

Inwestor:

Urząd Morski w Gdyni
ul. Chrzanowskiego 19, 81-338, Gdynia

PROJEKT NR: **TI-2-JB/25/I/82/09** *Wysocki*

Egz. nr **1**

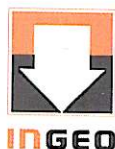
**ZADANIE: BUDOWA FALOCHRONU OSŁONOWEGO
W PORCIE RYBACKIM W PUCKU.**

ANALIZA FALOWANIA

W PORCIE RYBACKIM W PUCKU

<i>Autorzy opracowania:</i>	<i>Dr hab. inż. Wojciech Sulisz</i>
	<i>Dr inż. Maciej Paprota</i>

GDYNIA, październik 2009



INWESTOR: **Urząd Morski w Gdyni**

ZADANIE:

„BUDOWA FALOCHRONU OSŁONOWEGO W PORCIE RYBACKIM W PUCKU”

FAZA:

ANALIZA FALOWANIA W PORCIE RYBACKIM W PUCKU

Niniejszą dokumentację wykonano na podstawie umowy nr TI-2-JB/25/I/82/09 zawartej w dniu 15.07.2009 roku, pomiędzy Urzędem Morskim w Gdyni, a konsorcjum firm INGEO Sp. z o.o. z Gdyni oraz WUOROHYD Sp. z o.o. z Gdyni.

Przedmiotem umowy jest wykonanie opracowań dla zadania inwestycyjnego: „BUDOWA FALOCHRONU OSŁONOWEGO W PORCIE RYBACKIM W PUCKU”

Do opracowań tych należą:

- WIELOWARIANTOWA KONCEPCJA BUDOWY FALOCHRONU OSŁONOWEGO W PORCIE PUCKU WRAZ Z OKREŚLENIEM WSKAŹNIKOWYCH KOSZTORYSÓW WYKONANIA
- WYKONANIE BADAŃ GEOTECHNICZNYCH
- BADANIA MODELOWE FALOWANIA NA WEJŚCIU DO PORTU PUCK
- **ANALIZA FALOWANIA**
- WSTĘPNA OCENA O ODDZIAŁYWANIU NA ŚRODOWISKO

Niniejsze opracowanie dotyczy ANALIZY FALOWANIA (poz. wyłuszczone)

Zleceniodawca: Ingeo Sp. z o.o.

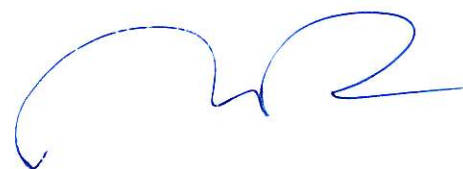
Temat: Analiza falowania w Porcie Rybackim w Pucku

Autorzy pracy: Dr hab. inż. Wojciech Sulisz
Dr inż. Maciej Paprota

Wykonawcy pracy Dr hab. inż. Wojciech Sulisz
Dr inż. Maciej Paprota

Kierownik Zakładu: Dr hab. inż. Wojciech Sulisz

Dyrektor Instytutu: Prof. dr hab. inż. Andrzej Sawicki



SPIS TREŚCI

1.	FORMALNA PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
2.	LOKALIZACJA PORTU I DANE WYJŚCIOWE.....	5
3.	KLIMAT FAŁOWY DLA PORTU RYBACKIEGO W PUCKU.....	8
4.	FALOWANIE W PORCIE	9
4.1.	Określenie falowania w Porcie Rybackim w Pucku.....	9
4.2.	Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy A	10
4.3.	Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy B	11
4.4.	Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy C	12
5.	WNIOSKI.....	14
6.	LITERATURA	15
	DODATEK A.....	17

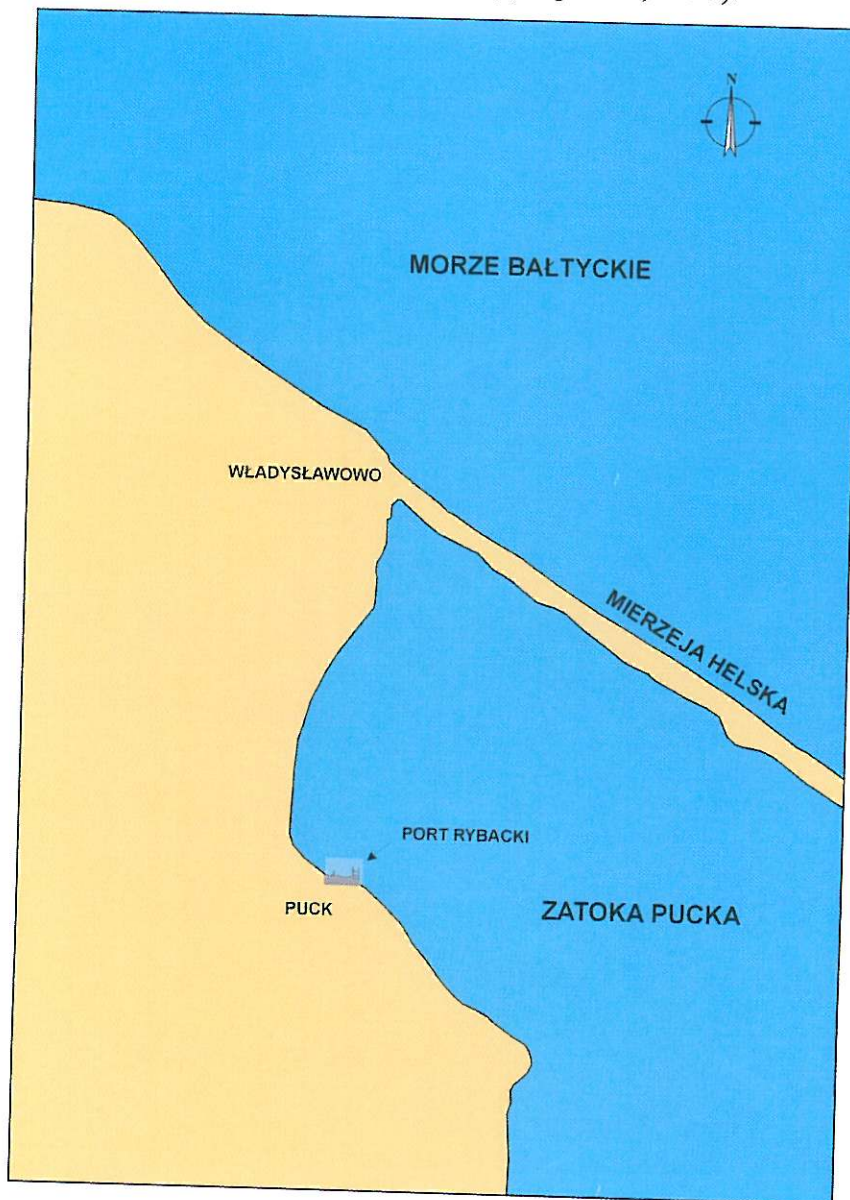
1. FORMALNA PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie zlecenia z dnia 20.08.2009 wystawionego przez Ingeo Sp. z o.o. w Gdyni. Zlecenie dotyczyło wykonania badań symulacji matematycznej falowania w Porcie Rybackim w Pucku w ramach projektu „Budowa falochronu osłonowego w Porcie Rybackim w Pucku”. W ramach zlecenia zostały przeanalizowane trzy warianty zmian w zabudowie hydrotechnicznej Portu Rybackiego.

Analiza warunków falowych w akwenach Portu Rybackiego w Pucku została przeprowadzona w oparciu o model matematyczny. W analizie uwzględnione zostały warunki anemobaryczne oraz parametry falowania istotne dla falowania w Porcie Rybackim, uzyskane na podstawie prac własnych IBW PAN oraz dostępnych map i literatury przedmiotu. Ponadto, dla potrzeb modelowania matematycznego przeprowadzona została ocena stanu nabrzeży w aspekcie możliwości odbicia i tłumienia falowania.

2. LOKALIZACJA PORTU I DANE WYJŚCIOWE

Port Rybacki w Pucku usytuowany jest w zachodniej-wewnętrznej części Zatoki Puckiej (Rysunek 1), która oddzielona jest od właściwej Zatoki Gdańskiej przez półwysep Cypel Rewski i mieliznę zwaną Rybitwią Mielizną (Majewski, 1990).

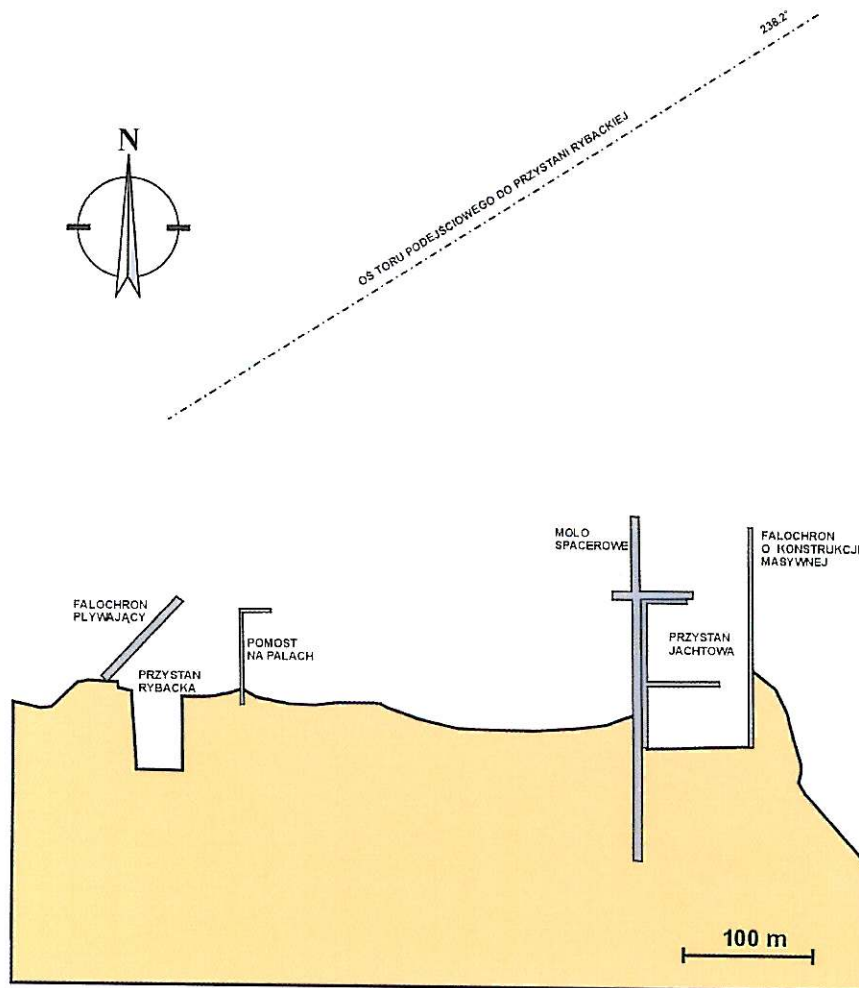


Rys. 1. Lokalizacja Portu Rybackiego w Pucku.

Port Rybacki w Pucku składa się z dwóch przystani. W zachodniej części portu zlokalizowana jest przystań rybacka, natomiast w części wschodniej przystań jachtowa (Rysunek 2). Basen przystani rybackiej ograniczony jest trzema nabrzeżami: Zachodnim (64 m), Południowym (40 m) i Wschodnim (60 m). Po stronie zachodniej przystani rybackiej

posadowiono falochron pływający (100 m), który chroni przed falowaniem z kierunku zachodniego.

Basen przystani jachtowej ograniczony jest od strony zachodniej molem spacerowym o konstrukcji ażurowej, od strony południowej nabrzeżem pionowościennym, a od strony wschodniej falochronem o konstrukcji masywnej (192 m).



Rys.2. Schemat Portu Rybackiego w Pucku.

Wewnętrzna część Zatoki Puckiej jest akwenem płytkim, średnia głębokość dla tego akwenu wynosi 3.13 m (Korzeniewski, 1993). Z planu batymetrycznego wykonanego w dniach 22-23.04.2009 na przedpolu Portu Rybackiego w Pucku oraz w basenach portowych przez Urząd Morski w Gdyni wynika, że głębokości w basenach portu wynoszą:

- od 3 do 3.5 m w basenie przystani rybackiej z niewielkimi spłyleniami przy nabrzeżu wschodnim,
- od 3.5 do 4.5 m na przedpolu przystani rybackiej,

- od 3.8 do 4.5 m na torze podejściowym do przystani rybackiej,
- od 3 do 3.5 m w basenie przystani jachtowej ze spłyleniami do 2 m wzdłuż linii falochronu oraz w sąsiedztwie głowicy moła,
- od 2 do 3.5 m na przedpolu przystani jachtowej.

3. KLIMAT FALOWY DLA PORTU RYBACKIEGO W PUCKU

Podstawowym źródłem generacji falowania na morzu jest wiatr. Falowanie wiatrowe przemieszcza się w stronę strefy brzegowej ulegając przy tym procesom transformacji oraz refrakcji. Następnie falowanie przenika do portu i wywołuje falowanie w akwenach portowych. W celu przeprowadzenia analizy falowania w akwenach portowych niezbędna jest ocena możliwości i stopnia przenikania falowania do akwenu portowego dla różnych sytuacji sztormowych.

Warunki falowe dla analizowanego rejonu wyznaczono dla bardzo silnych sztormów z sektora od północny (N) do północno-wschodu (NE). Zasadnicze obliczenia przeprowadzono dla fali znacznej o następujących parametrach:

- wysokość fali znacznej $H_s = 1$ m
- okres fali znacznej $T_s = 5$ s

Wartości te zostały dobrane na podstawie prognoz przeprowadzonych dla tego rejonu (Cieślak i Różański, 2001). Przy doborze parametrów brano także pod uwagę ostatni sztorm, jaki miał miejsce na Zatoce Puckiej w dniu 14.10.2009. W celu dokładniejszej prognozy warunków falowych dla analizowanego rejonu Zatoki Puckiej należałoby przeprowadzić badania z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania. Niekorzystne warunki falowe w Porcie Rybackim mogą też wystąpić dla kierunku południowo-wschodniego SE ze względu na bardzo dużą rozciągłość falowania. Do analizy tego przypadku także należałoby przeprowadzić dokładniejsze prognozy, które wybiegają poza zakres tego opracowania.

4. FALOWANIE W PORCIE

4.1. Określenie falowania w Porcie Rybackim w Pucku

Falowanie na przedpolu portu, które jest wynikiem generacji falowania przez wiatr oraz procesów transformacji w strefie przybrzeżnej, jest czynnikiem wywołującym falowanie w porcie. Występuje transmisja części energii z przedpola do akwenu portowego. W wyniku strat energii związanych ze skomplikowanym procesem propagacji fal w akwenu portowym w tym z wielokrotnymi odbiciami od nabrzeży, oddziaływaniem z budowlami portowymi, a także z procesem ponownego wypromieniowania części energii przez wejście poza obszar portu, tworzy się rodzaj równowagi energetycznej. Stan taki można opisać przy pomocy modelu matematycznego (Sulisz 1995, 1999, Sulisz i Paprota, 2007, 2008).

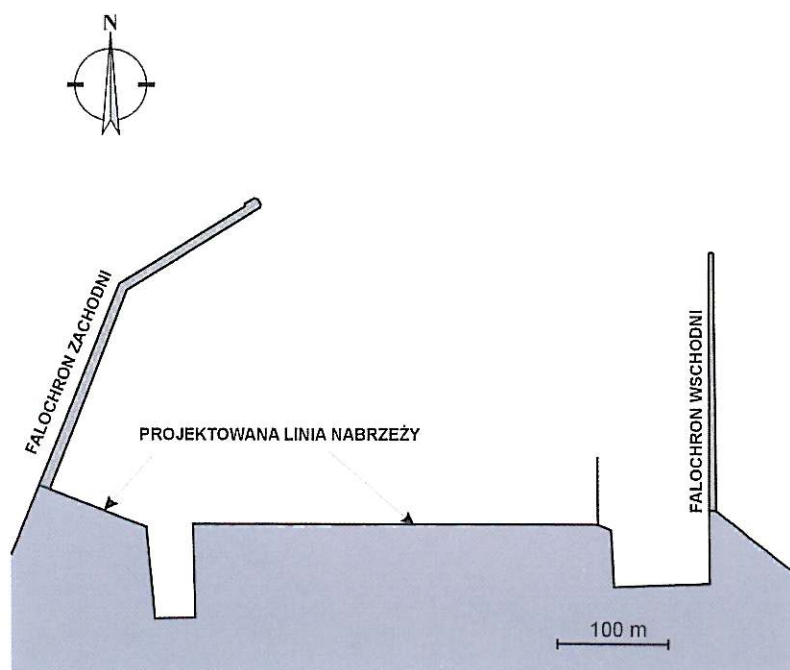
Wykorzystując dane dotyczące klimatu falowego dla Portu Rybackiego oraz bazując na opisie teoretycznym zagadnienia propagacji falowania i oddziaływania falowania powierzchniowego z budowlami (Sulisz 1985, 1987, Sulisz i inni 1989, Sulisz 1994, 1997, 2002), falowanie w akwenach portu opisano za pomocą modelu matematycznego. W modelowaniu wykorzystano materiał charakteryzujący istniejące oraz projektowane nabrzeża i falochrony Portu Rybackiego, istotne dla falowania w porcie budowle portowe oraz batymetrię portu i przedpola.

Obliczenia przeprowadzono dla trzech wariantów zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu mających na celu poprawę warunków falowych w porcie. Niekorzystne warunki falowe w porcie występują dla sztormów generowanych wiatrami z sektora od północy (N) do północnego-wschodu (NE). Analiza falowania w porcie została przeprowadzona dla bardzo silnych sztormów z sektora N-NE oraz dodatkowo dla kierunku wschodnio-północno-wschodniego (ENE). Jako podstawowe kryteria oceny poszczególnych wariantów przyjęto stopień ograniczenia falowania.

Szczegółową analizę warunków falowych przeprowadzono dla przyjętych wersji zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu A, B oraz C. Wersje te, poprzez budowę falochronów osłaniających port, zapewniają znaczną poprawę warunków falowych w basenach portu.

4.2. Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy A

Wariant zabudowy A polega na budowie falochronu zachodniego składającego się z dwóch odcinków. Pierwszy odcinek biegnie od nasady falochronu do miejsca załamania linii falochronu i ma długość ok. 260 m, natomiast drugi biegnie od miejsca załamania linii falochronu do głowicy i ma długość ok. 150 m. Dodatkowo, przewiduje się przedłużenie istniejącego falochronu *Wysocza* wschodniego ok. 100 m. Modyfikacji poddana zostanie także linia nabrzeży (Rysunek 3).

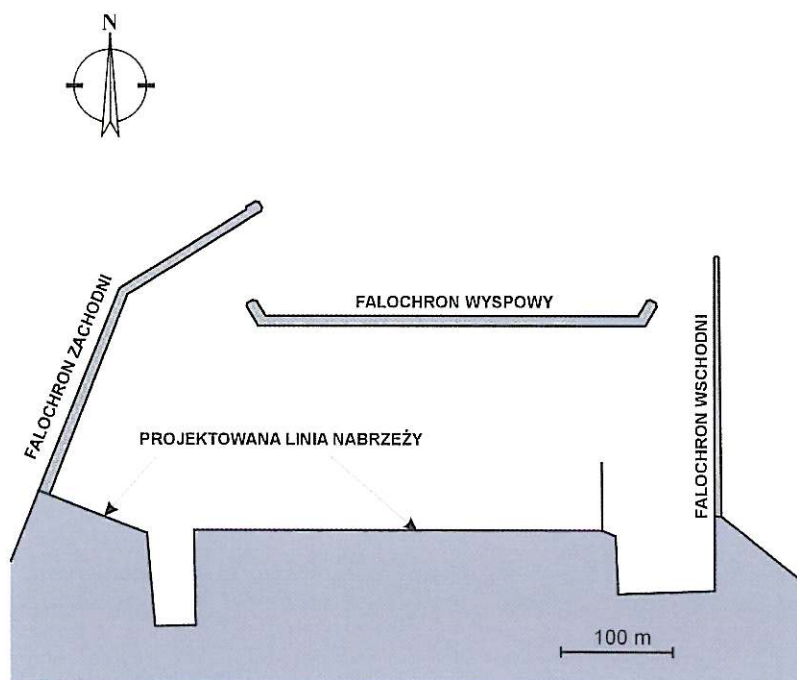


Rys. 3. Schemat proponowanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej – wersja A.

Zmiany wg wersji zabudowy A nie doprowadzą do znaczącej poprawy warunków falowych w basenach Portu Rybackiego. Dla analizowanych sztormów generowanych wiatrami z kierunków N-NE falowanie praktycznie bez przeszkód przenika do basenów portowych. Na Rysunku A.1 zostały przedstawione niekorzystne warunki falowe dla sztormu z kierunku NE. Wysokość fali dla tej sytuacji może dochodzić do dwóch metrów w basenach portu. Taki układ falochronów nie zapewnia bezpiecznego poruszania się i cumowania jednostek pływających w basenach portowych.

4.3. Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy B

Wariant zabudowy B różni się od wariantu zabudowy A jedynie wybudowaniem falochronu wyspowego o długości ok. 350 m. Głowice falochronu wyspowego skierowane są na zewnątrz portu. Schemat wersji zabudowy B przedstawiono na Rysunku 4.

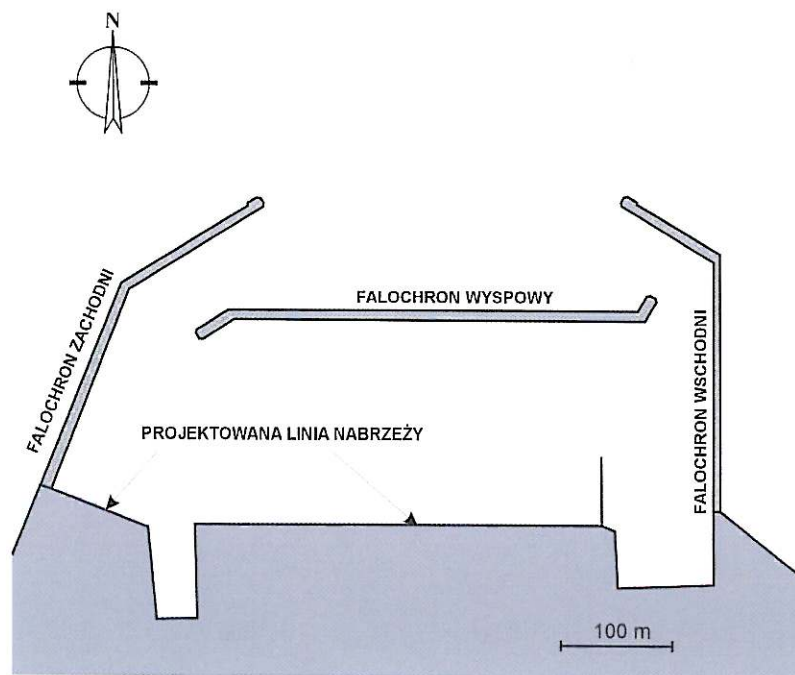


Rys. 4. Schemat proponowanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej – wersja B.

Wersja zabudowy B prowadzi do większej poprawy warunków falowych w basenach portu w stosunku do wersji A. Jednakże, wysokości fal dla analizowanych sztormów mogą w niektórych częściach portu dochodzić do 2 m w zależności od kierunku wiatru. Dla sztormów generowanych wiatrem z północy niekorzystne warunki wystąpią w rejonie falochronu wschodniego (Rysunek A.2), natomiast dla sztormu z północnego-wschodu w rejonie falochronu zachodniego (Rysunek A.4).

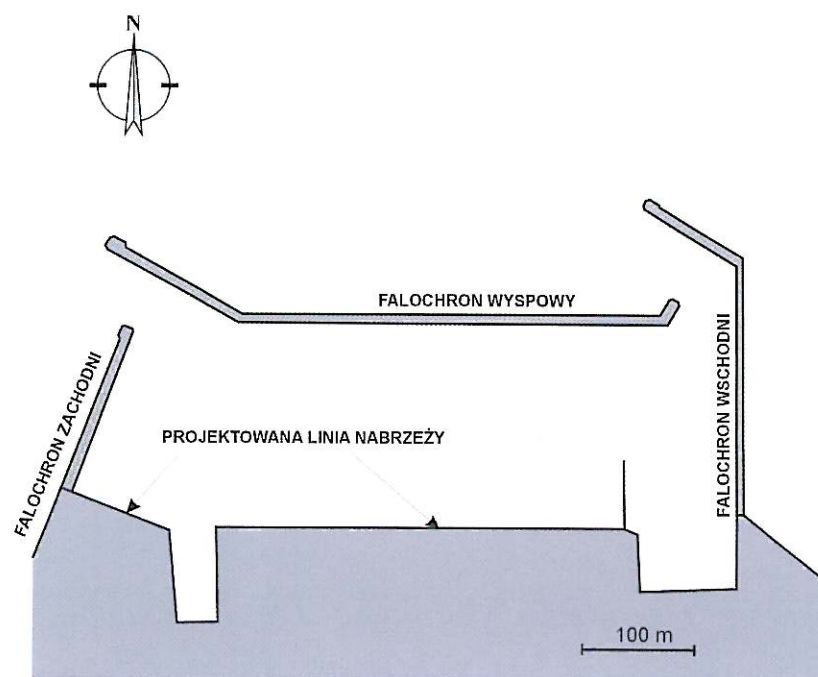
4.4. Określenie warunków falowych dla proponowanej wersji zabudowy C

Wariant zabudowy C podobnie jak wariant zabudowy B polega na wybudowaniu dodatkowo falochronu wyspowego, z tym, że głowica zachodnia falochronu wyspowego jest skierowana do wewnątrz portu. Modyfikacji ulega także falochron wschodni, który zostaje rozbudowany o kolejny odcinek o długości ok. 100 m skierowany pod kątem 120 stopni do istniejącej linii falochronu zachodniego (Rysunek 5).



Rys. 5. Schemat proponowanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej – wersja C.

Wersja zabudowy C zapewnia najlepszą poprawę warunków falowych dla analizowanych sztormów. Jedynie dla sztormów generowanych wiatrem z kierunków zbliżonych do NE w basenach portu mogą pojawić się fale o wysokości powyżej jednego metra (Rysunki A.7 i A.8). Dalszą poprawę można uzyskać poprzez zaprojektowanie wejścia wschodniego do portu w sposób analogiczny do wejścia zachodniego. Proponowana modyfikacja wersji C została przedstawiona na Rysunku 6.



Rys. 6. Schemat proponowanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej – zmodyfikowana wersja C.

Odcinek falochronu zachodniego od załamania linii falochronu do głowicy w wersji zabudowy C jest tak położony, że „zbiera” falowanie generowane wiatrami z kierunku NE-E. Wydłużenie linii falochronu wyspowego zapewni dodatkową ochronę przed wysokimi falami z wspomnianych kierunków. Skrócenie linii falochronu zachodniego w wersji przedstawionej na Rysunku 6 nie pogorszy warunków falowych w porcie, ponieważ wiatry z kierunków zachodnich nie generują wysokich fal w tej części Zatoki Puckiej ze względu na bliskość brzegu, a co za tym idzie małe rozciągłości, na których działa wiatr. Przed zastosowaniem rozwiązania proponowanej modyfikacji wersji C należy jednak przeprowadzić dodatkowe badania falowania, szczególnie pod kątem możliwości wystąpienia zjawiska rezonansu falowego w basenach portu.

5. WNIOSKI

Usytuowanie Portu Rybackiego w Pucku dobrze wykorzystuje warunki naturalne istniejące w tym rejonie. Dotychczasowa zabudowa hydrotechniczna Portu jest niewystarczająca dla chronionych jednostek rybackich przed falowaniem.

Niekorzystne warunki falowe w porcie występują głównie dla sztormów generowanych wiatrami z sektora od północny (N) do północnego-wschodu (NE). Szczególnie groźne są bardzo silne sztormy z tego sektora, dla których wysokości fal w porcie znacznie przekraczają wartości dopuszczalne dla cumowania niewielkich jednostek rybackich.

Proponowane w wersji A zmiany w zabudowie hydrotechnicznej portu, polegające na rozbudowie falochronu zachodniego oraz budowie falochronu wschodniego, doprowadzą do nieznacznej poprawy warunków falowych w porcie.

Większą poprawę warunków falowych zapewniają wersje B i C, gdzie przewiduje się budowę falochronu wyspowego. Rozwiązanie zaproponowane w wersji C doprowadzi do istotnej poprawy warunków falowych w basenach Portu Rybackiego.

Dodatkową poprawę warunków falowych można uzyskać poprzez modyfikację wersji C. Modyfikacja polega na zaprojektowaniu wejścia wschodniego do portu w sposób analogiczny do wejścia zachodniego poprzez skrócenie falochronu zachodniego i odpowiednią modyfikację falochronu wyspowego.

6. LITERATURA

- Cieślak P., Różański J. 2001. Operat Wodnoprawny. Wykonania i ustawienia pływających falochronów osłonowych i pomostów postojowych związanych z utrzymaniem akwenu portowego w przystani jachtowej w Pucku przeznaczonej dla celów sportowych. Wykonane przez Biuro Projektów WUPROHYD.
- Korzeniewski K. 1993. *Zatoka Pucka*. Monografia wydana przez Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego.
- Majewski A. 1990. *Zatoka Gdańska*. Monografia wydana przez Wydawnictwo Geologiczne w Warszawie.
- Sulisz W. 1985. Wave reflection and transmission at permeable breakwaters of arbitrary cross-section. *Coastal Engineering*, 9, 4, 371-386.
- Sulisz W. 1987. Application of local co-ordinate systems to the solution of integral equations referred to plane fluid flow problems, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 7, 353-370.
- Sulisz W., McDougal W. G., Sollitt C. K. 1989. Water wave interaction with rubble toe protection. *Ocean Engineering*, 16, 5/6, 463-473.
- Sulisz W. 1994. Stability analysis for multilayered rubble bases. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, ASCE, 120, 3, 269-282.
- Sulisz W. 1995a. Zbadanie zjawiska falowania w obszarze portu Łeba, jako skutku zamierzonej budowy portu jachtowego w tym obszarze. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk 1995a.
- Sulisz W. 1995b. Koncepcja przebudowy wejścia do Portu Kołobrzeg. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk.
- Sulisz W. 1995c. Zmiany warunków falowych w Porcie Darłowo dla wybranych zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk.
- Sulisz W. 1995d. Zmiany warunków falowych w Porcie Gdańsk po przebudowie nabrzeży w rejonie wejściowym do portu. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk.
- Sulisz W. 1997. Wave loads on caisson founded on multilayered rubble base. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, ASCE, 123, 3, 91-101.

Sulisz W. 1999. Engineering design study for the Mangaf Resort Hotel Project, Raport, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

Sulisz W. 2002. Diffraction of nonlinear waves by horizontal rectangular cylinder founded on low rubble base. *Applied Ocean Research*, 24(4), 235-245.

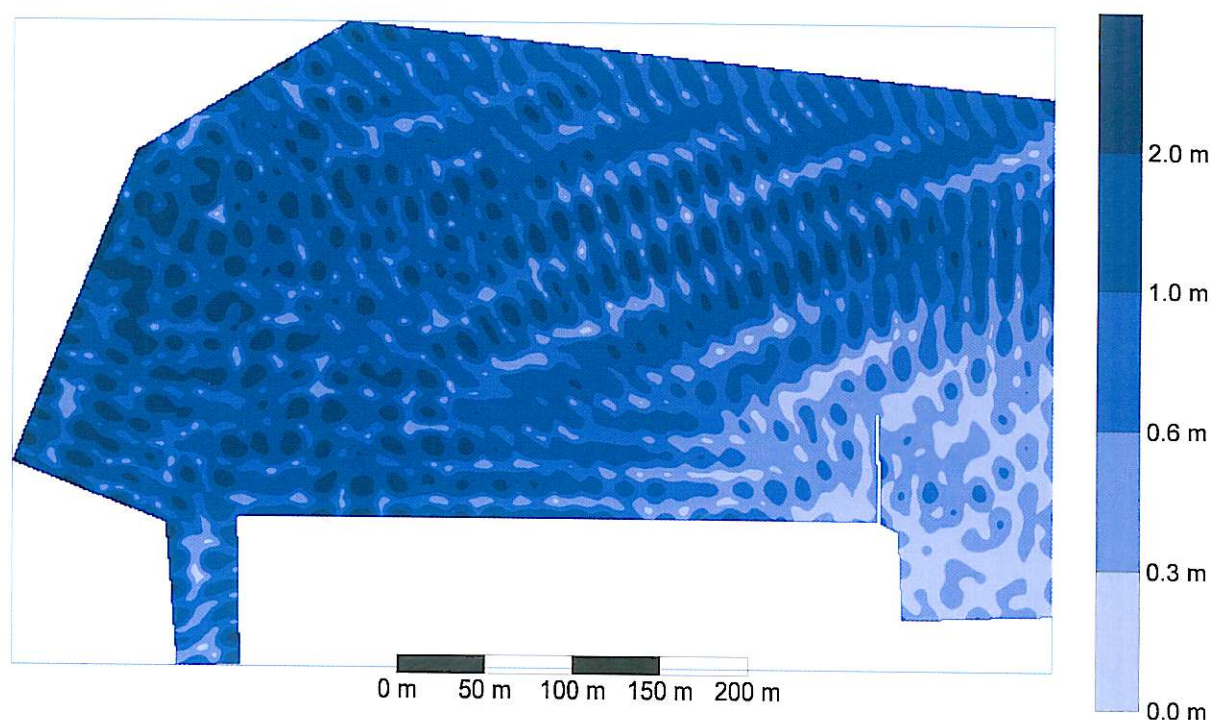
Sulisz W., Paprota M. 2007. Badania falowania w Porcie Gdynia dla projektowanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk.

Sulisz W., Paprota M. 2008. Badanie falowania w Porcie Gdynia po przebudowie falochronu głównego. Praca wewnętrzna *IBW PAN*, Gdańsk.

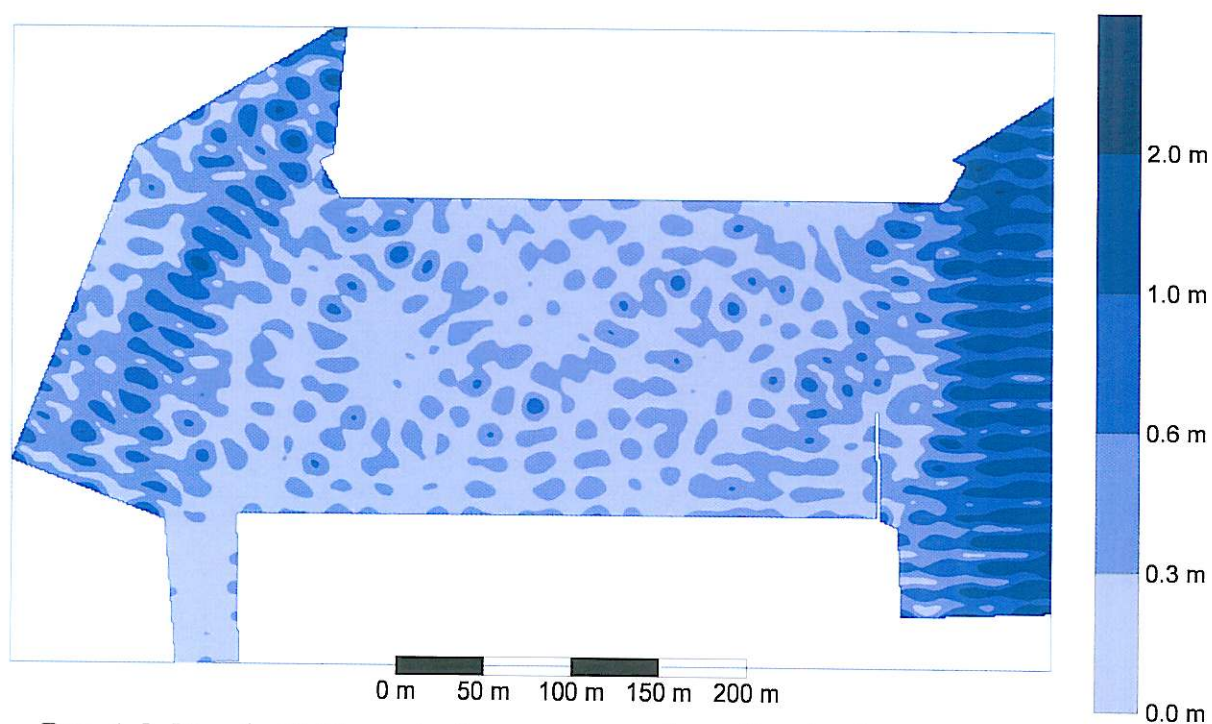
DODATEK A

Wyniki analizy bezwzględnych wysokości falowania dla rozpatrywanych sytuacji sztormowych.

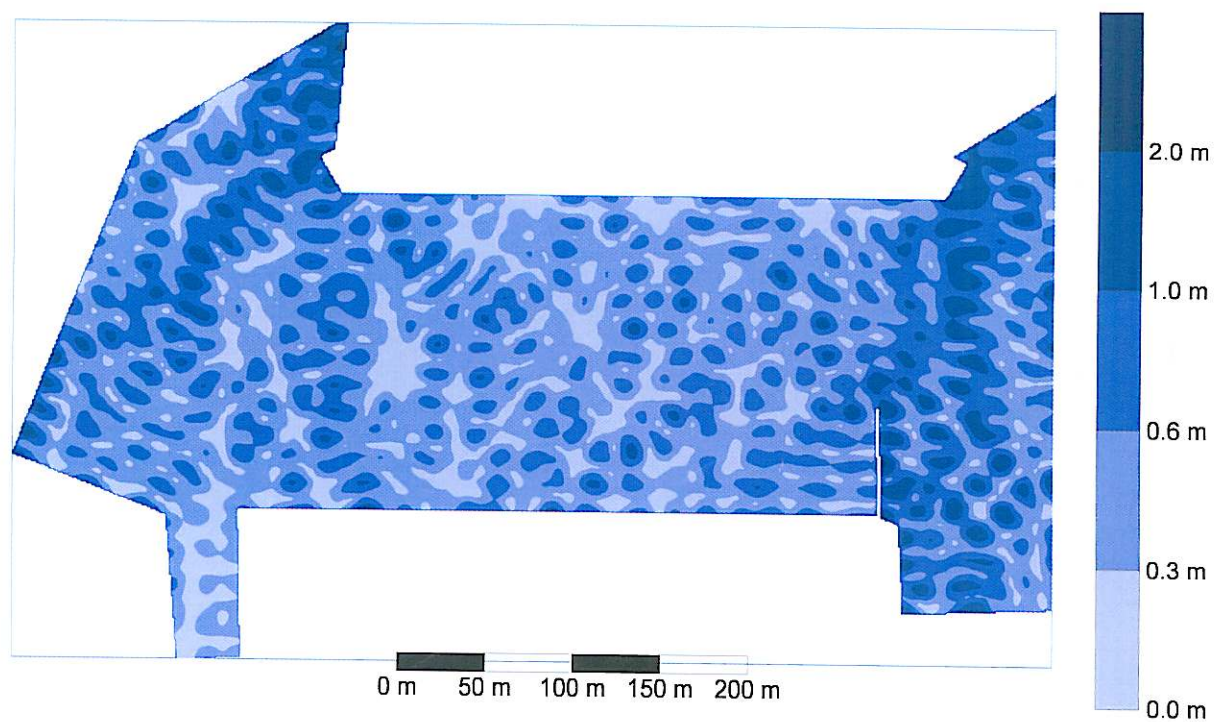
Analiza bezwzględnych wysokości falowania została przeprowadzona w celu określenia wpływu zmian w zabudowie hydrotechnicznej na warunki falowe w porcie. Analiza ta jest istotnym źródłem informacji przy ocenie przydatności proponowanych wersji zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu. Analizę warunków falowych przeprowadzono biorąc pod uwagę szeroki zakres parametrów istotnych dla tego zagadnienia. Wyniki obliczeń przedstawiono na Rys. A.1 – A.8. Rysunki te przedstawiają bezwzględne wysokości falowania dla rozważanych zmian w zabudowie hydrotechnicznej portu. Prezentowane wyniki dotyczą reprezentatywnych sztormów z kierunków od północy (N) do wschodniego-północnego-wschodu (ENE).



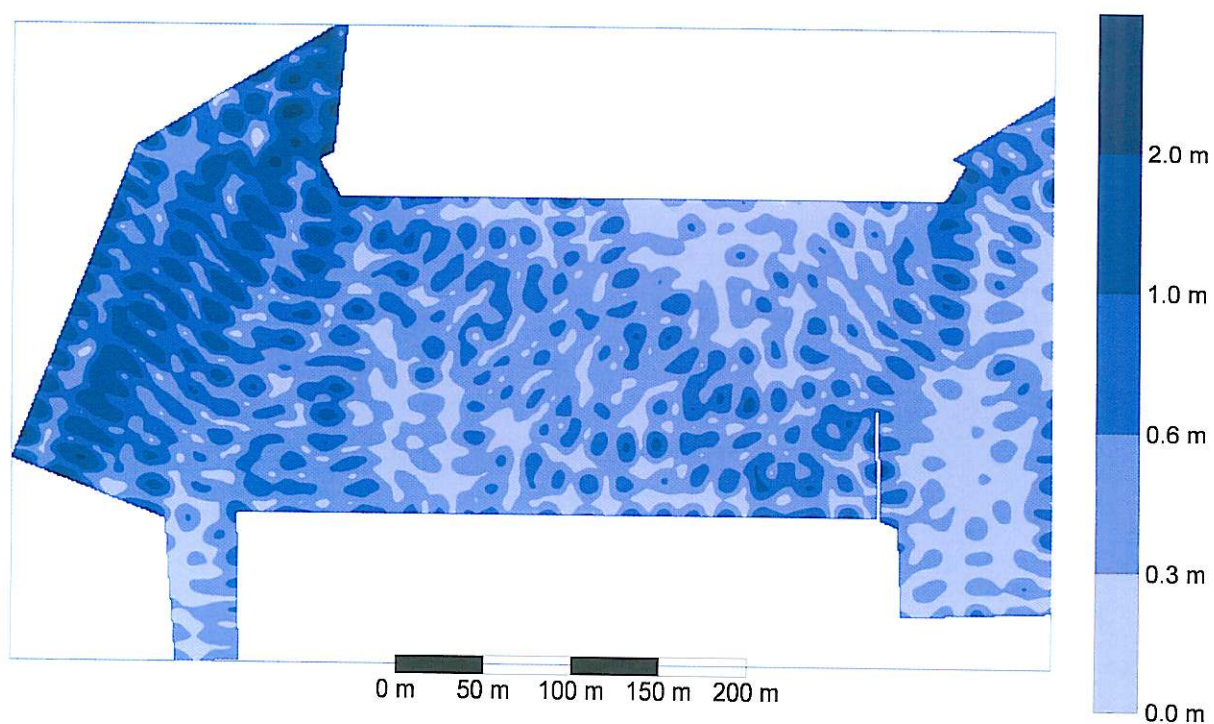
Rys. A.1. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian A – sztorm generowany wiatrem z kierunku NE.



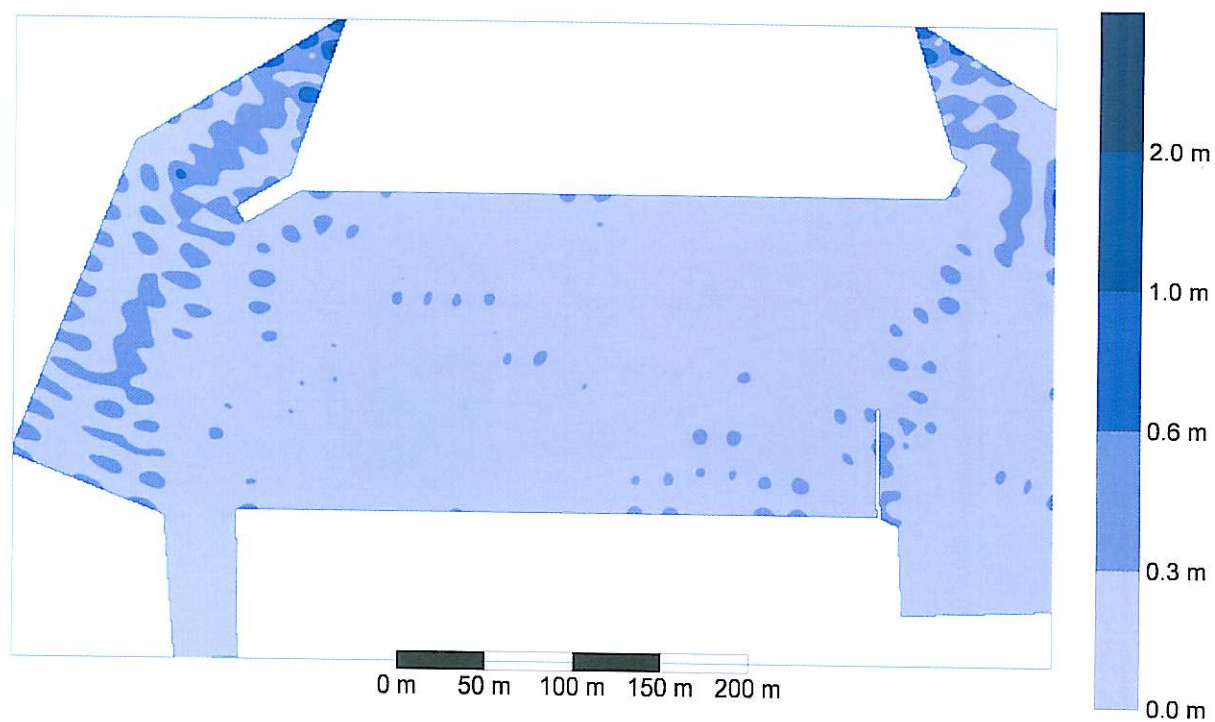
Rys. A.2. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian B – sztorm generowany wiatrem z kierunku N.



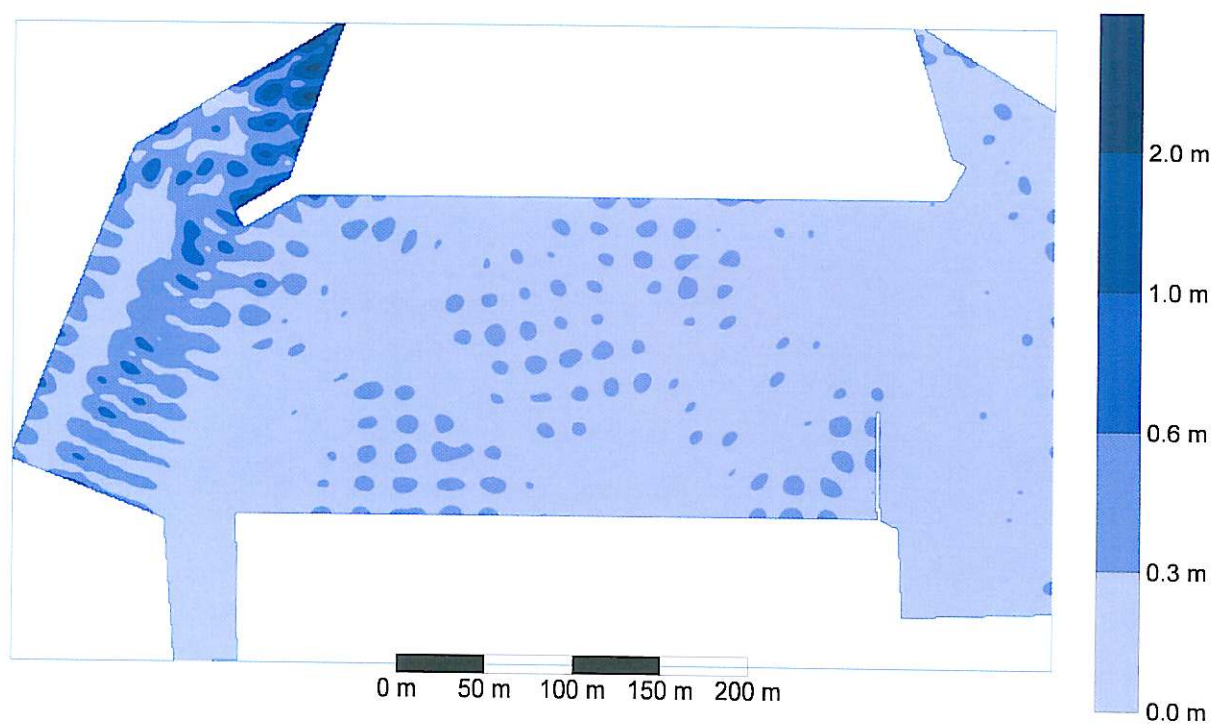
Rys. A.3. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian B – sztorm generowany wiatrem z kierunku NNE.



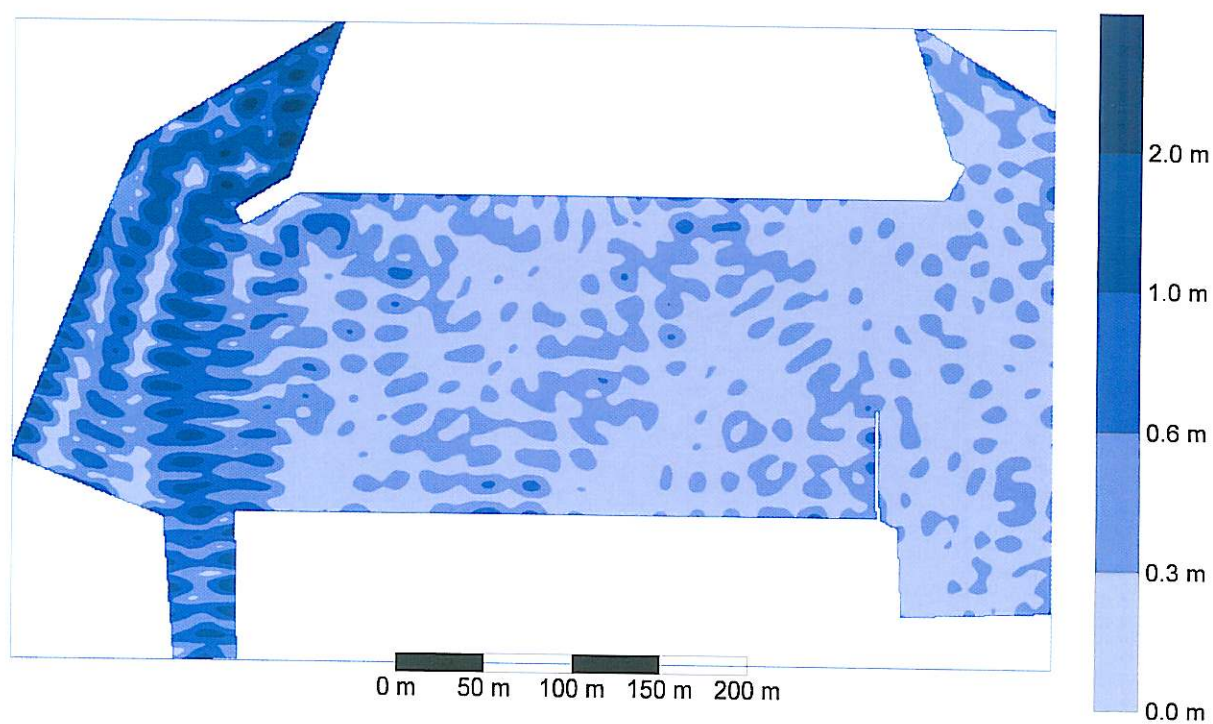
Rys. A.4. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian B – sztorm generowany wiatrem z kierunku NE.



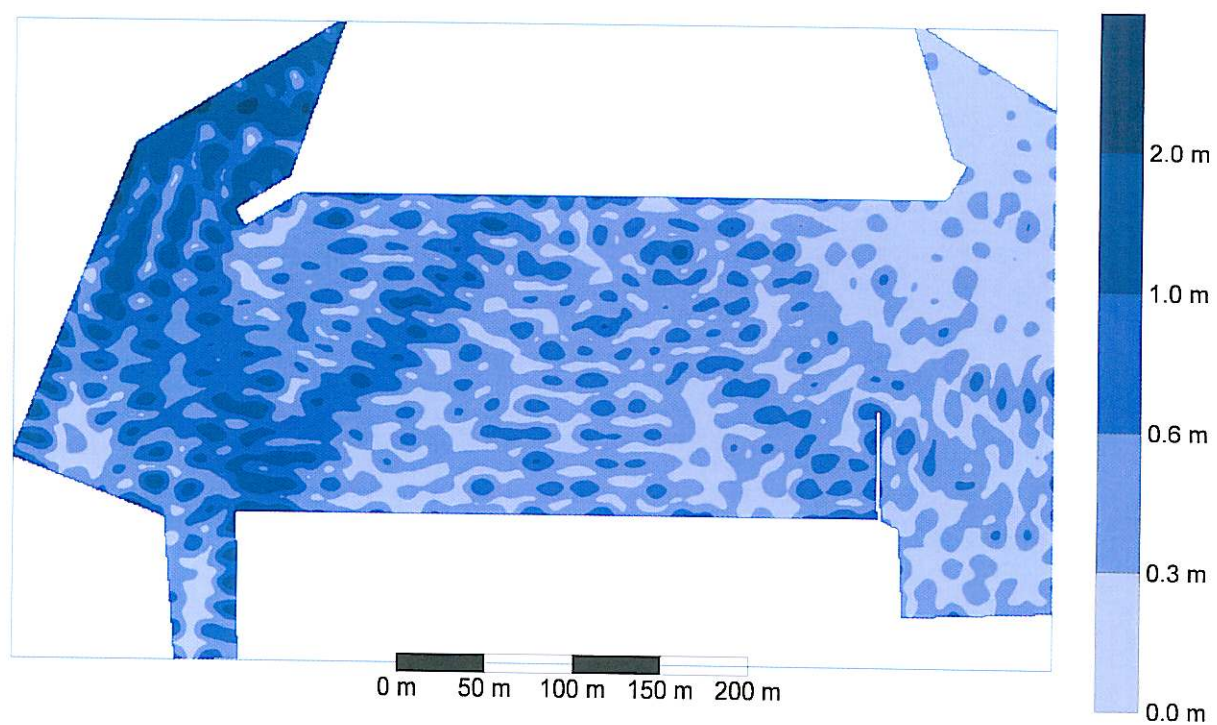
Rys. A.5. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian C – sztorm generowany wiatrem z kierunku N.



Rys. A.6. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian C – sztorm generowany wiatrem z kierunku NNE.



Rys. A.7. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian C – sztorm generowany wiatrem z kierunku NE.



Rys. A.8. Wysokość falowania dla proponowanej wersji zmian C – sztorm generowany wiatrem z kierunku ENE.

