

**BIURO PROJEKTÓW BUDOWNICTWA MORSKIEGO Sp. z o. o.**

80-557 Gdańsk, ul. Narwicka 2D, tel. 058-520-33-03 e-mail: [projmors@projmors.pl](mailto:projmors@projmors.pl)

NR PROJEKTU  
**12124/04/20**

## **EKSPERTYZA**

TREŚĆ OPRACOWANIA:

**EKSPERTYZA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO  
KONSTRUKCJI NABRZEŻA OBROŃCÓW WESTERPLATTE  
W PORCIE GDAŃSKIM**

BRANŻA: **HYDROTECHNICZNA**

INWESTOR: **ZARZĄD MORSKIEGO PORTU GDAŃSK S.A.**  
ul. Zamknięta 18, 80-955 Gdańsk

AUTOR OPRACOWANIA NR UPRAWNIEŃ SPECJALNOŚĆ	<b>mgr inż. Jerzy Drążkiewicz</b> Upr. bud. Nr GT-III 630/116/75  <b>mgr inż. Martyna Golan</b> Upr. bud. Nr POM/0145/PBH/19	
SPRAWDZAJĄCY NR UPRAWNIEŃ SPECJALNOŚĆ	<b>dr inż. Walery Licznarowski</b> Upr. bud. Nr 134/Gd/98	
GENERALNY PROJEKTANT	<b>dr inż. Walery Licznarowski</b>	

Rozwiązanie techniczne przedstawione w niniejszym opracowaniu stanowi wyłączną własność "PROJMORS" BPBM Sp. z o. o. w Gdańsku. Wykorzystywanie i udostępnianie osobom trzecim - jedynie na podstawie pisemnego zezwolenia Dyrektora "PROJMORS" BPBM Sp. z o. o.

DOKUMENTACJĘ WYKONANO  
GDAŃSK, **WRZESIEŃ 2020 r.**

12124/04/20	-	-	2	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

PROJMORS BIURO PROJEKTÓW BUDOWNICTWA MORSKIEGO Sp. z o. o.

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Treść opracowania: **EKSPERTYZA AKTUALNEGO STANU  
TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI NABRZEŻA  
OBROŃCÓW WESTERPLATTE  
W PORCIE GDAŃSKIM**

Nr proj.  
**12124/04/20**

Lp.	Części składowe opracowania
<b>I</b>	<b>OPIS TECHNICZNY</b>
<b>II</b>	<b>ZAŁĄCZNIKI:</b> Nr 1. Wykaz robót do wykonania wraz z szacunkowymi kosztami napraw Nr 2. Profil podłużny wyników badań podłoża gruntowego Nr 3. Tabela parametrów geotechnicznych
<b>III</b>	<b>RYSUNKI:</b> 01. Plan orientacyjny 02. Odcinek 17-17a. Plan sytuacyjny nabrzeża. 03. Odcinek 17-17a. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 04. Odcinek 17a-17a'. Plan sytuacyjny nabrzeża. 05. Odcinek 17a-17a'. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 06. Odcinek 17a'-17b. Plan sytuacyjny nabrzeża. 07. Odcinek 17a'-17b. Charakterystyczne przekroje nabrzeża. 08. Odcinek 17b-17b'. Plan sytuacyjny nabrzeża. 09. Odcinek 17b-17b'. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 10. Odcinek 17b'-17c. Plan sytuacyjny nabrzeża. 11. Odcinek 17b'-17c. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 12. Odcinek 17c-17d. Plan sytuacyjny nabrzeża. 13. Odcinek 17c-17d. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 14. Odcinek 17d-17e. Plan sytuacyjny nabrzeża. 15. Odcinek 17d-17e. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 16. Odcinek 17e-17f. Plan sytuacyjny nabrzeża. 17. Odcinek 17e-17f. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 18. Odcinek 17f-18. Plan sytuacyjny nabrzeża. 19. Odcinek 17f-18. Charakterystyczny przekrój nabrzeża. 20. Odcinek 18-19. Plan sytuacyjny nabrzeża. 21. Odcinek 18-19. Charakterystyczny przekrój nabrzeża.

12124/04/20	-	-	3	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## SPIS TREŚCI

<b>1.0. WSTĘP.....</b>	<b>7</b>
1.1 Podstawa opracowania .....	7
1.2 Przedmiot i zakres opracowania .....	7
1.3 Materiały wykorzystane w opracowaniu .....	7
<b>2.0. DANE OGÓLNE .....</b>	<b>8</b>
2.1 Lokalizacja nabrzeża .....	9
2.2 Charakterystyczne poziomy wody .....	9
2.3 Geologia .....	9
2.3.1 Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne .....	10
2.3.2 Przyjęte parametry geotechniczne .....	10
<b>3.0. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA NABRZEŻA.....</b>	<b>12</b>
<b>4.0. ODCINEK 17-17a o długości L=239,6m .....</b>	<b>12</b>
4.1 Konstrukcja nabrzeża .....	12
4.2 Wyposażenie nabrzeża.....	13
4.2.1 Przystań niska.....	13
4.2.2 Odcinek 17-17a poza przystanią niską.....	13
4.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	14
4.4 Opis stanu istniejącego .....	14
4.4.1 Część nadwodna.....	15
4.4.2 Część podwodna.....	16
4.5 Obliczenia stateczności nabrzeża .....	17
4.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe.....	17
4.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	17
4.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	19
4.5.4 Wnioski z obliczeń.....	19
4.6 Wnioski, uwagi.....	19
<b>5.0. ODCINEK 17a -17a' o długości L=180,7 m .....</b>	<b>20</b>
5.1 Konstrukcja nabrzeża .....	20
5.2 Wyposażenie nabrzeża.....	20
5.3 Parametry techniczno – użytkowe nabrzeża .....	21
5.4 Opis stanu istniejącego .....	22
5.4.1 Część nadwodna.....	22
5.4.2 Część podwodna.....	24
5.5 Obliczenia stateczności nabrzeża .....	24
5.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe.....	24

12124/04/20	-	-	4	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

5.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	25
5.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	27
5.5.4	Wnioski z obliczeń.....	27
5.6	Wnioski, uwagi.....	27
<b>6.0.</b>	<b>ODCINEK 17a'-17b o długości L=522,0 m .....</b>	<b>28</b>
6.1	Konstrukcja nabrzeża .....	29
6.2	Wyposażenie nabrzeża.....	30
6.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	31
6.4	Opis stanu istniejącego .....	32
6.4.1	Część nadwodna.....	32
6.4.2	Część podwodna.....	33
6.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	34
6.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	34
6.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	34
6.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	36
6.5.4	Wnioski z obliczeń.....	36
6.6	Wnioski, uwagi.....	36
<b>7.0.</b>	<b>ODCINEK 17b-17b' o długości L=109,1 m.....</b>	<b>37</b>
7.1	Konstrukcja nabrzeża .....	37
7.2	Wyposażenie nabrzeża.....	37
7.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	38
7.4	Opis stanu istniejącego .....	38
7.4.1	Część nadwodna.....	38
7.4.2	Część podwodna.....	39
7.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	40
7.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	40
7.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	40
7.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	42
7.5.4	Wnioski z obliczeń.....	42
7.6	Wnioski, uwagi.....	42
<b>8.0.</b>	<b>ODCINEK 17b'-17c o długości L=83,9 m .....</b>	<b>43</b>
8.1	Konstrukcja nabrzeża .....	43
8.2	Wyposażenie nabrzeża.....	43
8.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	44
8.4	Opis stanu istniejącego .....	45
8.4.1	Część nadwodna.....	46
8.4.2	Część podwodna.....	46
8.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	47

12124/04/20	-	-	5	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

8.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	47
8.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	47
8.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	49
8.5.4	Wnioski z obliczeń.....	49
8.6	Wnioski, uwagi.....	49
<b>9.0.</b>	<b>ODCINEK 17c-17d o długości L=109,3 m .....</b>	<b>50</b>
9.1	Konstrukcja nabrzeża .....	50
9.2	Wyposażenie nabrzeża.....	50
9.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	51
9.4	Opis stanu istniejącego .....	52
9.4.1	Część nadwodna.....	52
9.4.2	Część podwodna.....	53
9.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	53
9.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	53
9.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	54
9.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji .....	58
9.5.4	Wnioski z obliczeń.....	58
9.6	Wnioski, uwagi.....	58
<b>10.0.</b>	<b>ODCINEK 17d-17e o długości L=44,0 m.....</b>	<b>59</b>
10.1	Konstrukcja nabrzeża .....	59
10.2	Wyposażenie nabrzeża.....	59
10.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	60
10.4	Opis stanu istniejącego .....	61
10.4.1	Część nadwodna.....	61
10.4.2	Część podwodna.....	62
10.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	63
10.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	63
10.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	63
10.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji.....	65
10.5.4	Wnioski z obliczeń.....	65
10.6	Wnioski, uwagi.....	65
<b>11.0.</b>	<b>ODCINEK 17e-17f o długości L=28,4 m.....</b>	<b>66</b>
11.1	Konstrukcja nabrzeża .....	66
11.2	Wyposażenie nabrzeża.....	67
11.3	Parametry techniczno - użytkowe nabrzeża .....	68
11.4	Opis stanu istniejącego nabrzeża .....	68
11.4.1	Część nadwodna.....	68
11.4.2	Część podwodna.....	69

12124/04/20	-	-	6	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

11.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	69
11.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	69
11.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	70
11.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji.....	72
11.5.4	Wnioski z obliczeń.....	72
11.6	Wnioski, uwagi.....	72
<b>12.0.</b>	<b>ODCINEK 17f-18 o długości L=33,7 m .....</b>	<b>73</b>
12.1	Konstrukcja nabrzeża .....	73
12.2	Wyposażenie nabrzeża.....	74
12.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	74
12.4	Opis stanu istniejącego.....	74
12.4.1	Część nadwodna.....	74
12.4.2	Część podwodna.....	75
12.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	75
12.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	75
12.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	75
12.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji.....	77
12.5.4	Wnioski z obliczeń.....	77
12.6	Wnioski, uwagi.....	77
<b>13.0.</b>	<b>ODCINEK 18-19 o długości L=90,2 m.....</b>	<b>78</b>
13.1	Konstrukcja nabrzeża .....	79
13.2	Wyposażenie nabrzeża.....	80
13.3	Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża .....	81
13.4	Opis stanu istniejącego.....	81
13.4.1	Część nadwodna.....	81
13.4.2	Część podwodna.....	81
13.5	Obliczenia stateczności nabrzeża .....	82
13.5.1	Przyjęte założenia obliczeniowe .....	82
13.5.2	Wyniki obliczeń ścianki szczelnej .....	82
13.5.3	Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji.....	84
13.5.4	Wnioski z obliczeń.....	84
13.6	Wnioski, uwagi.....	84
<b>14.0.</b>	<b>WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>85</b>

12124/04/20	-	-	7	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## I. OPIS TECHNICZNY

### do ekspertyzy aktualnego stanu technicznego konstrukcji nabrzeża Obrońców Westerplatte w Porcie Gdańskim

#### 1.0. WSTĘP

##### 1.1 Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie Zarządu Morskiego Portu Gdańsk S.A. na podstawie umowy nr U/002/IUH/2/20 z dnia 06.04.2020 r.

##### 1.2 Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna dotycząca oceny aktualnego stanu technicznego nabrzeża Obrońców Westerplatte w Porcie Gdańsk.

W opinii zawarto następujący zakres:

- Określenie stanu technicznego części nadwodnej nabrzeża,
- Określenie stanu technicznego części podwodnej nabrzeża wraz z pomiarami grubości płaszcza brusek stalowej ścianki szczelnej,
- Obliczenia nośności nabrzeża z uwagi na wytrzymałość skorodowanej ścianki szczelnej,
- Uwagi i wnioski dotyczące możliwości bezpiecznej eksploatacji nabrzeża,
- Wykaz robót do wykonania wraz z szacunkowymi kosztami napraw.

W opinii wykorzystano dokonaną inwentaryzację nabrzeża według stanu na sierpień 2020 r. oraz przegląd podwodny nabrzeża [1] wykonany przez AQUAMOR, a także wyniki badań podłoża gruntowego wykonanych przez INGEO [2].

##### 1.3 Materiały wykorzystane w opracowaniu

Przy opracowaniu niniejszej ekspertyzy wykorzystano następujące materiały:

- [1.a] „Badanie części podwodnej nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17-17a’ wykonane przez AQUAMOR w czerwcu 2020 r.;
- [1.b] „Badanie części podwodnej nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17a’-17b wykonane przez AQUAMOR w czerwcu 2020 r.;
- [1.c] „Badanie części podwodnej nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19 wykonane przez AQUAMOR w czerwcu 2020 r.;
- [2]. Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego opracowana w czerwcu 2020 r. przez INGEO Gdańsk;
- [3]. Ekspertyza dotycząca oceny stanu technicznego konstrukcji nabrzeża im. Obrońców Westerplatte na odcinkach 17 – 17a’ , 17a’ - 17b , 17b – 17b’ , 17b’ – 17c , 17c – 17d , 17d – 17e i 17f – 19 o całkowitej długości 1232 m w Porcie Gdańskim wykonana przez PROJMORS w październiku 2018 r.

12124/04/20	-	-	8	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- [4]. Mapa do celów informacyjnych;
- [5]. Planszet sondażowy nr 83/2019 oraz 91/2019 z lipca 2019 r.;
- [6]. „Instrukcja użytkowania nabrzeże im. Obrońców Westerplatte” wykonana przez Aquaprojekt we wrześniu 2008r.;
- [7]. „Projekt budowlany przebudowy odcinka 17-17a nabrzeża im. Obrońców Westerplatte w Porcie Gdańskim” wykonany przez Aquaprojekt w marcu 2009 r.;
- [8]. „Projekt budowlany przebudowy przystani niskiej Nabrzeża Obrońców Westerplatte w Porcie Gdańskim” wykonany przez Wuprohyd w styczniu 2013r.;
- [9]. „Projekt budowlany nabrzeża im. Obrońców Westerplatte w Gdańsku. Odcinek 17-17a’ długości 180,5 m. Aktualizacja 2011 r. (branża hydrotechniczna)” wykonany przez Aquaprojekt w grudniu 2011 r.;
- [10]. „Projekt wykonawczy przebudowy nabrzeża belkowo-komorowego na odcinku 17a’-17b długości 522 m” wykonany przez Aquaprojekt w czerwcu 2004 r.;
- [11]. Projekt wykonawczy „Dostosowanie konstrukcji nabrzeża im. Obrońców Westerplatte do obsługi promów i Ro-Ro (na odcinku 17b-17c-17d)” wykonany przez Aquaprojekt w kwietniu 2002 r.;
- [12]. Projekt budowlano-wykonawczy „Dostosowanie konstrukcji nabrzeża Westerplatte i obiektów do obsługi promów w Porcie Gdańsk. Projekt zamienny konstrukcji nabrzeża dla zmniejszonych obciążeń (na odcinku 17b’-17c)” wykonany przez Aquaprojekt w czerwcu 2003 r.;
- [13]. „Stanowisko Ro-Ro ze stałą pochylnią przy nabrzeżu Westerplatte. Konstrukcja nadwodna i wyposażenie. Dokumentacja powykonawcza” wykonana przez BUDMORS w grudniu 1995 r.;
- [14]. Protokół z okresowej kontroli 5-letniej stanu sprawności technicznej i wartości użytkowej całego obiektu budowlanego przeprowadzonej w dniach: VIII-IX 2016 r. w obiekcie: Nabrzeże im. Obrońców Westerplatte. Protokół nr 22/0023 wykonany przez WUPROHYD z dnia 22.09.2016 r.;
- [15]. „Morskie budowle hydrotechniczne. Zalecenia do projektowania i wykonywania Z1-Z45” pod redakcją B. Mazurkiewicza, Gdańsk 2008 r.;
- [16]. Album nabrzeży oraz karty katalogowe;
- [17]. Obowiązujące normy i przepisy;
- [18]. Wizja lokalna z dokonaną inwentaryzacją nabrzeża dokonana w sierpniu 2020 r.

## 2.0. DANE OGÓLNE

W poprzedniej ekspertyzie [3] opracowanej dla nabrzeża im. Obrońców Westerplatte nie ujęto, z różnych przyczyn, następujących części nabrzeża na odcinkach:

- 17a – 17a’ o długości 180,7 m (z uwagi na przebudowę),
- 17e – 17f o długości 28,4 m (rampa).



12124/04/20	-	-	9	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wymienione fragmenty nabrzeża ujęto w niniejszej ekspertyzie, a zatem przedmiotem analizy było nabrzeże o łącznej długości 1440,9 m.

Z uwagi na rozbieżne charakterystyki gruntów, zalecono w poprzedniej ekspertyzie wykonanie kontrolnych badań podłoża gruntowego i wykonanie ponownych obliczeń nośności nabrzeża co zawarto w niniejszym opracowaniu.

Wyniki ponownego badania podłoża gruntowego przedstawiono w [2] wraz z charakterystycznymi parametrami gruntów uzyskanymi w oparciu o określone badania laboratoryjne z wykorzystaniem stosownych urządzeń.

## 2.1 Lokalizacja nabrzeża

Nabrzeże im. Obrońców Westerplatte stanowi obudowę wschodniego brzegu Kanału Portowego Portu Gdańsk na odcinku od Basenu Amunicyjnego do Nabrzeża Bazy Oznakowania Nawigacyjnego (BON) Urzędu Morskiego w Gdyni (rys. 01).

Wymienione nabrzeże usytuowane jest w północno-wschodniej części Gdańska, na Wyspie Portowej. Ten fragment terenu, tworzący półwysep (niezamieszkały i zalesiony), jest zlokalizowany między Zatoką Gdańską i zakolem Martwej Wisły nazywanym Zakrętem Pięciu Gwizdków.

## 2.2 Charakterystyczne poziomy wody

Z okresu dwudziestolecia z lat 1988 – 2007 charakterystyczne stany wody wg stacji pomiarowej IMGW Gdańsk Port Północny są następujące (wartości w układzie Kronsztadt):

Poziom morza	[cm]	Rok	Okres obserwacji
Najwyższy z najwyższych zaobserwowanych w okresie <b>WW</b>	664 644	16.12.1843 23.11.2004	1988-2007
Średni z najwyższych zaobserwowanych poziomów w okresie <b>SWW</b>	606	-	1988-2007
Średni ze wszystkich zaobserwowanych poziomów morza w okresie <b>SW</b>	513	-	1988-2007
Średni z najniższych poziomów zaobserwowanych w okresie <b>SNW</b>	453	-	1988-2007
Najniższy z najniższych zaobserwowanych w okresie <b>NW</b>	432	-	1988-2007
Bezwzględnie najniższy ( <i>najniższy z najniższych znanych</i> ) <b>NNW</b>	395 414	20.01.1887 04.11.1979	

## 2.3 Geologia

Z dokumentacji obejmującej wyniki badań podłoża gruntowego [2] przywołano fragment (z opisu technicznego) charakteryzujący (w sposób ogólny) warunki geologiczne w obrębie nabrzeża.

Podkreśla się, że w badanym terenie (wzdłuż nabrzeża na całej jego długości) występują skomplikowane warunki gruntowo-wodne z licznymi przewarstwieniami gruntów organicznych w obrębie utworów niespoistych.

12124/04/20	-	-	10	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

### 2.3.1 Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Od powierzchni na badanym terenie występują nasypy budowlane oraz niebudowlane. Nasypy osiągały maksymalną miąższość ok. 3,5 m. Poniżej nasypów stwierdzono występowanie utworów niespoistych reprezentowanych przez piaski drobne, lokalnie przewarstwione przez namuły oraz lokalnie z domieszką części organicznych. Oprócz piasków drobnych występowały również piaski średnie. Lokalnie w obrębie gruntów niespoistych stwierdzono występowanie holocenijskich gruntów spoistych wykształconych w postaci glin piaszczystych i piasków gliniastych przewarstwionych glinami pylastymi w stanie plastycznym i twardoplastycznym. Poniżej warstwy utworów niespoistych zalegały utwory organiczne wykształcone głównie w postaci namułów i namułów piaszczystych w stanie miękkoplastycznym i plastycznym, lokalnie torfów, miejscami przewarstwionych przez piaski drobne oraz z dodatkiem muszli. Grunty organiczne poprzecinane były przez warstwy gruntów piaszczystych, które również przewarstwione były przez grunty organiczne oraz muszle. Poniżej gruntów organicznych nawiercono utwory niespoiste reprezentowane przez piaski drobne oraz średnie, lokalnie z domieszką żwirów w stanie od średniozagęszczonego do bardzo zagęszczonego. W obrębie utworów niespoistych stwierdzono również występowanie plejstoceńskich utworów spoistych w stanie plastycznym i twardoplastycznym reprezentowanych przez gliny piaszczyste i gliny pylaste zwięzłe.

Podczas prac badawczych stwierdzono występowanie wody gruntowej. W badanym podłożu występują dwie warstwy wodonośne. W przypadku obu warstw zwierciadło wody miało charakter napięty, a w przypadku pierwszej warstwy również swobodny. Zwierciadło wody pierwszej warstwy wodonośnej stabilizowało się na głębokości od ok. 1,9 m p.p.t. do ok. 2,3 m p.p.t., co daje średnią rzędną wynoszącą (-)0,28 m n.p.m. Zwierciadło wody drugiej warstwy wodonośnej stabilizowało się na głębokości od ok. 3,15 m p.p.t. do ok. 3,4 m p.p.t., co odpowiada średniej rzędnej wynoszącej ok. (-)1,40 m n.p.m.

Z przeprowadzonych badań agresywności wody w stosunku do betonu wynika, że woda pobrana z otworu OTW-4 wykazuje średnią agresję chemiczną w stosunku do betonu (klasa ekspozycji betonu – XA2). Woda pobrana z otworu OTW-6 wykazuje co najmniej silną agresję chemiczną względem betonu (klasa ekspozycji betonu – XA3).

Na rysunkach przekroji nabrzeża przedstawiono także profile geotechniczne charakteryzujące podłoże gruntowe, w oparciu o które wykonano także stosowne obliczenia.

### 2.3.2 Przyjęte parametry geotechniczne

W dokumentacji badań podłoża gruntowego [2], w tabeli parametrów geotechnicznych, przedstawione charakterystyczne parametry geotechniczne (gęstość objętościowa, kąt tarcia wewnętrznego i spójność) dla gruntów niespoistych oraz glin ustalono metodą B w oparciu o normę PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”. Natomiast dla gruntów organicznych jak torfy i namuły analogiczne parametry ustalono w oparciu o badania laboratoryjne w aparacie bezpośredniego ścinania (według PKN-CEN

12124/04/20	-	-	11	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

ISO/TS 17892-10) lub badania przeprowadzone w aparacie trójosiowym (według PN-EN iso 17892-9-2018-05; PKN-CEN ISO/TS 17892-8).

Uzyskane wartości parametry charakterystyczne gruntów nienośnych są jak dla tego rodzaju gruntów „nazbyt dobre” wręcz określają te grunty jako dalece „lepsze” od nośnych gruntów mineralnych zalegających w podłożu na większej głębokości. Wprawdzie wykonawca, w odniesieniu do badań przeprowadzonych w aparacie trójosiowym w opisie (pkt 3.2.f) podaje, cytując:

*„W celu określenia dokładniejszych, bardziej reprezentatywnych wartości należy zwiększyć zakres badań wytrzymałościowych gruntów”*

Ale nie zmienia to w ogólności znacznych wartości parametrów charakterystycznych gruntów nienośnych.

W związku z powyższym do obliczeń statycznych w niniejszej ekspertyzie przyjęto w oparciu o zalecenia PN-81/B-03020 odnośnie obliczeń dla parametru geotechnicznego wyznaczonego metodą A następującą metodykę postępowania :

1. Przyjęto do obliczeń wyniki uzyskane z badań w aparacie bezpośredniego ścinania (wyniki uzyskane w oparciu o większą ilość badanych próbek).
2. Wartość charakterystyczną parametru geotechnicznego (wyznaczonego metodą A) obliczono według wzoru

$$x^{(n)} = \frac{1}{N} \sum x_i$$

$x_i$  – wyniki oznaczenia danej cechy,

$N$  – liczba oznaczeń

3. Wartość obliczeniową parametru geotechnicznego obliczono według wzoru

$$x^{(r)} = \gamma_m \cdot x^{(n)}$$

$\gamma_m$  – współczynnik materiałowy.

Współczynnik  $\gamma_m$ , dla parametru oznaczanego metodą A, obliczono według wzoru

$$\gamma_m = 1 \pm \frac{1}{x^{(n)}} \left[ \frac{1}{N} \sum (x_i - x^{(n)})^2 \right]^{1/2}$$

(nie należy przyjmować  $\gamma_m$  bliższych jedności niż  $\gamma_m = 0,9$  i  $\gamma_m = 1,1$ )

W efekcie powyższego dla gruntów nienośnych przyjęto następujące wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych:

Oznaczenie parametru	Wartości z badań laboratoryjnych					Średnia wartość charakterystyczna $x^{(n)}$	Współczynnik materiałowy $\gamma_m$	Wartość obliczeniowa $x^{(r)}$
Kąt tarcia wewnętrznego $\varphi$ [°]	31	34	33	33	28	31,8	0,9	28,5
Spójność $c$ [kPa]	25	31	26	14	8	20,8	0,6	12,5

12124/04/20	-	-	12	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

### 3.0. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA NABRZEŻA

Nabrzeże Obrońców Westerplatte usytuowane jest na prawym brzegu Kanału Portowego między Bazą Oznakowania Nawigacyjnego Urzędu Morskiego w Gdyni, a obrotnicą portową o średnicy  $D=170$  m zlokalizowaną w wejściu do portu. W planie linia odwodna nabrzeża w większości ukształtowana jest w łuku, a także jest załamana utrudniając eksploatację nabrzeża.

Nabrzeże podzielono na odcinki charakterystyczne uwzględniając konstrukcję oraz możliwości eksploatacyjne. Poczynając od części czołowej (przy obrotnicy) nabrzeża wyróżnić można:

- Odcinek **17-17a** (w większości w linii prostej) o długości całkowitej linii cumowniczej 239,6 m (21,1+218,5 m);
- Odcinek **17a-17a'** (w łuku) o długości 180,7 m;
- Odcinek **17a'-17b** ukształtowany w linii prostej o długości 522,0 m;
- Odcinek **17b-17b'** ukształtowany w linii prostej o długości 109,1 m;
- Odcinek **17b'-17c** ukształtowany w linii prostej o długości 83,9 m;
- Odcinek **17c-17d** ukształtowany w linii prostej o długości 109,3 m;
- Odcinek **17d-17e** ukształtowany w linii prostej o długości 44,0 m;
- Odcinek **17e-17f** (rampa) prostopadły do zasadniczej linii nabrzeża o długości 28,4 m;
- Odcinek **17f-18** bezpośrednio poza rampą o długości 33,7 m;
- Odcinek **18-19** ukształtowany w linii prostej o długości 90,2 m.

Łączna długość linii odwodnej nabrzeża pomiędzy charakterystycznymi punktami 17-19 wynosi 1440,9 m.

Usytuowanie poszczególnych odcinków nabrzeża pokazano na rysunku 01.

### 4.0. ODCINEK 17-17a o długości $L=239,6$ m

Na rozpatrywanym odcinku nabrzeże stanowi obudowę prawego brzegu Kanału Portowego w północnej części nabrzeża. Nabrzeże zbudowano w latach 1954-56. Część czołową nabrzeża na długości około 21,1 m przebudowano około 2015 r. wraz z wykształceniem w nadbudowie przystani niskiej dla motorówek.

Nabrzeże obecnie wykorzystywane jest jako miejsce postojowe dla holowników portowych.

#### 4.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże, poza częścią czołową, ukształtowane jest w postaci lekkiej oczepowej konstrukcji ze stalowej ścianki szczelnej z brusów Larssen III zwińczonych w części głowicowej żelbetowym oczepem (rys. 03).

Ścianka szczelna kotwiona jest stalowymi ściągami (w rozstawie co 2,4 m) do pionowych żelbetowych tarcz kotwiących.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu, w pasie szerokości 7 m, zalega w poziomie umocnione workami geotekstylnymi o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionymi piaskiem. Dalej dno w

12124/04/20	-	-	13	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

nachyleniu z przejściem aż do dna w Kanale Portowym. Przestrzenie we wnękach brusów stalowej ścianki szczelnej wypełnione „małymi” workami z tkaniny polipropylenowej (o wymiarach około 20x30x50 cm) wypełnionych piaskiem z dodatkiem cementu.

## 4.2 Wyposażenie nabrzeża

### 4.2.1 Przystań niska

- Urządzenia cumownicze:
  - Na niskim poziomie przystani dwa pachoły ze stalowej rury wypełnionej betonem;
  - Na poziomie korony nabrzeża trzy pachoły stalowe (największa siła zrywająca 25 kN);
  - Pachoły o wymaganej kolorystyce, nie oznakowane numerami.
- Urządzenia odbojowe:
  - Opony staroużyteczne.
- Barierka ochronna w wymaganej kolorystyce.
- Sprzęt ratowniczy mocowany do barierki przystani niskiej.

### 4.2.2 Odcinek 17-17a poza przystanią niską

- Urządzenia cumownicze pierwszej linii:
  - 12 pachołów żeliwnych ZL-30 (nr 4-15);
  - Pachoły w wymaganej kolorystyce oznakowane malowanymi numerami.
- Urządzenia cumownicze drugiej linii:
  - Dziewięć pachołów granitowych zamocowanych w specjalnych blokach (nieoznaczone oprócz nr 1);
  - Pięć pachołów ZL-15, zamocowanych w specjalnych blokach po pierwotnych pachołach granitowych, oznaczone nr 3, 6a, 7a, 9a, 10a;
  - Cztery pachoły żeliwne ZL-70 oznaczone nr 2, 5a, 12a, 15a;
  - Pachoły w wymaganej kolorystyce oznakowane numerami malowanymi.
- Urządzenia odbojowe:
  - Opony staroużyteczne w rozstawie co około 2 m.
- Drabinki wyjściowe szt. 5.
- Tablica o zakazie kotwiczenia na wysokości pachoła nr 9.
- Stojak ze sprzętem ratowniczym na barierce przystani niskiej oraz na słupie latarni na wysokości pachołów nr 11 i 14.
- Konstrukcja umocnienia dna o rzędnej korony -7,50 m, stabilizująca dno akwenu, w formie umocnienia z worków geotekstylnych o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionych piaskiem i wzajemnie połączonych, ułożonych na przyszpilkowanej do podłoża warstwie geowłókniny technicznej.

12124/04/20	-	-	14	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Przestrzenie powstałe we wnękach brusew stalowej ścianki szczelnej wyłożono „małymi” workami z tkaniny polipropylenowej o wymiarach około 20x30x50 cm, wypełnionymi piaskiem z dodatkiem cementu.

### 4.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 239,6 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -7,50 m w pasie szerokości 7,0 m, przy dnie umocnionym;
- Głębokość dopuszczalna: -7,80 m w pasie szerokości 7,0 m;
- Przy dnie nieumocnionym: głębokość techniczna -7,50 m w pasie szerokości 7,0 m, a dopuszczalne -7,80 m;
- Rzędna korony nabrzeża +1,98 mKr (+2,00 mA);
- Dopuszczalne obciążenie naziomu 10 kN/m<sup>2</sup> w pasie o szerokości 15 m;
- Dno nieumocnione na pododcinku 17-17' o długości około 131 m;
- Dno umocnione na pododcinku 17'-17a o długości 100 m, rzędna korony umocnienia - 7,50 m;
- Układ dna: w pasie o szerokości 7,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu dno poziome, dalej przejście skarpą do rzędnych dna istniejącego w Kanale Portowym.

### 4.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 1. Widok przystani niskiej od strony wody

12124/04/20	-	-	15	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 2. Ściana czołowa (odwodna) nadbudowy nabrzeża z ochronnymi oponami staroużytecznymi

#### 4.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża nadbudowa pozostaje w dobrym stanie technicznym. Drobne spękania oczepu lub uszkodzenia zaznaczono na planie (rys. 02). W naziomie nabrzeża nawierzchnia nieutwardzona – trawiasta z podejściami, co około 25 m, w postaci chodników. W drugiej linii nabrzeża przebiega droga komunikacyjna.

W drabinkach wyjściowych widoczne są złuszczenia powłoki antykorozyjnej szczebli.

W zestawie sprzętu ratunkowego brak bosaka.

Dopuszczalne obciążenie nabrzeża według Instrukcji użytkowania [6] wynosi  $5 \text{ kN/m}^2$ . Na nabrzeżu ustawione są tablice z informacją o dopuszczalnym obciążeniu roboczym naziomu nabrzeża o wartości  $10 \text{ kN/m}^2$  w pasie szerokości 15 m od odwodnej krawędzi nabrzeża.



12124/04/20	-	-	16	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 3. Widok fragmentu naziemu nabrzeża (nawierzchnia nieutwardzona – trawiasta)

#### 4.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nie stwierdzono nieszczelności w miejscu połączenia stalowej ścianki szczelnej z oczepem. Stwierdzono natomiast liczne naprawy ścianki szczelnej, które są w dobrym stanie, a które zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.a].

Na wysokości między pachołami 12 i 13 pod wodą w 6 wnękach ścianki szczelnej przebiegają (w stalowych osłonach) kable energetyczne.

Badanie stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie nieszczelności w postaci otworów perforacyjnych występujących na głębokości do 0,5 m poniżej oczepu na całej długości badanego odcinka nabrzeża. Nie zauważono wysypu piasku spoza ścianki szczelnej.

Stwierdzono także liczne „rozpięcia” (rozejścia się) zamków brusów, zlokalizowanych przy dnie, na wysokości 1÷1,5 m. Poza jednym przypadkiem tj. między pachołami nr 10 i 11 (gdzie występuje szczelina szerokości 1,5 cm) – nie występują szczeliny w miejscu zamków. W porównaniu z poprzednią ekspertyzą [3] jest to element nowy świadczący o częściowym zużyciu konstrukcji. Istniejącą szczelinę należy załatać, a braki rozszczelnienia zamków, (określone w [1.a]), obserwować podczas kolejnych badań – najdalej za 2 – 3 lata.

Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1,0 m; -3,0 m; -6,0 m oraz przy dnie. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10



12124/04/20	-	-	17	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

m. Badania wykazały liczne ubytki korozyjne materiału dochodzące do ponad 5 mm. Nie różnią się one znacznie od analogicznych pomiarów z 2018 r. Wyniki badań przedstawiono w [1.a].

Nie jest znany gatunek stali z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 7,0 m przy nabrzeżu występują miejscowo przegłębienia do 50 cm, w stosunku do głębokości dopuszczalnej -7,80 m (w rejonie przystani niskiej oraz od pachoła nr 13 do punktu 17a).

Na odcinku od pachoła nr 8 do przystani niskiej, bezpośrednio przy nabrzeżu, występują spłycenia dna o ok. 30 cm względem głębokości technicznej (-7,50 m).

## 4.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 4.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

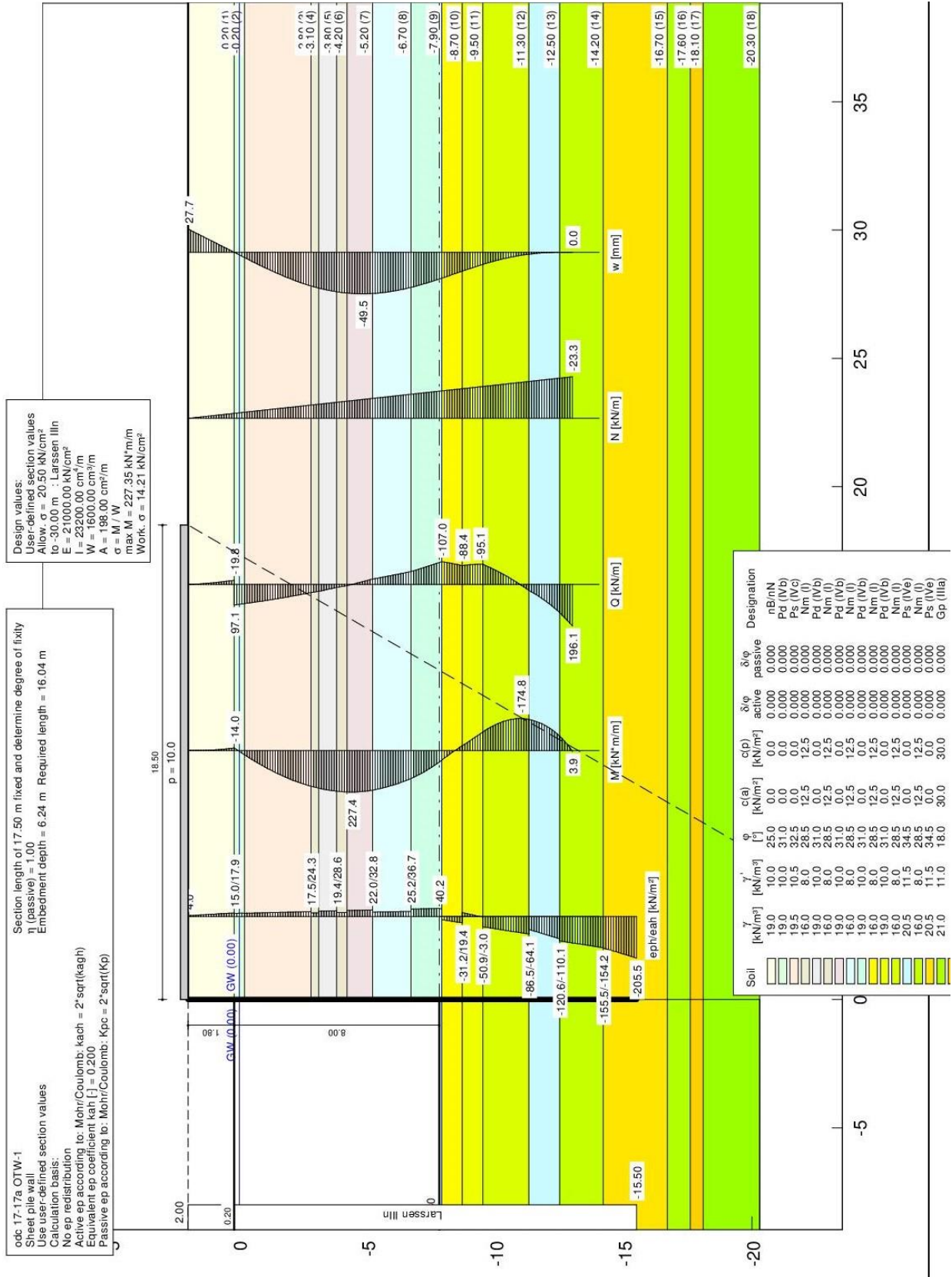
- Typ nabrzeża - oczepowe ze ściągami kotwiącymi na poziomie +0,20 m,
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -7,80 m,
- Stalowa ścianka szczelna Larssen typu III n o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $10 \text{ kN/m}^2$  w pasie 15 m od linii cumowniczej;
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: OTW-1.

### 4.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.

12124/04/20	-	-	18	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klucz dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 227 \text{ kNm}$  na rzędnej -4,4 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{227 \cdot 100}{1600} = 14,19 \text{ kN/cm}^2 = \mathbf{141,9 \text{ MPa}} < k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	19	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołanych maksymalnym momentem zginającym nie przekracza wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

#### 4.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17-17a” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach  $\sim -1,0$  m (pod oczepem);  $-3,0$  m;  $-6,0$  m i  $\sim -7,5$  m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	$Wx'$ [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
-1,0	91	3,10	1219	75
-3,0	203	2,40	1304	156
-6,0 ( $M_{MAX}$ )	227	1,93	1363	167
-7,5 (dno)	92	1,98	1356	68

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

#### 4.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

#### 4.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 20%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości  $10$  kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości  $15$  m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	20	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 5.0. ODCINEK 17a -17a' o długości L=180,7 m

Linia cumownicza nabrzeża na odcinku 17a – 17a' przebiega w łuku co ogólnie stanowi utrudnienie przy postoju statków, zwłaszcza dużych, przy nabrzeżu. Ze względu na awarię nabrzeża (w lutym 2011 r.) z widocznymi zapadliskami powstałymi za konstrukcją nabrzeża (na wysokości między pacholami nr 25 i 26) podjęto decyzję o przebudowie nabrzeża. Przebudowę nabrzeża wykonano w latach 2011 – 2013 głównie w zakresie odciążenia konstrukcji przez wykonanie wykopu odciążającego.

Nabrzeże na odcinku 17a – 17a' pełni funkcję nabrzeża postojowego dla mniejszych jednostek jak holowniki, jednostki straży pożarnej, dźwigi pływające, żaglowce, jachty.

### 5.1 Konstrukcja nabrzeża

Konstrukcję nabrzeża, dość skomplikowaną, tzw. belkowo-komorową tworzy stalowa ścianka szczelna (Larssen III n) kotwiona stalowymi ściągami do rusztu żelbetowych prefabrykowanych pali o przekroju 35x35 cm. Ruszt palowy składa się z:

- rzędu pionowych pali (w rozstawie co 3 m) tuż za ścianką szczelną (pale znajdują się w osi żeber poprzecznych nadbudowy nabrzeża);
- dwóch rzędów ukośnych pali (wciskanych) w rozstawie co 3 m;
- jednego rzędu ukośnych pali (wyciąganych) rozstawionych co 3 m.

Wszystkie pale ukośne ujęto, w części głowicowej, podłużną, ciągłą, żelbetową belką o przekroju 60x200 cm posadowioną na poziomie  $\pm 0,00$  m, w odległości około 6 m od odwodnej krawędzi nabrzeża.

Nadbudowę nabrzeża tworzy ciągły żelbetowy oczep (przebudowany w 2013 r.). W miejscu ewentualnej płyty nabrzeża wykonowano żelbetowe żebra poprzeczne o przekroju 60x80 cm długości 10 m w osiowym rozstawie co 3 m. Na żebrach oparte są żelbetowe płyty nawierzchni z ochronną warstwą z asfaltobetonu.

Pod nadbudową nabrzeża (pod żebrami poprzecznymi) wykop odciążający do rzędnej - 3,5 m.

W celu uniemożliwienia ewentualnej ucieczki (przemieszczenia) gruntu do wykopu odciążającego, przewidziano bezpośrednio za konstrukcją nabrzeża (na całej jego długości) tylną osłonową ściankę szczelną z brusów stalowych.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu, w pasie szerokości 7,5 m, zalega w poziomie umocnione workami geotekstylnymi o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionymi piaskiem. Dalej dno w postaci skarpy o nachyleniu 1:5 do rzędnej -10,5 m (do dna Kanału Portowego). Przestrzenie we wnękach brusów stalowej ścianki szczelnej wypełnione są „małymi” workami z tkaniny polipropylenowej (o wymiarach około 20x30x50 cm) wypełnionymi piaskiem z dodatkiem cementu.

### 5.2 Wyposażenie nabrzeża

1. Urządzenia cumownicze pierwszej linii:

12124/04/20	-	-	21	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- Urządzenia cumownicze w postaci pachołów ZI-30 o nośności 300 kN ponumerowanych od nr 26 – 35. Pachoty o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi;
  - Numeracja pachołów z uwzględnieniem pachołów w drugiej linii.
2. Urządzenia odbojowe w postaci belek gumowych o przekroju 30x30 cm rozmieszczonych ukośnie na odwodnej ścianie nabrzeża w rozstawie co około 2 m. Przy górnej krawędzi nabrzeża ciągła pozioma belka odbojowa.
  3. Drabinki wyjściowe szt. 4.
  4. Ciągły krawężnik ochronny o konstrukcji stalowej.
  5. Stojak ze sprzętem ratowniczym szt. 2.
  6. Tablice Informacyjne.
  7. Naziom nabrzeża w trwałej zabudowie z asfaltobetonu.

### 5.3 Parametry techniczno – użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża 180,7 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): - 9.0 m w pasie szerokości 7,5 m, przy dnie umocnionym;
- Głębokość dopuszczalna : - 7.80 m w pasie szerokości 7,5 m;
- Rzędna korony nabrzeża + 2.5 mKr;
- Dopuszczalne obciążenie naziomu 20 kN/m<sup>2</sup> w pasie od odwodnej krawędzi nabrzeża do istniejącego ogrodzenia lub przejazd samochodem straży pożarnej o ciężarze do 30 t;
- Dno umocnione na długości nabrzeża w pasie szerokości 7,5 m;
- Układ dna: w pasie o szerokości 7,5 m, bezpośrednio przy nabrzeżu, dno poziome, dalej przejście skarpą do istniejącego dna w Kanale Portowym.

12124/04/20	-	-	22	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 5.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 4. Widok odwodnej ściany nabrzeża.

### 5.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża nadbudowa (po wykonanej przebudowie nabrzeża) pozostaje w dobrym stanie technicznym. Zarysowania powierzchni oczepu lub uszkodzenia zaznaczono na planie (rys. 04). W naziomie nabrzeża nawierzchnia z asfaltobetonu.



12124/04/20	-	-	23	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 5. Widoczne zarysowania (z odpajającym się uszczelnieniem) w nadbudowie nabrzeża.



Fot. 6. Złuszczenia powierzchni betonu w koronie ściany odwodnej nabrzeża.

12124/04/20	-	-	24	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 7. Widok naziomu nabrzeża po przebudowie (stan na sierpień 2020 r.).

#### 5.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono dokonanie napraw w sześciu miejscach; stan techniczny wykonanych napraw jest dobry. Miejsca uszczelnień ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu podwodnego [1.a].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości dochodzącej do 5 mm, zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusew ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1,0 m; -3,0 m; -6,0 m oraz przy dnie. Pomiary wykonywano w profilach pionowych w rozstawie co 10 m. Badania wykazały liczne ubytki korozyjne materiału o głębokości średnio 2 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.a].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 7,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu począwszy od pachoła nr 29 do 30 występuje miejscowe wypłylenie średnio o 50 cm (w stosunku do głębokości technicznej -9,0 m). Przeglębienia występują lokalnie na odcinku od pachoła nr 34 do punktu 17a' co wynika ze zwiększenia głębokości sąsiedniego odcinka nabrzeża.

### 5.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

#### 5.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe z wykopem odciążającym, ściąg na poziomie -0,3 m,



12124/04/20	-	-	25	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

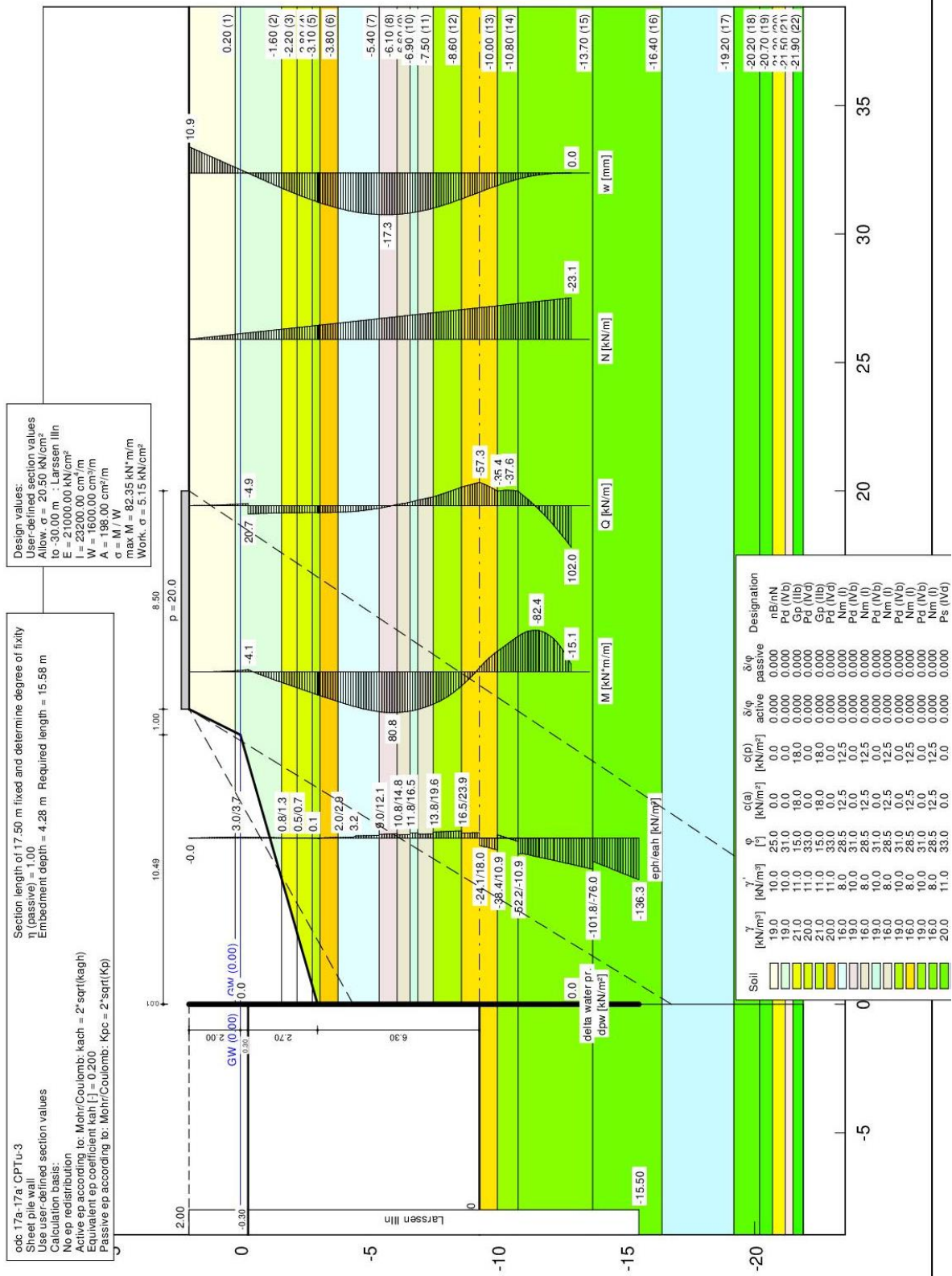
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,30 m,
- Stalowa ścianka szczelna Larssen typu III n o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej - 15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $20 \text{ kN/m}^2$  w pasie 20 m od linii cumowniczej;
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: CPTu-3.

### 5.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.

12124/04/20	-	-	26	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klucz dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = -82 \text{ kNm}$  na rzędnej -11,5 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{82 \cdot 100}{1600} = 5,12 \text{ kN/cm}^2 = \mathbf{51,2 \text{ MPa}} < k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	27	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołanych maksymalnym momentem zginającym nie przekracza wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 5.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17-17a’ ” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiarów wykonano w poziomach  $\sim -1,0$  m (pod oczepem);  $-3,0$  m;  $-6,0$  m i  $\sim -9,0$  m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
-1,0	10	3,10	1218	8
-3,0	45	1,89	1367	36
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	81	1,95	1360	60
-9,0 (dno)	7	1,67	1395	5

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 5.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 5.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. Zaleca się naprawę powstałych rys w koronie oczepu z zastosowaniem odpowiednich preparatów. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 20%.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń nośności ścianki szczelnej, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości  $20$  kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości  $20$  m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	28	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 6.0. ODCINEK 17a'-17b o długości L=522,0 m

Na omawianym odcinku 17a'-17b linia cumownicza nabrzeża przebiega w linii prostej i jest stosunkowo zróżnicowana bowiem na części nabrzeża występuje pochylnia zjazdowa przystosowana do funkcji przystani promowej.

Nabrzeże wybudowano w latach 1956-1957 z przebudową w latach 2006-2007. Obecnie wykorzystywane jest jako miejsce postojowe promów.

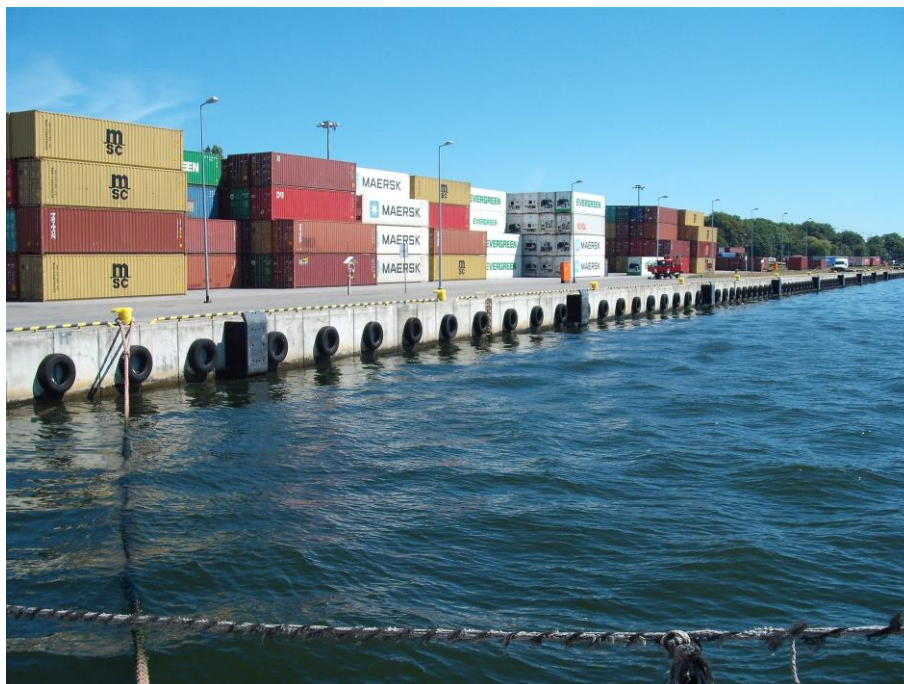


Fot. 8. Widok korony nabrzeża (z nawierzchnią betonową)



Fot. 9. Widok nabrzeża z konstrukcją pontonów przystani promowej.

12124/04/20	-	-	29	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 10. Widok fragmentu ściany odwodnej nabrzeża z oponami staroużytecznymi.

## 6.1 Konstrukcja nabrzeża

Konstrukcyjnie nabrzeże na rozpatrywanym odcinku stanowi typ nabrzeża płytowego z ukształtowaną nadbudową jako konstrukcją belkowo-komorową wraz z wykopem odciążającym (poniżej zwierciadła wody). Nadbudowa nabrzeża oparta jest na elementach wcześniejszej konstrukcji tj. na stalowej ścianie szczelnej oraz na ruszcie z prefabrykowanych żelbetowych pali (rys. 07). Od strony odlądowej nabrzeże przesłonięte jest krótką ścianką szczelną winylową.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 10 m w poziomie w pasie szerokości 7,5 m przechodzące w łagodnym nachyleniu 1:10 do głębokości w Kanale Portowym. Dno przy nabrzeżu umocnione (w pasie o szerokości 15,0 m) workami geotekstylnymi o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionymi piaskiem ułożonymi na warstwie geowłókniny.

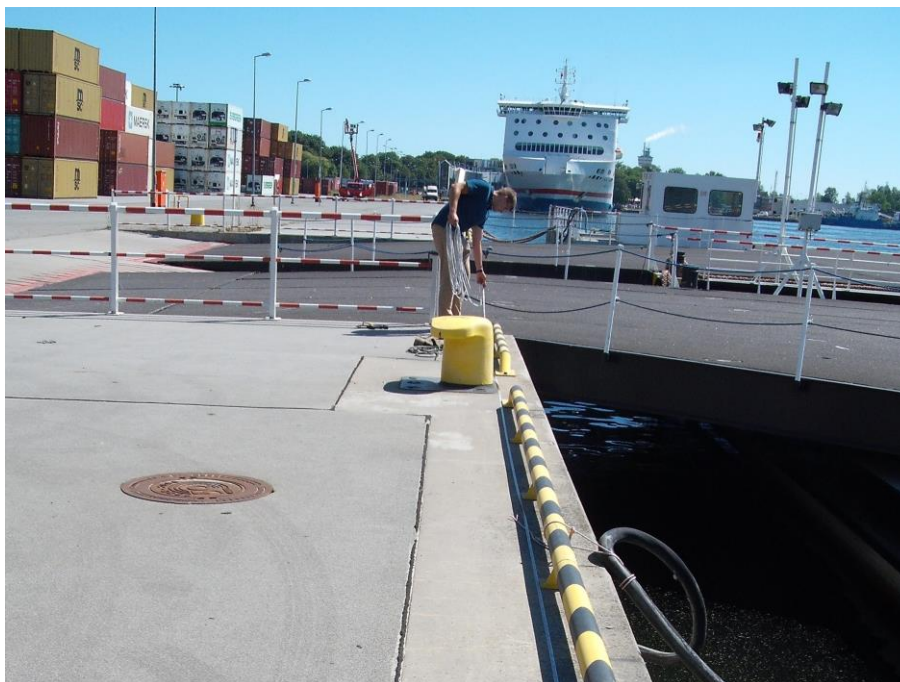
We fragmencie w nadbudowie nabrzeża (na długości około 30 m) wykształcona jest pochylnia zjazdowa, z betonową płytą nawierzchni o spadku 8,3 %. Po obu stronach wnęki w drugiej linii fundamenty pachołów ZL-90 w postaci betonowych bloków (posadowionych na prefabrykowanych palach żelbetowych) zespolonych z konstrukcją nabrzeża.

W rejonie pochylni przed nadbudową nabrzeża przyczółek utworzony z dwóch stalowych pontonów pływających tworzących rampę (wraz z wnęką w nadbudowie nabrzeża) dla pojazdów przemieszczających się na lub z promu (rys. 06).

Pontony związane są z czterema dalbami cumowniczymi (umocowanymi do nabrzeża) utrzymującymi (prowadzącymi) pontony we właściwym położeniu w planie. Dalby z rur stalowych usytuowane są symetrycznie względem osi pochylni zjazdowej.



12124/04/20	-	-	30	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 11. Pochylnia zjazdowa (z pontonów) na przyczółek promowy

## 6.2 Wyposażenie nabrzeża

### 1. Urządzenia cumownicze pierwszej linii:

- Pojedyncze pachoły cumownicze typowe ZL-50 (nr 36÷54; 56 i 58÷65) łącznie 28 szt., po jednym na każdej sekcji dylatacyjnej z wyjątkiem sekcji dylatacyjnej z pochylnią zjazdową;
- Pachoły o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi;
- Numeracja pachołów z uwzględnieniem pachołów w drugiej linii.

### 2. Urządzenia cumownicze drugiej linii:

- Dwa pachoły ZL-90 usytuowane w specjalnych blokach po obu stronach pochylni, oznaczone numerami 55 i 57.

### 3. Urządzenia odbojowe:

- Punktowe urządzenia odbojowe typu MV-Trellex Fender 2xMV 750x1500 AP z tarczą UHMW-PE o wymiarach 2100x1000x100mm w rozstawie co 27 m (16 szt.), rzędna korony tarczy +2,25 mKr;
- Pomiędzy punktowymi urządzeniami odbojowymi znajdują się odbojnice z opon staroużytecznych typu 315/80/22,5 w rozstawie co około 2,0 m.

### 4. Drabinki wyjściowe z częścią łańcuchową w wymaganej kolorystyce, w rozstawie 36÷48 m (11szt.).

### 5. Tablice informacyjne DOR trzech typów - 4 szt.

### 6. Stojak ze sprzętem ratowniczym w wymaganej kolorystyce - 3 szt.

### 7. Krawężnik stalowy w wymaganej kolorystyce, ciągły przy krawędzi odwodnej nabrzeża (z przerwami na drabinki wyjściowe i pachoły).

12124/04/20	-	-	31	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

8. Bariierka ochronna w wymaganej kolorystyce przy wnęce pochylni.
9. Wyprowadzenie katodowe w pobliżu pachołów nr 37, 43, 48, 54 i 60.
10. Cztery dalby prowadząco-cumownicze przy pochylni zjazdowej. Konstrukcję dalby stanowi stalowa rura, zapuszczona pionowo, wypełniona piaskiem z dodatkiem wapna i zamknięta pokrywą od góry. Korona dalby na rzędnej +0,85 m. Celem trwałej stabilizacji usytuowania pala dalbowego wykonano stalową konstrukcję dystansującą z dwuteowników HEB, przyspawaną do pala i zamocowaną w odwodnym oczepie nabrzeża.
11. Konstrukcja stabilizująca dno o rzędnej korony -10,0 m, na całej długości odcinka nabrzeża, w formie umocnienia z worków geotekstylnych o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionych piaskiem i wzajemnie połączonych, ułożonych na przyspilkowanej warstwie geowłókniny technicznej. Przestrzenie pozostałe we wnękach brusek stalowej ścianki szczelnej wyłożono „małymi” workami z tkaniny polipropylenowej o wymiarach około 20x30x50 cm, wypełnionymi piaskiem z dodatkiem cementu.

### 6.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 522 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -10,0 m w pasie dna o szerokości 7,5 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:7 do dna istniejącego (pas techniczny dna 15,0 m);
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -10,3 m w pasie dna o szerokości 7,5 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:7 do dna istniejącego (pas techniczny dna 15,0 m);
- Rzędna korony nabrzeża: +2,05 mKr (+2,13 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 20 kN/m<sup>2</sup> lub obciążenie pojazdami - zestaw ciągnik-rolltrailer o ładowności do 60 t (obciążenie na oś 115 kN) w pasie szerokości 21,0 m, od krawędzi odwodnej nabrzeża;
- Dopuszczalne obciążenie pochylni zjazdowej: 30 kN/m<sup>2</sup> lub obciążenie pojazdami - zestaw ciągnik-rolltrailer o ładowności do 60 t (obciążenie na oś 115 kN);
- Wykop odciążający: od rzędnej -3,50 m przy ścianie szczelnej. Górna krawędź wykopu zabezpieczona ścianką winylową;
- Podział nabrzeża na 29 sekcji dylatacyjnych o długości 18,0 m;
- Dno umocnione na całej długości nabrzeża w pasie szerokości 15 m;
- Układ dna umocnionego: w pasie o szerokości 7,50 m bezpośrednio przy nabrzeżu dno poziome o rzędnej -10,0 m w dalszym pasie, również szerokości 7,50 m, przejście skarpy o nachyleniu około 1:7 do rzędnych dna istniejącego w Kanale Portowym tj. do rzędnej około -11,3 m.

12124/04/20	-	-	32	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 6.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 12. Fragment górnej części ściany odwodnej nabrzeża z niewielkimi wykruszeniami betonu

### 6.4.1 Część nadwodna

Nadwodna część nabrzeża stosunkowo niedawno przebudowana zatem jest w dobrym stanie technicznym. Widoczne lokalnie braki powłoki malarskiej na stalowym krawężniku oraz otarcia na pacholach cumowniczych, punktowe naprawy oraz ubytki w oczepie. Drobne spękania oczepu, uszkodzenia albo wykruszenia zaznaczono na planie (rys. 06).

W naziomie nabrzeża nawierzchnia betonowa – w pierwszej linii na szerokości 6 m z betonu tworzącego konstrukcję nadbudowy; w drugiej linii z kostki betonowej. Każda sekcja dylatacyjna nabrzeża o długości 18,0 m wyposażona jest w pachół cumowniczy nośności 500 kN i stalowy krawężnik. Urządzenia odbojowe typu MV-Trellex Fender są rozstawie co 27,0 m, a pomiędzy urządzeniami odbojowymi zainstalowano po 9-10 szt. opon staroużytecznych typu 315/80/22,5 (rozstaw ~2,7 m); niektóre z nich są wyeksploatowane i powinny być wymienione. Urządzenia odbojowe typu MV-Trellex Fender z niewielkimi uszkodzeniami (wytarcia) tarcz spełniają swoją funkcję. Nabrzeże zaopatrzone jest w drabinki wyjściowe, które są w dobrym stanie technicznym.

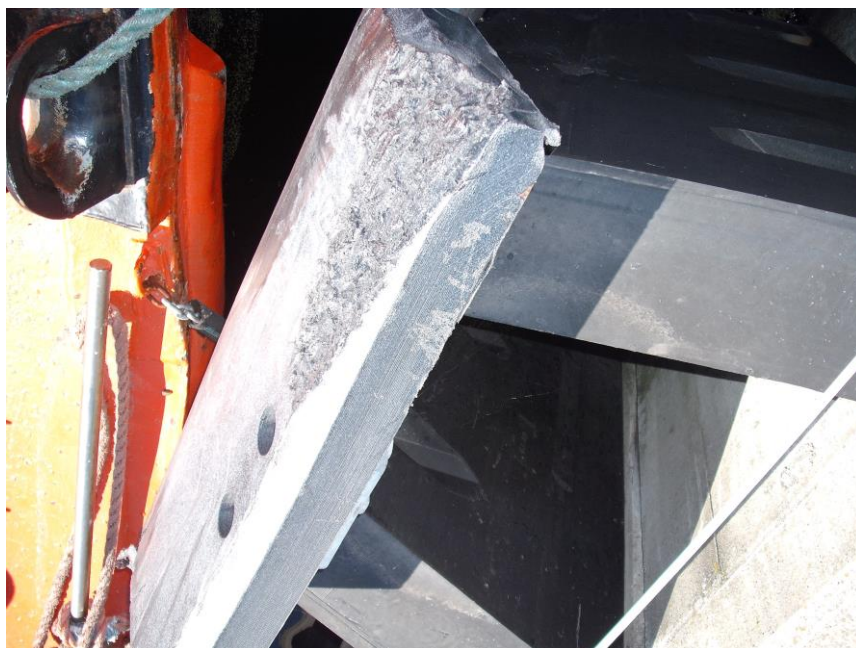
Pochylnia i pontony wraz z dalbami utrzymującymi pontony są w dobrym stanie technicznym.



12124/04/20	-	-	33	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 13. Uszkodzona gumowa „noga” odbojnicy punktowej (w pobliżu pachoła nr 53)



Fot. 14. Widok od strony wody elementów wyposażenia nabrzeża (widoczne wytarcie tarczy panela ochronnego punktowego urządzenia odbojowego)

#### 6.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono liczne naprawy ścianki szczelnej, które są w dobrym stanie. Jedynie na wysokości pomiędzy pachołami nr 36 i 37 oraz przy pachole nr 44 zlokalizowano pod istniejącą łatą stalową nieszczelność tuż przy dnie. Ponadto pod oczepem między pachołami nr 60 i 61 oraz pacholem nr 63 występuje stosunkowo znaczne skorodowanie stalowej ścianki szczelnej na znacznej powierzchni, które powinno być uszczelnione. Miejsca uszczelnień ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.b].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości dochodzącej do 5 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej

12124/04/20	-	-	34	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

oczepu. Wykonano pomiary grubości płaszcza (blachy) bruzów ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1 m; -3 m; -6 m oraz przy dnie. Pomiary wykonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały liczne ubytki korozyjne materiału o głębokości średnio 3 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.b].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano bruzy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 7,5 m bezpośrednio przy nabrzeżu występują miejscowe przegłębienia średnio o 30 cm (w stosunku do głębokości technicznej -10,0 m), a w kilku miejscach nawet do 50 cm. Przegłębienia te występują lokalnie na odcinku od pkt. 17a' do rampy. Lokalne przegłębienia dna z uwagi na ich bardzo ograniczony zakres nie mają wpływu na stateczność nabrzeża bowiem dno umocnione jest trwale materacem z worków geotekstylnych z piaskiem.

Poza rampa do punktu 17b nabrzeża występują natomiast wypłycenia dna od 0,1 do 0,5m względem głębokości technicznej -10,0m.

## 6.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 6.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

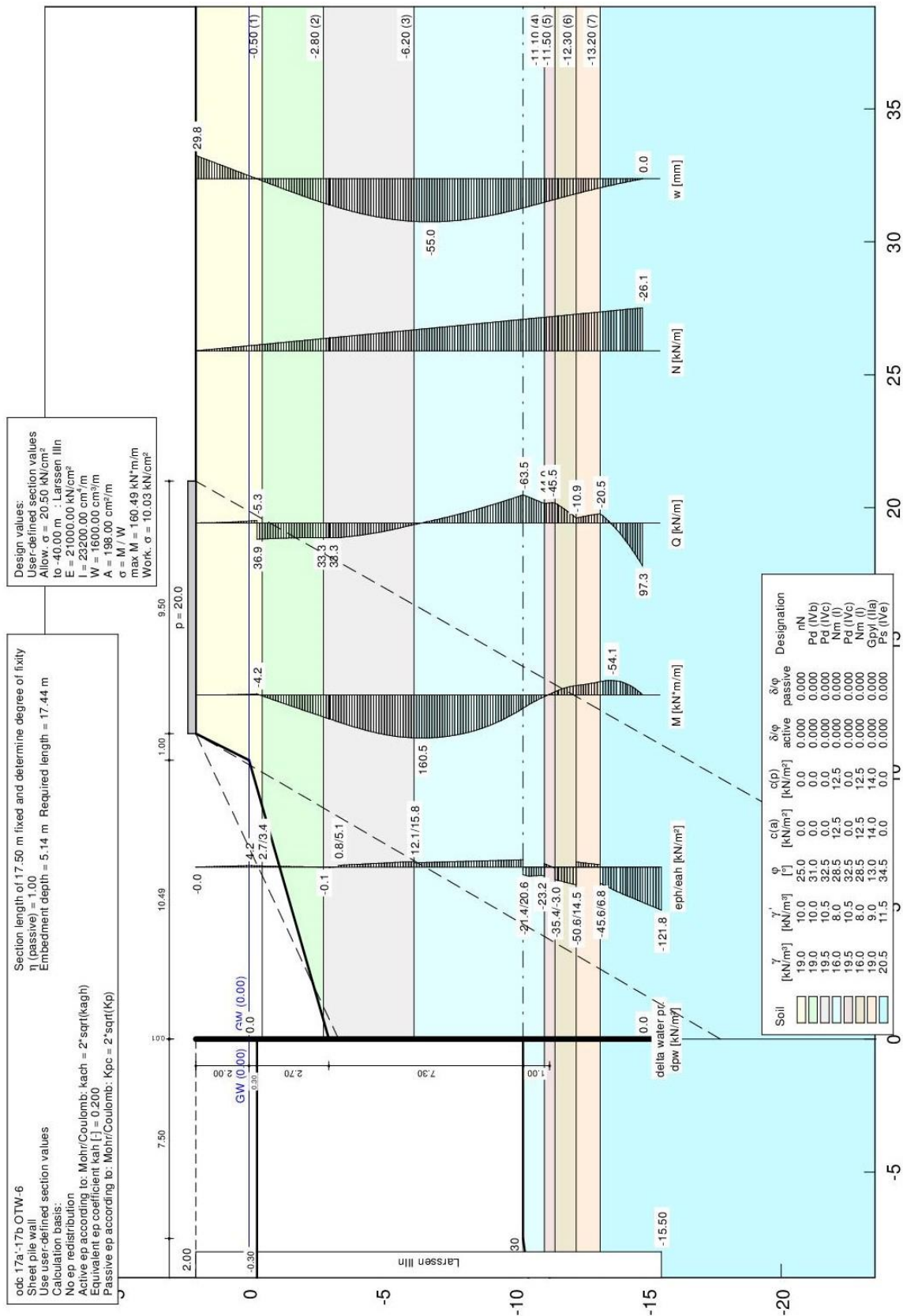
- Typ nabrzeża – płytowe z wykopem odciążającym, ściąg na poziomie -0,3 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -10,3 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen IIIIn o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $20 \text{ kN/m}^2$  w pasie 21 m od linii cumowniczej,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: OTW-6.

### 6.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.

<b>12124/04/20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>JAWNE</b>
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 161 \text{ kNm}$  na rzędnej -6,5 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_r} = \frac{161 \cdot 100}{1600} = 10,06 \text{ kN/cm}^2 = 100,6 \text{ MPa} < k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	36	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołanych maksymalnym momentem zginającym nie przekracza wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 6.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17a'-17b” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach -1,0 m (pod oczepem); -3,0 m; -6,0 m i ~-10,0 m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	wytrzymałości Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
-1,0	21	3,0	1237	17
-3,0	89	2,2	1328	67
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	161	1,7	1389	116
-10,0 (dno)	65	1,2	1459	45

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 6.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 6.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 20%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 20 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 21 m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	37	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 7.0. ODCINEK 17b-17b' o długości L=109,1 m

W planie nabrzeże na odcinku 17b-17b' przebiega w linii prostej podobnie jak nabrzeże na sąsiadujących odcinkach tj. wcześniejszym (17a'-17b) oraz od strony południowej (17b'-17c). Nabrzeże wybudowano w latach 1956-1957 z przebudową w latach 2006-2007. Obecnie nabrzeże wykorzystywane jest jako miejsce postojowe promów pasażerskich.

### 7.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże na rozpatrywanym odcinku stanowi konstrukcję nabrzeża płytowego z żelbetową nadbudową oraz z wykopem odciążającym poniżej zwierciadła wody. Żelbetowa nadbudowa nabrzeża oparta jest na przedniej stalowej ścianie szczelnej oraz na ruszcie z prefabrykowanych żelbetowych pali (rys. 09). Od strony odlądowej osłonięcie krótką ścianką szczelną winylową.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 9,0 m w poziomie w pasie szerokości 10,5 m przechodzące w łagodnym nachyleniu 1:7 do głębokości w Kanale Portowym. Dno przy nabrzeżu umocnione w pasie o szerokości 15,0 m workami geotekstylnymi 30x150x150 cm wypełnionymi piaskiem ułożonymi na warstwie geowłókniny.

### 7.2 Wyposażenie nabrzeża

- Urządzenia cumownicze pierwszej linii:
  - Pojedyncze pachoły cumownicze typowe ZL-50 (nr 66÷70) łączenie 5 szt., po jednym na każdej sekcji dylatacyjnej;
  - Pachoły o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi;
- Urządzenia odbojowe:
  - Punktowe urządzenia odbojowe typu MV-Trellex Fender 2xMV 750x1500 AP z tarczą UHMW-PE o wymiarach 2100x1000x100mm w rozstawie co 21,6 m (5 szt.), rzędna korony tarczy +2,25 mKr;
  - Pomiędzy punktowymi urządzeniami odbojowymi znajdują się odbojnice z opon staroużytecznych typu 315/80/22,5 w rozstawie co około 2,0 m.
- Drabinki wyjściowe z częścią łańcuchową w wymaganej kolorystyce, w rozstawie co około 43 m (3 szt.).
- Tablice informacyjne DOR - 2 szt.
- Stojak ze sprzętem ratowniczym w wymaganej kolorystyce - 1 szt.
- Krawężnik stalowy w wymaganej kolorystyce, ciągły przy krawędzi odwodnej nabrzeża (z przerwami na drabinki wyjściowe i pachoły).
- Wyprowadzenie katodowe w pobliżu pacholów nr 66 i 70.
- Konstrukcja stabilizująca dno akwenu o rzędnej korony -9,0 m, na całej długości odcinka nabrzeża w pasie szerokości 15 m, w formie umocnienia z worków geotekstylnych o wymiarach 30x150x150 cm wypełnionych piaskiem i wzajemnie połączonych, ułożonych na przyszpilkowanej warstwie geowłókniny technicznej. Przestrzenie pozostałe we wnękach

12124/04/20	-	-	38	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

brusów stalowej ścianki szczelnej wyłożono „małymi” workami z tkaniny polipropylenowej o wymiarach około 20x30x50 cm, wypełnionymi piaskiem z dodatkiem cementu.

### 7.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 109,1 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -9,0 m w pasie dna o szerokości 10,5 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:5 do dna istniejącego (pas techniczny dna 15,0 m);
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -9,3 m w pasie dna o szerokości 10,5 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:7 do dna istniejącego (pas techniczny dna 15,0 m);
- Rzędna korony nabrzeża: +2,05 mKr (+2,13 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 30 kN/m<sup>2</sup> lub obciążenie pojazdami - zestaw ciągnik-rolltrailer o ładowności do 60 t (obciążenie na oś 115 kN) w pasie szerokości 21,0 m, od krawędzi odwodnej nabrzeża;
- Wykop odciążający: od rzędnej -3,40 m przy ścianie szczelnej. Górna krawędź wykopu zabezpieczona ścianką winylową;
- Podział nabrzeża na 5 sekcji dylatacyjnych cztery o długości 21,6 m każda oraz jedna o długości 23,0 m;
- Dno umocnione na całej długości nabrzeża w pasie szerokości 15 m;
- Układ dna umocnionego: w pasie o szerokości 10,50 m bezpośrednio przy nabrzeżu dno poziome na rzędnej -9,0 m w dalszym pasie, o szerokości 4,50 m, przejście skarpią o nachyleniu około 1:7 do rzędnych dna istniejącego w Kanale Portowym tj. do rzędnej około -11,3 m.

### 7.4 Opis stanu istniejącego

#### 7.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. W naziomie nabrzeża, w pasie szerokości około 7 m poza oczepem nabrzeża, nawierzchni a z kostki betonowej dalej nawierzchni nieutwardzona trawiasta.

Trzony pachołów cumowniczych z wyraźnie widocznymi wytarciami przez liny cumownicze.

Na ścianie odwodnej odbojnice punktowe typu MV w rozstawie co 21 m. Między odbojnicami punktowymi ochronne opony staroużyteczne w rozstawie co około 2,0 m.

Nabrzeże wyposażone jest w pachoły cumownicze i drabinki wyjściowe.



12124/04/20	-	-	39	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 15. Naziom nabrzeża z nawierzchnią z kostki betonowej

#### 7.4.2 Część podwodna



Fot. 16. Widok odwodnej ściany nabrzeża z odbojnicami z opon staroużytecznych.

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono w trzech miejscach naprawy nieszczelności ścianki szczelnej, w jednym z nich stwierdzono ubytek blachy o wymiarach 110x20 cm (na wysokości

12124/04/20	-	-	40	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

pachoła nr 66). Miejsca uszczelnień ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.c].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości do ponad 5 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1m (poniżej oczepu); -3m; -6m oraz przy dnie. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 3 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 9,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu na wysokości pachołów nr 66 i 67 występują miejscowe wypłylenia średnio 20 cm (w stosunku do głębokości technicznej -9,0 m).

## 7.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 7.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe z wykopem odciążającym, ściąg na poziomie -0,3 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,3 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen III n o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $30 \text{ kN/m}^2$  w pasie 21 m od linii cumowniczej,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: OTW-8.

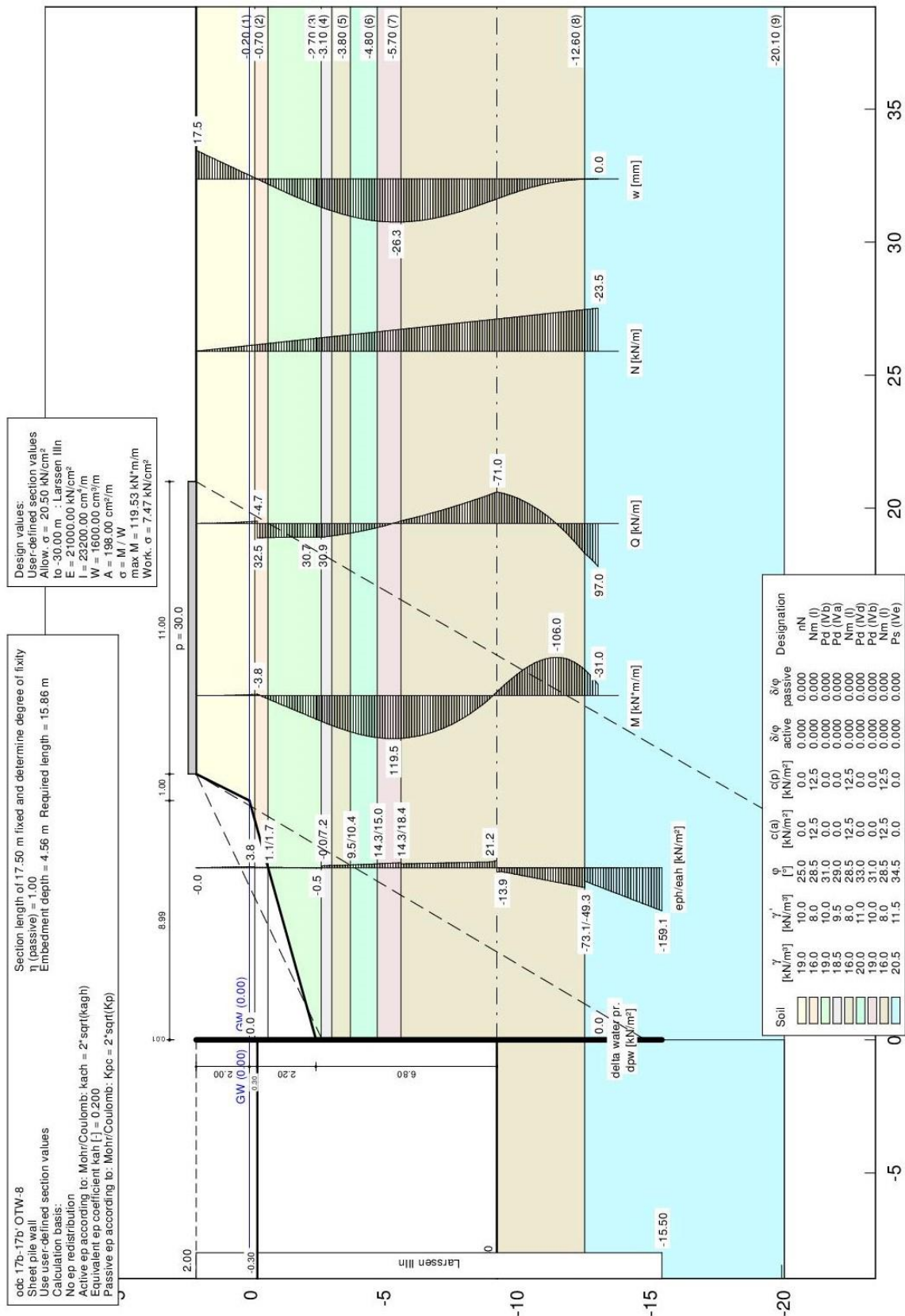
### 7.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.



<b>12124/04/20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>41</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>JAWNE</b>
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 120 \text{ kNm}$  na rzędniej -5,5 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{120 \cdot 100}{1600} = 7,5 \text{ kN/cm}^2 = \mathbf{75 \text{ MPa}} < k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	42	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, nie przekraczają wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 7.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiarów wykonano w poziomach  $\sim -1,0$  m (pod oczepem);  $-3,0$  m;  $-6,0$  m i  $\sim -9,0$  m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

Poziom [m]	Wartości występujące w danym poziomie			
	Moment zginający M [kNm]	Ubytki korozyjne [mm]	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	Naprężenia w materiale $\sigma$ [MPa]
-1,0	19	2,8	1254	15
-3,0	80	2,2	1330	60
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	120	1,7	1390	86
-9,0 (dno)	14	1,3	1435	10

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 7.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 7.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 20%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziemu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 30 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 21 m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	43	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 8.0. ODCINEK 17b'-17c o długości L=83,9 m

W planie odcinek prosty nabrzeża (z lekkim załamaniem), stanowiący przedłużenie jednolitej linii cumowniczej przebiegającej na stosunkowo dużej długości w linii prostej.

Obecnie nabrzeże wykorzystywane jest jako miejsce postojowe promów pasażerskich.

### 8.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże na rozpatrywanym odcinku stanowi konstrukcję nabrzeża płytowego z żelbetową nadbudową oraz z wykopem odciążającym (pod częścią nadbudowy nabrzeża) poniżej zwierciadła wody.

Żelbetowa nadbudowa nabrzeża oparta jest na stalowej ścianie szczelnej oraz na ruszcie z prefabrykowanych żelbetowych pali (rys. 11). Od strony odlądowej osłonięcie krótką ścianką szczelną winylową.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 9,0 m w poziomie w pasie szerokości 20,0 m umocnione. Umocnienie, bezpośrednio przy nabrzeżu w pasie szerokości 15,0 m, w postaci żelbetowych prefabrykowanych płyt żelbetowych o wymiarach 2,3x2,3x0,6 m posadowionych na geowłókninie. Przestrzenie we wnękach brusów stalowej ścianki szczelnej wypełnione betonem podwodnym wraz z ustawionymi prefabrykowanymi elementami (tzw. prądochrony) tworzącymi rodzaj krawężnika ograniczającego. W dalszej części umocnienia dna, w pasie szerokości 3,0 m, worki geotekstylne o wymiarach 2,0x1,5x0,5 m wypełnione piaskiem i ułożone na warstwie geotkaniny.

### 8.2 Wyposażenie nabrzeża

- Urządzenia cumownicze pierwszej linii:
  - Pojedyncze pachoły cumownicze typowe ZL-70 (nr 71÷74) łącznie 4 szt., po jednym na każdej sekcji dylatacyjnej;
  - Pachoły o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi.
- Urządzenia cumownicze drugiej linii:
  - Pojedynczy pachoł cumowniczy typu ZL-70 (nr 75) o wymaganej kolorystyce i oznakowany numerem malowanym.
- Urządzenia odbojowe:
  - Dwa punktowe urządzenia odbojowe typu MV-Trellex Fender z tarczą poślizgową o różnym układzie elementów odbojowych;
  - Pomiędzy punktowymi urządzeniami odbojowymi odbojnice z opon staroużytecznych typu 12,4 R24 w rozstawie co około 2,0 m.
- Drabinki wyjściowe z częścią łańcuchową w wymaganej kolorystyce (2 szt.).
- Tablica o zakazie kotwiczenia w rejonie pachoła nr 72 oznakowująca przejście kabli.
- Stojak ze sprzętem ratowniczym w wymaganej kolorystyce - 1 szt (w pobliżu pachoła nr 72).

12124/04/20	-	-	44	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

7. Krawężnik stalowy w wymaganej kolorystyce, ciągły przy krawędzi odwodnej nabrzeża (z przerwami na drabinki wyjściowe i pachoły).
8. Studnia kablowa, w której dokonano mufowania kabla przechodzącego przez Kanał Portowy.
9. Konstrukcja stabilizująca dno akwenu o rzędnej korony -9,0 m w formie:
  - umocnienia z płyt żelbetowych 230x230x60 cm w pasie szerokości 15,0 m. Przy ścianie szczelnej na płytach rząd bloków żelbetowych 0,6x0,9x1,25m o formie prądochronów. Przestrzeń między blokami a ścianką szczelną wypełniona betonem;
  - worków geotekstylnych o wymiarach 50x150x200 cm wypełnionych piaskiem i wzajemnie połączonych, ułożonych na przyszpilkowanej warstwie geowłókniny technicznej i geomembranie (płyty). Worki ułożone na obrzeżu umocnienia w pasie szerokości 5,0 m.

### 8.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 83,9 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -9,0 m w pasie dna o szerokości 20,0 m;
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -9,3 m w pasie dna o szerokości 20,0 m;
- Rzędna korony nabrzeża: +1,97 mKr (+2,05 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 15 kN/m<sup>2</sup> lub obciążenie pojazdami - obciążenie na oś 55 kN w pasie szerokości 21,0 m, od krawędzi odwodnej nabrzeża;
- Wykop odciążający: od rzędnej -3,00 m przy ścianie szczelnej. Górna krawędź wykopu zabezpieczona ścianką winylową;
- Podział nabrzeża na 4 sekcje dylatacyjne trzy o długości 21,6 m każda oraz jedna o długości 21,3 m;
- Dno umocnione na długości około 66,0 m od punktu 17c; na pozostałej części dno umocnione workami w pasie o szerokości 16 m;
- Układ dna umocnionego: dno poziome o rzędnej korony -9,0 m w pasie 20,0 m.

12124/04/20	-	-	45	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 8.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 17. Widok fragmentu nabrzeża z elementami wyposażenia



Fot. 18. Punktowe urządzenie odbojowe na ścianie odwodnej nabrzeża



12124/04/20	-	-	46	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

#### 8.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. W naziomie nabrzeża, w pasie szerokości około 6,0 m poza oczepem nabrzeża, nawierzchnia z kostki betonowej dalej nawierzchni nieutwardzona trawiasta.

Na ścianie odwodnej odbojnice punktowe typu MV o zmiennym rozstawie. W pobliżu pachoła nr 74 odbojnica punktowa z dodatkową stalową konstrukcją wsporczą umożliwiającą zachowanie linii prostej (wyrównanie) przy postoju promu wskutek lekkiego odchylenia linii cumowniczej nabrzeża. Konstrukcja wsporcza wykazuje korozję w miejscach węzłów (łączy). Między odbojnicami punktowymi ochronne opony staroużyteczne w rozstawie co około 2,0 m.

Nabrzeże wyposażone jest w pachoły cumownicze i drabinki wyjściowe. Trzony pachołów cumowniczych z wyraźnie widocznymi wytarciami przez liny cumownicze i powierzchnią korozją.



Fot. 19. Widok fragmentu naziomu nabrzeża (nawierzchnia z kostki betonowej); widoczna odbojnica punktowa z dodatkową wyrównawczą konstrukcją wsporczą

#### 8.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono pojedynczą naprawę nieszczelności ścianki szczelnej, która jest w stanie dobrym. Miejsca uszczelnień ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.c].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości do ponad 4 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu



12124/04/20	-	-	47	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

nabrzeża. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1m (poniżej oczepu); -3m oraz -6m. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 3 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 15,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu że dno zalega na głębokości technicznej -9,0 m.

Na wysokości drabinki wyjściowej, w pobliżu pachoła nr 72, pod wodą widoczne są przejścia kablowe.

## 8.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 8.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

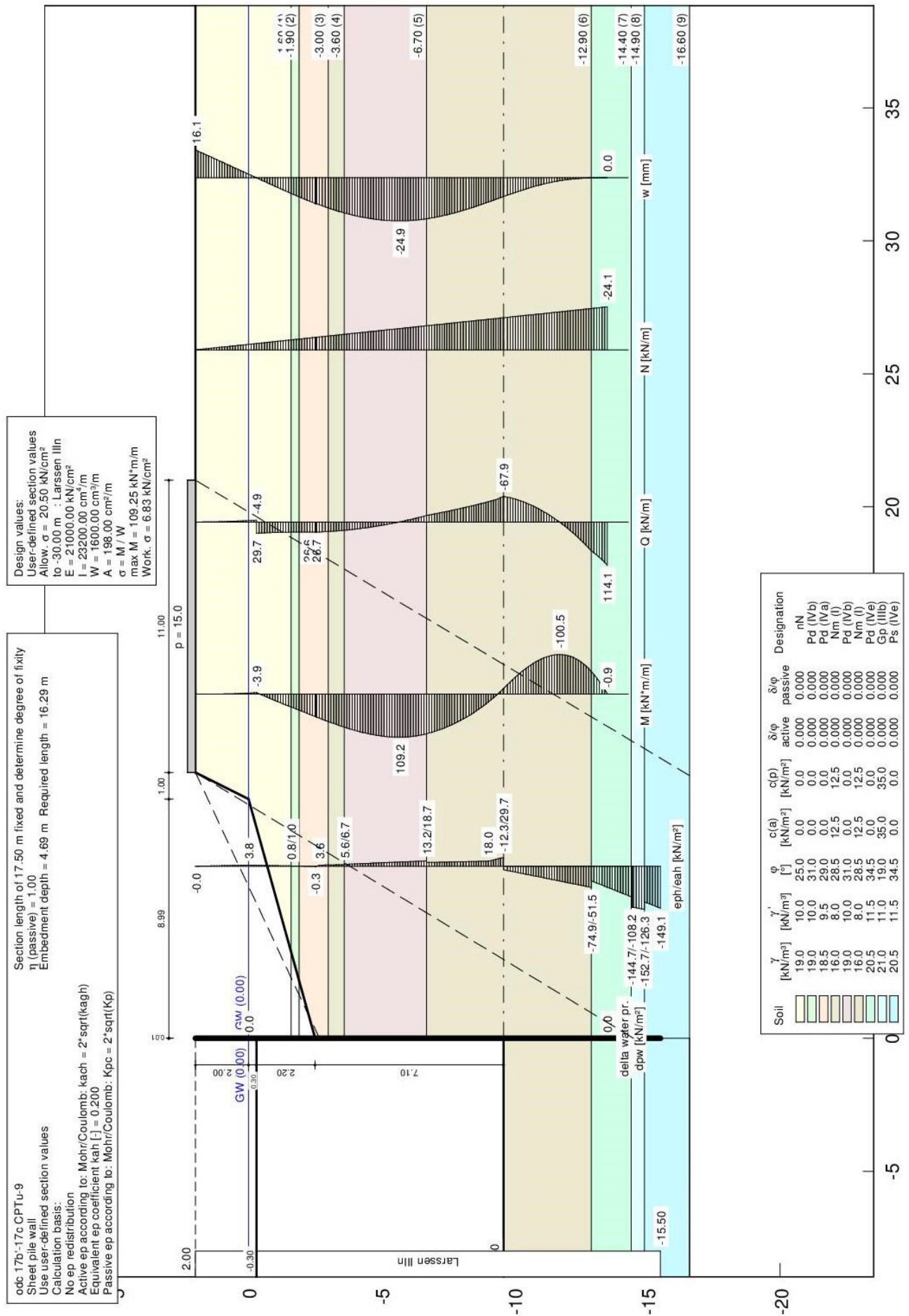
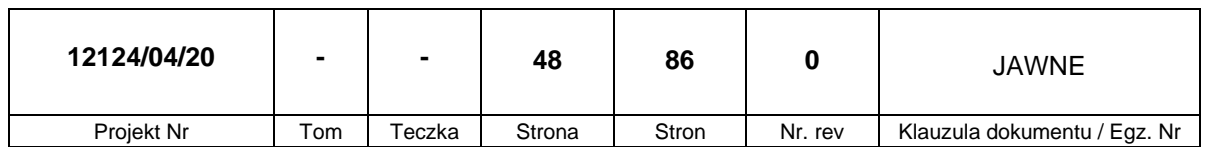
W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe z wykopem odciążającym, ściąg na poziomie -0,3 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,6 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen III n o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $15 \text{ kN/m}^2$  w pasie 21 m od linii cumowniczej,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: CPTu-9.

### 8.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.



12124/04/20	-	-	49	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 109 \text{ kNm}$  na rzędnej -5,7 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{109 \cdot 100}{1600} = 6,81 \text{ kN/cm}^2 = 68,1 \text{ MPa} < k = 170 \text{ MPa}$$

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, nie przekraczają wielkości dopuszczalnej ( $k=170 \text{ MPa}$ ).

### 8.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor we czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach -1,0 m (pod oczepem); -3,0 m i -7,0 m w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

Poziom [m]	Wartości występujące w danym poziomie			
	Moment zginający M [kNm]	Ubytki korozyjne [mm]	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	Naprężenia w materiale σ [MPa]
-1,0	16	3,6	1158	14
-3,0	70	2,4	1305	54
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	109	1,6	1398	78

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 8.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170 \text{ MPa}$ ).

## 8.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 25%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu

12124/04/20	-	-	50	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 15 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 21 m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

## 9.0. ODCINEK 17c-17d o długości L=109,3 m

W planie w miejscu oznaczonym jako 17c następuje niewielkie załamanie linii cumowniczej (około 2÷3°). Dalej nabrzeże aż do rampy uchylniej (do punktu 17e) przebiega w linii prostej.

Nabrzeże na odcinku 17c-17d wybudowano w 1964 roku dokonując przebudowy w latach 2005-2006. Na tym odcinku nabrzeże wykorzystywane jest jako miejsce postojowe promów pasażerskich.

## 9.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże na rozpatrywanym odcinku stanowi konstrukcję nabrzeża płytowego. Żelbetowa płyta nadbudowy oparta jest na przedniej stalowej ścianie szczelnej oraz na ruszcie z prefabrykowanych żelbetowych pali (rys. 13).

W ramach przeprowadzonej niegdyś modernizacji nabrzeża wykonano: dodatkowe pale typu CFA w miejscu bloków pachołowych oraz nowe wystające ponad poziom korony nabrzeża bloki oporowe dla urządzeń odbojowych. Urządzenia te (obecnie zdemonstrowane) zamocowane były do odwodnej ściany nabrzeża na stalowych konstrukcjach przejściowych (o zmiennym dystansie) w celu wyrównania linii cumowniczej na odcinku 17c-17e.

Obecnie urządzenia odbojowe wraz ze wsporczymi konstrukcjami dystansowymi są zdemonstrowane, a po wystających ponad koronę nabrzeża części bloków oporowych obecnie rozkuty pozostał jedynie ślad.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 9,0 m w poziomie w pasie szerokości 20,0 m umocnione. Umocnienie, bezpośrednio przy nabrzeżu w postaci betonowych prefabrykowanych bloków o wymiarach 0,9x0,9 m posadowionych na geowłókninie. Przestrzeń we wnękach bruzd stalowej ścianki szczelnej wypełnione betonem podwodnym wraz z ustawionymi prefabrykowanymi elementami (tzw. prądochrony) tworzącymi rodzaj krawężnika ograniczającego. W dalszej części umocnienia dna, w pasie szerokości około 7,0 m, worki geotekstylne o wymiarach 2,5x2,5x0,3 m wypełnione piaskiem i ułożone na warstwie geotkaniny.

## 9.2 Wyposażenie nabrzeża

### 1. Urządzenia cumownicze pierwszej linii:

- Pojedyncze pachoły cumownicze typowe ZL-70 (nr 76÷80) łącznie 5 szt., po jednym na każdej sekcji dylatacyjnej;
- Pachoły o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi.

### 2. Urządzenia odbojowe:

12124/04/20	-	-	51	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- Trzy pneumatyczne punktowe urządzenia odbojowe zawieszone na łańcuchach o nieregularnym rozstawie;
  - Pomiedzy punktowymi urządzeniami odbojowymi ochronne opony staroużyteczne typu 12,4 R24 w rozstawie co około 2,0 m oraz wałki odbojowe typu Wolbrom.
3. Drabinki wyjściowe w wymaganej kolorystyce (2 szt.).
  4. Stojak ze sprzętem ratowniczym w wymaganej kolorystyce - 1 szt.
  5. Krawężnik stalowy w wymaganej kolorystyce, ciągły przy krawędzi odwodnej nabrzeża (z przerwami na drabinki wyjściowe i pachoły).
  6. Konstrukcja stabilizująca dno akwenu o rzędnej korony -9,0 m:
    - przy ścianie bloki żelbetowe 0,6x0,9x1,25 m o formie prądochronów. Przestrzeń pomiędzy blokami a ścianką szczelną wypełniona betonem.
    - Prefabrykowane bloki żelbetowe 0,9x0,9x0,3 m łączone między sobą i układane w modułach 5x5 m w 1 rzędzie.
    - worki geotekstylne o wymiarach 2,5x2,5x0,3 m wypełnione piaskiem. Worki ułożone są w rejonie wychodzącym na Kanał Portowy w pasie o szerokości około 15 m.

### 9.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 109,3 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -9,0 m w pasie dna o szerokości 20,0 m;
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -9,3 m w pasie dna o szerokości 20,0 m;
- Rzędna korony nabrzeża: +1,92 mKr (+2,00 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 15 kN/m<sup>2</sup> lub obciążenie pojazdami - obciążenie na oś 55 kN w pasie szerokości 15,0 m, od krawędzi odwodnej nabrzeża;
- Podział nabrzeża na 5 sekcji dylatacyjnych o długości 20,5 m każda;
- Dno umocnione na całej długości, poziome o rzędnej korony -9,0 m w pasie 20 m.

12124/04/20	-	-	52	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 9.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 20. Widok fragmentu naziomu nabrzeża (nawierzchnia z kostki betonowej)

### 9.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. Nieliczne pęknięcia zaznaczono na planie – rys. 12. W naziomie nabrzeża, w pasie szerokości około 6,0 m poza oczepem nabrzeża, nawierzchnia z kostki betonowej dalej nawierzchni nieutwardzona trawiasta.

Na ścianie odwodnej odbojnice punktowe pneumatyczne w nieregularnym rozstawie. Między odbojnicami punktowymi ochronne opony staroużyteczne w rozstawie co około 2,0 m.

Elementy wyposażenia nabrzeża tj. pachyły, krawężniki i drabinki wyjściowe z wyraźnym złuszczeniem powłoki antykorozyjnej i korozją elementów.



12124/04/20	-	-	53	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 21. Widok punktowej odbojnicy pneumatycznej mocowanej łańcuchami do ściany odwodnej nabrzeża

## 9.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono w trzech miejscach naprawy nieszczelności ścianki szczelnej, która jest w stanie dobrym. Miejsca uszczelnień ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.c].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości ponad 3 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusek ścianki szczelnej w pionach na głębokości -1m (poniżej oczepu); 3m oraz 6m. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 2,5-3 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 20,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu, na wysokości pacholów nr 79-80, występują niewielkie przegłębienia średnio 10-20 cm (w stosunku do głębokości dopuszczalnej -9,3 m). Z uwagi na ograniczony zasięg, miejscowe przegłębienia nie mają wpływu na stateczność nabrzeża.

## 9.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 9.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe, przyjęto, że płyta nabrzeża przejmuje obciążenie naziomu i przekazuje je na pale oraz przejmuje siły poziome na poziomie +0,2 m.

12124/04/20	-	-	54	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

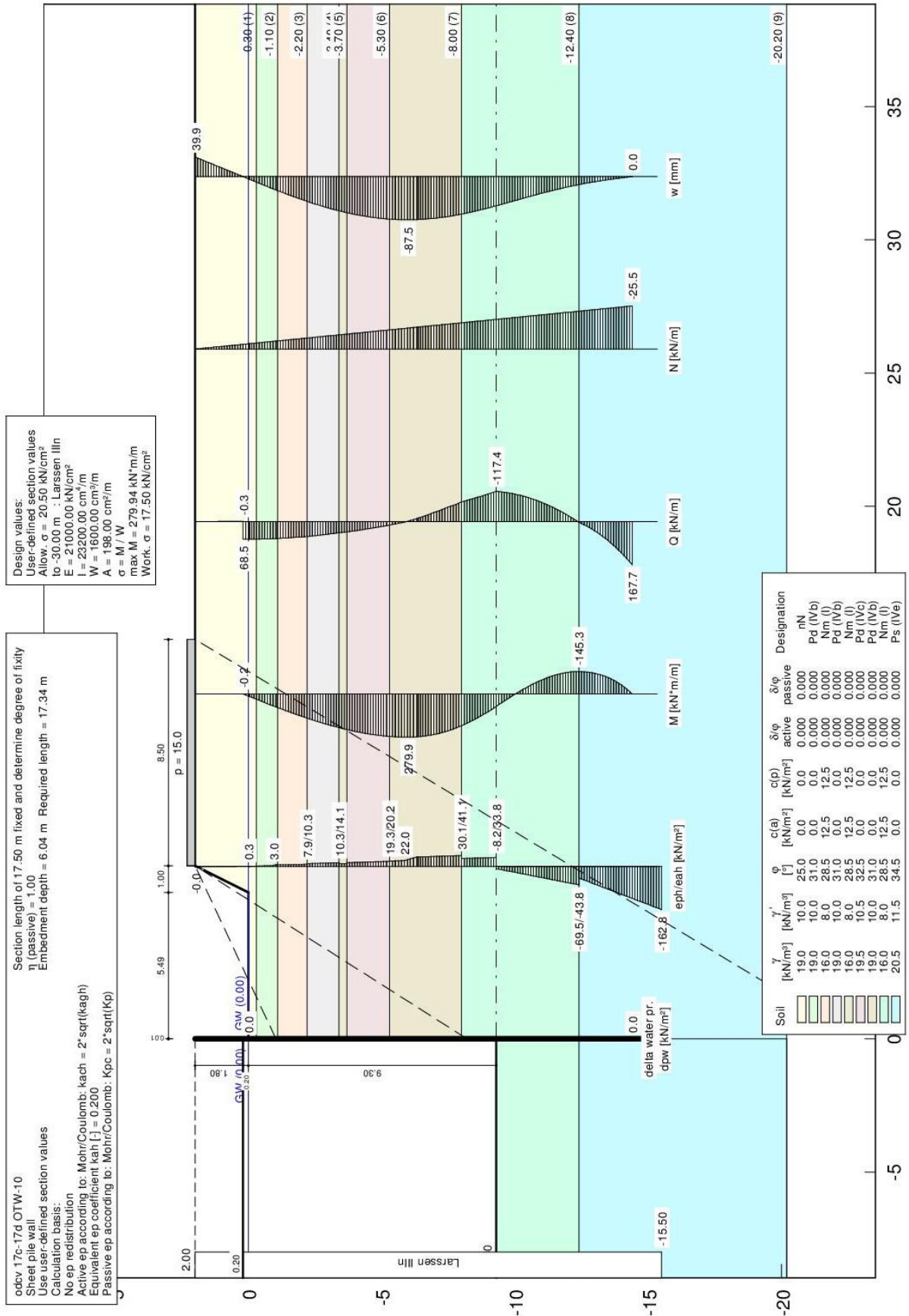
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,3 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen IIIIn o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej - 15,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $15 \text{ kN/m}^2$  w pasie 15 m od linii cumowniczej,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: OTW-10.

### 9.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.

12124/04/20	-	-	55	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 280 \text{ kNm}$  na rzędnej -6,0 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

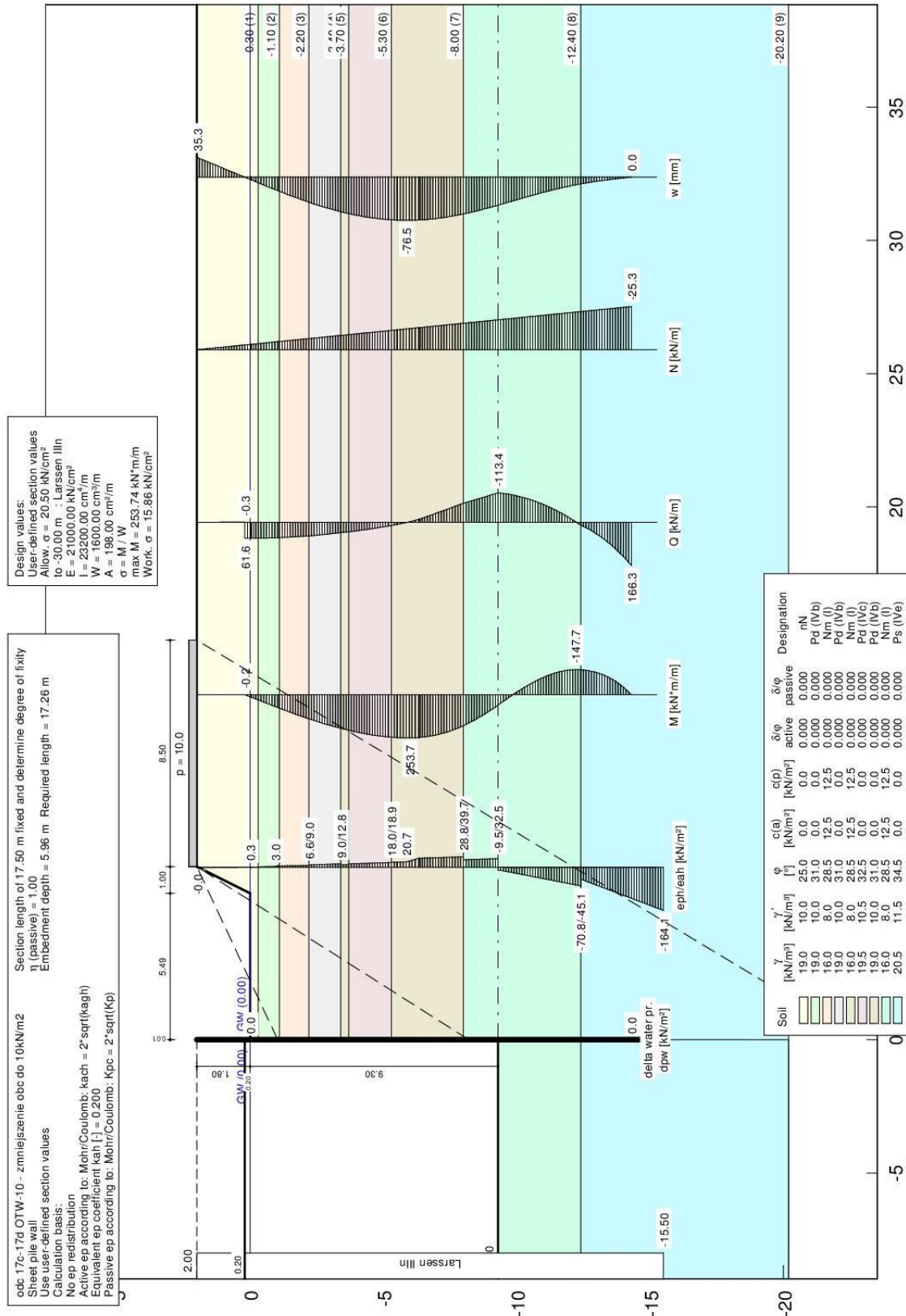
12124/04/20	-	-	56	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{280 \cdot 100}{1600} = 17,50 \text{ kN/cm}^2 = \mathbf{175 \text{ MPa}} > k = 170 \text{ MPa}$$

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, przekraczają wielkość dopuszczalną ( $k=170 \text{ MPa}$ ).

W związku z przekroczeniem naprężeń dopuszczalnych w materiale ścianki szczelnej lecz bez uwzględnienia korozji przeprowadzono dodatkowe obliczenia ścianki szczelnej przy zmniejszonym obciążeniu naziomu do  $10 \text{ kN/m}^2$ .

12124/04/20	-	-	57	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 254 \text{ kNm}$  na rzędnej -6,0 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{254 \cdot 100}{1600} = 15,88 \text{ kN/cm}^2 = 158,8 \text{ MPa} > k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	58	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, nie przekraczają wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 9.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach  $\sim -1,0$  m (pod oczepem);  $-3,0$  m i  $-6,0$  m w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających (przy zredukowanym obciążeniu naziomu nabrzeża do  $10 \text{ kN/m}^2$ ), ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

Poziom [m]	Wartości występujące w danym poziomie			
	Moment zginający M [kNm]	Ubytki korozyjne [mm]	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości Wx' [ $\text{cm}^3/\text{mb}$ ]	Naprężenia w materiale $\sigma$ [MPa]
-1,0	75	3,1	1223	61
-3,0	180	2,6	1283	140
-6,0 ( $M_{\text{MAX}}$ )	254	1,7	1396	182

Naprężenia dopuszczalne w materiale ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji są przekroczone w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

### 9.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń ( $15 \text{ kN/m}^2$ ) i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej nie jest wystarczająca.

Dla zredukowanego obciążenia naziomu nabrzeża do wartości  $10 \text{ kN/m}^2$  obliczone wartości naprężeń (z uwzględnieniem korozji materiału) przekraczają wartość dopuszczalną naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa) o 7%.

## 9.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 20%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości  $15 \text{ kN/m}^2$  w pasie szerokości 15 m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest niewystarczająca.



12124/04/20	-	-	59	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

W związku z powyższym sprawdzono wytrzymałość ścianki szczelnej przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 10 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 15 m od linii cumowniczej. W wyniku obliczeń otrzymano wartość naprężeń w materiale ścianki szczelnej większą o 7% od wartości dopuszczalnej.

Na podstawie powyższych obliczeń dopuszcza się eksploatację nabrzeża przy obciążeniu naziomu obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 10 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 15 m od linii cumowniczej lub samochodem ciężarowym ciężkim z ładunkiem o obciążeniu nie większym niż 55 kN/oś.

Zaleca się jednak przeprowadzanie kontroli stanu technicznego ścianki szczelnej (z pomiarem grubości brusów) co 2 lata w celu ponownego sprawdzenia stateczności nabrzeża.

## 10.0. ODCINEK 17d-17e o długości L=44,0 m

W planie odcinek 17d-17e jest przedłużeniem w linii prostej nabrzeża na odcinku 17c-17d. W miejscu oznaczonym jako 17e linia nabrzeża zmienia kierunek o 90° stanowiąc obudowę przyczółka rampy uchyłnej przeznaczonej dla promu. Nabrzeże na odcinku 17d-17e zbudowano w latach 1994-1995 i wykorzystywane jest jako miejsce postojowe promu.

## 10.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże na rozpatrywanym odcinku reprezentuje konstrukcję nabrzeża płytowego. Żelbetowa płyta nadbudowy oparta jest na przedniej stalowej ścianie szczelnej oraz na prefabrykowanych żelbetowych palach ukształtowanych w postaci tzw. „kozła palowego” (rys. 15).

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 9,0 m w poziomie w pasie szerokości 45,0 m umocnione. Umocnienie, bezpośrednio przy nabrzeżu w pasie szerokości około 4,0 m w postaci betonowych prefabrykowanych bloków o wymiarach 0,9x0,9 m posadowionych na geowłókninie. Przestrzenie we wnękach brusów stalowej ścianki szczelnej wypełnione betonem podwodnym wraz z ustawionymi prefabrykowanymi betonowymi elementami (tzw. prądochrony) tworzącymi rodzaj krawężnika ograniczającego.

W dalszej części umocnienia dna worki geotekstylne o wymiarach 2,5x2,5x0,3 m wypełnione piaskiem i ułożone na warstwie geotkaniny.

## 10.2 Wyposażenie nabrzeża

### 1. Urządzenia cumownicze:

- Pojedyncze pachoły cumownicze w pierwszej linii typowe ZL-70 (nr 81, 82) umieszczone w środku sekcji dylatacyjnej;
- W drugiej linii nabrzeża pojedynczy pachoł ZL-70 nr 83;
- Pachoły o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerami malowanymi.

### 2. Urządzenia odbojowe:

- Dwa punktowe pneumatyczne urządzenia odbojowe zawieszone na łańcuchach;

12124/04/20	-	-	60	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- Pomiędzy punktowymi urządzeniami odbojowymi odbojnice z opon staroużytecznych oraz wałków gumowych typu „Wolbrom”.
- 3. Tablica informacyjna o DOR - szt. 1.
- 4. Drabinka wyjściowa w wymaganej kolorystyce (1 szt.).
- 5. Przenośny stojak ze sprzętem ratowniczym w wymaganej kolorystyce - 1 szt.
- 6. Znak zakazu kotwiczenia na ścianie odwodnej w pobliżu punktu 17 d.
- 7. Krawężnik stalowy w wymaganej kolorystyce, ciągły przy krawędzi odwodnej nabrzeża (z przerwami na drabinki wyjściowe i pachoły).
- 8. Konstrukcja stabilizująca dno akwenu o rzędnej korony -9,0 m:
  - Przy ścianie szczelnej bloki żelbetowe 0,6x0,9x1,25 m o formie prądochronów. Przestrzeń pomiędzy blokami a ścianką szczelną wypełniona betonem.
  - Prefabrykowane bloki żelbetowe 0,9x0,9x0,3 m łączone między sobą i układane w modułach 5x5 m w 1 rzędzie.
  - Worki geotekstylne o wymiarach 2,5x2,5x0,3 m wypełnione piaskiem i połączone wzajemnie. Worki ułożone są poza płytami betonowymi w dnie w kierunku do Kanału Portowego w pasie o łącznej szerokości do 45 m.

### 10.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 44,0 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -9,0 m w pasie dna o szerokości 45,0 m;
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -9,3 m w pasie dna o szerokości 45,0 m;
- Rzędna korony nabrzeża: +1,92 mKr (+2,00 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 20 kN/m<sup>2</sup> i 55 kN/oś;
- Podział nabrzeża na 2 sekcje dylatacyjne o długości 22,0 m każda;
- Dno umocnione na całej długości, poziome o rzędnej korony -9,0 m w pasie 45 m.

12124/04/20	-	-	61	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 10.4 Opis stanu istniejącego



Fot. 22. Widok nabrzeża od strony wody (prostopadle do nabrzeża widoczny fragment rampy przystani promowej)

### 10.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. W naziomie nabrzeża nawierzchnia betonowa. Elementy stalowe wyposażenia (krawężnik, kątownik obramowania, drabinki wyjściowe) z wyraźną powierzchnią korozją. Na naziomie nabrzeża na istniejącej tablicy informacyjnej podana wartość obciążenia  $15\text{kN/m}^2$  w pasie szerokości 15 m różni się od podanych w dokumentacji [16] tj.  $20\text{kN/m}^2$ .

Na ścianie odwodnej odbojnice punktowe pneumatyczne. Między odbojnicami punktowymi ochronne opony staroużyteczne w rozstawie co około 2,0 m oraz wałki typu Wolbrom.

Nabrzeże wyposażone jest w pachoły cumownicze i drabinki wyjściowe.

Stwierdzono wyraźne skorodowania stalowych elementów wyposażenia nabrzeża tj. drabinki wyjściowej, pachołów, kątownika ochronnego, krawężnika oraz stalowej pokrywy studzienki wodociągowej.

12124/04/20	-	-	62	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 23. Naziom nabrzeża – skorodowanie elementów wyposażenia

#### 10.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono pojedynczą naprawę nieszczelności ścianki szczelnej, która jest w stanie dobrym. Miejsce uszczelnienia ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.c].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości nieprzekraczającej 2 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości  $\pm 0$ m (poniżej oczepu); -3m; -6m oraz przy dnie. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 1,5 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 15,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu występują miejscowe przegłębienia średnio o 10 cm (w stosunku do głębokości technicznej -9,0 m), które nie przekraczają głębokości dopuszczalnej.

12124/04/20	-	-	63	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 10.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 10.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

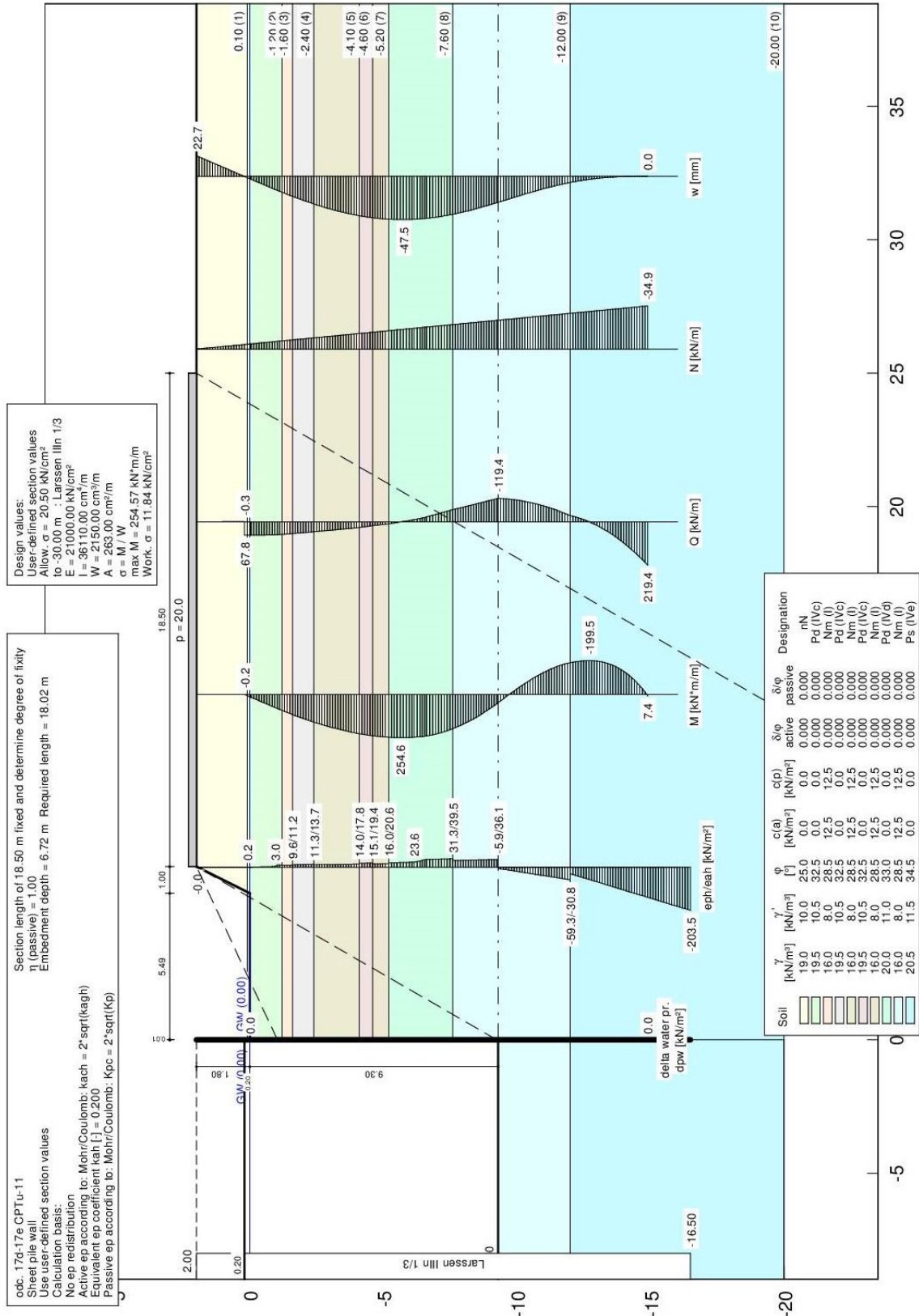
- Typ nabrzeża – płytowe, przyjęto, że płyta nabrzeża przejmuje obciążenie naziomu i przekazuje je na pale oraz przejmuje siły poziome na poziomie +0,2 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,3 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen IIIIn co trzeci brus skrzynkowy o  $W_x=2150 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -16,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $20 \text{ kN/m}^2$ ,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: CPTu-11.

### 10.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.

12124/04/20	-	-	64	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 255 \text{ kNm}$  na rzędnej -5,7 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{255 \cdot 100}{2150} = 11,86 \text{ kN/cm}^2 = 118,6 \text{ MPa} < k = 170 \text{ MPa}$$



12124/04/20	-	-	65	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, nie przekraczają wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 10.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach  $\sim \pm 0,0$  m (pod oczepek); -3,0 m; -6,0 m i  $\sim -9,0$  m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	wytrzymałości Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
$\pm 0,0$	13	1,65	1877	7
-3,0	191	1,63	1880	102
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	255	1,20	1952	131
-9,0 (dno)	87	1,25	1943	45

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 10.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 10.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 15%.

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 20 kN/m<sup>2</sup> w pasie szerokości 15 m od linii cumowniczej, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	66	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Należy dokonać poprawki w tablicy informującej o dopuszczalnym obciążaniu nabrzeża.

## 11.0. ODCINEK 17e-17f o długości L=28,4 m

W punkcie oznaczonym jako 17e linia nabrzeża zmienia kierunek o 90° i biegnie do punktu 17f stanowiąc obudowę przyczółka rampy przeznaczonej dla promu. Długość nabrzeża w linii odwodnej do załamania w punkcie 17f wynosi 28,4 m.

Konstrukcję stanowiska stanowi stała żelbetowa płyta posadowiona na palach, na której zainstalowany jest uchylny pomost stalowy (o regulowanym położeniu ustalonym przez siłowniki hydrauliczne), na który prom wyklada swój pomost najazdowy.



Fot. 24. Widok pochylni i stalowej rampy od strony wody

## 11.1 Konstrukcja nabrzeża

Nadbudowę nabrzeża na odcinku 17e – 17f w znacznej części stanowi żelbetowa płyta konstrukcji pochylni o długości 27,0 m. Pozostałe 1,4 m odcinka prostego do punktu 17f stanowi konstrukcja obudowy pochylni i jej zabezpieczenie z uwagi na załamanie odwodnej linii nabrzeża w kierunku południowym.

Konstrukcję stałej pochylni stanowi masywna żelbetowa płyta o wymiarach w planie 27x18,7 m o grubości 80 cm oparta poprzez masywne żelbetowe oczepy na ruszcie podwodnym. W płycie pochylni od strony odwodnej na długości 22 m wykształcona jest wnęka (na szerokości 4,75 m) ze spadkiem w kierunku odwodnym do wyraźnie zaznaczonego progu na rzędnej +1,4 m.

Ponad płytą pochylni, w obrębie wnęki, zainstalowany stalowy z regulowanym położeniem pomost rampy najazdowej umożliwiającej transport pojazdów z/na promu w zależności od stanów wody.

12124/04/20	-	-	67	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 25. Widok konstrukcji stalowej rampy najazdowej

Część podwodną pochylni tworzy (od strony akwenu) stalowa ścianka szczelna rodzaju G62 oraz ruszt z żelbetowych prefabrykowanych pali wbitych pionowo i w nachyleniu (w rozstawie co 2,5 m), których głowice ujęte są żelbetowymi oczepami podpierającymi płytę pochylni.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 9,0 m w poziomie w pasie 54 ÷ 62 m umocnione betonowymi blokami 0,9x0,9 m posadowionymi na geowłókninie. Przestrzeń we wnękach brzoś stalowej ścianki szczelnej wypełnione betonem podwodnym wraz z ustawionymi prefabrykowanymi betonowymi elementami (tzw. prądochrony) tworzącymi rodzaj krawężnika ograniczającego.

## 11.2 Wyposażenie nabrzeża

### 1. Urządzenia cumownicze

Dwa pojedyncze pachoły typowe ZI-50 (bez numeru) usytuowane w skrajnych częściach płyty pochylni.

### 2. Urządzenia odbojowe

Na odwodnej ścianie pochylni, poniżej progu pochylni, rama odbojowa z pełnościennych profili gumowych 200x165 mm osadzonych w ceowniku 220 mm.

### 3. Inne instalacje

- W skrajnych częściach żelbetowej pochylni (poza progiem) obudowa instalacji siłowników służących do ustalenia położenia konstrukcji stalowej rampy.
- Z obu skrajnych stron rampy barierki ochronne z rur stalowych.
- Na skrajnych częściach pochylni (poza barierką) słup oświetleniowy.

12124/04/20	-	-	68	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- Bezpośrednio poza pochylnią (i rampą) w ładzie, z obu stron płyty pochylni zlokalizowane są studzienki instalacji elektroenergetycznej, z której zasilane są urządzenia oświetleniowe oraz siłowniki. Studzienki o wymiarach 1,9x2,0 m, przykryte płytami żelbetowymi, posadowione są w gruncie jako wolnostojące. Kable zasilania pozostają w rurach osłonowych PVC Ø 100 mm ułożonych w zasypie pod płytą pochylni.

### 11.3 Parametry techniczno - użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża 28,4 m.
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna) : - 9,0 m w pasie szerokości 54 ÷ 62 m przed pochylnią.
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa) : - 9,3 m w pasie szerokości 54 ÷ 62 m przed pochylnią.
- Rzędna korony nabrzeża : + 2,0 m.
- Dopuszczalne obciążenie naziomu nabrzeża : 20 kN/m<sup>2</sup> (obciążenie na oś 115 kN).
- Dno umocnione na całej długości nabrzeża (rzędna korony umocnienia – 9.0 m0 w pasie szerokości 54 ÷ 62 m przed pochylnią).

### 11.4 Opis stanu istniejącego nabrzeża

#### 11.4.1 Część nadwodna

Część nadwodna nabrzeża jest w dobrym stanie technicznym aczkolwiek w konstrukcji stalowej rampy oraz obudowy progu pochylni wyraźnie widoczna jest powierzchniowa korozja, która nie ma aktualnie wpływu na stateczność konstrukcji. Nabrzeże wyposażone jest w dwa pachoły cumownicze, które jednak trudno wykorzystać z uwagi na inne obiekty.

Nawierzchnia w naziomie nabrzeża betonowa (poza konstrukcją stalowej rampy) w dobrym stanie technicznym. Bezpośrednio poza konstrukcją pochylni wyraźnie widoczne obniżenie betonowej nawierzchni.

12124/04/20	-	-	69	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 26. Widok konstrukcji czołowej części rampy z powierzchniową korozją

#### 11.4.2 Część podwodna

W części podwodnej, w opracowaniu [1.c] stwierdzono jedynie, że w miejscu połączeń ścianki szczelnej (w miejscu załamania linii nabrzeża) połączenia są szczelne.

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości nieprzekraczającej 3 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusek ścianki szczelnej w pionach na głębokości  $\pm 0$  m (poniżej oczepu); -3m; -6m oraz przy dnie. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 2,0 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Z sondażu wykonanego w 2019 wynika iż głębokość dopuszczalna -9,3 m nie została przekroczona.

### 11.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

#### 11.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe, przyjęto, że płyta nabrzeża przejmuje obciążenie naziomu i przekazuje je na pale oraz przejmuje siły poziome na poziomie +0,4 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -9,3 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen III n co trzeci brus skrzynkowy o  $W_x=2150 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -16,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2$

12124/04/20	-	-	70	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

= 210 MPa) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),

- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $20 \text{ kN/m}^2$ ,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: CPTu-11.

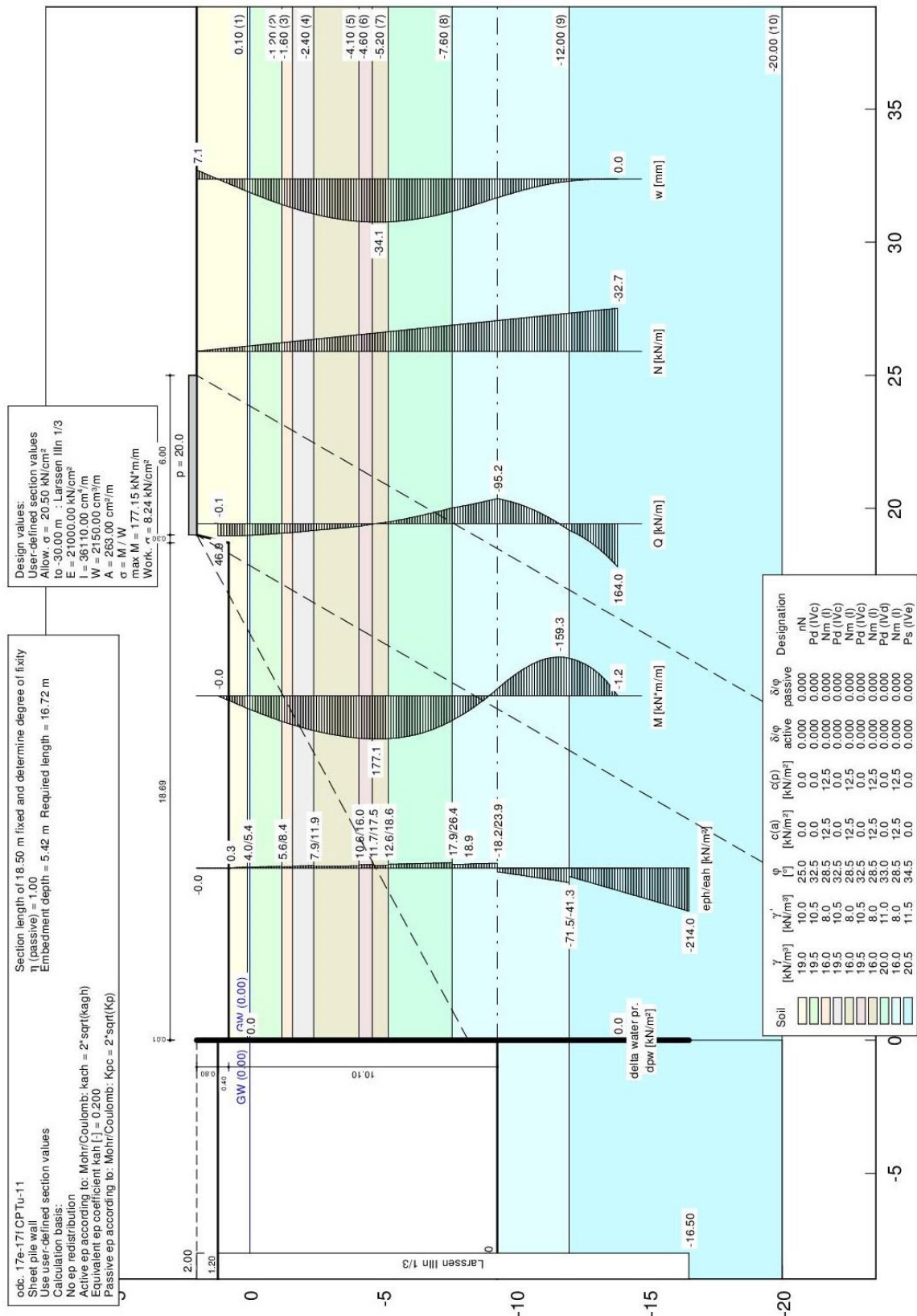
### 11.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.



<b>12124/04/20</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>71</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>JAWNE</b>
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 177 \text{ kNm}$  na rzędniej -4,8 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{177 \cdot 100}{2150} = 8,23 \text{ kN/cm}^2 = 82,3 \text{ MPa} < k = 170 \text{ MPa}$$

12124/04/20	-	-	72	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Wartość naprężeń w ścianie szczelnej wywołane maksymalnym momentem zginającym, nie przekraczają wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 11.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiarów wykonano w poziomach  $\sim \pm 0,0$  m (pod oczepek); -3,0 m; -6,0 m i  $\sim -9,0$  m (przy dnie) w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
$\pm 0,0$	55	2,87	1676	33
-3,0	157	2,00	1819	86
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	177	1,35	1927	92
-9,0 (dno)	-1	1,40	1919	1

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 11.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 11.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 15%.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń nośności ścianki szczelnej, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 20 kN/m<sup>2</sup>, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	73	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 12.0. ODCINEK 17f-18 o długości L=33,7 m

Rozważany odcinek nabrzeża stanowi obudowę Kanału Portowego bezpośrednio za rampą w kierunku na południe. Linia cumownicza nabrzeża jest prostoliniowa, z tym że przebiega w wyraźnym odchyleniu od kierunku dotychczasowej części nabrzeża z uwagi na zmianę kierunku (zakręt) Kanału Portowego.

Nabrzeże na odcinku 17f-18 zbudowano w latach 1956-1957 i jest ono wykorzystywane jako nabrzeże postojowe.

### 12.1 Konstrukcja nabrzeża



Fot. 27. Fragment naziomu nabrzeża (widoczna korozja kątownika ochronnego)

Konstrukcja w postaci żelbetowej płyty posadowionej na przedniej stalowej ścianie szczelnej oraz na prefabrykowanych żelbetowych palach ukształtowanych w postaci tzw. „kozła palowego” (rys. 19).

Z dokumentacji [13] wynika iż odcinek nabrzeża o długości około 7,5 m począwszy od punktu 17f do uskoku nabrzeża w planie związany jest z konstrukcją pochylni promu (odc. 17e-17f). Konstrukcję nabrzeża stanowi żelbetowa płyta posadowiona na palach. Dno zmienne od głębokości 9,0 m do 7,0 m w rejonie uskoku.

Na odcinku poza uskokiem dno przy nabrzeżu na głębokości 7,0 m w poziomie w pasie szerokości 5,0 m bez umocnienia i dalej w nachyleniu 1:3 do głębokości w Kanale Portowym.

12124/04/20	-	-	74	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 27. Widok fragmentu odwodnej ściany nabrzeża

## 12.2 Wyposażenie nabrzeża

- Urządzenia cumownicze pierwszej linii:
  - Pachół cumowniczy typowe ZL-50 (nr 84) umieszczony w środku sekcji dylatacyjnej;
  - Pachół o wymaganej kolorystyce i oznakowany numerem malowanym;
  - Pachół nienumerowane – jeden stalowy (w pobliżu marki nr 18).
- Urządzenia odbojowe:
  - Odbojnice z opon staroużytecznych oraz wałków gumowych typu „Wolbrom”.
- Drabinka wyjściowa w wymaganej kolorystyce (1 szt.).

## 12.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 33,7 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -7,0 m w pasie dna o szerokości 5,0 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:3 do dna Kanału Portowego;
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -8,5 m;
- Rzędna korony nabrzeża: +1,92 mKr (+2,00 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 20 kN/m<sup>2</sup>;
- Dno nieumocnione.

## 12.4 Opis stanu istniejącego

### 12.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. W naziomie nabrzeża, poza oczepem, nawierzchnia betonowa.

12124/04/20	-	-	75	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Na ścianie odwodnej odbojnice z opon staroużytecznych i wałków typu Wolbrom. Nabrzeże wyposażone jest w pacholy cumownicze i drabinki wyjściowe. Stwierdzono zniszczenie powłoki antykorozyjnej i korozję kątownika ochronnego oraz drabinki wyjściowej.

Urządzenia odbojowe z opon staroużytecznych nie wykazują dyskwalifikujących je uszkodzeń. W ścianie odwodnej wystają kotwy służące do mocowania opony staroużytecznej po jej zdemontowaniu na wysokości ogrodzenia poprzecznego do linii nabrzeża.

### 12.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża nie stwierdzono napraw i nieszczelności ścianki szczelnej.

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości do ponad 6 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża, ale także występują wżery. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości  $\sim \pm 0$  m (poniżej oczepu); -3 m i -6 m. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 4 mm poza miejscami wżerów. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Z sondażu wykonanego w roku 2019 wynika, że w pasie 5,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu brak przegłębień dna (w stosunku do głębokości technicznej -7,0 m).

## 12.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 12.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe, przyjęto, że płyta nabrzeża przejmuje obciążenie naziomu i przekazuje je na pale oraz przejmuje siły poziome na poziomie +0,2 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -8,0 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen III n o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej -13,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $20 \text{ kN/m}^2$
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: CPTu-11.

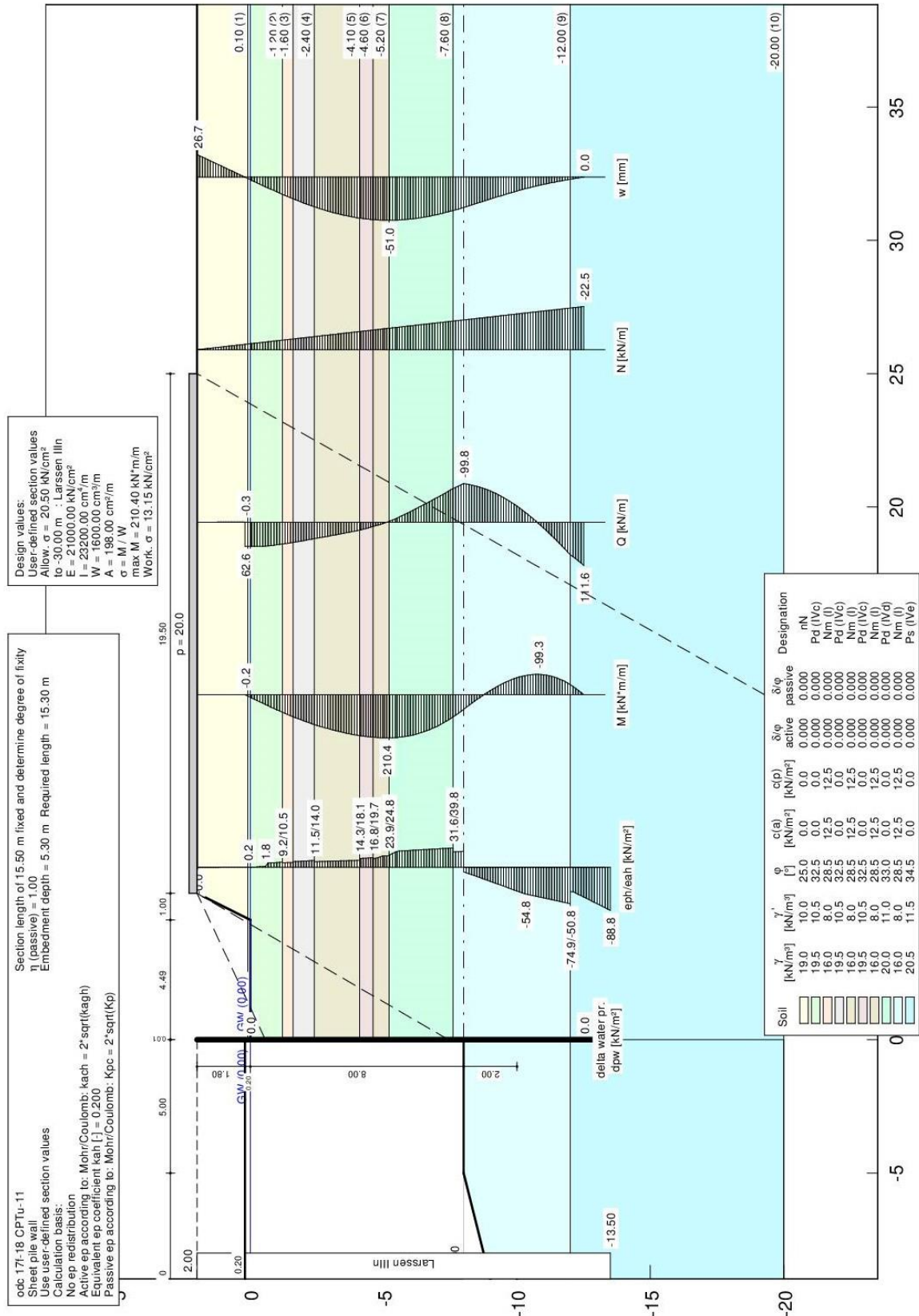
### 12.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.



12124/04/20	-	-	76	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Maksymalny moment:  $M_{MAX} = 210 \text{ kNm}$  na rzędnej -5,2 m

Według metody naprężeń dopuszczalnych maksymalne naprężenia w materiale ścianki szczelnej bez uwzględniania korozji materiału wynoszą:

$$\sigma_{MAX} = \frac{M_{MAX}}{W_x} = \frac{210 \cdot 100}{1600} = 13,13 \text{ kN/cm}^2 = 131,3 \text{ MPa} < k = 170 \text{ MPa}$$



12124/04/20	-	-	77	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

### 12.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach  $\pm 0,0$  m; -3,0 m i -6,0 m w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
$\pm 0,0$	12	4,87	1001	12
-3,0	169	4,93	993	<b>170</b>
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	210	2,13	1337	157

Wartość naprężeń w ściance szczelnej w poziomie -3,0 wywołane momentem zginającym są równe wielkości dopuszczalnej ( $k=170$  MPa).

### 12.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 12.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 35%.

Wobec braku informacji dotyczącej głębokości dopuszczalnej przy nabrzeżu przyjęto na potrzeby ekspertyzy dno dopuszczalne na głębokości -8,0m (1 m poniżej głębokości technicznej).

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 20 kN/m<sup>2</sup>, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali), lecz na poziomie -3,0 m wskutek korozji naprężenia są równe wartości dopuszczalnej. W związku z powyższym zaleca się przeprowadzanie kontroli stanu technicznego ścianki szczelnej (z pomiarem grubości brusów) co 2 lata w celu ponownego sprawdzenia stateczności nabrzeża.

12124/04/20	-	-	78	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

### 13.0. ODCINEK 18-19 o długości L=90,2 m

Linia cumownicza rozważanego odcinka nabrzeża jest prostoliniowa, z tym że przebiega w wyraźnym odchyleniu od kierunku dotychczasowej części nabrzeża z uwagi na zmianę kierunku (zakręt) Kanału Portowego.

Nabrzeże na odcinku 18-19 przebudowano w roku 1964 także z przeznaczeniem na nabrzeże postojowe.



Fot. 28. Widok naziomu nabrzeża (miejsce postoju statków żeglugi turystycznej)

12124/04/20	-	-	79	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 29. Widok przystani niskiej dla motorówek

### 13.1 Konstrukcja nabrzeża

Nabrzeże na tym odcinku o konstrukcji płytowej ukształtowane jak na odcinku 17f-18. Różnica występuje w nadbudowie bowiem na odcinku 18-19 ukształtowana jest jako dwupoziomowa (rys. 17). Część niska bezpośrednio przy linii cumowniczej z naziemem na rzędnej około +1,3 m. Dalej, w kierunku lądu, część wyższa z naziemem na rzędnej około +2,0 m. Pomędzy poziomami schody komunikacyjne.

Dno bezpośrednio przy nabrzeżu na głębokości 7,0 m w poziomie w pasie szerokości 5,0 m bez umocnienia i dalej w nachyleniu 1:3 do głębokości w Kanale Portowym.

Nabrzeże na tym odcinku pełni funkcję obudowy brzegu oraz wykorzystywane jest jako przystań dla statków żeglugi turystycznej. Na długości 5,4 m występuje przystań dla motorówek.

12124/04/20	-	-	80	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr



Fot. 30. Widok przystani niskiej od strony wody (wraz z oponami staroużytecznymi)



Fot. 31. Widok ściany odwodnej nabrzeża z belkami odbojowymi

## 13.2 Wyposażenie nabrzeża

1. Urządzenia cumownicze pierwszej linii:
  - Pacholy cumownicze typu gdyńskiego oraz ZL (nr 87-90) szt. 4;
  - Pacholy o wymaganej kolorystyce i oznakowane numerem malowanym;
  - Pacholy nienumerowane stalowe szt. 2.
2. Urządzenia odbojowe:
  - Belki gumowe z otworami 200x200 mm.
3. Drabinki wyjściowe w wymaganej kolorystyce (2 szt.), brak pałaka przy drabince zlokalizowanej przy pachole nr 88.

12124/04/20	-	-	81	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

4. Sprzęt ratowniczy (szt. 2) zainstalowany na balustradzie przy przystani niskiej w wymaganej kolorystyce oraz na balustradzie (na wysokości pachoła nr 89).
5. Balustrada metalowa wzdłuż nabrzeża przy krawędzi części wyższej naziomu.
6. Wiata przystanku tramwaju wodnego zlokalizowana w środkowej części wyższego naziomu nabrzeża.
7. Pochylnia dla niepełnosprawnych.

### 13.3 Parametry techniczno-użytkowe nabrzeża

- Długość nabrzeża: 90,2 m;
- Głębokość techniczna (eksploatacyjna): -7,0 m w pasie dna o szerokości 5,0 m, dalej skarpa w nachyleniu 1:3 do dna Kanału Portowego;
- Głębokość dopuszczalna (obliczeniowa): -8,5 m;
- Rzędna korony nabrzeża: +1,32 mKr (+1,40 mA) – część niższa naziomu oraz +1,92 mKr (+2,00 mA) – część wyższa naziomu;
- Rzędna przystani niskiej: +0,82 mKr (+0,90 mA);
- Dopuszczalne obciążenie nabrzeża: 5 kN/m<sup>2</sup>;
- Dno bezpośrednio przy ścianie szczelnej nieumocnione.

### 13.4 Opis stanu istniejącego

#### 13.4.1 Część nadwodna

W części nadwodnej nabrzeża, nadbudowa jest w dobrym stanie technicznym. W naziomie nabrzeża, poza oczepem, nawierzchnia utwardzona z płytek betonowych.

Na ścianie odwodnej odbojnicy z belek odbojowych z tworzywa typu D.

Nabrzeże wyposażone jest w pachoły cumownicze i drabinki wyjściowe. Stwierdzono brak pałaka przy jednej z drabinek, a w drugiej brak górnego szczebla. W zestawie sprzętu ratunkowego brak bosaka.

Barierka przystani niskiej jest technicznie poprawna i właściwie oznakowana kolorystycznie.

#### 13.4.2 Część podwodna

W części podwodnej nabrzeża stwierdzono dwie naprawy nieszczelności ścianki szczelnej, które są w stanie dobrym. Miejsca uszczelnienia ścianki szczelnej zaznaczono na rysunku przedstawiającym wyniki przeglądu [1.c].

Badania stalowej ścianki szczelnej wykazały występowanie ubytków korozyjnych punktowych o głębokości do ponad 4 mm zwłaszcza w obszarze bezpośrednio poniżej oczepu nabrzeża, ale także występują wżery. Wykonane pomiary grubości płaszcza (blachy) brusów ścianki szczelnej w pionach na głębokości ±0m (poniżej oczepu); -3m i -6m. Pomiary dokonywano w profilach pionowych co 10 m. Badania wykazały ubytki korozyjne materiału o grubości średnio 5 mm. Wyniki badań przedstawiono w [1.c].



12124/04/20	-	-	82	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. Jakość materiału ma oczywiście znaczący wpływ na wytrzymałość ścianki szczelnej.

Porównanie sondażu wykonanego w roku 2019 wykazało, że w pasie 5,0 m bezpośrednio przy nabrzeżu występują wypłycenia dna o wartości 20-30cm (w stosunku do głębokości technicznej -7,0 m).

## 13.5 Obliczenia stateczności nabrzeża

### 13.5.1 Przyjęte założenia obliczeniowe

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

- Typ nabrzeża – płytowe, przyjęto, że płyta nabrzeża przejmuje obciążenie naziomu i przekazuje je na pale oraz przejmuje siły poziome na poziomie +0,2 m.
- Głębokość obliczeniowa (dopuszczalna) -8,0 m,
- Stalowa ścianka szczelna typu Larssen IIIIn o  $W_x=1600 \text{ cm}^3/\text{mb}$ , zapuszczona do rzędnej - 13,5 m, ze stali St3S o naprężeniach (granicznych  $K=2100 \text{ kG/cm}^2 = 210 \text{ MPa}$ ) dopuszczalnych  $k=1700 \text{ kG/cm}^2 = 170 \text{ MPa}$  (stal najczęściej używana w tamtych latach),
- Obciążenie naziomu równomiernie rozłożone o wartości  $5 \text{ kN/m}^2$ ,
- Warunki geotechniczne według Opinii geotechnicznej...[2]: OTW-12.

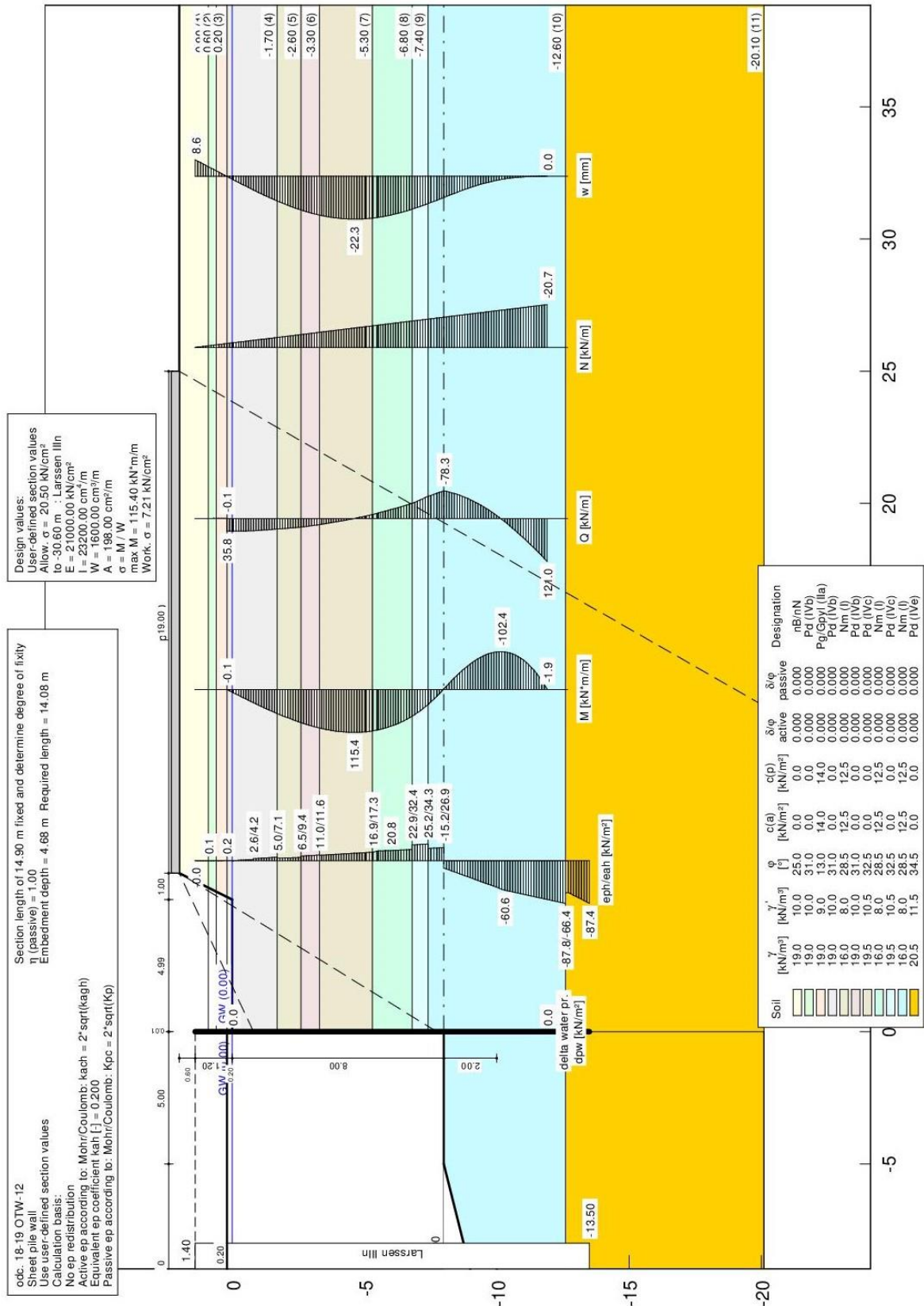
### 13.5.2 Wyniki obliczeń ścianki szczelnej

Obliczenia, ze względu na fakt iż nabrzeże wybudowano stosunkowo dawno, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości charakterystycznych. Obliczenia sił wewnętrznych w ścianie szczelnej wykonano w programie GGU-RETAIN.

Wyniki obliczeń w postaci wydruku komputerowego przedstawiono poniżej.



12124/04/20	-	-	83	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klausek dokumentu / Egz. Nr



12124/04/20	-	-	84	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

### 13.5.3 Określenie wytrzymałości ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji

W przeprowadzonym badaniu podwodnym „Badanie części podwodnej oraz nadbudowy Nabrzeża Obrońców Westerplatte na odcinku 17b-19” wykonanym przez Aquamor w czerwcu 2020 r. zamieszczono pomierzone grubości płaszcza brusów ścianki szczelnej. Pomiary wykonano w poziomach  $\pm 0,0$  m; -3,0 m i -6,0 m w rozstawie co 10 m.

Na podstawie pomierzonej grubości blachy brusa wyliczono średnie wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju stalowej ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji materiału brusów.

W tabeli poniżej zestawiono wartości momentów zginających, ubytków korozyjnych, zredukowanych wskaźników wytrzymałości oraz naprężeń występujących w materiale brusów w poszczególnych poziomach pomiarowych oraz w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego.

	Wartości występujące w danym poziomie			
Poziom	Moment zginający	Ubytki korozyjne	Zredukowany wskaźnik wytrzymałości	Naprężenia w materiale
[m]	M [kNm]	[mm]	Wx' [cm <sup>3</sup> /mb]	$\sigma$ [MPa]
-1,0	7	5,86	879	8
-3,0	98	4,32	1068	92
-6,0 (M <sub>MAX</sub> )	115	2,06	1346	85

Nośność ścianki szczelnej z uwzględnieniem korozji jest zapewniona.

### 13.5.4 Wnioski z obliczeń

Dla przyjętych podstawowych obciążeń i zadanych charakterystycznych parametrach gruntów zalegających w podłożu wytrzymałość ścianki szczelnej jest wystarczająca.

Obliczone wartości naprężeń nie przekraczają wartości dopuszczalnej naprężeń dla przyjętego gatunku stali ( $k=170$  MPa).

## 13.6 Wnioski, uwagi

Stan techniczny nadbudowy nabrzeża jest dobry. W części podwodnej ścianka szczelna wykazuje skorodowanie w wysokości około 40%.

Wobec braku informacji dotyczącej głębokości dopuszczalnej przy nabrzeżu przyjęto na potrzeby ekspertyzy dno dopuszczalne na głębokości -8,0m (1 m poniżej głębokości technicznej).

Po uzyskaniu wyników badań podłoża, wg zaleceń ekspertyzy [3] wykonano ponowne obliczenia nośności ścianki szczelnej. W wyniku przeprowadzonych obliczeń, przy obciążeniu naziomu nabrzeża obciążeniem ciągłym równomiernie rozłożonym o wartości 5 kN/m<sup>2</sup>, nośność ścianki szczelnej jest wystarczająca (z uwzględnieniem korozji stali).

W związku z powyższym dopuszcza się eksploatację nabrzeża według dotychczasowych ustaleń.

12124/04/20	-	-	85	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

## 14.0. WNIOSKI I ZALECENIA

Na podstawie wykonanej inwentaryzacji nabrzeża (w tym przeglądu części podwodnej) oraz wykonanych obliczeń wytrzymałości ścianki szczelnej przedstawia się następujące wnioski i ustalenia:

1. Ogólny stan techniczny nabrzeża Obrońców Westerplatte w Porcie Gdańsk należy uznać za zadowalający w sensie prowadzenia bezpiecznej eksploatacji.

Stan techniczny części nadwodnej jest dobry, a ewentualne drobne ubytki i wykruszenia betonu oraz zarysowania (głównie na odcinku 17a-17a') – zaznaczone na planach – można uzupełnić w ramach doraźnych napraw.

W części podwodnej stan stalowej ścianki szczelnej jest zróżnicowany. Ogólnie ścianka szczelna wykazuje (według przeprowadzonych pomiarów) skorodowanie i ubytki w wysokości do około 20% grubości płaszcza brusów. Miejscowo jednak korozja spowodowała wżery w materiale brusów ścianki szczelnej znacznie osłabiając jej wytrzymałość.

Najbardziej „zniszczona” jest ścianka szczelna na odcinku 17f-18-19 wskutek korozji czego wynikiem są powstałe wżery w strefie około 1-1,5 m poniżej oczepu nabrzeża. Pomimo korozji ścianka szczelna przenosi zadane obciążenia co potwierdziły obliczenia sprawdzające i nie wprowadzono ograniczeń w obciążeniu na tym odcinku nabrzeża.

2. Nie jest znany gatunek stali, z której wykonano brusy ścianki szczelnej. W obliczeniach wytrzymałości ścianki szczelnej przyjęto z założenia iż brusy ścianki szczelnej wykonano ze stali St3S jako najczęściej wówczas używanej.
3. W przeprowadzonych obliczeniach nośności ścianki szczelnej bardzo ważna jest charakterystyka ośrodka gruntowego, w którym znajduje się nabrzeże. W poprzedniej ekspertyzie [3] wobec rozbieżnych parametrów gruntów zadysponowano wykonanie badania podłoża gruntowego wzdłuż całego nabrzeża. W niniejszej ekspertyzie przeprowadzono obliczenia sprawdzające wytrzymałości i nośności ścianki szczelnej, na poszczególnych odcinkach nabrzeża, na podstawie wykonanych badań podłoża gruntowego [2].
4. W związku z dokonanymi rozważaniami, uwzględniając korozję materiałów brusów, dopuszcza się eksploatację nabrzeża z następującymi ustaleniami:
  - a) **Odcinek 17-17a** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 10 kN/m<sup>2</sup> w pasie 15 m od linii cumowniczej);
  - b) **Odcinek 17a-17a'** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 20 kN/m<sup>2</sup> w pasie 20 m od linii cumowniczej);
  - c) **Odcinek 17a'-17b** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 20 kN/m<sup>2</sup> w pasie 21 m od linii cumowniczej i 115 kN/oś);

12124/04/20	-	-	86	86	0	JAWNE
Projekt Nr	Tom	Teczka	Strona	Stron	Nr. rev	Klauzula dokumentu / Egz. Nr

- d) **Odcinek 17b-17b'** –według dotychczasowych ustaleń (czyli 30 kN/m<sup>2</sup> w pasie 21 m od linii cumowniczej i 115kN/oś);
  - e) **Odcinek 17b'-17c** –według dotychczasowych ustaleń (czyli 15 kN/m<sup>2</sup> w pasie 21 m od linii cumowniczej i 55 kN/oś).
  - f) **Odcinek 17c-17d** – dopuszcza się eksploatację nabrzeża przy zmniejszeniu obciążenia naziomu do wartości 10 kN/m<sup>2</sup> (dotychczas 15 kN/m<sup>2</sup>) w pasie 15 m od linii cumowniczej i 55 kN/oś.
  - g) **Odcinek 17d-17e** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 20 kN/m<sup>2</sup> i 55 kN/oś);
  - h) **Odcinek 17e-17f** – (pomost uchylny przystani promowej) według dotychczasowych ustaleń (czyli 20 kN/m<sup>2</sup> lub 115 kN/oś);
  - i) **Odcinek 17f-18** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 20 kN/m<sup>2</sup>);
  - j) **Odcinek 18-19** – według dotychczasowych ustaleń (czyli 5 kN/m<sup>2</sup>).
5. Zaleca się przeprowadzanie kontroli stanu technicznego ścianki szczelnej (z pomiarem grubości brusów) co 2 lata w celu ponownego sprawdzenia wytrzymałości ścianki szczelnej nabrzeża na odcinkach 17c-17d oraz 17f-18.
6. Niezależnie od wniosków niniejszej ekspertyzy przedstawiono wykaz rekomendowanych napraw do wykonania w ramach bieżących prac konserwacyjnych.

Gdańsk, wrzesień 2020 r.

Opracowanie:

mgr inż. Jerzy Drażkiewicz

mgr inż. Martyna Golan