



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

INWESTOR: **Urząd Morski w Gdyni**

ZADANIE:

„BUDOWA FALOCHRONU OSŁONOWEGO W PORCIE RYBACKIM W PUCKU”

FAZA:

**WIELOWARIANTOWA KONCEPCJA BUDOWY FALOCHRONU
OSŁONOWEGO W PORCIE RYBACKIM W PUCKU**

SPIS TREŚCI

- 1 STRONA FORMALNA OPRACOWANIA
- 2 CEL OPRACOWANIA
- 3 LOKALIZACJA TERENÓW OBJĘTYCH OPRACOWANIEM
- 4 ZAŁOŻENIA KONCEPCYJNE
- 5 NAWIGACJA
- 6 STAN ISTNIEJĄCY I WARUNKI GEOTECHNICZNE
- 7 KONCEPCJE PRZEBUDOWY FALOCHRONU
- 8 ROBOTY CZERPALNE I ZASYPOWE
- 9 SIECI I INSTALACJE
- 10 KOSZTY INWESTYCJI
- 11 PODSUMOWANIE
- 12 MATERIAŁY WYKORZYSTANE DO OPRACOWANIA

SPIS RYSUNKÓW

- 1.0. Plan sytuacyjny Zatoki Puckiej.
- 2.0. Plan sytuacyjno – wysokościowy.
- 3.0. Mapa nawigacyjna z naniesionymi zmianami linii brzegowej między XIX a XXI wiekiem.
- 4.0. Linia brzegowa Zatoki Puckiej w latach 1762-1802.
- 5.0. Wariant I budowy falochronu.
- 6.0. Wariant II budowy falochronu.
- 7.0. Wariant III budowy falochronu.
 - 7.1. Wariant III – częściowa rozbudowa portu.
- 8.0. Wariant IV budowy falochronu.
- 9.0. Porównanie wyjściowej koncepcji architektonicznej z poszczególnymi wariantami.
 - 9.1. Porównanie koncepcji architektonicznej z wariantem I.
 - 9.2. Porównanie koncepcji architektonicznej z wariantem II.
 - 9.3. Porównanie koncepcji architektonicznej z wariantem III.
 - 9.4. Porównanie koncepcji architektonicznej z wariantem IV.
- 10.0. Wizualizacja rozwiązania wariantowych na ortofotomapie.
 - 10.1. Wizualizacja rozwiązania wariantu I.
 - 10.2. Wizualizacja rozwiązania wariantu II.
 - 10.3. Wizualizacja rozwiązania wariantu III.
 - 10.4. Wizualizacja rozwiązania wariantu IV.
- 11.0. Konstrukcja falochronu na odcinkach o głębokościach od 3,0 do 4,0m – z nabrzeżem postojowym.
- 12.0. Konstrukcja falochronu na odcinkach o głębokościach od 3,0 do 4,0m – z nabrzeżem postojowym i komorą falową.
- 13.0. Konstrukcja falochronu na odcinkach o głębokościach od 3,0 do 4,0m – falochron wyspowy.
- 14.0. Propozycja zagospodarowania urobku z prac pogłębiarskich.

1. STRONA FORMALNA OPRACOWANIA

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 WUPROHYD 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 KOSZTÓW WYKONANIA.**
- WYKONANIE BADAŃ GEOTECHNICZNYCH
- BADANIA MODELOWE FALOWANIA W PORCIE RYBACKIM W PUCKU
- ANALIZA NAWIGACYJNA
- WSTĘPNA OCENA ODDZIAŁYWANIA INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO

Niniejsze opracowanie dotyczy KONCEPCJI BUDOWY FALOCHRONU (poz. wyłuszczone)

2. CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie koncepcji dotyczącej projektu: Budowa falo-chronu osłonowego w Porcie Rybackim w Pucku woj. pomorskie. Istniejąca infrastruktura hydrotechniczna nie zapewnia pełnej osłony przed niekorzystnymi warunkami falowymi wewnątrz analizowanego portu. Fakt ten został potwierdzony doświadczalnie w trakcie trwania sztormu w dniach 12-16.10.2009. Doprowadził on do powstania znacznych strat materialnych w tym uszkodzenia istniejącego falochronu pływającego mającego osłaniać wejście do portu od strony zachodniej. Analizowane położenie falochronu portu rybackiego ma umożliwić późniejsze włączenie jego konstrukcji do szerszego założenia inwestycyjnego związanego z budową nowej mariny w Pucku. W opracowaniu opisano zarówno warianty docelowe oraz pierwszy etap realizacji inwestycji polegający na wykonaniu falochronu chroniącego jedynie rybacką część portu.

3 LOKALIZACJA TERENÓW OBJĘTYCH INWESTYCJĄ

Teren portu rybackiego i przewidywanej rozbudowy mariny przynależy jest administracyjnie do miasta Puck i leżą w jego północnej części. Omawiane tereny położone są na Kaszubach u ujścia rzeki Płutnicy do Zatoki Puckiej w północno-wschodniej części Kępy

Puckiej na Pobrzeżu gdańskim Charakterystyczną cechą tego regionu jest występowanie wyodrębnionych płatów wysoczyznowych o wysokości kilkudziesięciu metrów, rozdzielonych formami dolinowymi (tzw. "kępy"), ponadto mierzei i rozległej delty Wisły. Ze względu na położenie, klimat regionu ma cechy nieco bardziej kontynentalne, zimą jest tam chłodniej niż w przypadku pozostałych makroregionów Pobrzeża Południowo-bałtyckiego. Pobrzeże Kaszubskie jest mezoregiem fizycznogeograficznym (nr regionalizacyjny 313.51), znajdujący się na obszarze administracyjnym Gdańska, Sopotu, Gdyni oraz powiatów wejherowskiego i puckiego, wszystkie te powiaty leżą w województwie pomorskim. Pobrzeże Kaszubskie jest częścią Pobrzeża Gdańskiego. Występują tu kępy: Ostrowska, Swarzewska, Pucka, Oksywska i Redłowska, kępy są poprzedzielane pradolinami. Przez mezoregion przepływa wiele krótkich rzek wpływających do Zatoki Puckiej. Pod względem gospodarczym widać znaczną różnicę pomiędzy północą a południem. Południowa część regionu cechuje się wysokim stopniem urbanizacji i industrializacji (między innymi Port w Gdyni). Część północna regionu wykorzystywana jest przede wszystkim turystycznie jednakże znajdują się tu też porty rybackie: port Puck i port Władysławowo.

Pobrzeże Kaszubskie jest rejonem o dość wydłużonym kształcie. Granicą wschodnią stanowi wybrzeże Morza Bałtyckiego oraz, na krótkim fragmencie, na południu Mierzeja Wiślana. Północnym fragmentem wschodniej granicy jest wcinająca się w morze Mierzeja Helska. Od północy Pobrzeże Kaszubskie graniczy z Morzem Bałtyckim. Zachodnią granicę mezoregionu tworzą (od północy) Wybrzeże Słowińskie, Wysoczyzna Żarnowiecka, Pradolina Łeby i Redy oraz Pojezierze Kaszubskie, z którym Pobrzeże Kaszubskie ma najdłuższą granicę (oprócz morza). Granicę od południa zamykają w Gdańsku Żuławy Wiślane. Pod względem administracyjnym mezoregion leży na terenie powiatów: miasto Gdańsk, miasto Sopot, miasto Gdynia, wejherowskiego i puckiego.

Port Puck tworzą dwa baseny portowe oddzielone plażą i obiektami Harcerskiego Ośrodka Morskiego (rys.3). Poza basenem Rybackim (rys.1) i basenem Jachtowym (rys.2), na zachód od portu znajdują się także nieużytkowane baseny pozostałe po dawnym lotnisku nadmorskim.

Według rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 1999 roku, port morski w Pucku obejmuje obszar od wschodniego falochronu basenu Jachtowego do rowu melioracyjnego przy zachodniej części basenu Rybackiego, a także obszar do ulic Tadeusza Kościuszki i Żeglarzy.

Ruchem statków kieruje Bosmanat Portu Puck podległy pod Kapitanat Portu Władysławowo. Infrastrukturą portową administruje Urząd Morski (Port Rybacki) w Gdyni oraz miasto Puck (Marina).



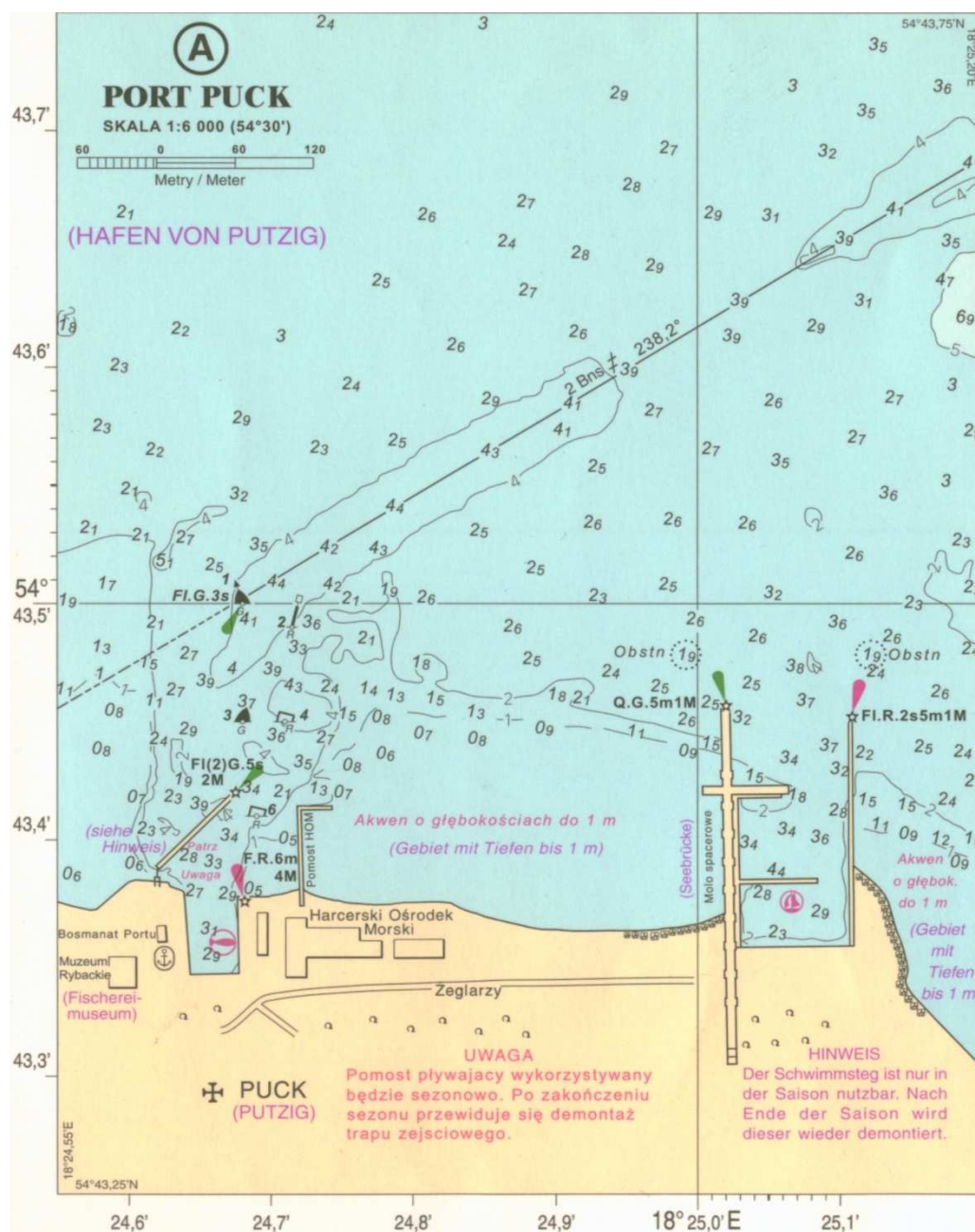
Rys.1. Wejście do basenu rybackiego Portu w Pucku.



Rys.2. Port jachtowy (marina w Pucku).

Na rys.3 przedstawiono mapę nawigacyjną Portu w Pucku. Obydwie jednostki funkcjonalne portu zabezpieczone są przed oddziaływaniem falowania jedynie na pewnych odcinkach. Zarówno falochron pływający jak i falochron półwyspowy mariny nie za-

pewniają należytej ochrony przed falowaniem, a co najważniejsze ich wzajemna współpraca w ochronie obszarów portowych właściwie nie występuje. Cechą charakterystyczną jest całkowity brak osłonięcia od falowania i wiatrów z kierunku N do NE.



Rys. 3. Mapa nawigacyjna Portu w Pucku

4 ZAŁOŻENIA KONCEPCYJNE

Zgodnie z specyfikacją warunków zamówienia przedmiotem zamówienia jest opracowanie koncepcji projektu budowy falochronu osłonowego dla Portu Rybackiego w Pucku. Proponowane w koncepcji rozwiązania oparte są na propozycji IV wariantu opracowania „Rozbudowa portu w Pucku – wstępna analiza warunków falowych i transportu rumowiska” BMT Cordah 2008. Geometria projektowego założenia budowlanego oparta jest na

koncepcji architektonicznej „Via Marina – Ekologiczny port jachtowy w Pucku” Aren Architects, 2009 oraz założeniach ekonomicznych tego przedsięwzięcia opracowanych przez Frąszczak i inni (2003) dotyczących wybudowania nowej, docelowej mariny jachtowej w Pucku, w której znajdują się miejsca cumownicze dla ponad 500 jednostek. Opracowany raport zawiera analizę finansową przedsięwzięcia, pokazuje potencjalne źródła finansowania oraz zamieszcza podstawowe informacje techniczne dotyczące planowanej mariny. Opracowane koncepcje umożliwiają połączenie projektowanych falochronów portu rybackiego z infrastrukturą portu jachtowego.

Zgodnie w specyfikacją zamówienia koncepcja wykonana miała być w min. 2 wariantach, w toku analiz zjawisk falowych i funkcjonalności portu pod względem możliwości cumowania mniejszych jednostek opracowano 4 warianty układu falochronów osłonowych. Jednostka reprezentatywna dla opracowanych koncepcji spełnia następujące wymagania:

- długość: $L_c=25m$,
- szerokość: $B=8m$,
- zanurzenie: $T_c=3m$.

Głównym celem projektu Via Marina jest stworzenie rozwiązania kompleksowego, zaspokajającego zarówno potrzeby Urzędu Miasta Puck, jak i Miejskiego Ośrodka Kultury, Sportu i Rekreacji w Gminie Puck oraz ludności miasta. Zgodnie z zawartymi w opisie uwagami projekt powstał w oparciu o wyraźną potrzebę rozwiązań architektoniczno - urbanistycznych rozbudowy istniejącego już portu jachtowego.

Jednocześnie rozbudowa ma w sobie łączyć elementy portu rybackiego z tradycją połowów i przetwórstwa, rewitalizując i rozbudowując tradycje rybackie. Obecna infrastruktura portu rybackiego nie zabezpiecza w właściwy sposób warunków spokojnego postoju. W niesprzyjających warunkach meteorologicznych użytkowanie basenu rybackiego jest praktycznie niemożliwe. Brak odpowiednio osłoniętego zaplecza postojowego w ewidentny sposób ogranicza funkcjonalność portu. Dotychczasowe doraźne inwestycje mające na celu zabezpieczenie przed falowaniem portu rybackiego nie przyniosły zakładanych rezultatów.

W związku z powstaniem w ramach programu RYBY 2007-2013 Północnokaszubskiej Lokalnej Grupy Rybackiej uruchomione zostaną w 2010 roku środki finansowe mające na celu aktywację rybołówstwa na akwenie Zatoki Puckiej. Podjęcie tych działań niewątpliwie wpłynie na wzrost zapotrzebowania na dodatkowe usługi portowe, które nie mogą być realizowane aktualnym potencjałem basenu rybackiego w Porcie w Pucku.

Realizacja programu RYBY 2007-2013 umożliwi dofinansowanie operacji związanych z restrukturyzacją i reorganizacją działalności gospodarczej oraz na działania marketingo-

we których celem będzie wprowadzenie na rynek produktów rybackich o podwyższonej wartości, np. tradycyjnych. Dofinansowane będzie również tworzenie i rozwój alternatywnych systemów sprzedaży produktów rybackich, np. sprzedaży bezpośredniej.

Morski Instytut Rybacki w Gdyni od szeregu lat prowadzi intensywne działania zmierzające do odtworzenia zasobów najważniejszych gatunków ryb Zatoki do poziomu zapewniającego funkcjonowanie rybołówstwa łodziowego i wędkarstwa rekreacyjnego.

Poprzez aktywną ochronę, m.in. przez zarybianie, doprowadzić można do restytucji wielu gatunków ryb. Prowadzone działania umożliwią powrót lub zwiększenie możliwości połowowych wielu gatunków co niewątpliwie przełoży się na gospodarkę zasobami morskimi. Przykładem takiego programu jest realizacja z dużym powodzeniem „Redukcja ryb ciernikowatych i babki byczej w Zatoce Puckiej poprzez interwencyjne zarybianie Sandaczem”. Realizacja opisanego zadania jest elementem programu „Ryby dla Zatoki” wdrażanego pod auspicjami Komunalnego Związku Gmin we Władysławowie. Założeniem projektu jest odtworzenie naturalnej struktury ichtiofauny Zatoki Puckiej. Służyć temu mają m.in. zarybiania zagrożonymi gatunkami (płocią, szczupakiem, sieją) możliwie w oparciu o ich naturalne zasoby.

W analizowanej koncepcji kompleksowej rozbudowy Portu w Pucku założono że strefa rybołówstwa będzie przeznaczona do cumowania, remontu oraz zimowania jednostek pływających.

W związku z faktem, że projekt zakłada rozbudowę na terenach objętych programem „Natura 2000”, to głównym założeniem rozbudowy portu jest dbanie o środowisko naturalne, a właściwie pogodzenie wymagań komercyjnego wykorzystania natury z jej ochroną.

4.1 Układu portu rybackiego w koncepcji Via Marina

Przy realizacji koncepcji portu Via Marina podjęto wiele założeń funkcjonalnych mających na celu uwypuklenie jego ekologicznego i przyjaznego dla środowiska charakteru inwestycji. Między innymi samowystarczalne wytwarzanie energii z turbin wiatrowych QuietRevolutin® oraz paneli słonecznych rozmieszczanych na dachach planowanych zabudowań.

QuietRevolutin® to nowa forma wiatraków wertykalnych. Tego rodzaju Układ daje znaczną przewagę nad rozwiązaniem klasycznym, ponieważ wiatraki tego typu można lokalizować w bliskiej odległości od brzegu. W tych warunkach interferencje wiatrowe i zakłócenia falowe nie przeszkadzają w pracy wiatraków, a ich praca jest na tyle cicha, że można je lokalizować w miejscach przeznaczonych na czasowy pobyt ludzi. Wypro-

dukowany prąd elektryczny umożliwi wykorzystanie tego medium do napędu urządzeń komunikacyjnych i transportowych wewnątrz portu.

W celu ograniczenia zapotrzebowania na wodę przewidziano wykorzystanie sytemu odzysk wody deszczowej do ponownego użycia.

W koncepcji Via Mariny przewidziano podział terenów portowych na trzy główne części:

Zachodnia - port turystyczny i rybacki

Centralna - port regatowy

Wschodnia - port motorowodny (istniejący port jachtowy)

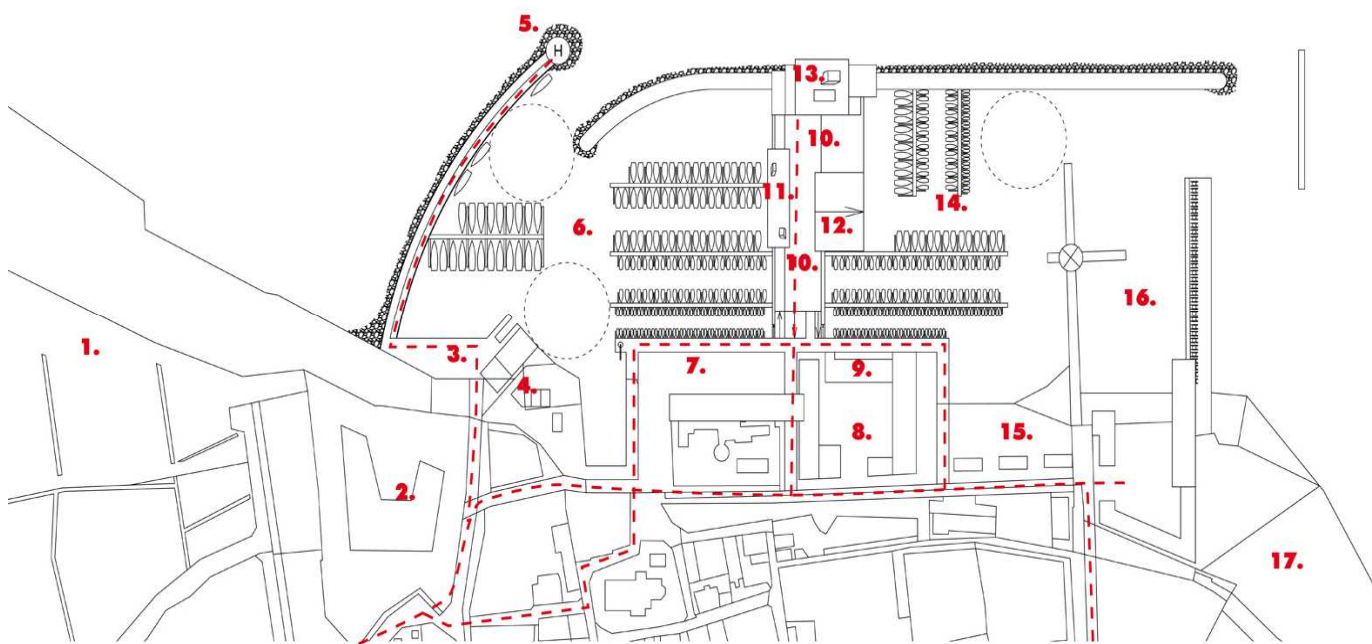
W układzie urbanistycznym zostanie utworzony trakt składający się z zespołu placowo-pasażowego. Od strony zachodniej: teren przyszłego kempingu - przejście przed terenem przyszłego hotelu - plac przy przyszłym budynku gospodarczo-socjalnym - pasaż przy porcie rybackim - plac w okolicach katedry - pasaż z planowaną ulicą Żeglarzy - plac przy budynkach portowych - plaża miejska - port motorowodny - plaża miejska.

Odpowiednio wykonana konstrukcja oraz rozlokowanie falochronów ma zapewnić, że woda wewnątrz portu zachowa naturalną cyrkulację (z czym niezwykle trudno się zgodzić w świetle wykonanych analiz). Część centralna to serce całego założenia - zostanie tam zlokalizowane centrum handlowe oraz hotel konferencyjny - dzięki takiemu układowi port będzie ośrodkiem pracującym przez cały rok, a nie jedynie w sezonie letnim. W projektowanym założeniu urbanistyczno-architektonicznym wyodrębniono następujące jednostki funkcjonalne (patrz rys.4 i 5):

- 1) Teren kempingowy
- 2) Teren przyszłego hotelu
- 3) Plac rozładunkowo-remontowy z uwzględnieniem rybołówstwa
- 4) Budynek gospodarczo - socjalny
- 5) Lądowisko helikoptera
- 6) Port - część turystyczna
- 7) Plac do wykorzystania na potrzeby HOM
- 8) Zespół budynków portowych
- 9) Plac do wykorzystania na potrzeby portu
- 10) Plac regatowy
- 11) Budynek części regatowej
- 12) Główny slip
- 13) Hotel konferencyjny
- 14) Port - część regatowa
- 15) Plaża miejska

16) Port - część motorowodna

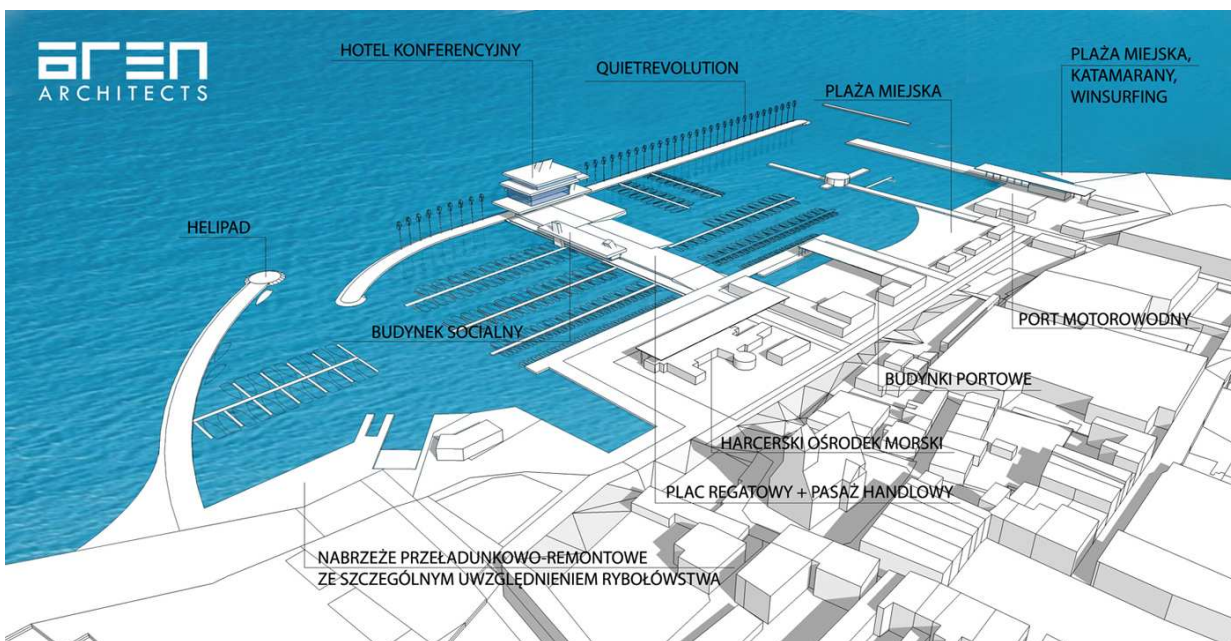
17) Plaża miejska



Rys.4. Schemat funkcjonalnego wykorzystania projektowanego portu Via Marina

Analiza rozwiązań hydrotechnicznych omawianej koncepcji wzbudziła w autorach niniejszego opracowania pewne uwagi. Pierwszą z nich opisano na poprzedniej stronie, dotyczy zachowania naturalnej cyrkulacji wody w akwenie po zrealizowaniu konstrukcji portowych i falochronów. Niestety jest to nieosiągalne, ze względu na zakres przedsięwzięcia i przewidywaną liczbę jednostek pływających zachowanie obecnego układu prądów i co najważniejsze jakości wody będzie zadaniem niezwykle trudnym. W przypadku zachowania naturalnej cyrkulacji wręcz niewykonalnym.

Dotychczasowe doświadczenia w budowach portów wskazują na powstanie radykalnych zmian w systemach lokalnych prądów i transportu rumowiska. Basen nowego portu odcięty układem falochronów stanie się osobnym akwenem zasilanym świeżą natlenioną wodą jedynie przez wejścia portowe.



Rys.5. Wizualizacja projektowanego portu w Pucku

Ma to istotny wpływ na projektowane położenie plaży miejskiej (obiekt 15 na rys.4). Położenie tego obiektu jest dość niefortunne, oprócz częściowo zamkniętego akwenu o obniżonej zdolności samooczyszczania jego lokalizacja w pobliżu portu motorowodnego i regatowego stwarza zagrożenie sanitarne. Należy się liczyć z wielodniowymi (o ile nie stałymi) przerwami w użytkowaniu w/w plaży. W związku z tym z wykonanych anali-

zach teren ten przeznaczony został pod zabudowę hydrotechniczną – nabrzeże o głębokości użytkowej 2m.

Kolejnym zagadnieniem było kłopotliwe umiejscowienie jednego z pomostów cumowniczych (na zachód od obszaru 6). Przewidziana lokalizacja pomostów i obrotnicy pokrywa się idealnie ze strefą ekspansji falowania dla kierunków NE. Poza tym dla przyjętej do koncepcji miarodajnej jednostki projektowej stanowi to duże utrudnienie w nawigacji. Rezygnacja z tego elementu wyposzczenia umożliwia lepsze wykorzystanie portu rybackiego zapewniając możliwość wpływania jednostek morsko-rzecznych (kabotażowce) o długości $L_c=70\text{m}$ (wyporność 1500-2500t) oraz jednostek rybackich pełnomorskich o długości $L_c=35\text{-}40\text{m}$ (wyporność do 400t). Projektowana głębokość przemysłowej części portu (4m) umożliwia swobodne wprowadzenie jednostek o podanych parametrach.

W trakcie wstępnych dyskusji nad rozwiązaniami technicznymi zrezygnowano z lokalizacji w części głowicowej zachodniego falochronu półwyspowego lądowiska helikopterów (obiekt 5 na rys.4).

4.2 Badania modelowe falowania

Badania falowe dla potrzeb niniejszej koncepcji wykonał Instytut Budownictwa Wodnego w Gdańsku. Wykonane badania modelowe uwzględniają uwagi zawarte w specyfikacji zamówienia niniejszego opracowania. W pracach nad koncepcją wykorzystano również wyniki symulacji falowania zamieszczone w dokumentacji - „Rozbudowa portu w Pucku – wstępna analiza warunków falowych i transportu rumowiska” BMT Cordah 2008.

Warunki hydrodynamiczne i założenia do badań modelowych falowania

Poziomy wody

Średni poziom wody w Zatoce Puckiej na podstawie danych z lat 1951-1975 wynosi:

- Hel: $500.7 \pm 1.2 \text{ cm}$,
- Puck: $502.0 \pm 1.2 \text{ cm}$,
- Gdynia: $502.0 \pm 1.1 \text{ cm}$.

Przebieg średnich miesięcznych poziomów wody w Zatoce Puckiej, podobnie jak i w Zatoce Gdańskiej, zbliżony jest do sezonowych wahań wód w Morzu Bałtyckim.

W tabeli 1 zamieszczono średnie częstości występowania poszczególnych stanów wody w latach 1975-1978 w Pucku i Kuźnicy.

W okresie prowadzonych na wodach Zatoki Puckiej pomiarów poziomów wody zanotowano następujące absolutne maksima i minima:

- Hel	665 cm (1905 r.)	405 cm (1904 r.),
- Gdynia	626 cm (1983 r.)	411 cm (1937 r.),
- Puck	614 cm (1983 r.)	417 cm (1901 r.).

Tabela 1. Częstości występowania poszczególnych poziomów wody w Pucku i Kuźnicy na podstawie danych z lat 1975-1978

Przedział [cm]	Puck [%]	Kuźnica [%]	Przedział [cm]	Puck [%]	Kuźnica [%]
570-579	—	0.3	490-499	24.4	23.6
560-569	0.5	1.0	480-489	19.7	19.6
550-559	0.8	1.6	470-479	11.3	9.0
540-549	2.1	2.0	460-469	5.3	1.7
530-539	2.4	2.8	450-459	0.9	0.7
520-529	4.3	6.3	440-449	0.4	-
510-519	10.3	11.5			
500-509	17.6	20.3			

Dla potrzeb projektowych za najbardziej reprezentatywne poziomy wody w Zatoce Puckiej uznaje się materiały pomiarowe zgromadzone przez stację w Gdańsku-Nowym Porcie, głównie z uwagi na fakt, że charakteryzują się one najdłuższą serią pomiarową, od 1886 roku, z niewielką przerwą w czasie wojny (1940-46). Ze względu na niewielką głębokość i małą pojemność zbiornika w Zatoce występują największe na Bałtyku różnice w temperaturach wód w cyklu rocznym. W okresie letnim notuje się wysokie temperatury wody (nawet 24°C).

Stan wody w Zatoce Puckiej uzależniony jest od oddziaływania spiętrzeń wiatrowych. Analizując rozkłady sezonowe spiętrzeń sztormowych w Zatoce Gdańskiej i czasy ich trwania stwierdzić można, że w ciągu roku stany wody powyżej 550 cm mogą pojawić się trzy do czterech razy, a stany powyżej 600 cm pojawiają się średnio raz na dwa lata. Przeciętne spiętrzenie sztormowe powyżej 0,5 m (ponad poziom 500 cm) trwa około 31-32 godziny, zaś powyżej 0,8 m około 9 godzin. Przeciętny sztormowy przyrost stanu wody z kolei, wynosi od około 10 do około 16 cm/godz, zaś największe sztormowe przyrosty wynosiły 21 i 22 cm/godz, ale może mieć także znacznie szybszy przebieg. Ostatnie

groźne spiętrzenie miało miejsce w 1993 roku. Wówczas poziom wody w Pucku w ciągu 3,5 godzin wzrósł o 180 cm. Zjawisko to wywołał zachodni wiatr, który zmienił swój kierunek na południowo- zachodni powodując nagłe spiętrzenie wody od strony Zatoki, a w rezultacie zalanie Chałup. Poziom wody podniósł się wówczas 133 cm (to przekroczyło średni poziom notowany na tym obszarze).

Przyjmując jako reprezentatywne dane ze stacji w Gdańsku-Nowym Porcie dla całej Zatoki Gdańskiej prawdopodobieństwa pojawienia się określonych stanów wody wynoszą:

<u>maksymalne</u>	<u>minimalne</u>
• 612 cm raz na 10 lat,	420 cm,
• 621 cm raz na 20 lat	413 cm,
• 639 cm raz na 50 lat	406 cm,
• 651 cm raz na 100 lat	400 cm,
• 694 cm raz na 1000 lat	384 cm.

Należy pamiętać, że na istniejące dane statystyczne charakteryzujące poziomy morza w Zatoce Gdańskiej nakładają się dwa efekty wielkoskalowe.

Pierwszy z nich to obserwowane od stu lat powolne podnoszenie się wody w Morzu Bałtyckim, Średnią wielkość tego podniesienia można oszacować na około 20-30 cm w ciągu ostatnich 100 lat. Przyczyną tego zjawiska mogą być między innymi długookresowe zmiany klimatyczne wywołujące większy napływ wód z Morza Północnego i związane z tym większe napełnienie Bałtyku.

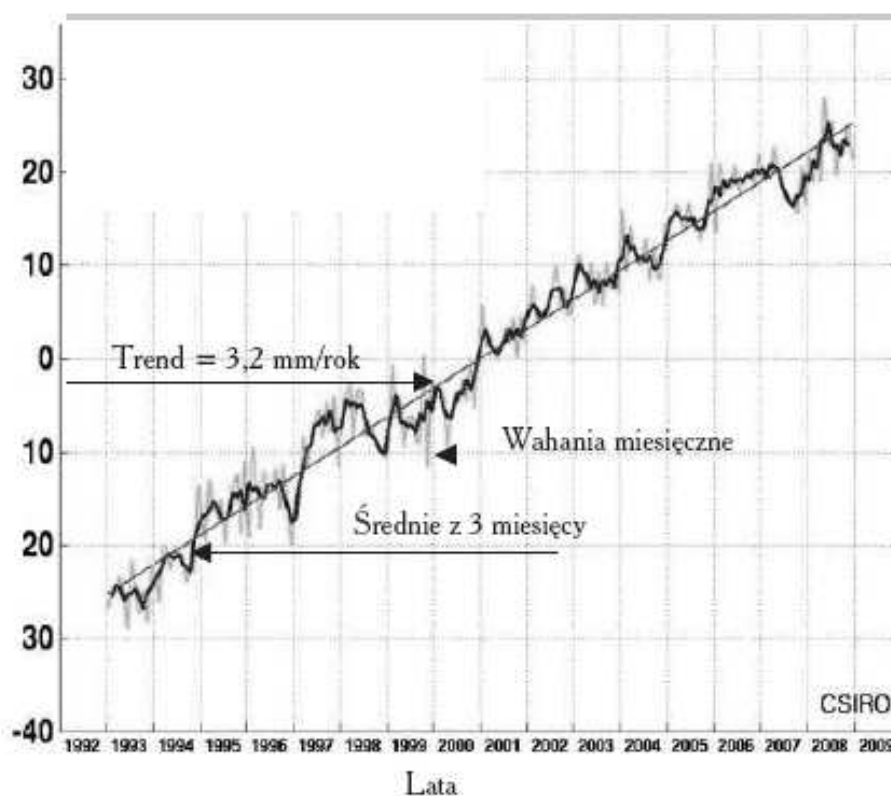
Drugi z nich to prognozowany efekt cieplarniany powodujący wzrost temperatury atmosfery, co z kolei jest źródłem podnoszenia się poziomu wód wszechoceanu (rys.6). W zależności od przyjętego rozwoju efektu cieplarnianego poziom wody w oceanach i morzach świata podniesie się o 1 m do roku 2045, 2060, 2080 lub 2140. Dlatego też przy projektowaniu inwestycji o trwałości 50 lat i większych należy przyjmować poziom wody projektowej uwzględniając poprawkę na wielkoskalowe zmiany poziomu morza lub przewidzieć możliwość łatwego podwyższenia wykonanych falochronów, nabrzeży i pomostów.

Szacunki oparte na badaniach m.in. IPCC, Państwowego Instytutu Geologicznego, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej pozwalają przypuszczać, że w Morzu Bałtyckim wzrosną: poziom wody, liczba i siła sztormów, średnia temperatura wody i jej zasolenie. Są to zmiany, które muszą spowodować nie tylko konsekwencje dla roślin i zwierząt, ale także zmiany struktury wybrzeża oraz użytkowania wód Bałtyku. Według szacunków Oddziału Pomorskiego Państwowego Instytutu Geologicznego główną przyczyną podnoszenia się poziomu wód Bałtyku (mimo słabej wymiany z Oceanem Świato-

wym) jest topnienie lodowców na obszarach okołobiegunowych oraz procesy geologiczne związane z odprężeniami na Półwyspie Skandynawskim po ustąpieniu lądolodu.

Poziom wód Bałtyku w rejonie wybrzeża podnosi się o 1–2 mm rocznie; w ciągu ostatnich 100 lat podnosił się średnio 1,5 mm na rok; od lat 50 XX w. tempo zmian wzrosło do 5 mm rocznie, a przypuszcza się, że osiągnie wzrost nawet o 80 cm w ciągu najbliższych 100 lat. Według szacunków Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, takie podniesienie się poziomu wód zagrozi terenom położonym nawet do 2,5 m nad poziomem morza.

Należy jednak podkreślić, że głębokość i wielkość Bałtyku zmieniają się od dawna. Około 10 tys. lat temu poziom wody w południowej części morza był o ok. 50 m niższy niż obecnie. Polska linia brzegowa była wówczas położona od 20 do 100 km dalej na północ niż dziś. Na skutek podnoszenia się poziomu morza już około 5–4 tys. lat temu linia brzegowa zbliżyła się do dzisiejszej.



Rys.6. Zmiany poziomu oceanu światowego [mm] względem stanu z lat 2000/2001

Wiatry

Na całej Zatoce Puckiej przeważają wiatry z sektora zachodniego. Ich łączny udział waha się od 40% do 50%. W tablicy 2 zamieszczono procentowe rozkłady występowania

wiatrów z poszczególnych kierunków oraz ich średnie prędkości na podstawie danych pomierzonych na stacjach brzegowych w Rozewiu, Helu i Gdyni w latach 1951-1975.

Tabela.2. Częstość występowania wiatrów z poszczególnych kierunków [%] oraz ich średnie prędkości [m/s] w ciągu roku

Miejscowość	Kierunek wiatru															
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s
Rozewie	6.3	5.0	10.0	4.7	6.9	3.9	10.0	4.8	11.2	4.7	19.0	4.9	19.6	6.6	12.4	6.0
Hel	8.0	4.3	8.9	4.4	10.2	4.2	9.5	4.1	13.3	4.1	12.1	4.7	19.8	5.2	12.5	4.9

Z wyników uzyskanych przez IMGW podczas rejsów na wodach Zatoki Gdańskiej wynika, że rzeczywiste wiatry występujące na zatoce są średnio o 2 m/s większe niż pomierzone na stacjach brzegowych. W tabeli 3 i 4 przedstawiono wyniki badań z lat 1951-1975 dla Pucka określające liczbę dni z wiatrem o prędkości przekraczającej odpowiednio 10 i 15 m/s.

Tabela. 3. Orientacyjna liczba dni z wiatrem o prędkości przekraczającej 10 m/s dla Pucka

styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
7.6	7.4	7.0	4.5	4.2	3.5	3.6	5.0	4.8	4.7	6.4	4.8

Tabela. 4. Orientacyjna liczba dni z wiatrem o prędkości przekraczającej 15 m/s dla Pucka

styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
3.1	2.8	3.1	1.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.8	1.8	2.2	4.6

Maksymalną prędkość wiatru dochodzącą do 40 m/s zanotowano nad Zatoką Pucką 14 stycznia 1993 roku.

Dla potrzeb projektowych, zob. Szurowski (1983), jako reprezentatywne dane dla Pucka przyjmuje się dane zamieszczone w tabeli 2 – stacja meteorologiczna w Rozewiu. W latach 1951-1975 w Rozewiu odnotowano średnio rocznie 68.3 dni w roku z wiatrem przekraczającym 10 m/s oraz 24 dni z wiatrem przekraczającym 15 m/s.

W związku z zmianami klimatycznymi wzrastać będzie zagrożenia powodziowe terenów sąsiadujących z Portem w Pucku – w szczególności dotyczy to zachodniego przedpoła. Zagrożenie powodziowe wzrośnie z powodu większej intensywności opadów i sztormów. Jak oceanom z powodu globalnego ocieplenia grożą coraz częstsze i coraz intensywniejsze huragany, tak na Bałtyku można spodziewać się coraz liczniejszych i coraz silniejszych sztormów. Kilkadziesiąt lat temu liczba sztormów na Bałtyku nie przekraczała 2–3 w ciągu roku, obecnie sięga 5 [dane IMiGW]. Częstotliwość sztormów w Zatoce Gdańskiej wzrosła z 11 w latach 60. do 38 w latach 80. XX w.

Stałemu niszczeniu ulega aż 60% polskiego wybrzeża, a dalsze 35% jest w takim stanie, że każdy kolejny sztorm może niszczenie zapoczątkować. Szacuje się, że rocznie Polska traci na rzecz morza ok. 50 ha plaż.

Falowanie

Na obszarze wewnętrznej części Zatoki Puckiej nie prowadzono systematycznych pomiarów falowania wiatrowego. W opracowaniu BMT Cordah dla analizowanego rejonu wykonano obliczenia wysokości i okresów fali przy wykorzystaniu prognostycznej metody Kryłowa. Obliczenia te zostały wykonane dla czterech podstawowych kierunków wiatru (N, E, S i W) oraz dodatkowo dla kierunku SE powodującego największe sfalowanie powierzchni Zatoki. Dla każdego z kierunków wiatru obliczenia wykonano dla dwóch prędkości wiatru: 5 i 15 m/s. W obliczeniach tych przyjęto krok siatki numerycznej równy 1 km. Wyniki tych obliczeń dla strefy brzegowej w rejonie Pucka pokazano w tabeli 5.

Tabela. 5. Obliczone modelem Kryłowa średnie wysokości H i okresy fali T na akwenie przyległym do Pucka (BMT Cordah).

Kierunek Wiatru	Prędkość wiatru			
	5 [m/s]		15 [m/s]	
	H [m]	T [s]	H [m]	T[s]
N	0.10	1.0	0.2	1.5
E	0.15	1.5	0.4	2.0
S	0.10	1.0	0.2	1.0
W	0.1	1.0	0.2	1.5
SE	0.15-0.20	1.5-2.0	0.4-0.6	2.0-3.0

Z tabeli tej widać, że dla przeciętnych warunków pogodowych nie należy się spodziewać fal wyższych od 0.2 m, a dla warunków sztormowych - 0.6 m.

Jedynie pomiary falowania wykonano w rejonie Mechelinek, tj. w zewnętrznej części Zatok Puckiej, na początku lat 70-tych ubiegłego wieku (Druet i inni (1972)). Z pomiarów tych otrzymano, że średnia wysokość i średni okres fali wynosiły: $H_{sr}=0.35m$, $T_{sr}=2.6s$. Z zamieszczonych w tej samej pracy empirycznych funkcji przewyższenia wysokości i okresów fali wynika, że prawdopodobieństwa pojawienia się określonych parametrów falowania wiatrowego w rejonie Mechelinek wynoszą;

$$\begin{aligned} H=0.57 \text{ m}, T=3.9 \text{ s} & \quad \text{raz na 10 lat} \\ H=0.68 \text{ m}, T=4.8 \text{ s} & \quad \text{raz na 50 lat,} \\ H=0.75 \text{ m}, T=5.1 \text{ s} & \quad \text{raz na 100 lat.} \end{aligned}$$

Jak podaje Bystrzanowski (2001) dla rejonu Pucka i poszczególnych kierunków wiatrów mamy do czynienia z następującymi rozciągłościami działania wiatru:

- kierunek NW - rozciągłość działania wiatru 1.5 km,
- kierunek N - rozciągłość działania wiatru 6 km,
- kierunek NE - rozciągłość działania wiatru 6 km,
- kierunek E - rozciągłość działania wiatru 12 km,
- kierunek SE - rozciągłość działania wiatru 50 km.

Zgodnie z powyższymi danymi teoretycznie, jedynie dla kierunku wiatru SE może wystąpić znaczące falowanie. Jednakże fala generowana na Zatoce Gdańskiej przed dojściem do Pucka musi pokonać Rybitwią Mielizną na której większość fal ulegnie załamaniu. W raporcie Bystrzanowskiego (2001) przyjęto, że przy wysokim poziomie morza przez mieliznę nie przejdą fale wyższe od 1m. Na ponowną rozbudowę fali pozostaje zaledwie około 10 km rozciągłości działania wiatru.

W przybliżeniu w odległości około 300 m. (Bystrzanowski (2001) oraz Cieślak i Różański (2001)), na północ od portu w Pucku na głębokości 4,0 m oszacowano następujące parametry projektowe fali:

- wysokość średnia fali: $H=0.67 \text{ m}$,
- wysokość znaczna fali: $H_s=1.07m$,
- fala projektowa o 1% prawdopodobieństwie wystąpienia: $H_{1\%}=1.6m$.

Obserwacja ostatnich wezbrań sztormowych w pełni potwierdza słuszność przyjęcia jako reprezentatywnej wysokości fali nie mniejszej niż 1m. Przyjęte w opracowaniu BMT falowanie o wysokości 0,4m jest nieporozumieniem, jest to mało prawdopodobne, aby wywołała zniszczenia przedstawione na rys.7. Fala o podanych w parametrach $H=0,4m$ i $T=3,2s$ nie wymaga najmniejszych zabezpieczeń falochronowych, wprowadzić może jedynie pewien dyskomfort wśród osób znajdujących się na niewielkich jednostkach.



Rys.7. Zniszczenia w porcie jachtowym w Pucku – sztorm z połowy października 2009.



Rys.8. Falowanie w porcie jachtowym – sztorm z połowy października 2009.

Dla analizowanej jednostki projektowej $L_c=25\text{m}$ tego rodzaju falowanie nie powodowało by praktycznie żadnych przemieszczeń. W związku z tym w analizach wykonanych przez autorów niniejszego opracowania falowanie o wysokości 0,4m zostało całkowicie pominięte. Wysokość fali nabiegającej z kierunków N i NE zdecydowanie przekraczała 0.4m (patrz rys. 8 i 9), zarówno w porcie jachtowym jak i rybackim. Poważnemu uszkodzeniu uległo wiele łodzi oraz konstrukcje pomostów cumowniczych w porcie jachtowym i falochron pływający w porcie rybackim.

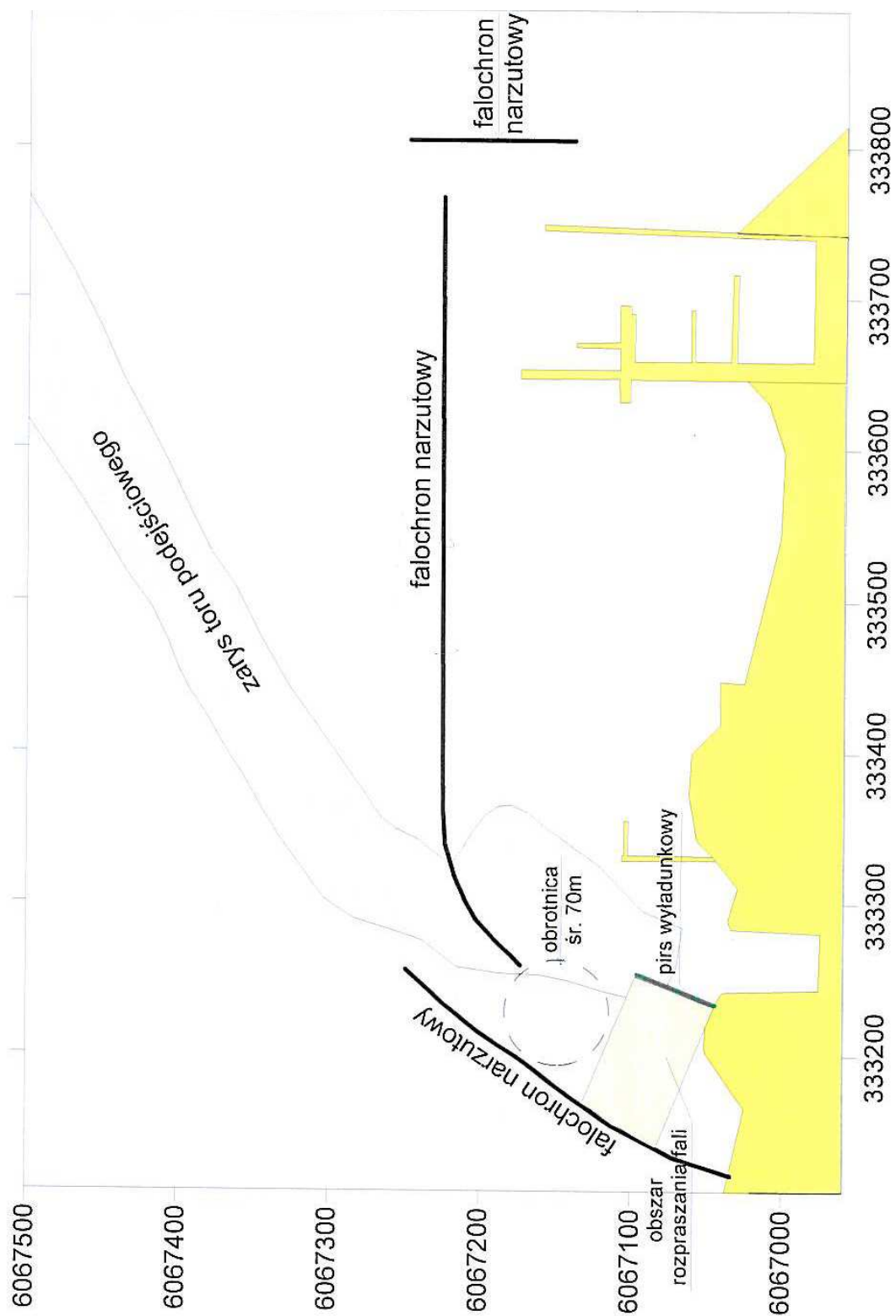
Zabezpieczenie Portu w Pucku przed falowaniem jest niezwykle istotnym zagadnieniem. Aktualne warunki sztormowania jednostek na słabo osłoniętym akwenie wewnętrznym portu jest niebezpieczne (patrz rys. 7-9).



Rys.9. Falowanie w porcie rybackim – sztorm z połowy października 2009.

Model obliczeniowy symulacji falowania oparto na schemacie IV zawartym w opracowaniu BMT Cordah (rys.10). Jest on najbardziej zbliżony do koncepcji architektoniczno-urbanistycznej przedstawionej na rys. 4 i 5. Symulacje warunków falowania wykonano dla Wariantów I i II (załącznik graficzny rys.5.0 i 6.0) oraz dla przypadku realizacji jedynie falochronu w zachodniej części portu (patrz raport z badań modelowych IBW PAN).

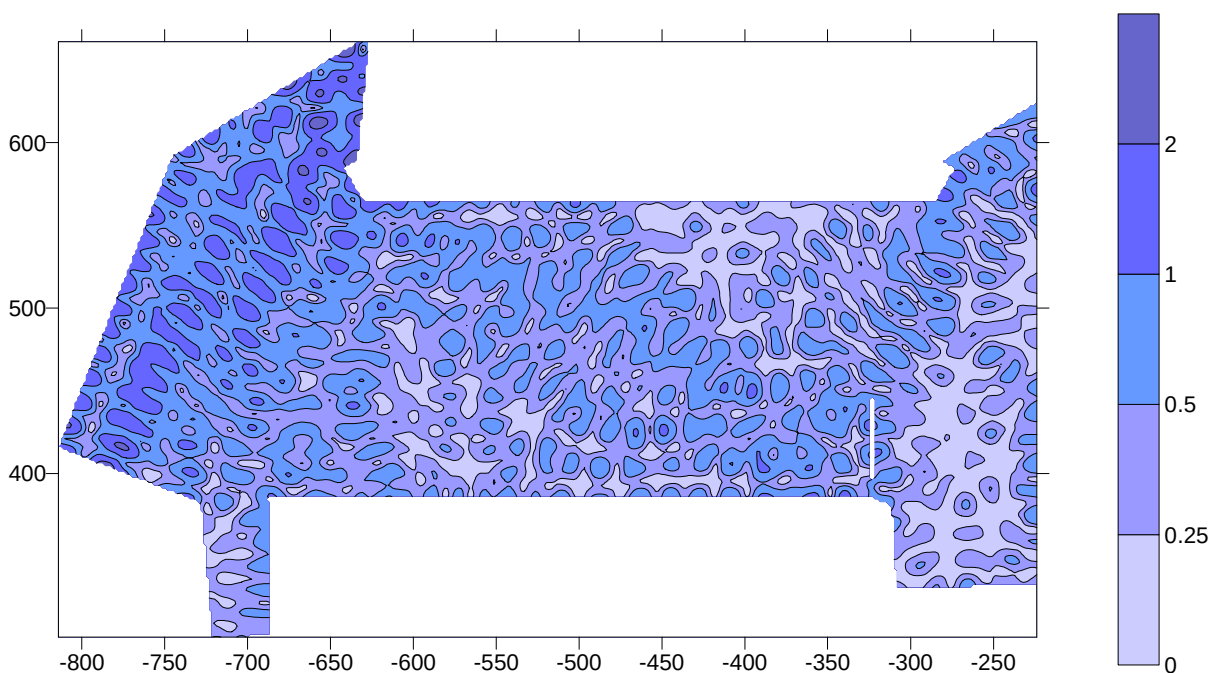
Ze względu na przyjętą wysokość falowania wprowadzanego do portu wyniki obliczeń są radykalnie różne w stosunku do kalkulacji BMT Cordach (rys.11 i 12).



Rys. 10. Układ falochronów Portu w Pucku – wariant IV wg BMT Cordah.



Rys. 11. Prognoza warunków falowych dla podchodzenia fali $H=0,4\text{m}$ z kierunku NE (BMT Cordah)



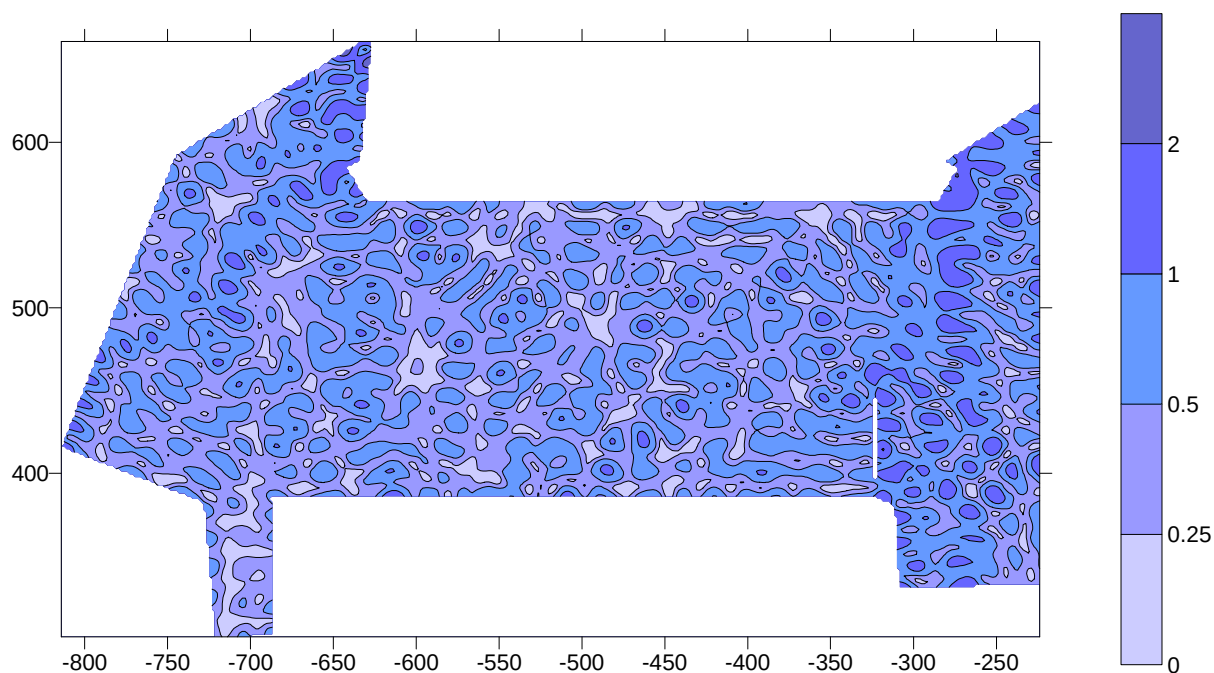
Rys.12. Prognoza wysokości falowania wewnątrz portu, wariant I układu falochronów dla kierunku oddziaływania sztormu NE.

Znacznie większa energia falowania umożliwia większą penetrację fal wgłąb akwenu portowego. Oprócz energii falowania wpływ na to zjawisko ma także większa głębokość projektową wewnątrz portu (-4,0m Ingeo, -3,5m BMT Cordah).

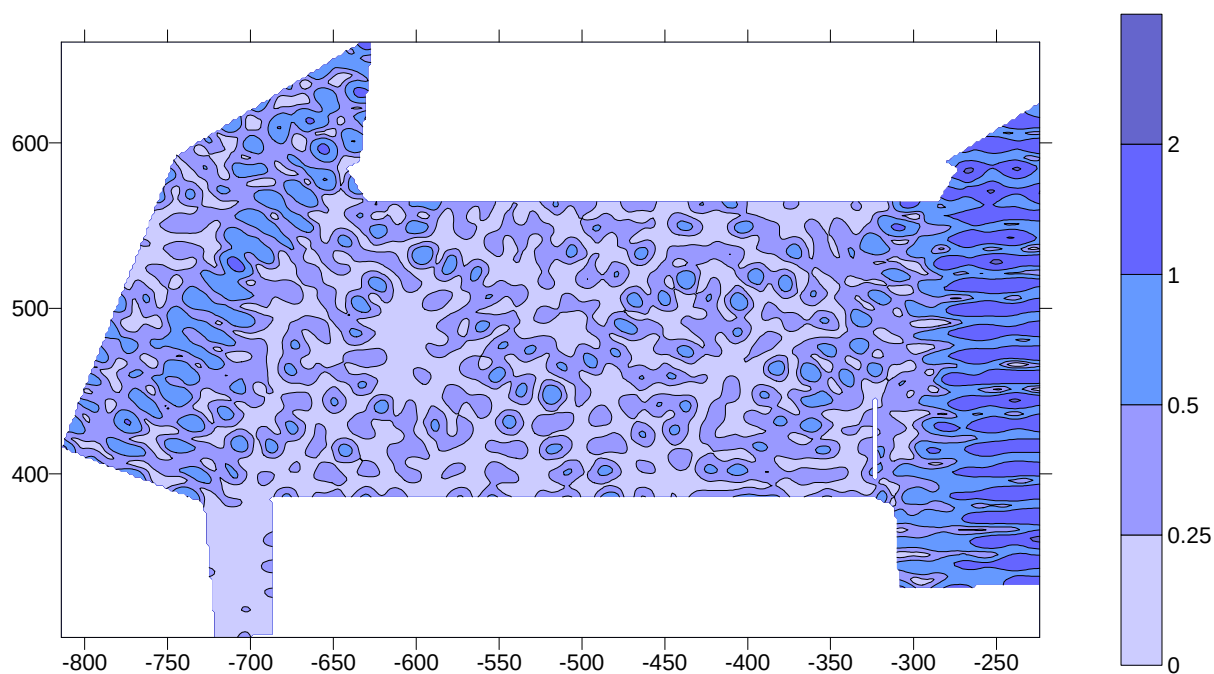
Mimo zastosowania komór tłumiących w konstrukcji falochronu nabrzeża położone w zachodniej części portu były by wyłączone z eksploatacji w czasie takiej charakterystyki falowania (NE). Sytuacja w pozostałej części portu jest co najmniej niezadowolająca – w szczególności dla małych jednostek pływających. Wykorzystanie w tych warunkach jako stanowisk postojowych pomostów pływających z prostopadłymi bomami cumowniczymi było by niemożliwe. Proponowany układ falochronów zapewnił by natomiast stosunkowo spokojny stan wody w istniejącej części portu jachtowego - wschodniej.

W przypadku falowania sztormowego z kierunku NNE (rys.13), warunki w zachodniej części portu można uznać za zadowalające. Niestety zaproponowany układ falochronów zabezpieczający wschodnie rejony portu nie gwarantuje wymaganej wysokości falowania. Dla sztormu z kierunku N warunki falowe w tej części portu ulegają znacznemu pogorszeniu (rys.14). Bezpieczna eksploatacja istniejącego portu jachtowego w takich warunkach jest niemożliwa. Opisana w modelu sytuacja przypomina sytuację falową ze sztormu w październiku 2009. Wysokie falowanie wzdłuż kei falochronu wschodniego (rys.8), identyczne jak na modelu obliczeniowym

przedstawiono na rys.14. Można tu zauważyć pełną zbieżność wyników obliczeń z zaobserwowaną charakterystyką rzeczywistego falowania. Potwierdza to słuszność przyjętych założeń.



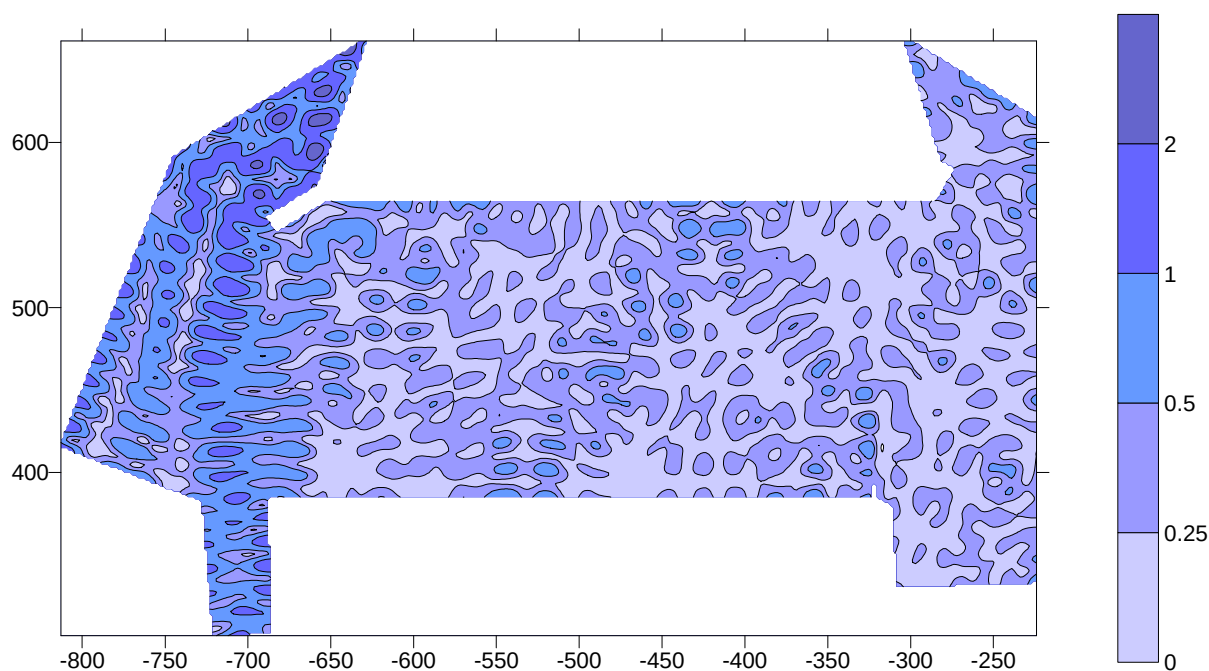
Rys.13. Prognoza wysokości falowania wewnątrz portu, wariant I układu falochronów dla kierunku oddziaływania sztormu NNE.



Rys.14. Prognoza wysokości falowania wewnątrz portu, wariant I układu falochronów dla kierunku oddziaływania sztormu N.

Wykonane analizy potwierdziły konieczność zabezpieczenia obydwu wejść portowych głównie z kierunków N do NNE. Wykonanie falochronu zabezpieczającego jedynie zachodnią część portu nie zapewni oczekiwanego stanu falowania.

Zmodyfikowany układ falochronów wariantu II znacznie poprawił warunki postoju jednostek, w szczególności w wschodniej części portu. Zmiana układu wejścia do portu wraz przedłużeniem falochronu wschodniego zapewniła istotnie ograniczenie wysokości falowania. Podobny efekt osiągnięto na przeciwległym akwenie. Wydłużenie głowicy wyspowego falochronu północnego osłabiło propagację falowania wzdłuż zachodniej linii nabrzeży.



Rys.14. Prognoza wysokości falowania wewnątrz portu, wariant II układu falochronów dla kierunku oddziaływania sztormu NE.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone obliczenia pól falowych dla sytuacji ekstremalnego sztormu wielolecia pozwalają stwierdzić, że jedynie wybudowanie zespołu falochronów umożliwia zapewnienie wewnątrz projektowanego portu odpowiednich warunków falowych.

Częściowa realizacja przedsięwzięcia nie przyniesie wystarczających efektów. Budowa Falochronu Zachodniego bez jednoczesnej realizacji wyspowego Falochronu Północnego nie zabezpieczy w odpowiedni sposób akwatorium istniejącego Basenu Rybackiego ani pomostów ośrodka żeglarskiego HOM. Analogiczna sytuacja odnosi się do wschodniej części portu. Współpraca Falochronu wschodniego z Falochronem Północnym jest

jedynym rozwiązaniem zapewniających odpowiedni stan zafalowania w porcie jachtowym. Analiza warunków falowania oraz potencjalnie niebezpiecznych kierunków propagacji fal sztormowych doprowadziła do opracowania wariantu III i IV układu falochronów. Dla potrzeb opracowania modelu obliczeniowego założono szerokości wejścia do portu umożliwiające ruch dwukierunkowy co skutkowało szerokością ~50m dla wejścia wschodniego i ~60m dla wejścia zachodniego. Przy opracowaniu docelowego projektu służącego realizacji budowy nowych falochronów Portu w Pucku celowym wydaje się rozważenie zmniejszenia szerokości wejść. Mimo pewnego pogorszenia własności nawigacyjnych spowoduje to znaczna poprawę warunków falowych w porcie. Szerokość wejść mieszcząca się w granicach 35-40m wydaje się wielkością optymalną, potwierdzają to dotychczasowe doświadczenia w eksploatacji portów w strefie południowego brzegu Morza Bałtyckiego.

Zmiana szerokości wejścia do portu nie wpłynie w istotny sposób na koszty przedsięwzięcia. W przypadku wariantów I i II konieczne będą jedynie pewne zmiany w geometrii wyspowego Falochronu Północnego – przesunięcie o ok. 10m w kierunku północnym oraz zwiększenie jego długości o 1 sekcję dylatacyjną (ok. 21m). Dla rozwiązania przedstawionego w wariantcie III w zupełności wystarczająca będzie korekta położenia Falochronu Północnego – obrót o kilka stopni względem jego środka. W wariantcie IV zmiany dotyczyć będą wydłużenia główek falochronu w obydwu wejściach portowych. Dla tego przypadku zmiana geometrii związana będzie z największymi kosztami.

Podsumowując wyniki badań propagacji falowania w akwatorium projektowanego portu należy podkreślić konieczność kompleksowego podejścia do analizowanego problemu. Jak już wspomniano, pełne zabezpieczenie przed niekorzystnymi zjawiskami falowymi wewnątrz ochranianego obszaru zapewnić może dopiero realizacja układu falochronów. Częściowe zabezpieczenia z wybranych kierunków nie przyniosą zakładanych rezultatów, zostało to w pełni potwierdzone w dotychczasowej eksploatacji zarówno rybackiej jak i jachtowej części Portu w Pucku.

Na etapie opracowywania dokumentacji projektowej służącej realizacji nowego układu falochronów dla Portu w Pucku zaleca się oprócz analiz hydrodynamiki na modelach matematycznych, wykonanie badań na modelach fizycznych. Pozwoli to ostateczne zoptymalizowanie układu i kształtu falochronów.

Zjawiska lodowe

Na przebieg zjawisk lodowych w wewnętrznej części Zatoki Puckiej decydujący wpływ mają stosunki batymetryczne oraz kierunki wiatrów. Woda w wewnętrznej części Zatoki łatwo ulega ochłodzeniu w całej swej objętości (od powierzchni do dna) ze względu na

małą pojemność cieplną tego płytkiego akwenu. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym powstawaniu lodu jest niewielkie falowanie występujące na tym akwenu dla kierunków wiatrów charakterystycznych dla okresu zimowego oraz utrudnione przenikanie falowania z zewnętrznej części Zatoki Puckiej.

Na podstawie obserwacji zlodzień Zatoki prowadzonych w latach 1946/47-1990/91 przez posterunki lodowe w Pucku, Jastarni, Helu i Gdyni, zob. Korzeniewski (1993), stwierdzić można, że:

- najwcześniej lód pojawia się w części północno-zachodniej Zalewu Puckiego w rejonie Pucka i Swarzewa (druga dekada grudnia),
- na początku stycznia lód pokrywa cały Zalew Pucki (dochodzi do Rybitwiej Mielizny),
- lód w części wewnętrznej utrzymuje się przeciętnie przez 60-80 dni, w ciągu całego analizowanego okresu w Pucku wystąpiła tylko jedna zima bez lodu, a w rejonie Jastarni - dwie zimy, dla Pucka średnia liczba z dni z lodem wynosi 71 dni,
- grubość lodu mierzona w rejonie Pucka w poszczególnych latach, w zależności od surowości zimy, wynosiła od 0.1 do 0.7m,
- średnia grubość pokrywy lodowej w wewnętrznej części Zatoki Puckiej wynosi od 0.25 m w rejonie Pucka do 0.20 m w rejonie Rybitwiej Mielizny.

W rozpatrywanym okresie obserwacji w Zatoce Puckiej zaobserwowano łącznie około 60 spiętrzeń lodowych. Powstały one na brzegach zatoki, na mieliznach przybrzeżnych i w obrębie pól lodowych dociskanych przez wiatry do brzegu.

Spiętrzenia lodowe w wewnętrznej części Zatoki Puckiej są formowane z kry powstałej w wyniku rozpadu stałej pokrywy lodowej pod wpływem działania silnych wiatrów. W rejonie Pucka i Swarzewa obserwowano spiętrzenia sięgające do wysokości 3-4 m ponad poziom wody. Dla budowli usytuowanych na wodach Zatoki Puckiej najbardziej niebezpieczne są dryfujące pola lodowe, które mogą się piętrzyć przy konstrukcjach hydrotechnicznych. W marcu 2006 roku wielkie pole lodowe w Zatoce Puckiej (na północ od Rybitwiej Mielizny) spowodowało awarię budowli hydrotechnicznych w porcie Puck (port rybacki i przystań jachtowa). Sytuacja była bardzo groźna, poważnemu uszkodzeniu uległa konstrukcja mola spacerowego (rys.15 i 16).

Dla potrzeb projektowych, zob. Bystrzanowski (2001) oraz Cieślak i Różański (2001), dla akwenu położonego w sąsiedztwie Pucka można przyjąć grubość pokrywy lodowej równej 0.7 m, występującej od połowy listopada do początku kwietnia. Projektowane w koncepcji konstrukcje falochronów są odporne na oddziaływanie pola lodowego. Łagodnie pochyle skarpy narzutów kamiennych umożliwią „wślizgiwanie” bloków lodu na koronę falochronu.



Rys.15. Spiętrzenie pola lodowego, port jachtowy w Pucku, marzec 2006.



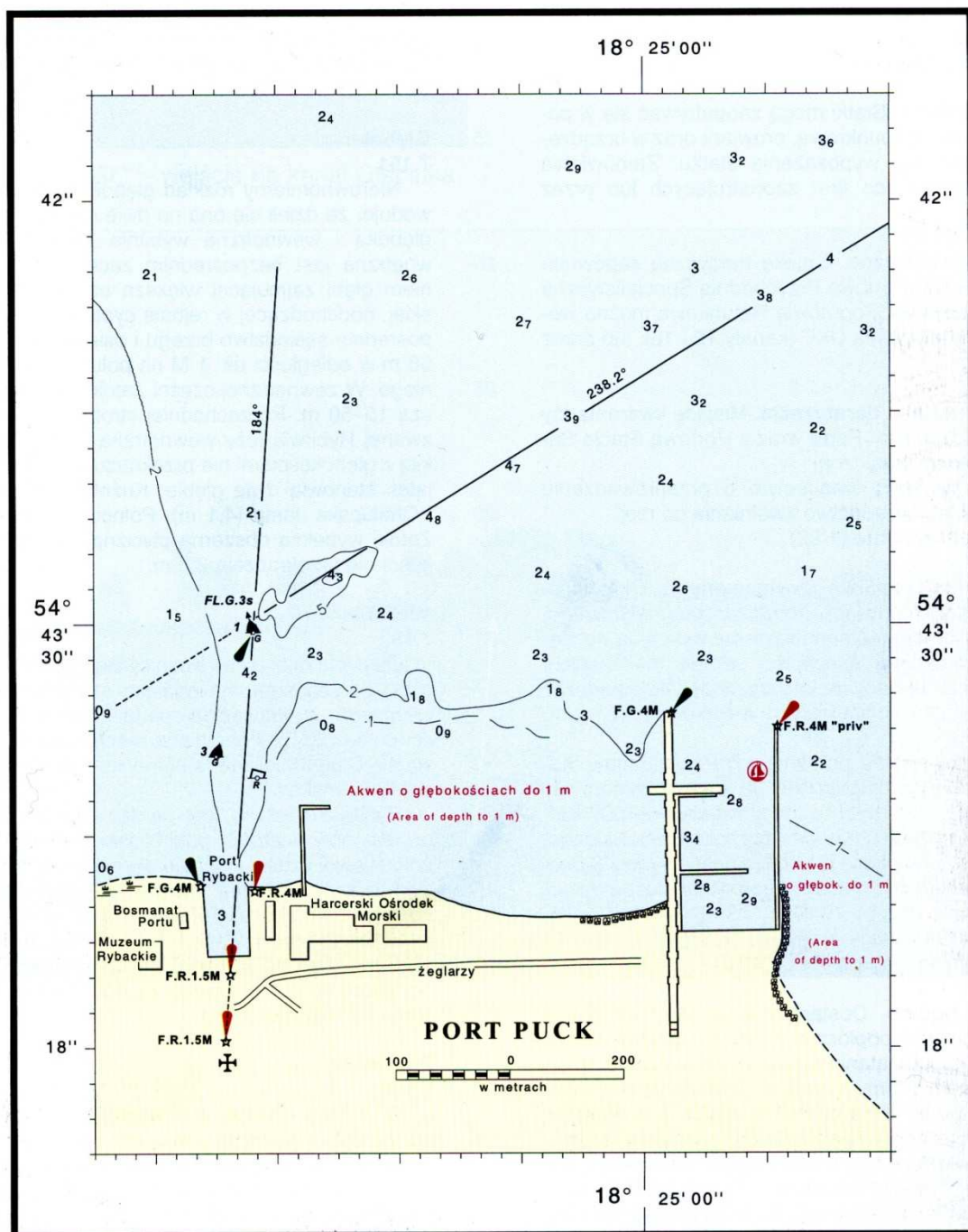
Rys.16. Uszkodzone moło spacerowe, port jachtowy w Pucku, marzec 2006.

5 NAWIGACJA

a) *Opis stanu istniejącego*

Nabieżnik dzienny PUCK-REDA (krk 238,2^o) na zachód od portu - kratowe wieże z oszalowaniem pomalowanym na biało.

Podejście - od pławy świetlnej „GL” należy sterować kursami zmiennymi przez kanał Głębinka w czerwonym sektorze światła REWA, kierując się wystawionym oznakowaniem. Po wejściu w biały sektor światła REWA, wykonać zwrot w prawo i położyć się na kurs 352^o prowadzący w osi światła (stawa za rufą). Gdy stawa RZUCEWO znajdzie się w namiarze 270^o należy wykonać zwrot w lewo na kurs prowadzący na pławę świetlną „P-K” wystawioną w linii nabieżnika dziennego PUCK-REDA. Przy pławie wykonać zwrot w lewo na zieloną pławę świetlną „1”, oznakowującą prawą stronę początku toru wodnego do portu. Po osiągnięciu pławy położyć się na kurs 184^o i sterować do wejścia w linii nabieżnika świetlnego PUCK-PORT. Szerokość kanału Głębinka wynosi 80 -100 m; najmniejsza głębokość 2,8 m; dopuszczalne zanurzenie jednostek nie powinno przekraczać 2,0 m. Sztormy z kierunków północno-zachodnich lub południowo-wschodnich mogą spowodować zamulenie kanału. Na odcinku, przez który steruje się do pławy „P-K”, głębokości wynoszą 4,0-4,5 m; z prawej strony ciągną się spłylenia (2,6 m). Przy głowicy wschodniego mola portu rybackiego w Pucku leży osychająca mielizna. Przy silnych wiatrach i falowaniu żegluga przez rejon podejściowy jest utrudniona. Przeszkodą jest również zastawny sprzęt rybacki. Na rys.17 przedstawiono układ oznakowania wejścia do Portu Rybackiego. Szczegółową mapę nawigacyjną Zatoki Puckiej wraz z opisanymi powyżej znakami nawigacyjnymi załączono do części graficznej niniejszego opracowania (rys.3). Aktualnie układ wejścia do basenu uległ zmianie, falochron pływający w trakcie ostatnich sztormów uległ uszkodzeniu. W tabeli 6 zestawiono podstawowe parametry znaków nawigacyjnych podejścia do Portu w Pucku (na podstawie Spisu świateł i sygnałów nawigacyjnych tom II BHMW, Gdynia 2002). Oprócz opisanych technicznych znaków nawigacji pomocnymi elementami dziennej orientacji są także wieże kościołów (Puck, Swarzewo, Kuźnica, Jastarnia i Hel), komin cegielni i wieża zamku w Rzucewie oraz maszty elektrowni wiatrowych. W nocy są dobrze widoczne światła latarni w Roze- wiu, Jastarni i Helu. Ważnym punktem orientacyjnym jest także bardzo charakterystyczna sylwetka restauracji Bursztynia znajdującej się na pomoście mola spacerowego w porcie jachtowym.



Rys.17. Schemat oznakowania nawigacyjnego Portu w Pucku.

Tabela. 6. Spis świateł i sygnałów nawigacyjnych na podejściu do Portu Puck.

Nr wg.BHWW 521	Rejon, nazwa i położenie	Pozycja N E	Charaktery- styka świa- tła, okres [s]	Wys. św ponad wodą [m]	Nomi- nalny zasięg światła [M]	Opis	Uwagi
0265	Zat. Pucka Pława świetlna „GŁ”	54 39.1 18 32.4	LFI 10s 2.5+(7.5)	-	-	Białe i czerwone pasy pionowe, kolumnowa, kula	-
0267 C 3010	Rewa Światło sektorowe na S cypla rewskiego	54 38.0 18 30.7	Oc W R 4s (1)+3	10.0	W 6 R 4	Pomarańczowa stawa kratowa, biały trapez z pomarańczowym obramowaniem	132°-R-167- W-177-R- 222°
0268	Pława świetlna „1”	54 39.3 18 31.0	FI G 3s 0.3+(2.7)	-	1	Zielona, drążkowa, reflektor radarowy	
0269	Pława świetlna „4”	54 39.2 18 31.0	FI R 3s 0.3+(2.7)	-	1	Czerwona, drążkowa, reflektor radarowy	
0270	Puck Pława świetlna „P-K”	54 43.9 18 25 .8	FI 3s 0.3+(2.7)	-	-	Białe i czerwone pasy pionowe, kula	
0271	Pława świetlna „1”	54 43.5 18 24.7	FI G 3s 0.3+(2.7)	-	-	Zielona, stożek	
0273 C2996	Nabieżnik PUCK-PORT Światło dolne w pobliżu Bosma- natu Portu	54 43.3 18 24.7	FR	12.0	1.5	Słup z żółtym rombem	Nbż. krk 184°
0273.1 C2996.1	Światło górna w pobliżu Kościoła	54 43.3 18 24.7	FR	18.0	1.5	Słup z żółtym rombem	
0274 C3000.1	Puck- port rybacki, Wejście strona - W	54 43.4 18 24.6	FG	6.0	4	Słup	
0274.1 C3000.2	Wejście strona - E	54 43.4 18 24.7	FR	6.0	4	Słup	
0275 C 3000	Puck- port jachtowy, Wej- ście strona - W	54 43.5 18 25.0	FG	6.0	4	Słup	
0276 C 2999	Wejście strona - E	54 43.5 18 25.1	FR	6.0	4	Słup	Św. prywat- ne

b) Modyfikacja toru podejściowego

W przypadku wariantów I, II i IV tor podejściowy do Portu w Pucku nie ulega istotnym modyfikacjom. Główne kierunki podchodzenia i oznakowanie nawigacyjne pozostaje bez zmian, dotyczy to zarówno części zachodniej (rybackiej) jak i wschodniej (jachtowej) portu. Oznakowanie wymagać będzie jedynie niewielkiego uzupełnienia i modernizacji. Konieczne będzie wykonanie nowego oznakowania wejścia wschodniego i zachodniego do portu oraz pomocniczych znaków nawigacyjnych w miejscu rozdzielenia torów wodnych. W przypadku wariantu III zmiany przebiegu podejścia do portu w stosunku do istniejącego stanu mają zdecydowanie większy zakres. Kierunek istniejącego toru (238.2°) zachowany jest do miejsca rozdzielenia torów podejściowych wschodniego i zachodniego wejścia portu. W tym miejscu należy wykonać zwrot na prawo (kurs 265°) utrzymując zadany kierunek aż do główki Falochronu Północnego. Zaprojektowany w tym miejscu akwen manewrowy umożliwia wykonanie zwrotu i nakierowanie jednostki na kurs 107° prowadzący bezpośrednio do wnętrza portu.

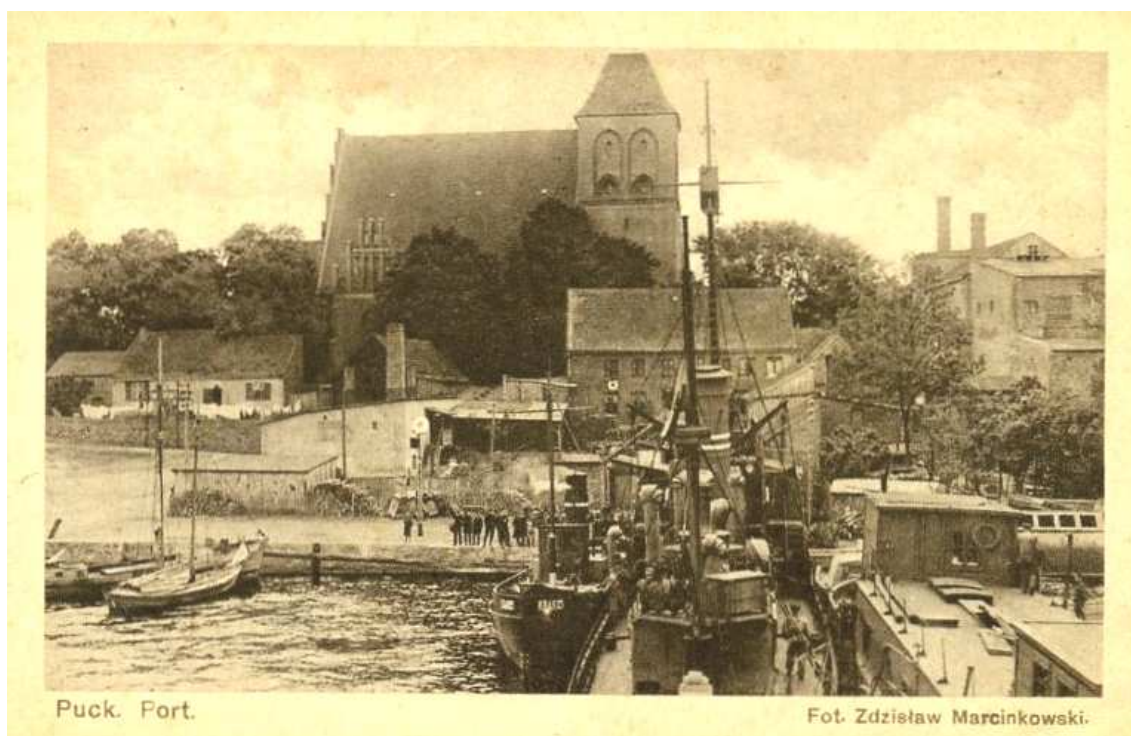
Dla wariantu IV manewry wejścia do portu ograniczają się do wykonania zwrotu na lewo z głównego toru podejściowego na kurs 190° .

6 STAN ISTNIEJĄCY I WARUNKI GEOTECHNICZNE**6.1 Opis istniejącej zabudowy**

Początków portu puckiego należy szukać w VII w. a może nawet wcześniej, gdyż osadnictwo na terenie Pucka istniało już w III- IV w., czego dowodzą szczątki drewnianych budowli z tego czasu, odkryte przez archeologów w 1977 r. Dość liczne monety rzymskie, arabskie i inne z VIII - X w. spotykane na terenie Pucka świadczą o przybywaniu tutaj zarówno drogą morską, jak i lądową kupców. Ściągnęło ich zapewne istnienie osady portowo-targowej. Nadto od zarania jej istnienia czynna była bez przerwy do dzisiaj przystań rybacka. Domniemania te potwierdziły odkrycia wczesnośredniowiecznego portu w odległości 300- 500 m na północ od dzisiejszego. Późniejszy znany z przekazów pisanych port znajdował się na terenie dzielnicy Korabne. Dzielnicę tę pochłonęło stopniowo morze, pozostawiając jedynie skrawek lądu ze współczesną przystanią rybacką i żeglarską. W XVI i XVII w. wczasach stacjonowania floty królewskiej i przygotowań do wojennych wypraw tętniło tu bujne portowe życie.

W latach 1920-26 istniejący Port Pucki wypełniony był różnego rodzaju jednostkami pływającymi, jakimi dysponowała ówczesna polska Marynarka Wojenna. Dzisiejszy port jest przystanią dla kilku kutrów, w niczym nie przypominająca jednego z głównych portów I Rzeczypospolitej (rys.18). Dziś w miejscu pomostów i przystani rosną przybrzeżne trzci-

nowiska. Prócz kutrów obejrzyć możemy tu pamiątkowy Słup Zaślubinowy, ustawiony na pamiątkę zaślubin Polski z morzem dokonanych przez gen. Hallera 10 lutego 1920 roku, a obok pamiętnego słupa w 2001 roku ustawiono popiersie Gen. Hallera.



Rys.18. Port w Pucku, początek lat 20.

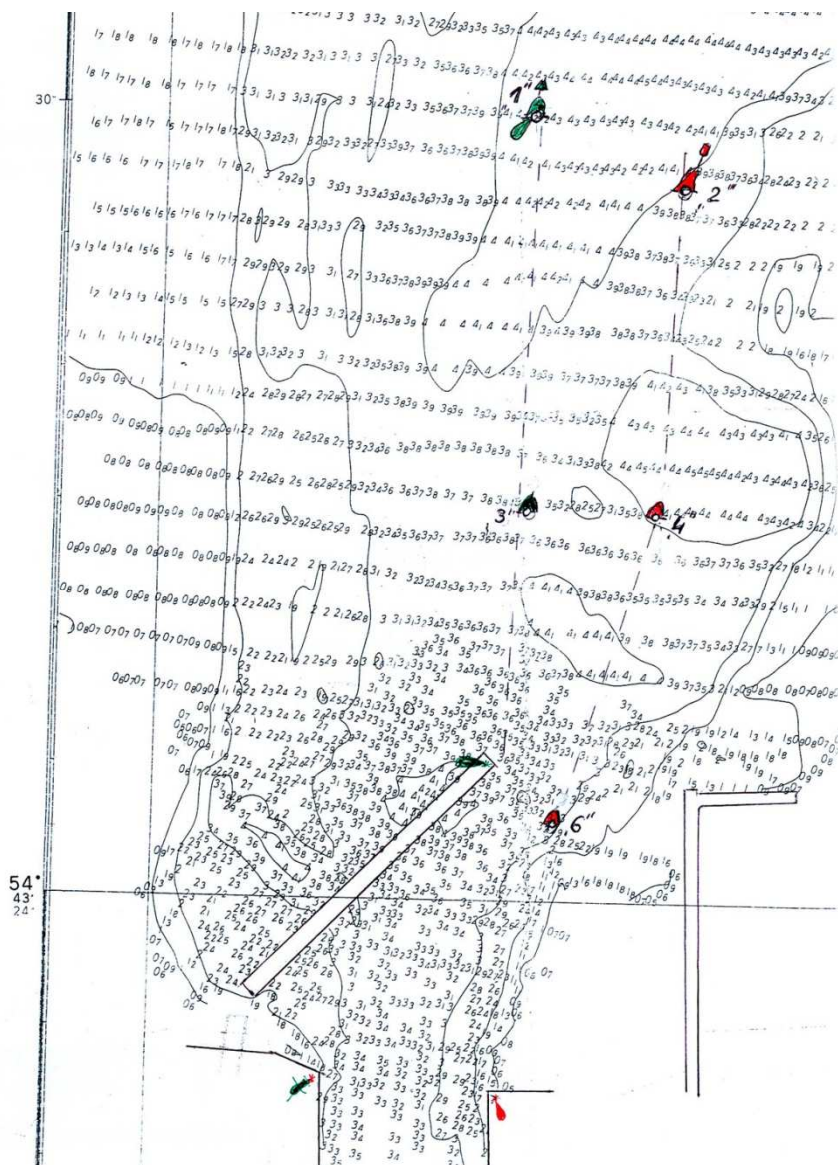
Przystań rybacka w obecnej lokalizacji miejscu powstała w XVII wieku, a dzisiejszy prostokątny kształt basenu istnieje od końca XIX wieku. Basen ten był kilkakrotnie modernizowany, ostatni raz w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku.

Obecnie basen rybacki posiada powierzchnię 0.254 ha i ograniczony jest nabrzeżami: Zachodnim o długości 79.6 m, Południowym o długości 37.3 m i Wschodnim o długości 79.8 m. Głębokości przy nabrzeżach zawarte są w przedziale 3.5-4.5 m.

Na północny-zachód od basenu rybackiego znajdują się dwa małe baseny portowe. Wschodni basen posiada nabrzeża betonowe, a jego wejście osłania drewniany falo-chron. Basen ten może być dostępny dla niewielkich jednostek pływających. Minimalna głębokość na podejściu do basenu wynosi 2,4 m, a głębokość w basenie wynosi ok. 2,0 m. Sąsiedni basen zachodni ze zniszczonym drewnianym falo-chronem jest niedostępny dla żeglugi. W okresie międzywojennym obszar przy basenach portowych stanowił lotnisko wojskowe, gdzie stacjonował Morski Dywizjon Lotniczy.

W 2005 roku w ramach inwestycji z udziałem środków unijnych w ramach tzw. „Pierścienia Zatoki Puckiej” postawiono na zewnątrz basenu rybackiego, po jego stronie zachodniej, pomost pływający. Pomost ten pełniący także funkcję falochronu pływającego -

ogranicza falowanie docierające do basenu z sektora zachodniego, o całkowitej długości 100 m, składa się z dwóch betonowych segmentów. Jego usytuowanie w stosunku do basenu rybackiego pokazano na rys.3. Po ustawieniu falochronu pływającego nastąpiło częściowe zamknięcie dotychczasowego toru wodnego prowadzącego do basenu. W rezultacie koniecznym się stało wykonanie korekty kierunku toru podejścia. Nowo wytyczony przebieg toru podejściowego został przedstawiany na rys.19. Niestety ostatnie sztormy bardzo nadwyrężyły konstrukcję opisywanego falochronu.



Rys.19. Zmiany toru podejściowego do Basenu rybackiego w wyniku budowy pływającego falochronu osłonowego.

Brzeg na zachód od basenu rybackiego jest na krótkim odcinku umocniony opaską brzegową wykonaną w postaci łańcucha Galla oraz narzutu z gruzu betonowego. Poza tym umocnieniem widoczna jest niewielka zatoka erozyjna, z wyraźnie podciętym brzegiem (patrz rys. 20).



Rys.20. Widok na wejście do portu rybackiego z kierunku zachodniego.

Na wschód od basenu rybackiego pod koniec lat 50-tych XX wieku rozpoczęto budowę Harcerskiego Ośrodka Morskiego (HOM), który oddano do eksploatacji w 1960 roku. W ramach tej inwestycji jedyną wybudowaną konstrukcją hydrotechniczną był drewniany pomost posadowiony na palach o długości około 80 m.

Port jachtowy powstawał etapami w latach 1985-1995 obok moła spacerowego. Powstały basen jachtowy od strony zachodniej jest ograniczony mołem spacerowym. Jest to konstrukcja ażurowa o pokładzie drewnianym osadzonym na ruszcie konstrukcji żelbetowej wspartej na palach prefabrykowanych. Część głowicowa falochronu uległa poważnym uszkodzeniom w marcu 2006r. W latach 2007-2008 wykonano kompleksowy remont moła połączony z odbudową jego głowicowej części. Obecnie ta część konstrukcji posadowiona jest na rurowych palach stalowych. Drewniany pokład moła umieszczony jest na rzędnej +1.85 m. Po wschodniej stronie moła wybudowano pokład niższy dla cumowania jachtów, drewniany, oparty również na konstrukcji żelbetowej na palach prefabrykowanych. Pomost ten o szerokości około 5 m występuje na długości od nasady lądowej do pomostu poprzecznego moła i wzdłuż tego pomostu na długości 37 m. Prostopadle do pomostu cumowniczego dla jachtów na jego 51mb występuje pomost o długo-

ści 59 m i szerokości 3.5 m. Pokład pomostu jest wykonany z płyt żelbetowych prefabrykowanych o rzędnej pokładu +1.05 m.

Od strony południowej basen zamyka nabrzeże pionowościenne, przy którym wykonane są dwie rampy ruchome do wodowania jachtów. Rzędna nabrzeża wynosi +0.6-0.7 m.

Od strony wschodniej, narażonej na najbardziej niekorzystne falowanie, basen chroniony jest falochronem o konstrukcji masywnej z pionowościennym parapetem (odbijaczem fal). Długość całkowita falochronu wynosi 192 m, odcinek z parapetem ma długość 115m. Rzędna nadbudowy falochronu wynosi +0,90 do +1.00 m.

W 2001 roku na zewnątrz basenu jachtowego postawiono falochron pływający. Jego celem było osłonięcie basenu przed falowaniem docierającym do jego wnętrza przy wiatrach północnych. Falochron ten został wykonany w postaci 7 sztuk betonowych pływających pontonów o wymiarach 20x4 m, które były utrzymywane systemem łańcuchów kotwicznych, zakotwiczonych do betonowych (martwych) kotwic, częściowo wkopanych w dno. Jak podaje Komorowski (2007) 30 marca 2003 roku w trakcie silnego sztormu kilka segmentów pływającego falochronu zerwało się z kotwic i niemal doszczętnie rozbiło. Pozostałe segmenty przetrwały do wiosny 2006 roku, kiedy to pod naporem lodu pękły pozostałe łańcuchy kotwiczne, a segmenty falochronu zostały wyrzucone na brzeg. Zarówno kotwice jak i łańcuchy zostały wydobyte z dna latem 2006 roku. Obecnie strona północna basenu jest otwarta na falowanie. Basen jachtowy zapewnia stanowiska postojowe dla jachtów o zróżnicowanej wielkości przy nabrzeżach stałych i pomostach pływających z tzw. Y-bomami zdolnych przyjąć jednorazowo na postój do 60 jednostek średniej długości 6-10 m, 3.6 m szerokości i maksymalnym zanurzeniu do 2.8 m

6.2 Warunki geotechniczne i transport rumowiska

Geologia

Warunki geotechniczne dla obliczenia wstępnego konstrukcji hydrotechnicznych rozeznane są na podstawie danych archiwalnych oraz własnych badań geotechnicznych wykonanych w październiku 2009. W sumie wykonano 4 wiercenia na wodzie (W1 do W4) oraz otwór lądowy (nr 5). Lokalizacja otworów pokrywa się z umiejscowieniem projektowanych falochronów.

Punkty zlokalizowane na obszarze Zatoki Puckiej wyznaczono na podstawie współrzędnych geograficznych WGS-84 wykorzystując do naprowadzania na punkt badawczy odbiornik GPS Garmin. Punkt nr 5 wyznaczono na podstawie mapy sytuacyjno-wysokościowej metodą domiarów prostokątnych. W dnie Zatoki Puckiej występują osady należące do dwóch typów genetycznych. Są to przede wszystkim morskie osady okru-

chowe (głównie piaski) oraz słodkowodne osady bagienno-jeziorne, które sporadycznie odsłaniają się na niewielkich przestrzeniach dna.

Osady grubo okrucowe, takie jak żwiry i piaski gruboziarniste z otoczkami i głazami występują jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie abradowanych brzegów klifowych w rejonie Pucka i Rzucewa. Piaski średnioziarniste zajmują wąską przybrzeżną strefę dna, przeważnie do izobaty -1 m oraz budują płytkowodne mielizny: Piaski Dziewicze, Rybitwią Mieliznę, Mieliznę Bórzyńską i Długą Mieliznę. Piaski drobnoziarniste są dominującymi osadami w wewnętrznej części Zatoki Puckiej, gdzie zajmują rozległe rejony dna. Jedynie na dnie Jamy Chałupskiej, Kuźnickiej i Rzucewskiej występują gruboziarniste piaski (aleuryty). Wychodnie osadów bagienno-jeziornych odsłaniają się lokalnie w przybrzeżnej strefie dna, na przedłużeniu ujść rzeki Redy i Płutnicy. Pod względem litologicznym są one wykształcone w postaci torfów i gytii wapiennej. W badanym podłożu poniżej warstwy osadów dennych nawiercono czwartorzędowe utwory piaszczyste. Lokalnie w pakiecie utworów niespoistych stwierdzono występowanie przewarstwień utworów lodowcowych reprezentowanych przez gliny pylaste. W punkcie nr 5 w strefie przypowierzchniowej nawiercono również holoceńskie utwory aluwialno-bagienne reprezentowane przez namuły i torfy. Swobodne zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się w poziomie zwierciadła wody w Zatoce Puckiej. Obraz warunków gruntowo-wodnych przedstawiono na schematycznych przekrojach geotechnicznych załączonych do dokumentacji geologicznej.

W podłożu omawianego terenu wyszczególniono warstwy geotechniczne różniące się właściwościami fizyko-mechanicznymi. Do każdej z nich zaliczono grunty o tych samych lub podobnych parametrach geotechnicznych. W podziale pominięto nasypy i osady denne. Wyszczególniono następujące warstwy:

Warstwa Ia

Nawodnione torfy

Warstwa Ib

Nawodnione namuły w stanie miękkoplastycznym o ustalonym stopniu plastyczności $I_L^{/n/} = 0,65$

Grunty warstw **Ia, Ib** zalicza się do gruntów ściśliwych, słabonośnych. Grunty te charakteryzują się niskimi parametrami wytrzymałościowymi oraz długim czasem konsolidacji.

Warstwa II

Wilgotne gliny pylaste i piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym o ustalonym na podstawie badań laboratoryjnych stopniu plastyczności $I_L^{/n/} = 0,25$.

Grunty warstwy II oznaczono zgodnie z PN-81/B-03029 symbolem **B** – inne grunty spoiste skonsolidowane oraz grunty spoiste morenowe nieskonsolidowane.

Warstwa IIIa

Nawodnione piaski drobne z domieszką części organicznych w stanie średniozagęszczonym o ustalonym stopniu zagęszczenia $I_D^{/n/} = 0,40$

Warstwa IIIb

Nawodnione piaski drobne i średnie w stanie średniozagęszczonym o ustalonym na podstawie sondowania DPH stopniu zagęszczenia $I_D^{/n/} = 0,55$

Warstwa IIIc

Nawodnione piaski drobne i średnie oraz łoklanie z kamieniami w stanie zagęszczonym o ustalonym na podstawie sondowania DPH stopniu zagęszczenia $I_{D/n/} = 0,75$

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono na podstawie badań makroskopowych, badań polowych (sondowania sondą DPH), doświadczeń własnych oraz zależności korelacyjnych podanych w normie PN-81/B-03020.

Wnioski

W podłożu badanego terenu poniżej powierzchniowej warstwy nasypów, osadów dennych nawiercono mineralne grunty nośne warstwy **II, IIIb, IIIc**.

Grunty organiczne warstwy **Ia, Ib** zalicza się do gruntów ściśliwych, słabonośnych nie przydatnych do posadowienia konstrukcji.

Grunty warstwy **IIIa** z uwagi na domieszki części organicznych zalicza się do gruntów mniej nośnych o wątpliwej przydatności do posadowienia konstrukcji. W przypadku konieczności posadowienia konstrukcji w rejonie występowania gruntów **IIIa** zaleca się ich dokładniejsze rozpoznanie.

Konstrukcje posadowione pośrednio mające za zadanie przeniesienie obciążeń pionowych należy oprzeć w warstwie gruntów nośnych zalegających poniżej utworów aluwialno-bagiennych warstwy **I**. Obliczenia zaleca się wykonać zgodnie z normą PN-83/B-02482 – Nośność Pali i fundamentów palowych.

Konstrukcje wsporcze, obciążone parciem gruntu zaleca się projektować zgodnie z normą PN-83/B-03010 Ściany oporowe - Obliczenia statyczne i projektowanie.

Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego narzutu kamiennego zaleca się prowadzić zgodnie z normą PN-81/B-03020 i poprawką do niej ogłoszoną w Biuletynie

PKNMiJ Nr 2/88, przyjmując do obliczeń bardziej niekorzystne tj. zapewniające większe bezpieczeństwo budowli współczynniki materiałowe.

W przypadku projektowania narzutu kamiennego, posadowionego bezpośrednio na podłożu rodzimym zaleca się usunięcie warstwy osadów dennych oraz zastosowanie geosyntetyków w celu zabezpieczenia konstrukcji przed wymywaniem gruntów mineralnych a także w celu wyrównania i ograniczenia mogących występować osiadań podłoża.

Poziom zwierciadła wody gruntowej odnosi się do okresu prowadzenia badań tj. października 2009 roku i może on ulec zmianie wskutek wahaniami wody w Zatoce Puckiej.

Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 1,0m ppt wg PN-81/B- 03020.

Transport rumowiska

Wzdłuż brzegowy transport rumowiska jest niezwykle szkodliwym zjawiskiem dla pracy portu. Najlepszym przykładem takiego oddziaływania są ciągłe kłopoty z utrzymaniem zakładanej głębokości toru podejściowego do Portu we Władysławowie. Większość polskich portów położonych nad otwartym morzem boryka się z tym problemem. Prawidłowe rozpoznanie mechanizmu i intensywności zjawisk transportu rumowiska ma nieocenione znaczenie dla lokalizacji hydrotechnicznych konstrukcji każdego portu.

Ruch rumowiska powodowany jest przepływem wody generowanym między innymi, falowaniem, nurtem rzek, prądami pływowymi. W rejonie Pucka nie wykonywano w przeszłości ciągłych pomiarów prędkości przepływu wody. Analiza zmian linii brzegowej dla ostatnich 200 lat w rejonie Portu w Pucku wskazuje na nikły wpływ procesów abrazji brzegów. Procesy o charakterze globalnym, takie jak podnoszenie zwierciadła wody wszechoceanu i powolne obniżanie się terenów południowego brzegu Bałtyku ma tu znacznie większe znaczenie. Na rys.3.0 i 4.0 (załącznik graficzny) przedstawiono kształt linii brzegowych na przełomie XVIII i XIX w. oraz stan aktualny (początek XXI w.). W celu porównania obydwu map wykonano ich wzajemne skalowanie względem punktów niezmiennych w okresie ostatnich 200 lat. Układ terenu i szlaków komunikacyjnych uległ dość poważnym zmianom, jedynymi niezmiennikami pozostały lokalizacje obiektów sakralnych. Dla celów porównawczych wybrano wzajemną odległość i azymut wież kościołów w Pucku i Swarzewie. Wyniki porównania linii brzegowych są dość zaskakujące. Na pewnych odcinkach zmiany są właściwie niezauważalne (okolice Pucka, północno-zachodni brzeg Zatoki, okolice Rezerwatu Beka), ale na pozostałych odcinkach zmiany są wyraźnie widoczne (Cypel Rzucewski wraz z terenami na zachód i południe od niego). Najbardziej niepokojące jest jednak niezwykle duże zmniejszenie szerokości Półwyspu Helskiego. W niektórych miejscach (okolice Chałup) osiąga nawet 70% pierwotnej szerokości. Mapa wykorzystana do porównania przebiegu linii brzegowych - Mapa Po-

brzeża z "Atlasu prowincji Prus Wschodnich, Litwy i Prus Zachodnich oraz sieci dystryktów", wydane pod kierownictwem Schröttera w latach 1796-1802, skala 1: 50 000, uznawana jest za jedną z dokładniejszych publikacji tego rodzaju w Europie.

Główne przyczyny potencjalnego transportu rumowiska w analizowanej lokalizacji są następujące (Ostrowski i inni 2005):

- zasadniczym czynnikiem generującym prądy jest wiatr,
- w strefie przybrzeżnej kierunki przepływu wody są z reguły równoległe do brzegu,
- w części zewnętrznej Zatoki Puckiej w warstwie powierzchniowej (0-5,0m) kierunki prądów są na ogół zgodne z ruchem wskazówek zegara, a ich prędkości średnie wynoszą około 0,09 m/s, natomiast w warstwie przydennej średnie prędkości prądów wynoszą około 0,04 m/s, a ich kierunki są przeciwne do kierunków prądów powierzchniowych,
- Rybitwia Mielizna stanowi utrudnienie dla swobodnego przepływu wód pomiędzy obiema częściami Zatoki Puckiej. Z reguły ruch wody odbywa się równoległe do Rybitwii Mielizny po obu jej stronach. Kierunki tych prądów rozwidlają się w północnej części Mielizny, w wyniku czego po stronie wewnętrznej przepływ ten jest skierowany w kierunku N-W, a po stronie zewnętrznej w kierunku S-E, a dopiero przy stanach wody w Pucku przekraczających 520 cm, co występuje średnio jedynie przez 17 dni w roku, następuje wymiana wód poprzez Rybitwia Mieliznę,
- w części wewnętrznej Zatoki Puckiej kierunki przepływów wody układają się równoległe do mielizn, basenów i linii brzegowej,
- w obrębie Basenu Puckiego główną osią przepływu i wymiany wód wewnętrznej części Zatoki Puckiej stanowi rynna biegnąca od Głębinki do Pucka, przy czym tworzący się w tym basenie układ cyrkulacyjny w większości przypadków ma kierunek zgodny z ruchem wskazówek zegara,
- dla średnich prędkości wiatrów z poszczególnych kierunków prędkości powierzchniowe przepływu wody w sąsiedztwie Pucka nie przekraczają 0,04 m/s, a prędkości przydenne są mniejsze od 0,01 m/s,
- drugi system tworzący się na Zalewie Puckim związany jest z Basenem Kuźnickim. gdzie również przeważają prądy o kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, a ich powierzchniowe prędkości wynoszą około 2-3 cm/s

Przy długotrwałych (około 40 godzin) wiatrach z sektora zachodniego tworzy się specyficzny układ prądów powierzchniowych na Zatoce Puckiej. Wiatry te, jak podaje Korzeniowski (1993), powodując napływ wody do Zatoki Gdańskiej wypełniają kolejno zewnętrzną i wewnętrzną część Zatoki Puckiej. W rezultacie na Zalewie Puckim wody

przemieszczają się równolegle do brzegów w górę Basenu Puckiego, a więc przeciwnie do kierunku wiatru. Średnie prędkości takiego przepływu nie przekraczają 4-5 cm/s.

Pomierzone w warunkach sztormowych przy wietrze z kierunku zachodniego o prędkościach 10-15 m/s maksymalne prędkości przepływu wody w poszczególnych punktach Zatoki Puckiej były następujące:

- Głębinka i Przejście Kuźnickie: 0.50-0.80 m/s,
- wzdłuż Rybitwiej Mielizny: 0.20-0.40 m/s,
- Jama Rzucewska: 0.37 m/s,
- Jama Kuźnicka: 0.07-0.10 m/s.

Na podstawie istniejących danych pomiarowych zebranych w przeszłości w różnych punktach Zatoki Puckiej i wykonanych obliczeń Bystrzanowski (2001) oraz Cieślak i Róžański (2001) sugerują, że przyjąć można w pewnym przybliżeniu dla potrzeb projektowych maksymalne prędkości w warunkach sztormowych w rejonie Pucka nie przekraczające wartości 0.5 m/s. Należy pamiętać, że w sedimentologicznych warunkach strefy brzegowej Zat. Puckiej przy prędkościach przydennych rzędu 0.2 m/s mamy do czynienia z początkiem ruchu osadów dennych, a przy prędkościach przekraczających 0.4 m/s występuje wyraźny transport rumowiska. Dokładne granice początku ruchu osadów zależą przede wszystkim od rodzaju materiału dennego i jego uziarnienia. Z pobranych do analizy próbek gruntu z basenu rybackiego i toru podejściowego. zob. Bystrzanowski (2001) wynika, że osady denne można uznać za nisko skażone zarówno w zakresie zawartości metali ciężkich, jak wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), węglowodorów chlorowcopochodnych i olejów mineralnych.

Według Szurowskiego i Dobrzykowskiego (1983) w rejonie Pucka nie stwierdzono wyraźnego występowania wypadkowego wzdłużbrzegowego transportu osadów.

Obserwacje erozji terenów przylegających do terenu portu wskazują, że linia brzegowa po zachodniej stronie basenu rybackiego oraz wschodniej basenu jachtowego wykazuje pewną tendencję do cofania się. W rejonie tym występują słabo zaznaczone stałe formy erozyjnego oddziaływania morza na brzeg.

7. KONCEPCJE UKŁADU NOWYCH FAŁOCHRONÓW

W koncepcji projektowej przedstawiono 4 warianty budowy nowego układu falochronów osłonowych dla Portu w Pucku, Wyjściowym rozwiązaniem był układ falochronów projektowanego przedsięwzięcia Via Marina. Ze względu na brak szczegółowych rozwiązań zabudowy wnętrza portu pominięto je w analizach falowania.

We wszystkich wariantach rozwiązań głównym elementem konstrukcyjnym jest falochron narzutowy z kamienia naturalnego zwieńczony żelbetowym łamaczem fal oraz ciągiem komunikacyjnym. Konstrukcja falochronu od wewnętrznej strony basenu umożliwia cumowanie jednostek, jest wyposażona w komorę tłumiącą poprawiającą warunki falowe akwatorium portowego. Ochronę zewnętrzną falochronu stanowi warstwa narzutu przechodzącego łagodnym łukiem w kierunku plaż i istniejących brzegów. Narzuty te w obszarze plaży przechodzą w umocnienia piaszczyste, wał o łagodnym nachyleniu z obsiewem roślinnością wydmową i krzewami (rokitnik, róża fałdzistolista lub zbliżone). Ze względów ochrony środowiska – strefa ochronna tarłisk płoci, konieczne było przesunięcie przyczółka zachodniej części falochronu bliżej basenu rybackiego (patrz rys.3.0 – mapa nawigacyjna). Na rys.9.1 do 9.4 porównano zasięg poszczególnych wariantów w stosunku do założeń wyjściowych zawartych w koncepcji Via Marina.

W trakcie rozważań nad technologią realizacji przedsięwzięcia budowy falochronów analizowano także inne rozwiązania konstrukcyjne korpusów falochronów. Z góry wykluczono rozwiązania nie praktykowane na Południowym Wybrzeżu Bałtyku – konstrukcje stawiane z bloków masywnych. Budowa geologiczna podłoża uniemożliwia stabilne posadowienie tego rodzaju budowli. Kolejnym rozwiązaniem, mogłoby być wykorzystanie wielkowymiarowych prefabrykatów skrzyniowych, techniki sprawdzonej przy budowie Portu w Gdyni – w tym przypadku problemy logistyczne i konieczność budowy specjalnego doku do produkcji prefabrykatów podważają ekonomiczny sens wykonania budowli hydrotechnicznych z wykorzystaniem tej technologii. Transport prefabrykatów z okolic Gdyni jest praktycznie niewykonalny i to nie tylko ze względów finansowych, ale także nawigacyjnych (możliwość kolizji z licznymi mieliznami). Ostatnim z rozważanych rozwiązań było wykorzystanie jako głównej konstrukcji falochronu stalowych ścianek szczelnych. Realizacja falochronów w tej technologii jest całkowicie realna dla krajowych firm hydrotechnicznych. Jednak, jak w każdym przypadku nieprzepuszczalnych konstrukcji pionowo ściennych tego rodzaju budowlą towarzyszą negatywne oddziaływania generowane odbiciem fal i powstawaniem silnych prądów wzdłużnych powodujących erozję podłoża wokół budowli. W porównaniu do opracowanych rozwiązań bazujących na ochronnym działaniu narzutu kamiennego, konstrukcje stalowe wykazują krótszy czas bezobsługowej pracy. Jedynym sposobem ich rewitalizacji jest ich obudowanie narzutem kamiennym co niewątpliwie niweluje początkowe doraźne oszczędności wykonawstwa.

Zaproponowana technologia wznoszenia konstrukcji falochronów zapewnia ich pełną funkcjonalność i długotrwałą, nisko kosztową eksploatację. Konstrukcje narzutowe w

optymalny sposób komponują się z istniejącym ekosystemem, mogą się nawet stać pewną formą ostoi dla narybku szlachetnych gatunków ryb które są niezwykle pożądane dla rozwoju rybołówstwa na Zatoce Puckiej.

7.1 Wariant I

Szczegóły układu nowych falochronów wariantu I pokazano na rys. 5.0. Projektowana konstrukcja składa się z trzech zasadniczych falochronów: półwyspowego Falochronu Zachodniego (dł. ~404m) i Wschodniego (~230m) oraz wyspowego Falochronu Północnego (~365m). Opracowany schemat jest zbliżony do określonego w specyfikacji zamówienia jako podstawowego wariantu IV.

Falochron Zachodni jest całkowicie nową konstrukcją w miejscu jego posadowienia nie stwierdzono żadnych istniejących konstrukcji. Możliwe jest jednak odnalezienie pozostałości zabudowy hydrotechnicznej z lat 20 ubiegłego wieku oraz średniowiecznych fundamentów istniejącej w tej lokalizacji zabudowań przystani.

Falochron Północny, podobnie jak Zachodni będzie konstrukcją całkowicie nową, umiejscowioną równolegle do projektowanego brzegu zapewniając 180m szerokości akwatorium portowego. Zgodnie z koncepcją Via Marina jego konstrukcja ma być połączona z lądem za pomocą pirsu lub mola – szczegółowego rozwiązania nie określono. W celu zlikwidowania nieużytkowych płycizn zlokalizowanych pomiędzy mołem spacerowym a zabudowaniami HOM przewidziano wykonanie w tym miejscu nabrzeża oczepowego o głębokości użytkowej 2m.

W konstrukcji Falochronu Wschodniego wykorzystano istniejący falochron portu jachtowego. Przewidziano przedłużenie jego głowicowej części o ~115m oraz modernizację istniejącego odcinka falochronu i opaski brzegowej. Tor podejściowy dla obydwu wschodniego i zachodniego wejścia do portu nie ulega istotnej zmianie, wskazane jest jedynie niewielkie uzupełnienie oznakowania nawigacyjnego ułatwiającego lokalizację toru podejścia do portu jachtowego. Projektowana szerokość wejścia do portu od strony zachodniej – 62m, natomiast dla części wschodniej portu ~51m. Proponowany układ falochronów gwarantuje optymalne warunki nawigacyjne, niestety odsłonięte wejścia do akwatorium ułatwiają propagację falowania do wnętrza portu (patrz rys.12, 13 i 14).

Zalety rozwiązania:

- wykorzystanie istniejących torów podejściowych,
- najmniejszy z opracowanych wariantów zakres prac pogłębiarskich i robót hydrotechnicznych,

- proste warunki nawigacyjne, umożliwiające wpływanie jednostek o wymiarach przekraczających założenia projektowe.

Wady rozwiązania:

- zakładany układ falochronów nie zapewnia pełnej ochrony przed falowaniem w szczególności dla wiatrów z kierunków NW-N dla wejścia wschodniego i NNE-E dla wejścia zachodniego, falowanie sztormowe generowane z w/w kierunków uniemożliwi wykorzystanie do cumowania znacznych obszarów portu.

7.2 Wariant II

Szczegóły rozmieszczenia falochronów przedstawiono na rys. 6.0. Proponowany układ oparty jest na rozwiązaniach opisanych w wariantcie I (p.7.1). Analiza wyników propagacji falowania wewnątrz portu wymusiła wprowadzenie modyfikacji układu obydwu wejść do portu. Najbardziej znaczącą zmianą było rozbudowanie głowicowej części Falochronu Wschodniego. Przedłużony odcinek głowicowy o długości ~97m, odchylony o 122° względem głównego kierunku falochronu zapewnia dobrą osłonę wejścia do portu jachtowego dla falowania z sektora N-E. Wyniki analiz numerycznych potwierdziły trafność wprowadzonych zmian. Zaproponowane rozwiązanie w nieznacznym stopniu utrudni warunki podejścia do portu jachtowego. Projektowane oznakowanie i geometria wejścia nie powinna sprawić większych problemów nawigacyjnych dla jednostki spełniającej założenia projektowe.

W przypadku wejścia zachodniego zmiany konstrukcji miały o wiele mniejszy zakres. Objęły tylko zachodnią główkę Falochronu Północnego, zmieniono jej kierunek i długość w celu lepszego osłonięcia od falowania z kierunku N-NNE. Niestety dla sztormów z kierunku NE poprawa warunków falowych nie jest zadowalająca (rys.15). Przewidywana wysokość falowania przy nabrzeżach zachodniej części akwatorium jest zdecydowanie za duże. Dalsze zwiększanie długości falochronów (zachodniego i głowicy północnego) nie przyniesie wymiernych efektów, ale niewątpliwie pogorszy warunki nawigacyjne podejścia do rybackiej części portu.

Zalety rozwiązania:

- wykorzystanie istniejącego toru podejściowego do Portu Rybackiego,
- zakres prac pogłębiarskich i robót hydrotechnicznych zbliżony do wariantu I,
- zapewnienie lepszych niż w wariantcie I warunków falowych wewnątrz portu, w szczególności dotyczy to wschodniej części akwatorium.

Wady rozwiązania:

- podobnie jak w przypadku wariantu I zakładany układ falochronów nie zapewnia pełnej ochrony przed falowaniem zachodniej części portu.
- konieczność modyfikacji istniejącego układu nawigacyjnego podejścia do portu jachtowego (nowy tor i obrotnica).

7.3 Wariant III

Analiza wyników badań modelowych falowania wskazała jednoznacznie, że schemat osłonięcia wschodniego wejścia do portu zaproponowany w wariantcie II jest najbardziej skutecznym rozwiązaniem. Wejście portu skierowane na północny-zachód w połączeniu z odpowiednią geometrią falochronów pomocniczych daje szansę uzyskania optymalnych warunków falowych chronionych akwenów. W związku z tym w wariantcie III zdecydowano się na dość radykalny charakter zmian układu falochronów i toru podejściowego do zachodniej części portu (rys.7.0). Linia przebiegu wyspowego Falochronu Północnego odchylona została o 17° w kierunku N w stosunku do rozwiązań wariantów I i II. Zmianie uległa także jego długość z 365m została zwiększona do ~457m (wydłużenie o ~92m względem war.I lub ~52m dla war.2). Dodatkowo zredukowano długość Falochronu Zachodniego z 404m (war. I i II) do ~346m. Bilans zmian ogólnej długości falochronów jest praktycznie zerowy w porównaniu do poprzednich wariantów rozwiązań, a w przypadku analizy kosztów bardziej korzystny ponieważ Falochron Zachodni w wariantcie III projektowany jest na znacznie mniejsze falowanie. A co za tym idzie, wymaga lżejszej konstrukcji. Dodatkowo dla tej wersji projektu opracowano rozwiązanie tymczasowego zabezpieczenia basenu rybackiego (rys.7.1.) w przypadku zaniechania realizacji pozostałych falochronów (w szczególności północnego). Zmiana sposobu podchodzenia do zachodniego wejścia portu związana jest z koniecznością radykalnej przebudowy toru podejściowego. Jego dotychczasowa forma i kształt zachowane były by aż do miejsca rozgałęzienia toru wejścia wschodniego (port jachtowy) i zachodniego. W tym miejscu w trakcie nawigacji konieczna była by zmiana kursu podejścia z 238.2° na 265° i utrzymania zadanego kierunku aż do główki Falochronu Północnego. Zaprojektowany w tym miejscu akwen manewrowy umożliwia wykonanie zwrotu i nakierowanie jednostki na kurs 107° prowadzący bezpośrednio do wnętrza portu. Dla jednostki pływającej o zadanych parametrach projektowych wejście do portu nawet przy niesprzyjających warunkach falowych i wiatrowych nie powinno nastręczać najmniejszych problemów. Wykonanie nowego toru wodnego wiąże się z znacznie większymi nakładami robót pogłębiarskich i koniecznością przebudowy istniejącego układu znaków nawigacyjnych.

Zalety rozwiązania:

- dobre warunki falowe wewnątrz akwatorium portu, zaprojektowane kierunki otwarcia wejść portowych uniemożliwiają wnikanie do portu falowania z kierunków o realnym zagrożeniu sztormowym.
- zbliżone do poprzednich rozwiązań nakłady na konstrukcje hydrotechniczne,
- możliwość etapowego wykonania założenia inwestycyjnego.

Wady rozwiązania:

- konieczność modyfikacji istniejącego układu nawigacyjnego podejścia do portu jachtowego (nowy tor i akwen manewrowy),
- zwiększone nakłady na roboty czerpalne.

7.4 Wariant IV

Rozwiązanie zaproponowane w wariantcie IV na celu ograniczenie zakresu robót czerpalnych charakterystycznych dla poprzedniego rozwiązania (rys.8.0). Podobnie jak w wariantcie II zdecydowano o zmianie kierunku podchodzenia do zachodniego wejścia portu. Jednakże w tym przypadku możliwe jest wykorzystanie istniejącego toru podejściowego z kierunku 238.2° . Ogólne zasady podejścia do portu są zbliżone do stanu aktualnego. Po minięciu zachodniej główki Fałochronu Północnego konieczne jest wykonanie ostrego zwrotu na kierunek $110-120^{\circ}$ prowadzący do wnętrza portu. Dla jednostki pływającej o zadanych parametrach projektowych wejście do portu nie powinno sprawiać problemów.

Zalety rozwiązania:

- dobre warunki falowe wewnątrz akwatorium portu, zaprojektowane kierunki otwarcia wejść portowych uniemożliwiają wnikanie do portu falowania z kierunków o realnym zagrożeniu sztormowym, jednak zgodnie z przewidywaniami nie będą tak optymalne jak w przypadku war. III.
- zbliżone do poprzednich rozwiązań nakłady na konstrukcje hydrotechniczne,
- ograniczenie nakładów robót czerpalnych.
- możliwość etapowego wykonania założenia inwestycyjnego.

Wady rozwiązania:

- przeanalizować należy warunki falowe na akwenu osłoniętym wyspowym Falo-chronem Zachodnim, w przypadku niekorzystnego układu falowania wykonanie opisanych powyżej manewrów wejścia do portu może być utrudnione.

8. Roboty czerpalne i zagospodarowanie urobku.

Istniejący tor podejściowy nie wymaga prowadzenia prac pogłębiarskich, jego głębokości są wystarczające dla zapewnienia bezpiecznej żeglugi jednostki projektowej, a w sprzyjających warunkach pogodowych nawet o większym zanurzeniu (do 3.5m).

Nachylenie istniejących skarp podwodnych toru podejściowego przekracza miejscami wartość 1:2 i dochodzi do nachylenia 1:1. W projekcie przewidziano utrzymanie na nowo pogłębianych częściach akwenu nachylenia skarp na poziomie 1:3. Naturalne dno terenów objętych nowym akwatorium zbudowane jest głównie z gruntów mineralnych. W zachodniej części portu (w pobliżu Falochronu Zachodniego i Basenu Rybackiego) nad gruntami mineralnymi zalega warstwa gruntów organicznych (torfy i namuły piaszczyste) o miąższości od 0,5 do 1,0 m. Badania laboratoryjne 3 próbek gruntu pobranych z terenu przyszłych prac pogłębiarskich potwierdziły brak przekroczenia dopuszczalnych stężeń substancji chemicznych. W przypadku prac pogłębiarskich wykonywanych pogłębiarkami ssącymi nadkład gruntów organicznych ulegnie przemieszaniu z gruntami mineralnymi. Stosunek objętości wody technologicznej do objętości urabianego gruntu mieści się zazwyczaj w granicach 7:1 do 8:1. W trakcie formowania odkładu większość części mineralnych zostanie wypłukana z refulatu, reszta materiału organicznego w warstwach powierzchniowych nasypów ulegnie szybkiej degradacji w wyniku oddziaływania tlenu atmosferycznego i światła słonecznego. Zjawisko to obserwowano bardzo często w przypadku innych miejsc odkładania urobku z prac pogłębiarskich na polskim wybrzeżu.

W związku z tym zdecydowano o wykorzystaniu większości urobku do powiększenia istniejącej plaży na wschód od portu jachtowego. Przewidywany obszar załadunku to ok. 7,5 - 8,0 ha co umożliwia zdeponowanie od 80 do 130 tys. m³ urobku (w zależności od grubości warstwy refulatu). Prace pogłębiarskie wykonać należy po zakończeniu sezonu turystycznego. Okres sztormów charakterystycznych dla zimy i wczesnej wiosny w dodatkowy sposób ułatwi oczyszczanie urobku. Istniejąca plaża poszerzona zostanie do ~120m. W momencie rozpoczęcia sezonu turystycznego jakość piasku plaży nie będzie odbiegać od stanu przed zasileniem jej urobkiem z prac pogłębiarskich.

Część urobku wykorzystana zostanie do załadowania terenów wewnątrz portu – umożliwia to wykorzystanie ~23.8 tys. m³ urobku, dodatkowo załadowanie pirsu wewnątrz akwatorium umożliwi zagospodarowanie od 10 do 15. tys m³ urobku.

Obliczone objętości robót pogłębiarskich dla poszczególnych wariantów są znaczące. Kubatura robót dla wariantu I i III różni o 100%. Poniżej zestawiono wyniki obliczeń objętości robót czerpalnych dla poszczególnych wariantów:

- wariant I - 82 200 m³
- wariant II -101 400 m³
- wariant III - 164 490 m³
- wariant IV - 113 200 m³

Przewidziane miejsca odkładu umożliwiają swobodne zagospodarowanie w/w wielkości urobku. Dodatkowo rzeczywista objętość refulatu na miejscu jego wbudowania będzie mniejsza w wyniku opisanych procesów wypłukiwania części organicznych i pylastych. Stratę tą można oszacować na ok. 5% objętości, dodatkowo występujące po wschodniej stronie portu jachtowego procesy erozji brzegu (patrz rys.2 – zmiany linii brzegowej w latach 1993-2009) wpłyną na zmianę ostatecznej kubatury odkładu. Zasilenie plaży ograniczy na wiele lat procesy erozyjne w okolicach Klifów Puckich i Cypla Rzucewskiego.

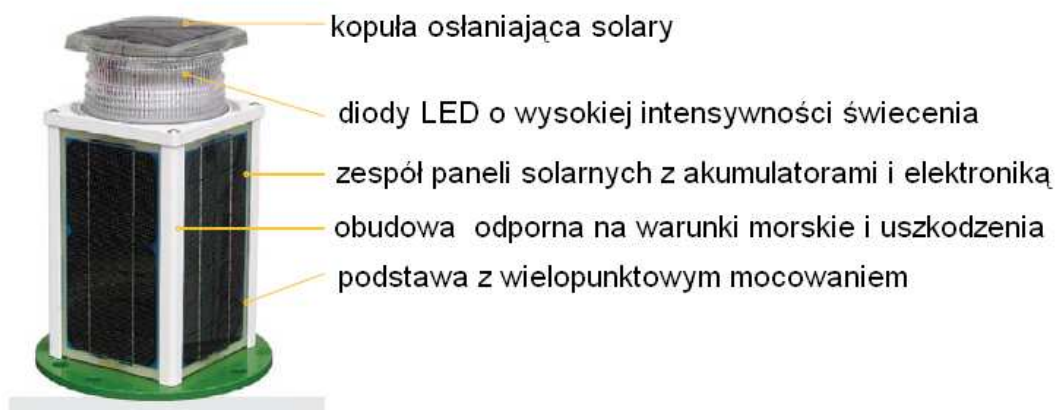
9. Wyposażenie falochronów

9.1 Wyposażenie nawigacyjne

Projektowany falochrony powinny być wyposażone w nowe oznakowanie nawigacyjne. Kwestią otwartą pozostaje rozważenie wykonania nowego układu nabieżników, proponowany układ pław świetlnych zdaniem autorów niniejszej dokumentacji jest wystarczający.

Przy określaniu nakładów poszczególnych falochronów uwzględniono ich wyposażenie w sieć elektryczną i wod-kan na odcinkach umożliwiającym montaż tego rodzaju instalacji.

Do oznakowania nawigacyjnego wytypowane zostały autonomiczne latarnie nawigacyjne typu CARMANAH 702-GPS (rys.21)



Rys.21 Latarnia CARMANAH 702-GPS

Latarnie CARMANAH nie wymagają zasilania zewnętrznego, w związku z czym nie wystąpi potrzeba wykonania osobnej linii zasilającej na falochronach wyspowych, co zdecydowanie obniży koszty budowy oraz późniejszej eksploatacji systemu światła ostrzegawczych.

Źródłem energii elektrycznej jest wbudowany na stałe akumulator, z możliwością jego wymiany w przypadkach awaryjnych, wspomagany z baterii solarnej, zintegrowanej z obudową. Wysokowydajne diody LED, stosowane jako źródło światła, w połączeniu z autonomicznym zasilaniem, gwarantują wieloletnią, całkowicie bezobsługową pracę, w związku z czym późniejsze koszty eksploatacji w praktyce nie występują (pomijając przypadki uszkodzeń spowodowanych kolizją).

Latarnia CARMANAH 702-GPS posiada wbudowany moduł GPS, dzięki czemu system światła ostrzegawczych będzie mógł posiadać wspólną charakterystykę świecenia, zsynchronizowaną zarówno między sobą, jak również z charakterystyką świecenia czerwonego światła wejściowego. Możliwa jest również praca latarni bez charakterystyki, jako światła stałe. Zostanie to określone na poziomie projektu wykonawczego.

10 KOSZTY INWESTYCJI

Koszty realizacji poszczególnych wariantów wykonano w oparciu o następujące zasady:

- Ceny i stawki wg informacji wykonawców dla przetargu budowy Mariny w Sopocie.
- Zysk -15%
- Koszty wyposażenia falochronów i nabrzeży (w tym oznakowanie nawigacyjne)- 5%
- Elementy nie przewidziane -12%

Dokładne koszty poszczególnych rozwiązań zestawiono w załączniku 1.

Wariant I - 58 132 764 zł

Wariant II- 62 658 218 zł

Wariant III- 63 492 246 zł

Wariant IV- 56 453 868 zł

Orientacyjne koszty wykonania poszczególnych wersji koncepcji są zbliżone do siebie. Zatem jedynym kryterium wyboru powinny być kwestie funkcjonalności rozwiązania. Każde z nich posiada oczywiście zarówno wady i zalety, przy czym analiza zagadnień falowania i nawigacji skłania ku rozwiązaniu opisanego w wariantcie III.

W przypadku częściowej realizacji przedsięwzięcia i ograniczenia się jedynie do osłony rybackiej części Portu w Pucku orientacyjne koszty przyjmują następujące wielkości:

Zmodyfikowany Wariant III (częściowa rozbudowa portu) - 25 061 144 zł

Realizacja jedynie Falochronu Zachodniego (wg Wariantu I lub II) - 24 656 174 zł

Przy czym, zgodnie z uwagami zawartymi w p.4.2 poświęconemu analizie falowania rozwiązanie polegające na wykonaniu jedynie Falochronu Zachodniego (zgodnie z umiejscowieniem dla wariantów II i III) nie zapewni odpowiedniej ochrony rybackiej części portu od wiatrów i falowania z sektora N-NE. W takim przypadku częściowa rozbudowa falochronów (modyfikacja układu z wariantu III) jest lepszym rozwiązaniem jednak nadal nie zapewnia pełnej ochrony.

W związku z tym tego rodzaju zabezpieczenia należy traktować jako podejście tymczasowe – zakładając jak najszybsze uzupełnienie układu falochronów o brakujące budowle.

11 PODSUMOWANIE

1. Wariant I i II w najmniejszym stopniu ingerują w istniejący układ nawigacyjny, ewentualny zakres przebudowy oznakowania będzie w tym przypadku najmniejszy. Poważną wadą zakładanego układu falochronów jest niedostateczna ochrona przed falowaniem (szczególnie w przypadku wariantu I) co w praktyce dyskwalifikuje to rozwiązanie.
2. Wariant III zapewnia znacznie lepsze warunki falowe wewnątrz portu. Zmiana układu falochronów powinna zlikwidować problemy charakterystyczne dla układów z wariantów

- I i II. Układ projektowanych falochronów wymusza zmianę układu toru podejściowego do zachodniego wejścia portu.
3. Wariant IV jest kompromisowym rozwiązaniem pomiędzy rozwiązaniami I i II oraz III. Zapewnia znacznie lepsze warunki falowe niż war. I i II, niewątpliwą wadą tego rozwiązanie jest brak osłonięcia kanału podejściowego z kierunków NE.
 4. Z uwagi na bardziej korzystne możliwości rozpraszania energii falowania oraz porównywalny koszt realizacji (koszty wszystkich wariantów bardzo zbliżone) sugerujemy Inwestorowi przyjęcie do realizacji Wariantu III.
 5. Zmniejszenie szerokości wejść do portu wpłynie korzystnie na układ falowania chronionego akwatorium, zgodnie z uwagami zawartymi w p.4.2 w opracowywaniu docelowego projektu realizacji układu falochronu należy uwzględnić takie rozwiązanie.
 6. Realizacja analizowanego przedsięwzięcia wpłynie korzystnie na szeroko rozumianą gospodarkę morską regionu Zatoki Puckiej. Osłonięty port z odpowiednim zapleczem technicznym może pełnić rolę centrum przetwórstwa rybnego oraz remontowo-stocznioowego. W świetle ostatnich inicjatyw społecznych – powstania Północnokaszubskiej Lokalnej Grupy Rybackiej, przebudowa dotychczasowego układu Portu w Pucku wydaje się koniecznością. Na dzień dzisiejszy istniejącą infrastrukturę hydrotechniczną należy uważać jako niewystarczającą. Dalszy, przewidywany rozwój rybołówstwa pogłębiać będzie ten deficyt, a co najgorsze w istotny sposób ograniczał potencjalne możliwości inwestycji, rozbudowy floty i przetwórstwa ryb.
 7. Oprócz spraw związanych z gospodarczym wykorzystaniem portu istotnym zagadnieniem będzie jego wpływ na gospodarkę regionu, w ogólnej analizie problemu nie można pominąć tej kwestii. Realizowany Program Operacyjny RYBY 2007-2013 wraz z kompleksowym podejściem do ochrony naturalnego środowiska w tym odbudowy stanu zarybienia jest dobrą prognozą dla rozwoju rybołówstwa na akwenie Zatoki Puckiej.

Gdynia październik 2009r.

Piotr Cieślak

Marcin Blockus

12. MATERIAŁY WYKORZYSTANE DO OPRACOWANIA

1. Bystrzanowski W. 2001 Raport oddziaływania przedsięwzięcia inwestycyjnego na środowisko sporządzony w postępowaniu o wydanie pozwolenia wodnoprawnego na ustawienie pływającego falochronu i pomostów dla jachtów i żeglugi w przystani jachtowej w Pucku. *Wykonane przez Biuro Projektów WUPROHYD*,
2. 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*,
3. Druet Cz., Massel S., Zeidler R. 1972 Statystyczne charakterystyki falowania wiatrowego w przybrzeżnej strefie Zatoki Gdańskiej i otwartego Bałtyku. *Rozprawy Hydrotechniczne*, zeszyt 30,
4. Frąszczak A., Matzken J., Jamroż J. 2003 ViaMarina Puck Biznesplan. *Raport opracowany przez przedsiębiorstwo Industri S.A. w ramach porozumienia pomiędzy Industri S.A. a Urzędem Miasta Pucka z dnia 19 listopada 2002 r.*,
5. Komorowski A. 2007 Porty Pucka. *OPTI Firma handlowo usługowa, Gdynia*,
6. Korzeniewski K. 1993 Zatoka Pucka. *Monografia wydana przez Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańsk*,
7. Majewski A. 1990 Zatoka Gdańska. *Monografia wydana przez Wydawnictwo Geologiczne w Warszawie*.
8. Ostrowski R., Robakiewicz M., Skaja M., Szmytkiewicz M. 2005 Analiza istniejących opracowań pod kątem ich przydatności dla potrzeb pracy: „Analiza techniczno-ekonomiczna budowy głębokowodnego kolektora odprowadzającego ścieki z Oczyszczalni Ścieków w Dębogórze”. *Raport IBW PAN dla SAFEGE Spółka Akcyjna Oddział w Polsce. Gdańsk*.
9. Szurowski T., Dobrzykowski A. 1983 Ekspertyza w sprawie hydrotechnicznych warunków zabudowy brzegu morskiego oraz koncepcja budowy portu jachtowego w rejonie mola w Pucku. *Opracowanie wewnętrzne wykonane w Katedrze Budownictwa Morskiego Wydziału Hydrotechniki Politechniki Gdańskiej*,
10. Undro K. 2005 Analiza nawigacyjna dla portu Puck 2005 r. *Raport wewnętrzny Kapitanatu Portu we Władysławowie*.
11. Czajewski J. 1991 Locja śródlądowa morska. *Wydawnictwo Komunikacji i Łączności*.

12. Nowakowski Z. Mordako W. Heith S. Kwaśniewska E. 2006 Uzupełnienie nr 3-2006 Locja Bałtyku Wybrzeże Polskie. *Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej*.
13. Gęstwicki J. Kowalski A. Mordako W. Nowakowski Z. 2001 Locja Bałtyku Wybrzeże Polskie *Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej*.
14. Plan batymetryczny 2009 Port Rybacki i Przystań Jachtowa oraz Port przy Puckich Zakładach Mechanicznych. *Urząd Morski w Gdyni*