

Koncepcja projektowa

Budowa basenu wielofunkcyjnego w awanporcie portu Ustka

Lokalizacja: **Województwo pomorskie, powiat słupski, gmina Ustka,
awanport portu Ustka**

Numery działek: **morskie wody wewnętrzne RP – dz. nr 1560/79, 1560/81, obr.
ewidencyjny 0001 Ustka**

Inwestor: **Zarząd Portu Morskiego w Ustce Sp. z o.o.
ul. Wyszyńskiego 3
76-270 Ustka**

*Dokumentacja niniejsza została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć. Rozwiązania projektowe zawarte w niniejszym opracowaniu projektowym stanowią wyłączną własność biura projektów i podlegają w całości ochronie w zakresie praw autorskich. Żadna część tego opracowania nie może być reprodukowana, przechowywana w systemie umożliwiającym odtwarzanie ani przekazywanie w jakiegokolwiek formie jakimkolwiek sposobie bez uprzedniego zezwolenia autora. **WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE.***

Autorzy opracowania:	mgr inż. Arkadiusz Frontczak upr. POM/BO/0290/11	Data: 03.2016	Podpis:
	inż. Wojciech Janowicz		

Zespół Rzeczoznawców
Stowarzyszenia Inżynierów i Techników
Wodnych i Melioracyjnych
w Warszawie
ul. T. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa
Terenowa Grupa Rzeczoznawców w Gdańsku
Skrzynka pocztowa nr 59, 81-701 Sopot
tel. kom: 1: 514-860-176; 2: 514-860-178
www.sitwmgdansk.pl
e-mail: sitwmgdansk@gmail.com

Zawartość opracowania:

I. Opis techniczny

1.0	Podstawa opracowania	3
2.0	Cel i zakres opracowania	3
3.0	Wykorzystane materiały techniczne i normatywy	3
4.0	Lokalizacja projektowanej inwestycji	4
5.0	Fizjografia i morfologia terenu	4
6.0	Budowa geologiczna	4
6.1	Warunki hydrologiczne	5
6.2	Warunki geotechniczne	5
7.0	Charakterystyka oddziaływań środowiskowych	6
7.1	Charakterystyczne stany morza	6
7.2	Parametry falowania	7
7.3	Złodzenia	8
7.4	Oddziaływanie wiatru	8
8.0	Stan istniejący	9
9.0	Problemy związane z falowaniem wewnątrz portu Ustka	10
10.0	Opis projektowanej konstrukcji tłumiącej falowanie	13
11.0	Uwagi końcowe	18

II. Obliczenia

III. Załączniki

- Z-1 Kopia uprawnień budowlanych wraz z zaświadczeniem z izby;
Z-2 Szacunkowy kosztorys inwestorski – załączono osobno;

IV. Rysunki

K	Tytuł rysunku	Skala
Rys.1	Lokalizacja inwestycji.	szkic
Rys.2	Projekt zagospodarowania terenu – wariant 1	1:1000
Rys.3	Projekt zagospodarowania terenu – wariant 2	1:1000
Rys.4	Projekt zagospodarowania terenu – wariant 3	1:1000
Rys.5	Projekt zagospodarowania terenu – wariant 4	1:1000
Rys.6	Przekrój falochronu czołowego – wariant 1	1:50
Rys.7	Przekrój falochronu czołowego – wariant 2	1:50
Rys.8	Przekrój falochronu bocznego – wariant 1	1:50
Rys.9	Przekrój falochronu bocznego – wariant 2	1:50

I. Opis techniczny.

1.0 Podstawa opracowania.

Podstawą niniejszego opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Zarządem Portu Morskiego w Ustce Sp. z o.o., 76-270 Ustka, ul. Wyszyńskiego 3 a Zespołem Rzeczników Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych w Warszawie, ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa dot. wykonania koncepcji projektowej dla zadania pn. „Budowa basenu wielofunkcyjnego w awanporcie portu Ustka”.

2.0 Cel i zakres opracowania.

Opracowanie stanowi koncepcję projektową obejmującą swoim zakresem branżę hydrotechniczną. Dotyczy budowy basenu wielofunkcyjnego w awanporcie portu Ustka.

Prace projektowe obejmują:

- wizje lokalne;
- wykonanie inwentaryzacji technicznej terenu objętego zamierzeniem inwestycyjnym w kontekście realizacji obiektu, jego posadowienia, realizacji robót budowlanych oraz niezbędnych robót rozbiórkowych;
- wykonanie analiz i dobór kształtu nowego basenu wielofunkcyjnego najefektywniej wykorzystującego obszar istniejącego awanportu oraz najefektywniejszej technologii tłumiącej falowanie obejmującej wybudowanie falochronu wewnętrznego w istniejącym awanporcie portu Ustka;
- opracowanie koncepcji basenu, którego budowa poprawi warunki falowania i nawigacyjne portu Ustka;
- studia normatywów projektowych oraz prawa budowlanego.

3.0 Wykorzystane materiały techniczne i normatywy.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano następujące materiały:

- [A] Dokumentacja geologiczno-inżynierska badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektowanej budowy basenu rybackiego w Porcie Ustka. Autor: „GEODRILL”, Suchy Las, grudzień 2013 r.
- [1] Prawo budowlane, ustawa z dnia 7 lipca 1994r (Dz. U. z 2006 r., nr 156, poz.: 1118 wraz z późniejszymi zmianami);
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 101, poz. 645.
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej z dnia 23 października 2006 r. w sprawie warunków technicznych warunków technicznych użytkowania oraz szczegółowego zakresu kontroli morskich budowli hydrotechnicznych (Dz. U. z 2006 r., Nr 206, poz.:1516);
- [4] „Metody sprawdzania stateczności zboczy”. J. Madej. Wkił 1981.
- [5] „Zarys Geotechniki”. Z. Wiłun, Wkił 2001.
- [6] „Gruntoznawstwo inżynierskie”. St. Pisarczyk. PWN 2001.
- [7] PN-B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [8] PN-74/B-04452 Grunty budowlane. Badania polowe.

- [9] PN-B-02481 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [10] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [11] PN-83/B04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [12] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [13] PN-83/B-03010 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [14] Małgorzata Pacuk, Tomasz Michalski „Problemy funkcjonowania małych portów morskich na przykładzie Ustki”
- [15] T. Basiński, Z. Prusak, M. Tarnowska, R. Zeidler, „Ochrona brzegów morskich” Instytut Budownictwa Wodnego PAN

4.0 Lokalizacja projektowanej inwestycji.

Teren przeznaczony pod przedmiotową inwestycję położony jest w awanporcie istniejącego portu Ustka. Port ten usytuowany jest w województwie pomorskim, w powiecie słupskim, w gminie Ustka.

Lokalizacja obszaru wg podziału fizjograficznego J. Kondrackiego:

- Prowincja: Niż Środkowoeuropejski;
- Podprowincja: Pobrzeże Południowobałtyckie;
- Makroregion: Pobrzeże Koszalińskie;
- Mezoregion: Wybrzeże Słowińskie.

5.0 Fizjografia i morfologia terenu

Obszar gminy Ustka charakteryzuje znaczne zróżnicowanie rzeźby jak na warunki nizinne.

Podstawowy typ rzeźby stanowią wysoczyzny morenowe o płaskiej lub falistej powierzchni, które wraz równiną zastoiskową okolic Wytowna obejmują południowo-zachodnią i centralną część gminy. Ich powierzchnię rozcina meandrująca dolina Słupi. Od północy wysoczyznę ograniczają wały wzgórz moreny czołowej tzw. gardzieńskiej, sięgające nawet 45 – 50 m n.p.m., zaznaczające ostatni postój lodowca. Na ich północnym zapleczu ukształtowały się nisko położone (1-2 m n.p.m.) zabagnione równiny nadmorskie z płytkimi przybrzeżnymi jeziorami Modła i Gardno. Od strony morza zamykają je pola wydmorew mierzei nadmorskiej, miejscami o znacznej wysokości. Akumulacyjny odcinek brzegu na zachód od ujścia rzeki Słupi posiada dobrze wykształcone plaże o szerokości do 40 m. Wysoki klifowy, brzeg pomiędzy Ustką a Dębnią jest silnie niszczonej przez morze.

6.0 Budowa geologiczna

Rozpoznanie podłoża gruntowego na podstawie materiałów archiwalnych (SMGP 1:50 000) i wykonanych otworów wiertniczych do głębokości maksymalnej 15,0 m p.p.t. obejmuje grunty czwartorzędowe reprezentowane przez:

Holocen:

- grunty antropogeniczne w postaci nasypu niebudowlanego, stanowiącego mieszaninę złożoną z piasków drobnych, piasków średnich, z domieszkami humusu, żwiru, kamieni, żużla, związane z aktualnym zagospodarowaniem terenu.

Plejstocen:

- niespoiste utwory w postaci serii piaszczystej wodnolodowcowej reprezentowanej przez piaski o zróżnicowanej granulacji;
- seria spoista reprezentowana przez młodsze grunty lodowcowe zlodowacenia Wisły (faza pomorska) w postaci glin piaszczystych, piasków gliniastych i glin pylastych;
- seria osadów organicznych wykształcona w postaci torfów.

6.1 Warunki hydrologiczne

Obszar gminy Ustka dzielą granice czterech zlewni: Przymorza, Słupi, Łupawy (Bagienica i Grabownica) i Wieprzy. Rozpatrywany teren przynależy do zlewni Słupi na odcinku od Otocznicy do Ujścia do morza Bałtyckiego. Usytuowanie terenu w bezpośrednim sąsiedztwie ujścia powoduje podwyższone prawdopodobieństwo podtopień lub powodzi. Sytuacjom takim sprzyja występowanie silnych wiatrów wiejących od północy i włączających wody morskie do ujścia Słupi w połączeniu z silnymi długotrwałymi opadami.

6.2 Warunki geotechniczne

Warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wierceń badawczych, sondowań dynamicznych, badań laboratoryjnych i prac kameralnych. Rodzime grunty występujące w podłożu ujęto w sześć pakietów, a w ich obrębie wydzielono warstwy geotechniczne o zbliżonych wartościach cech fizyczno-mechanicznych. Niniejszy podział przedstawia się następująco:

Nr Pakietu	geneza	warstwa geotechniczna	rodzaj gruntu	stan gruntu	st. zagęszczenia	st. plastyczności	współczynnik filtracji wg USBSC [cm/s]	
					I _D	I _L		
I	osady wodnolodowcowe piaszczyste	IA	Pd	ln	0,27	-	0,0027	
		IB	Pd; Pd/Ps	szg	0,48	-		
		IC	Pd; Pd/Ps	szg	0,76-0,83	-		
II		IIA	Ps; Ps/Pd; Pr	szg	0,40	-	0,0171	
		IIB	Ps; Ps/Pr; Pr; Ps/Pd	szg	0,54-0,61	-		
		IIC	Ps/Pd	zg	0,69-0,75	-		
		IID	Pr; Pr/Po; Ps; Ps/Pd; Ps/Pr; Pr/Ps;	zg, bzg	0,78-0,85	-		
III		osady wodnolodowcowe żwirowe	IIIA	Po; Po/Pr	szg	0,61	-	0,0181
			IIIB	Po	bzg	0,90	-	
IV	osady lodowcowe	IVA	Pg	pl	-	0,50	-	
		IVB	Pg; Pg/Gp	pl	-	0,35-0,40	-	
		IVC	Pg; Gp/Pg; Gp	tpl	-	0,15-0,25	-	
V		VA	Gp	pl	-	0,40	-	
		VB	Gp/G; Gp	tpl	-	0,25	-	
		VC	Gp/Gpz	tpl	-	0,10	-	
VI	osady organiczne	VI	T	-	-	-	-	

7.0 Charakterystyka oddziaływań środowiskowych.

7.1 Charakterystyczne stany morza.

Wodowskaz w Porcie Ustka jest położony przy Nabrzeżu Kołobrzeskim. Charakterystyczne stany wody w porcie zostały opracowane na podstawie danych IMGW Oddział Morski w Gdyni.

Uwagi:

- stan alarmowy dla portu Ustka wynosi: 600 cm;
- różnica stanów ekstremalnych morza wynosi: 271 cm;
- stan max. w roku 1983 podczas wezbrania sztormowego wyniósł: 635 cm;
- stan max. z lat 1951-1980 wynosi: 621 cm;
- stan średni przyjęty dla portu Ustka wynosi: 508 cm;
- pomiary stanów morza prowadzone są stale w porcie Ustka od roku 1873.

Charakterystyczne stany morza przedstawiono w poniższej tabeli:

Poziomy morza:	Stan [cm]	Data pomiaru:	Okres obserwacji:
Bezwzględnie najwyższy – WWW	667	5.12.1883	od 1873
Najwyższy – WW	625	-	1982-2001
Wysoki – SWW	547	-	1982-2001
Średni – SW	508	-	1982-2001
Niski – SNW	469	-	1982-2001
Najniższy – NW	420	-	1982-2001
Bezwzględnie najniższy – NNW	396	10.02.1897	od 1873

7.2 Parametry falowania.

Parametry falowania głębokowodnego przyjęto wg „Opracowania podstawowych metodyk i wskaźników realizacji strategii ochrony brzegów morskich”, Instytut Budownictwa Wodnego PAN, Gdańsk 1998 r.

Lokalizacja: na potrzeby opracowania przyjmuje się punkt prognostyczny głębokowodny z okolic Łeby o następujących współrzędnych: 55°04'N, 17°28'E o głębokości $h=40\text{m}$;

Wysokość fali:

$H_{\text{MAX}} =$	7,57 m;
$H_{0,01\%} =$	5,02 m;
$H_{0,1\%} =$	3,83 m;
$H_{1\%} =$	2,58 m;

Wartości obliczone dla średnich warunków wiatrowych z wielolecia, prawdopodobieństwo pojawienia się fal określono zgodnie z rozkładem prawdopodobieństwa wg. krzywej Gumbela II st.

Parametry projektowe fali głębokowodnej obliczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 101, poz. 645, wg którego charakterystyczną wysokość falowania określa się następująco:

- charakterystyczna wysokość fali znacznej sztormu projektowego, będąca wysokością średnią z 1/3 fal najwyższych;
- najbardziej prawdopodobnej fali maksymalnej w sztormie projektowym;
- fali o określonym przewyższeniu w sztormie projektowym.

Przy założeniu, że celem obliczeń jest określenie obciążeń środowiskowych dla budowli ochronnej brzegu morskiego przyjęto, że charakterystyczna wysokość fali projektowej równa się wysokości fali znacznej z wybranego sztormu projektowego jako głębokowodnej projektowej wysokości fali. Dla punktu prognostycznego z rejonu Łeby parametry te wynoszą:

$H_{\text{proj}} = 4,30 \text{ m};$
 $T_{\text{proj}} = 8,46 \text{ s};$
 $L_{\text{proj}} = 116,45 \text{ m};$
azymut fali: 9°;

Transformacja fal projektowej głębokowodnej dla poszczególnych wartości poziomów wody i profilem batymetrycznym:

Dla wody 500	$H_{s500} = 2,0 \text{ m}$
Dla wody 570	$H_{s570} = 2,3 \text{ m}$ (stan alarmowy)
Dla wody 651	$H_{s651} = 2,69 \text{ m}$ (woda 100-letni)

Przeprowadzona analiza transformacji wykazała iż fala na przedpolu wejścia do portu posiada następujące parametry:

$$\begin{aligned} H_s &= 2,69 \text{ m;} \\ T_{proj} &= 8,46 \text{ s.} \\ L_{proj} &= 52,99 \text{ m} \\ \frac{H_s}{L_{proj}} &= 0,051 \end{aligned}$$

7.3 Zlodzenia.

Początek zjawisk lodowych obserwuje się w okresie od 10 stycznia, koniec przypada na około 10 marca. Maksymalna liczba dni z lodem wynosi 50 dni, średnio zaś wynosi 7 do 15 dni. Grubość lodu nie przekracza 20 cm, i lód tej grubości nie utrzymuje się długo, zwykle 1 do 2 dni. Ogólnie w tym rejonie panują zimy łagodne i bardzo łagodne. Mają one najłagodniejszy przebieg spośród zim innych rejonów polskiego wybrzeża.

Projektowa grubość pokrywy lodowej na podstawie Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 101, poz. 645 wynosi:

$$h = 0,55 \text{ m.}$$

7.4 Oddziaływanie wiatru

Oddziaływanie wiatru w przypadku konstrukcji ochronnej, tłumiącej falowanie ma dwójakie znaczenie. Siła i kierunek wiatru ma zasadniczy wpływ na kształtowanie się klimatu falowego, a tym samym na warunki oddziaływania bezpośredniego środowiska na konstrukcję. W analizie celowym jest poddanie jedynie analizy częstości i kierunków wiatrów silnych tj. prędkość ich przekracza 10 m/s.

Liczbę dni w trzech kolejnych dziesięcioleciach (1961-1990) przedstawia się następująco:

Lata:	1961÷1970	1971÷1980	1981÷1990
Średnia roczna ilość dni:	47,8	48,4	49,3

W okresie obserwacji (1961-1990) średnia miesięczna liczba dni z wiatrem silnym kształtowała się następująco:

Miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dni:	5,6	5,2	6,1	4,0	2,1	2,4	1,8	2,7	3,4	4,1	5,3	5,7

Natomiast procentowy udział liczby dni z wiatrem silnym wg kierunków w okresie obserwacji przedstawia się następująco:

Kierunek:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pora ciepła:	10,4	9,9	8,1	10,2	12,9	17,2	15,9	16,3
Pora zimna:	14,4	9,20	7,2	9,3	14,2	14,7	15,6	15,4

8.0 Stan istniejący.

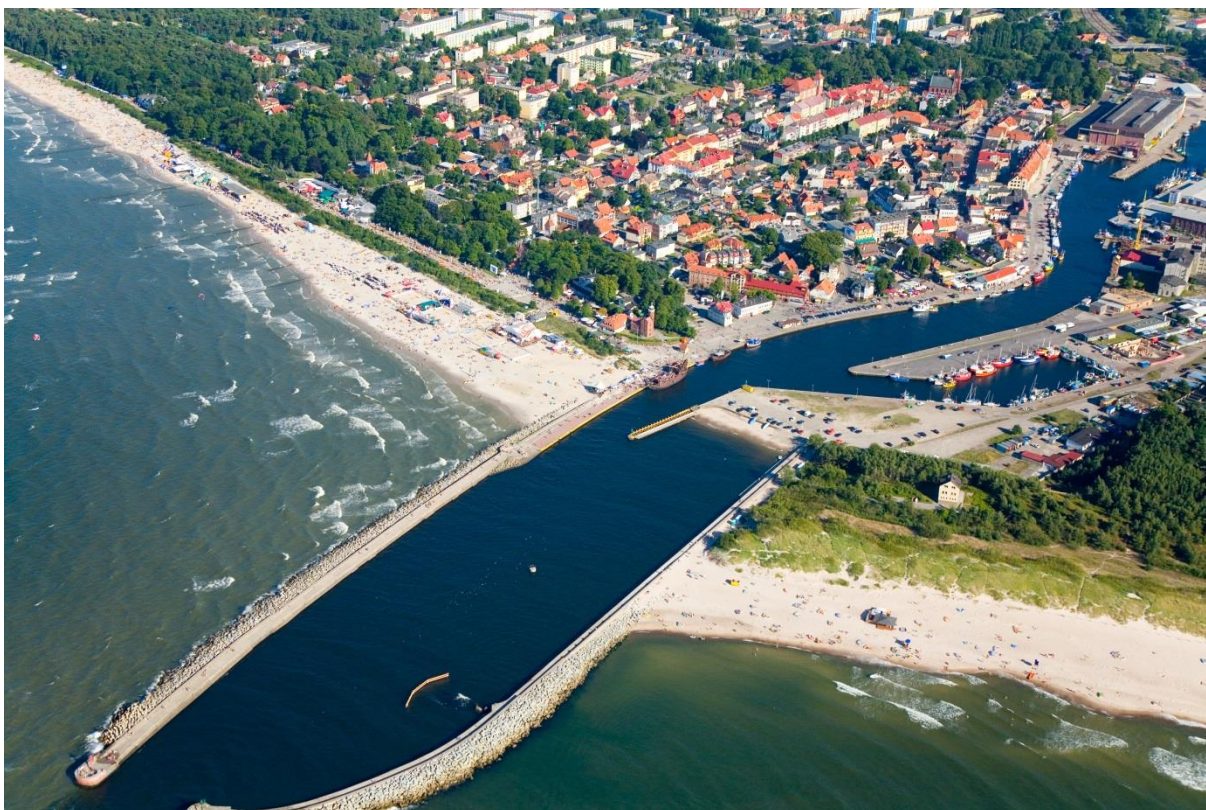
Port w Ustce usytuowany jest w ujściu rzeki Słupi. Wejście do portu o szerokości 40 m osłonięte jest dwoma betonowymi falochronami (303 i 420 metrów długości). Główny kanał prowadzący do wewnętrznej części portu ma 28 m szerokości. Maksymalne jednostki, jakie mogą zawijać do portu to statki ograniczone wymiarami: 58 m długość, 11,5 m szerokość lub 4,5 m zanurzenie. Całkowita długość nabrzeży w usteckim porcie to 3417 m, z czego ponad 1110 m to nabrzeża rybackie.

Port jest jednym z większych portów rybackich w Polsce., a na stałe stacjonuje w nim 76 kutrów rybackich oraz ok. 30 innych jednostek o różnicowanym przeznaczeniu.

Podstawowym problemem portu jest brak odpowiedniej ilości bezpiecznych miejsc cumowniczych. Ilość jednostek rezydujących w porcie jest zdecydowanie za duża w stosunku do posiadanej długości linii cumowniczej, co wymusza konieczność cumowania jednostek burta w burtę po 2 a często 3 szt. Problem ten jest potęgowany podczas warunków sztormowych, które to warunki wyłączają z eksploatacji większą część nabrzeży wschodnich portu, Kołobrzeskiego i Słupskiego ze względu na zbyt duże falowanie.

Port składa się z awanportu i portu wewnętrznego. Port wewnętrzny jest utworzony przez obudowaną rzekę i składa się z czterech basenów. Basen Węglowy o długości 110 m, szerokości 55 m i głębokości 4,5 m znajduje się w zachodniej części portu wewnętrznego. Osadnik przy wschodnim brzegu rzeki, ok. 600 m na S od wejścia do portu wewnętrznego, jest eksploatowany przez jednostki rybackie. Basen Remontowy, prostopadły do biegu rzeki, o długości ok. 110 m. i szerokości ok. 20-40 m, mieści się na zachodnim brzegu rzeki, naprzeciw wejścia do Basenu Zimowego. Na północnym nabrzeżu Basenu Remontowego mieszczą się warsztaty techniczne, a na nabrzeżu południowym wysoka hala sieciarni. Basen Osadowy o głębokości od 6 do 6,5 m leży w południowej części portu. Na jego wschodnim brzegu znajduje się Stocznia Ustka.

W 2015 r. otwarto nowy basen portowy, który ma wymiary 45 na 85 metrów, a wejście do niego 20 metrów szerokości. Z uwagi na jego lokalizację, nie będzie miał on wpływu na projektowaną basen wielofunkcyjny. Jego pojemność eksploatacyjna to ok 30 łodzi rybackich.



Fot.1 Widok na awanport portu Ustka

9.0 Problemy związane z falowaniem wewnątrz portu Ustka

Uwagi wstępne

Dostępność nawigacyjna poszczególnych części akwenów wewnętrznych portu Ustka jest bardzo zróżnicowana w zależności od ich głębokości i szerokości. Do największych utrudnień dla statków wchodzących do portu i wychodzących z portu należą: falowanie (przez ok. 72 dni w roku fale przekraczają wysokość 1 m, w ciągu 3 dni w roku mogą osiągać od 3 do 5 m; przy wiatrach wiejących z kierunków północny zachód - północ - północny wschód do wnętrza portu przenika silne falowanie, uciążliwe bądź wręcz niebezpieczne dla cumujących jednostek) i prąd przybrzeżny, osiągający w niektórych warunkach prędkość do 4 węzłów i działający prostopadle do kursu wchodzących i wychodzących statków. Trudnym problemem jest spływanie podejścia do portu i akwenów portowych w wyniku działalności morza (falowanie i prąd przybrzeżny), deflacji plaży i wydmy zachodniej oraz nanoszenia rumowiska dennego przez rzekę Słupię.

Podczas silnych sztormów wchodzenie do portu jest utrudnione, ponieważ silny prąd spycha jednostki na falochron, a na podejściu powstaje wysoka, przybojowa fala. Projektowane elementy mają za zadanie wytlumić fale sztormowe, które wchodzi do portu i stanowią zagrożenie bezpieczeństwa zarówno dla wszystkich jednostek stacjonujących w porcie, jak i dla samej konstrukcji istniejących nabrzeży i falochronów.

Ukształtowanie falochronów zewnętrznych umożliwiające swobodne odprowadzenie wód napływowych Słupi wraz z wleczonym przez rzekę rumowiskiem posiada jedną zasadniczą wadę – proste, ukierunkowane na północ wejście do portu umożliwia wejście do awanportu fali o znacznych parametrach wysokościowych.



Rys.1 Port Ustka – południkowy układ akwatorium

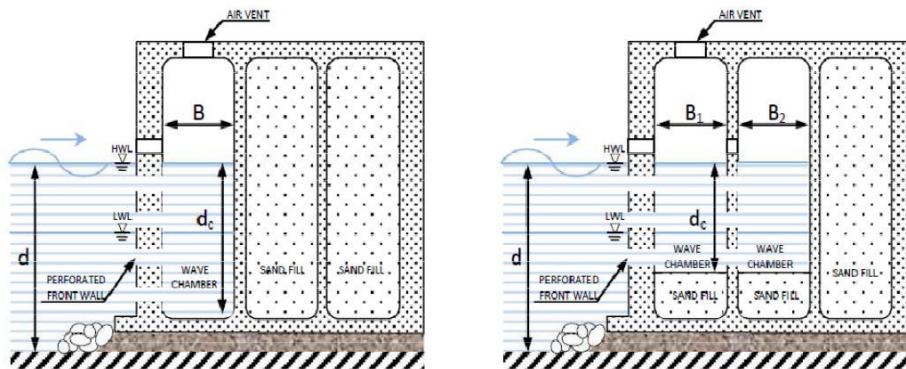
Mając na uwadze południkowe ułożenie kanału portowego wraz z torem wodnym (akwatorium portowe o największej głębokości) determinuje to głęboką penetrację wysokiej fali w głąb portu w korzystnych dla falowania warunkach głębokościowych (wysokość fali jest funkcyjnie powiązana z głębokością). Istniejące przewężenie kanału portowego na wysokości Ostrogi Helskiej nie jest elementem ograniczającym falowanie a wręcz przeciwnie – falowanie na tej przestrzeni doznaje wzmocnienia.



Fot.2 Widok skarpy rozpraszającej Ostrogi Helskiej

W kontekście nierozsądnej zabudowy na wysokości Nab. Pilotowego, które zostało wybudowane na obszarze niecki tłumiącej falowanie zlokalizowanej u nasady falochronu wschodniego port doznaje dalekiej penetracji wysokiej fali wiatrowej a nie ograniczeniu jego na przewężeniu. W takim przypadku powstaje konieczność wygaszenia (a przynajmniej zmniejszenia) wysokości falowania i to na obszarze akwatorium awanportu. Osiągnięcie tego celu nie jest możliwe bez zabiegów inwestycyjnych. Rozwiązaniem tego problemu było by zmiana ukierunkowania wejścia do portu. Można ten efekt uzyskać poprzez zmianę ukształtowania ramion falochronowych lecz ten przypadek pominięto w przedmiotowej analizie z uwagi na fakt, iż zagadnienie to nie leży w kompetencjach Inwestora (ZMP Ustka).

Jako podstawę dokonanej analizy przyjęto wykonie konstrukcji tłumiącej falowanie na wysokości awanportu bez ingerencji w konstrukcję wschodniego skrzydła falochronu zewnętrznego.



Rys.2 Testowe rozwiązania konstrukcji wygaszających falowanie stosowane na świecie

Zasadniczym ograniczeniem w konstruowaniu takich konstrukcji jest przesłanka, iż obiekt nie może stanowić zagrożenia dla bezpieczeństwa żeglugi co w przypadku budowli o rozbudowanych i „wystających poza obrys elementach” jest przyczynkiem do skuteczności tłumienia falowania lecz w przedmiotowej lokalizacji mogłoby stanowić zagrożenie dla jednostek pływających.

Wydaje się i w przedmiotowej lokalizacji najwłaściwsze było by zastosowanie konstrukcji pirsu z komorą falową wewnątrz budowli lub stawianej konstrukcji pirsu z komorą do rozpraszania falowania wewnątrz skrzyni oraz dodatkowym łamaczem falowania (parapetem odrzutowym) zlokalizowanym w nadbudowie skrzyni.

Uwagi wstępne co do obliczeń wysokości falowania w kontekście zastosowania konstrukcji wygaszającej.

Obliczenie wysokości falowania w akwatorium portowym wynika bezpośrednio z formuły:

$$C_r = \frac{H_r}{H_i}$$

gdzie: H_r - wysokość fali inicjującej (podchodzącej);

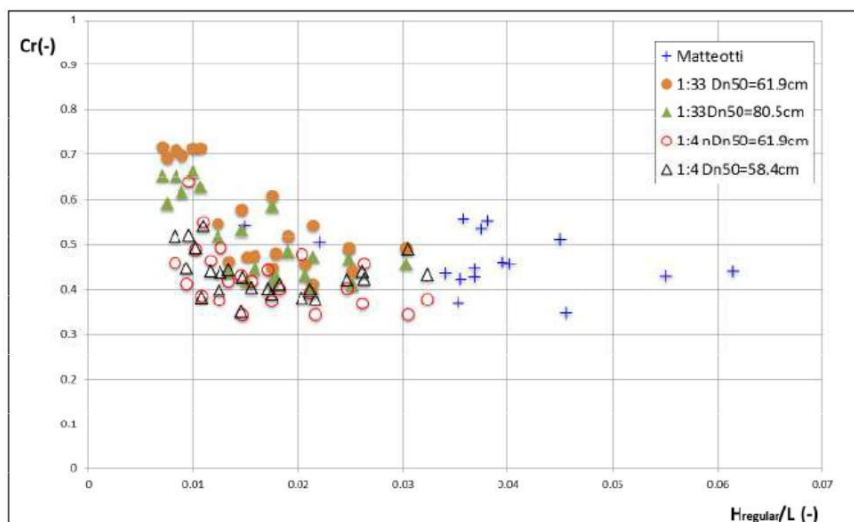
H_i - wysokość fali odbitej;

C_r - współczynnik refrakcji;

Wielkości współczynnika refrakcji są charakterystyczne dla rodzajów: konstrukcji wygaszających, użytych elementów, kątów nachylenia itp. Dokładność oszacowania współczynnika refrakcji ma bezpośredni wpływ na wyniki symulacji lub inaczej wykonanych obliczeń wysokości falowania. W przypadku wykonywania takich obliczeń współczynniki refrakcji dla danego typu konstrukcji wyznacza się albo na drodze analizy dostępnej literatury (obce badania laboratoryjne lub in situ) lub przeprowadza się własne badania z zachowaniem zasad kształtowania skali modelowej. W niniejszym opracowaniu oparto się na studiach dostępnej literatury w przedmiocie sprawy.

Oszacowanie wielkości tłumienia falowania.

W przypadku falochronu czołowego oszacowanie wielkości zredukowania wysokości falowania jest proste z uwagi na mnogość publikacji z tym przypadkiem ukształtowania konstrukcji do redukowania falowania.



Rys.3 Wykresy zależności pomiędzy współczynnikiem refrakcji a bezwymiarowymi parametrami fali inicjującej – narzut z kamienia [16]

I tak w przedmiotowym przypadku falowania wchodzącego do portu i tłumiącego się na proponowanej skarpie narzutu przy obliczonych parametrach bezwymiarowych falowania mamy:

- Tłumienie falowania na poziomie ok. 52% przy narzucie o skłonie 1:33 i średnicy miarodajnej narzutu 80 cm;
- Tłumienie falowania na poziomie ok. 30% przy narzucie o skłonie 1:33 i średnicy miarodajnej narzutu 60 cm;
- Tłumienie falowania na poziomie ok. 60% przy narzucie o skłonie 1:4 i średnicy miarodajnej narzutu 58 cm;
- Tłumienie falowania na poziomie ok. 55% przy narzucie o skłonie 1:4 i średnicy miarodajnej narzutu 80 cm;

10.0 Opis projektowanej konstrukcji basenu wielofunkcyjnego zawierającego elementy tłumiące falowanie wewnątrz istniejącego portu.

Planowane przedsięwzięcie obejmuje budowę nowego basenu portowego poprzez wygradzenie części istniejącego awanportu portu Ustka konstrukcją, posiadającą funkcję cumowniczą i wygaszającą falowanie. Wygradzenie części przestrzeni niezbędnej do stworzenia basenu wielofunkcyjnego zostanie zrealizowane poprzez budowę 2 falochronów, czołowego i bocznego posiadających w swojej konstrukcji od strony wewnętrznej elementy nabrzeża cumowniczego wyposażonego w system cumowniczy i odbojowy dostosowany do wielkości jednostek pływających mogących zawijać do portu Ustka. Planowaną jednostką projektową będzie jednostka pływająca o długości do 24 m i zanurzeniu maksymalnym 4 m. Wielkości jednostki projektowej wynikają z parametrów projektowanego wejścia do nowego basenu wielofunkcyjnego. Mimo że maksymalna wielkość jednostek pływających jakie mogą zawijać do portu Ustka są ograniczone

długością 80 m i 4 m zanurzenia to parametr 24 m długości umożliwi praktyczne cumowanie wewnątrz projektowanego basenu praktycznie wszystkim rezydującym aktualnie w porcie Ustka jednostkom pływającym.

W praktyce, ze względu na występujące ograniczenia możliwości dojazdu pojazdami samochodowymi na nabrzeże wewnątrz projektowanego basenu, powinien on służyć cumowaniu mniejszych jednostek rybackich w tym łodzi do 12 m długości, które stanowią ponad połowę (54 szt.) wszystkich jednostek zarejestrowanych w porcie Ustka. Ponadto basen będzie stanowił miejsce bezpiecznego cumowania wszystkich innych jednostek rekreacyjnych, których obsługa i zaopatrzenie nie wymagają bezpośredniego dojazdu pojazdami kołowymi od strony lądu.

Przestrzeń projektowanego basenu wielofunkcyjnego umożliwi cumowanie od 30 do 40 szt. jednostek pływających.

W ramach realizacji projektu przewiduje się rozbiórkę istniejącej dalby dewiacyjnej znajdującej się wewnątrz awanportu, wewnątrz projektowanego basenu wielofunkcyjnego.

Inną istotną projektowaną funkcją basenu wielofunkcyjnego będzie umieszczenie w jego południowej części, pokrywającej się z istniejącym slipem, miejsca najazdowego dla bramownicy transportowej dla jednostek pływających o masie do 100 ton. Należy zaznaczyć, że port Ustka aktualnie nie posiada infrastruktury umożliwiającej slipowanie jednostek pływających w sposób inny niż dźwigiem samojezdnym, co wiąże się z ograniczeniem ich wielkości do ok. 12 m długości i masy ok. 35 ton. Możliwość slipowania większych jednostek w porcie Ustka została utracona wraz z demontażem zapadni w Stoczni Ustka. Brak takiej infrastruktury stanowi istotne utrudnienie w funkcjonowaniu portu.

Mając na uwadze uwarunkowania wskazane w punkcie 9. niniejszego opracowania, po przeprowadzeniu odpowiednich analiz proponuje się wykonanie falochronu wewnętrznego w istniejącym awanporcie portu Ustka, który składał się będzie z falochronu czołowego oraz falochronu bocznego. Wykonanie wskazanych elementów spowoduje powstanie dodatkowego kanału wewnątrz awanportu o szerokości od ok. 37÷39 m do min. 29 m.

Falochron czołowy

Głównym elementem decydującym o wygaszeniu fali będzie falochron czołowy w postaci odbijacza fal, który sugeruje się wykonać wg poniższych wariantów:

a) Falochron czołowy - wariant 1 (FC-W1)

Projektuje się falochron czołowy w postaci odbijacza fal o długości ok. 75 m. Monolityczny, żelbetowy falochron posadowiony jest na palach rozmieszczonych równomiernie w sekcjach dylatowanych długości 10 m każda (ostatnia sekcja krótsza) oraz na ścianie szczelnej. Całość zabezpieczona narzutem z elementów prefabrykowanych (narzut pod konstrukcją).

Falochron składa się z:

- pali stalowych rurowych Ø610/20 mm, wypełnionych betonem;
- ścianki szczelnej o wskaźniku wytrzymałości min. 1600 m³;
- nadbudowy żelbetowej o szerokości 7,0 m, wysokości całkowitej 4,5 m. zanurzonej w wodzie na głębokość 0,5 m.

Konstrukcję nawierzchni falochronu stanowi żelbetowa płyta gr. 20 cm. Komora falochronu wypełniona zagęszczonym piaskiem I_s≥0,98. Rzędna nawierzchni od strony kanału portowego +1,80 m n.p.m.

Falochron należy wyposażać w elementy niezbędne w tego typu konstrukcjach, tj. pachoły cumownicze, drabinki ratownicze, stojaki sprzętu ratowniczego oraz odbojnice elastomerowe typu DD300.

Zalety:

- konstrukcja znacznie bardziej odporna na lokalne podmycie i przegłębienie wywołane falowaniem i prądami morskimi;
- możliwość szybkiej naprawy narzutu w przypadku lokalnej utraty stateczności;
- możliwość „sterowania” współczynnikiem odbicia od konstrukcji fali (wsp. tłumienia) poprzez kąt nachylenia narzutu oraz porowatość narzutu (większe bądź mniejsze elementy, ich typ (Rys. 1));
- redukcja wielkości skarpy podwodnej w kierunku toru wodnego (zwiększenie bezpieczeństwa ruchu jednostek pływających na wysokości wejścia do portu).
- duża przestrzeń na koronie falochronu umożliwiającą jej różnorodne zagospodarowanie.

Wady:

- konieczność odpowiedniego wykonania spodu płyty dennej korony falochronu z uwagi na zjawisko kawitacji (działanie dużych ciśnień wody);
- konieczność wykonania uszczelnienia zamków ścianki szczelnej;
- korozja stalowych elementów nośnych (pale, ścianka szczelna).

b) Falochron czołowy - wariant 2 (FC-W2)

Projektuje się falochron czołowy w postaci odbijacza fal o długości ok. 75 m. Monolityczny, żelbetowy falochron wykonany w 10 m sekcjach zamkniętych ścianek szczelnych (możliwe dodatkowo zastosowanie rozpór w postaci rur stalowych), geometrycznie i materiałowo analogiczny do wariantu 1. Całość zabezpieczona narzutem z elementów prefabrykowanych.

Falochron składa się z:

- ścianek szczelnych o wskaźniku wytrzymałości min. 1600 m³;
- nadbudowy żelbetowej o szerokości 7,0 m, wysokości całkowitej 4,5 m. zanurzonej w wodzie na głębokość 0,5 m.

Konstrukcję nawierzchni falochronu stanowi żelbetowa płyta gr. 20 cm. Komora żelbetowego falochronu wypełniona zagęszczonym piaskiem $I_s \geq 0,98$. Rzędna nawierzchni od strony kanału portowego +1,80 m n.p.m.

Komory utworzone przez ścianki szczelne wypełnione zagęszczoną pospółką bądź żwirem.

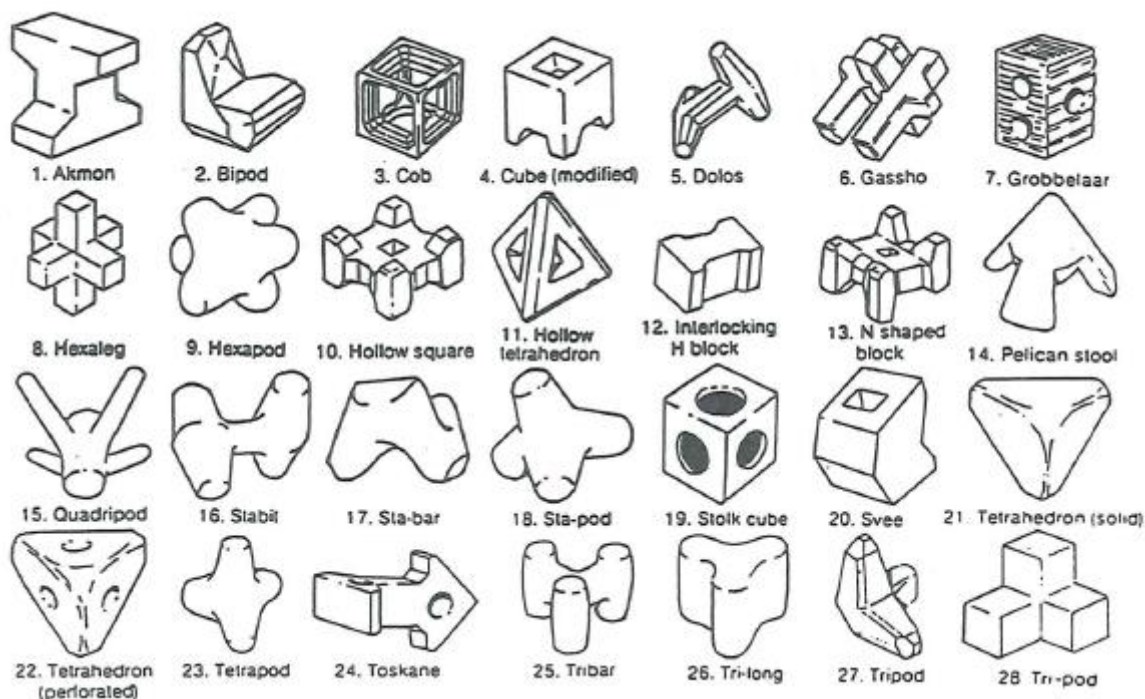
Falochron należy wyposażać w elementy niezbędne w tego typu konstrukcjach, tj. pachoły cumownicze, drabinki ratownicze, stojaki sprzętu ratowniczego oraz odbojnice elastomerowe typu DD300.

Zalety:

- konstrukcja znacznie bardziej odporna na lokalne podmycie i przegłębienie wywołane falowaniem i prądami morskimi;
- możliwość szybkiej naprawy narzutu w przypadku lokalnej utraty stateczności;
- możliwość „sterowania” współczynnikiem odbicia od konstrukcji fali (wsp. tłumienia) poprzez kąt nachylenia narzutu oraz porowatość narzutu (większe bądź mniejsze elementy, ich typ (Rys. 1));
- duża przestrzeń na koronie falochronu umożliwiającą jej różnorodne zagospodarowanie.

Wady:

- korozja stalowych elementów nośnych (ścianka szczelna).
- znaczna szerokość skarpy podwodnej w kierunku toru wodnego (może powodować utrudnienia w ruchu jednostek pływających na wysokości wejścia do portu).



Rys. 4 Bloki kształtowe do budowy falochronów narzutowych [15]

Falochron boczny

W skład systemu tłumiącego falowanie wejdzie też falochron boczny, który sugeruje się wykonać wg poniższych wariantów:

a) Falochron boczny - wariant 1 (FB-W1)

Projektuje się falochron boczny o długości od ok. 163÷230 m (w zależności od wariantu lokalizacji). Monolityczny, żelbetowy falochron wykonany na ściankach szczelnych.

Falochron składa się z:

- ścianek szczelnych o wskaźniku wytrzymałości min. 1600 m³;
- nadbudowy żelbetowej o szerokości 6,2 m, wysokości całkowitej 3,4 m. zanurzonej w wodzie na głębokość 0,5 m;
- komory falowej odpowiedzialnej za dyssypację energii falowania i w konsekwencji zmniejszenie wysokości fali wchodzącej do portu.

Konstrukcję nawierzchni falochronu stanowi żelbetowa płyta gr. 20 cm. Komora żelbetowego falochronu wypełniona zagęszczonym piaskiem $I_s \geq 0,98$. Rzędna nawierzchni od strony kanału portowego +3,00 m n.p.m.

Komory utworzone przez ścianki szczelne wypełnione zagęszczoną pospółką bądź żwirem.

Falochron należy wyposażać w elementy niezbędne w tego typu konstrukcjach, tj. drabinki ratownicze, stojaki sprzętu ratowniczego oraz odbojnice elastomerowe typu DD300.

Zalety:

- konstrukcja znacznie bardziej odporna na lokalne podmycie i przegłębienie wywołane falowaniem i prądami morskimi;
- duża przestrzeń na koronie falochronu umożliwiającą jej różnorodne zagospodarowanie;
- w warunkach zimowych (możliwość oblodzenia) komora falowa będzie mniej skuteczna niż komora ażurowej skrzyni żelbetowej.

Wady:

- korozja stalowych elementów nośnych (ścianka szczelna);
- konstrukcja mniej odporna na lokalne podmycie i przegłębienie wywołane falowaniem i prądami morskimi;

b) Falochron boczny - wariant 2 (FB-W2)

Projektuje się falochron boczny jako falochron skrzyniowy posadowiony bezpośrednio na gruncie o długości ok. 163÷230 m (w zależności od wariantu lokalizacji). Złożony jest on z dwóch skrzyń żelbetowych, z których jedna wypełniona jest piaskiem bądź pospółką, natomiast druga skrzynia o ścianie ażurowej stanowi komorę ekspansji fali i jej zadaniem jest tłumienie falowania. Skrzynia ta zamknięta jest od góry płytą, której konstrukcja również jest ażurowa.

Konstrukcję nawierzchni falochronu stanowi żelbetowa płyta gr. 20 cm. Rzędna nawierzchni od strony kanału portowego +1,80 m n.p.m.

Falochron należy wyposażać w elementy niezbędne w tego typu konstrukcjach, tj. drabinki ratownicze, stojaki sprzętu ratowniczego oraz odbojnice elastomerowe typu DD300.

Zalety:

- konstrukcja żelbetowa, znacznie bardziej odporna na korozję niż elementy stalowe;
- w warunkach zimowych (możliwość oblodzenia) komora ażurowej skrzyni żelbetowej będzie skuteczniejsza niż komora falowa falochronu posadowionego na ściankach szczelnych.
- duża przestrzeń na koronie falochronu umożliwiającą jej różnorodne zagospodarowanie.

Wady:

- konieczność prowadzenia dokładnego nadzoru nad technologią wykonania prefabrykowanych skrzyń żelbetowych;
- konieczność użycia specjalistycznego sprzętu do transportu i posadowienia skrzyń;
- konstrukcja mniej odporna na lokalne podmycie i przegłębienie wywołane falowaniem i prądami morskimi;

Lokalizacja konstrukcji tłumiących falowanie

Ponadto zaproponowano cztery warianty związane z lokalizacją falochronu czołowego i jego połączeniem z falochronem bocznym:

- a) Wariant 1 – falochron czołowy zlokalizowany jest w awanporcie w miejscu istniejących pozostałości po dawnym wygaszaczu fal (w wariantcie tym konieczne

będzie rozbiórka tegoż elementu). Przewiduje się wykonanie falochronu bocznego o długości ok. 163 m.

- b) Wariant 2 – lokalizacja falochronu czołowego jak w wariantcie 1, inne połączenie falochronu czołowego z bocznym; falochron boczny o długości ok. 185 m.
- c) Wariant 3 – falochron czołowy jest cofnięty w głąb awanportu w stosunku do wariantów 1 i 2, połączenie projektowanych falochronów, jak w wariantcie 2. Przewiduje się wykonanie falochronu bocznego o długości ok. 230 m.
- d) Wariant 4 – lokalizacja falochronu czołowego jak w wariantcie 3, połączenie projektowanych falochronów jak w wariantcie 1. Falochron boczny o długości ok. 211 m.

Wszystkie warianty lokalizacyjne wymagają usunięcia istniejącej dalby dewiacyjnej, która może zostać po wykonaniu falochronów odtworzona po przesunięciu jej w kierunku głowicy falochronu zachodniego.

Podsumowując możliwe jest wykonanie konstrukcji w następujących konfiguracjach:

- a) Falochron czołowy w wariantcie 1 (FC-W1) wraz z falochronem bocznym w wariantcie 1 (FB-1), możliwe długości falochronu bocznego w zależności od położenia falochronu czołowego: 162,8 m; 185,6 m; 211,0 m; 230,0 m;
- b) Falochron czołowy w wariantcie 1 (FC-W1) wraz z falochronem bocznym w wariantcie 2 (FB-2), możliwe długości falochronu bocznego w zależności od położenia falochronu czołowego: 162,8 m; 185,6 m; 211,0 m; 230,0 m;
- c) Falochron czołowy w wariantcie 2 (FC-W2) wraz z falochronem bocznym w wariantcie 1 (FB-1), możliwe długości falochronu bocznego w zależności od położenia falochronu czołowego: 162,8 m; 185,6 m; 211,0 m; 230,0 m;
- d) Falochron czołowy w wariantcie 2 (FC-W2) wraz z falochronem bocznym w wariantcie 2 (FB-2), możliwe długości falochronu bocznego w zależności od położenia falochronu czołowego: 162,8 m; 185,6 m; 211,0 m; 230,0 m.

11.0 Uwagi końcowe

- W niniejszym opracowaniu oparto się na istniejących materiałach inwentaryzacyjnych, opracowaniach dotyczących warunków naturalnych panujących w rejonie rozpatrywanych budowli oraz na inwentaryzacjach uzupełniających wykonanych przez autorów niniejszego opracowania.
- Długości i rzędne nowoprojektowanej konstrukcji mogą ulec zmianie po przeprowadzeniu szczegółowych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych.
- Niniejsza koncepcja została wykonana zgodnie z umową, zasadami współczesnej wiedzy technicznej, obowiązującymi w tym zakresie przepisami i normatywami oraz został wykonany w stanie kompletnym z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.
- Prawa autorskie oraz wszelkie prawa związane z niniejszą dokumentacją przechodzą na Zleceniodawcę z chwilą opłacenia wszelkich zobowiązań finansowych w stosunku do autora projektu.