_02PROC)
 - format graficzny mapy (TIFF/GEOTIFF)

XII.5. Koncepcja wersjonowania wersji kartograficznych MZP i MRP

Wersja kartograficzna map zagrożenia i ryzyka powodziowego będzie podlegała wersjonowaniu. Metoda wersjonowania będzie zgodna z tworzoną przez KZGW metodyką opracowania map zagrożenia i map ryzyka powodziowego od strony rzek w II cyklu planistycznym. Należy zaproponować odpowiednie nazewnictwo folderów na dyskach lub w bazie danych, zawierających kolejne wersje kartograficzne MZP i MRP.

XII.6. Spójność MZP i MRP między administracją morską i KZGW

Zgodnie z ustawą *Prawo wodne* mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego opracowywanych przez Prezesa

KZGW. W związku z powyższym, w celu zapewnienia zgodności pomiędzy tymi dwoma opracowaniami, wersje kartograficzne MZP i MRP od strony morza muszą być zgodne z zasadami określonymi w dokumentach metodycznych stosowanymi przez Prezesa KZGW. W przypadku aktualizacji dokumentów metodycznych stosowanych przez Prezesa KZGW (Wody Polskie – od 1 stycznia 2018 r.) w II cyklu planistycznym wersje kartograficzne MZP i MRP należy wykonywać zgodnie z nowymi zasadami przyjętymi do stosowania przez Prezesa KZGW (Wody Polskie – od 1 stycznia 2018 r.).

XIII. FORMA I ZAKRES DANYCH PODLEGAJĄCYCH PRZEKAZANIU PREZESOWI KRAJOWEGO ZARZĄDU GOSPODARKI WODNEJ

„Przeгляд i aktualizacja map zagrożenia i ryzyka powodziowego od strony morza” zostanie przekazana Prezesowi KZGW. Zakres przestrzenny przekazywanych danych musi być zgodny z zakresem omówionym w rozdziale III. Dane będą obejmowały informacje:

- o MZP i MRP z I cyklu, które nie podlegały aktualizacji na podstawie przeprowadzonego przeglądu;
- zawierające zakualizowane MZP i MRP z I cyklu;
- zawierające MZP i MRP wykonane w II cyklu na podstawie listy opracowanej w I cyklu planistycznym.

Mapy zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego od strony morza zostaną sporządzone w formie cyfrowej i będą zawierać:

1. bazę danych przestrzennych w formacie shapefile. Poszczególne pliki zostaną zapisane w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992.;

Szczegółowy opis struktury atrybutowej bazy danych map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego został zawarty w załączniku nr 4 Raportu KZGW z wykonania MZP i MRP i obejmuje: nazwy warstw, typy warstw, opis warstw, źródło danych oraz atrybuty (nazwa pola, typ pola, opis, źródło atrybutu). Struktura powinna uwzględniać potrzeby wynikające z wymagań Dyrektywy INSPIRE.

W ramach prac nad mapami należy przygotować metadane, zgodnie z zasadami dotyczącymi przygotowania raportów do Komisji Europejskiej

2. wizualizację kartograficzną MZP i MRP od strony morza opracowaną w postaci rastrowej - plików tiff i geotiff - w podziale na arkusze (godła) odpowiadające arkuszom map topograficznych w skali 1:10 000.

Pliki tiff zawierać będą pełny obraz mapy, wraz z ramką danych oraz elementami pozaramkowymi (m.in. tytuł, legendę, skalę, podziałkę, schemat podziału

administracyjnego). Natomiast pliki geotiff - jedynie ramkę danych wraz z treścią kartograficzną, bez elementów pozaramkowych.

Wizualizacje map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego od strony morza wykonane zostaną oddzielnie dla każdego z obszarów zagrożenia powodziowego (inaczej mówiąc - scenariuszy powodziowych).

Zgodnie z ustawą *Prawo wodne* mapy zagrożenia powodziowego oraz mapy ryzyka powodziowego od strony morza, w tym morskich wód wewnętrznych, stanowią integralny element map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego opracowywanych przez Prezesa KZGW. W związku z powyższym, w celu zapewnienia zgodności pomiędzy tymi dwoma opracowaniami, zakres danych podlegających przekazaniu Prezesowi Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (Polskim Wodom od 1 stycznia 2018 r.) musi być zgodny z zasadami określonymi w dokumentach metodycznych stosowanymi przez Prezesa KZGW w przypadku aktualizacji dokumentów metodycznych stosowanych przez Prezesa KZGW w II cyklu planistycznym wersje kartograficzne MZP i MRP od wód morskich i wewnętrznych wód morskich należy wykonywać zgodnie z nowymi zasadami przyjętymi do stosowania (po ich akceptacji przez administrację morską).

XIV. ZAŁĄCZNIKI

1. MZPiMRP.style - plik elektroniczny zawierający style do wersji kartograficznej
2. OBJASNIENIA_ZNAKOW.zip – skompresowany plik elektroniczny zawierający legendy do 3 rodzajów map
3. METADANE.zip - skompresowany plik elektroniczny zawierający metadane

Bibliografia

1. Bakuła K., 2014, Rola redukcji ilościowej danych wysokościowych pozyskanych z lotniczego skaningu laserowego w procesie tworzenia map..., Politechnika Warszawska.
2. Sztobryn M., Letkiewicz B., Mykita M., Kowalska B., Cieślak A., 2010, Metodyka obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania Map Zagrożenia Powodziowego oraz Map Ryzyka Powodziowego, IMGW-PIB o. Morski w Gdyni, Gdynia
3. Jednorat T., 2005, Metodyka prognozowania statystycznego stanów wody w ujściowych odcinkach rzek wpadających do Morza Bałtyckiego, podlegających wpływowi cofki, Zadanie badawcze PH – 2 „Dostosowanie, opracowanie i modyfikacja istniejących metod prognozowania poziomów morza oraz stanów wody w ujściowych odcinkach rzek środkowego Wybrzeża Bałtyku, IMGW, Oddział Morski, Gdynia
4. Przygodzki P., Letkiewicz B., 2015, Charakterystyka wezbrań sztormowych wzdłuż polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego, Inżyniera Morska i Geotechnika, vol. 36, nr 3, s. 158-165
5. Kurnatowski J., 2012, Cofka- definicje, wątpliwości, propozycje, Gospodarka Wodna, nr 4, s. 154-157
6. Jednorat T. i in., 2003, Model rozrządu Węzła Gdańskiego dla zabezpieczenia przeciwpowodziowego zlewni rzeki Martwej Wisły (Żuławy Gdańskie i miasto Gdańsk); Analiza hydrologiczna dla zlewni Raduni, Kanału Raduni, Motławy, Optywu Motławy, Czarnej Łachy, Bielawy i Kłodawy z uwzględnieniem wpływu stanów wód Zatoki Gdańskiej, zrzutu wód z polderów i kanałów malioracyjnych oraz potok...ow, zbiorników retencyjnych, istniejących i projektowanych przeczutów owdy oraz z uwzględnieniem stopnia zurbanizowania zlewni obecnie i w przyszłości, IMGW-PIB o. Morski w Gdyni, Gdynia
7. Hydroprojekt 1989, Centralny Program Badawczo-rozwojowy, Gospodarka wodna, Cel nr 3.,Zadanie wdrożeniowe 3.3 Generowanie fal hipotetycznych dla potrzeb oceny efektów gospodarki przeciwpowodziowej, nr arch 17096-C/90
8. Dębcki K., 1948, Hydrologia i hydraulika, PIHM, Warszawa
9. Przygodzki P., Letkiewicz B., Mykita M., 2012, Wpływa zmian klimatycznych na zasięg ekstremalnych wezbrań sztormowych w strefie brzegowej Zatoki Gdańskiej pod koniec XXI wieku, Inżyniera Morska i Geotechnika, vol. 33, nr 5, s. 585-592
10. Jakusik E., 2012, Wpływ zmian klimatu na charakterystyki falowania w południowej części Bałtyku i jego skutki dla polskiej strefy brzegowej, Rozprawa doktorska, IMGW PIB, Warszawa.
11. Jakusik E. i in., 2012, Poziom morza w polskiej strefie brzegowej – stan obecny i spodziewane zmiany w przyszłości, KLIMAT „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo (zmiany, skutki i sposoby ich ograniczania, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego)”. zadanie 6 Bałtyk, jako element systemu klimatycznego i jego roli w tworzeniu się stanów zagrożenia, podzadanie 6.1: Wpływ zmian klimatycznych na zmiany średniego poziomu morza i występowania jego ekstremalnych wartości w rejonie polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego i scenariusze zmian, IMGW-PIB, Warszawa
12. Sztobryn M., Stigge H-J., 2005, Wezbrania sztormowe wzdłuż południowego Bałtyku (zachodnia i środkowa część), IMGW, Warszawa
13. Raport z wykonania MZP i MRP wraz z załącznikami (2013, KZGW)
14. „Metodyka obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka (2010, IMGW O Morski w Gdyni, Urząd Morski w Gdyni)

15. Uszczegółowienie „Metodyki obliczania maksymalnych poziomów wody o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybrzeża oraz ujściowych odcinków rzek będących pod wpływem oddziaływania morza w celu wykorzystania wyników do modelowania hydrodynamicznego, a następnie opracowania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka (2015, IMGW)
16. *Mykita M., Letkiewicz B., Topiłko J., Miłkowska M.*, Raport w sprawie: Założeń do wykonania obliczeń zasięgu zagrożenia powodziowego o prawdopodobieństwie przekroczenia 1% (raz na 100 lat) od strony morza i morskich wód wewnętrznych dla obszaru Miasta Świnoujście (IMGW, 2015)
17. SIWZ na wykonanie usługi Przegląd i aktualizacja map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego realizowanej przez Prezesa KZGW w ramach projektu POIS.02.01.00-00-0013/16
18. Metodyka opracowania map zagrożenia powodziowego (2009, KZGW)
19. Metodyka opracowania map ryzyka powodziowego (2009, KZGW)
20. Raport z zakończenia realizacji zadania 1.3.2 – Przygotowanie danych hydrologicznych w zakresie niezbędnym do modelowania hydraulicznego
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz.U. 2013 poz. 104)
22. Coastal Engineering Manual, (2004). Chapter VI Design of Coastal Project Elements, Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers.
23. Die Küste, (2007). Archive For Research And Technology On the North Sea And Baltic Coast. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual.
24. Poradnik Hydrotechnika (1992) pod redakcją S. Massela. Wydawnictwo Morskie Gdańsk
25. XBeach Model Description and Manual, (2010). Unesco-IHE Institute for Water Education, Deltares and Delft University of Technology.
26. T. Marcinkowski, T. Olszewski, K. Ossowski, Numeryczne badania modelowe falowania dla koncepcji modernizacji toru podejściowego i falochronu wyspowego, [w:] Port Północny - Modernizacja toru podejściowego i falochronu wyspowego, Instytut Morski w Gdańsku Zakład Oceanografii Operacyjnej, Gdańsk – listopad 2009
27. Coastal Engineering Manual, 2003, Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Washington
28. Kwiecień K., 1980, Analiza statystyczna warunków anemometrycznych w Helu, Łebie, Ustce, Kołobrzegu i Świnoujściu, Praca wewnętrzna IBW PAN, Gdańsk.
29. Jednorął T., Malicki J., 1988, Ciśnienie atmosferyczne i zjawiska wiatrowe. Studia i materiały oceanologiczne nr 52. Wyd. PAN
30. Cieślak A., 2001, Zarys strategii ochrony brzegów morskich, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 2, 65-73
31. Gajewski J., Kałas. M, Staśkiewicz A., Wyznaczanie parametrów konstrukcyjnych falowania dla potrzeb falochronu wschodniego Nowego Portu, Instytut Morski w Gdańsku, 2007
32. Wiśniewski B., Wolski T. (2009). Katalogi wezbrań i obniżeń sztormowych poziomów morza oraz ekstremalne poziomy wód na polskim wybrzeżu. Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie.
33. Marcinkowski T., Olszewski T, Szmytkiewicz M., Falochrony osłonowe w porcie północnym w Gdańsku” (Dodatkowa analiza falowania – obliczenie parametrów falowania w akwenie portowym), WUPROHYD Sp. z o.o., Gdynia 2014

34. INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe, D2.8.III.12 Data Specification on Natural Risk Zones – Draft Guidelines,
(http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_NZ_v3.0RC2.pdf)