

Przebudowa Nabrzeża Helskiego (I) w Porcie Gdynia

Mgr inż. Jerzy Drażkiewicz, mgr inż. Martyna Golan
„PROJMORS” Sp. z o.o. Biuro Projektów Budownictwa Morskiego w Gdańsku

Dokumentacja projektowa przebudowy nabrzeża Helskiego I w Porcie Gdynia [2], realizowana w ramach inwestycji pod nazwą „Pogłębienie toru podejściowego i akwenów wewnętrznych Portu Gdynia (wraz z pełnieniem nadzoru autorskiego) obejmowała wykonanie:

- Inwentaryzacji inżynierskiej nabrzeża Helskiego I w zakresie branży hydrotechnicznej;
- Oceny technicznej przebudowywanych konstrukcji hydrotechnicznych;
- Projekt rozbiórek;
- Projekt przebudowy – budowy nowych elementów konstrukcji nabrzeża Helskiego I oraz części nabrzeża Oksywskiego;

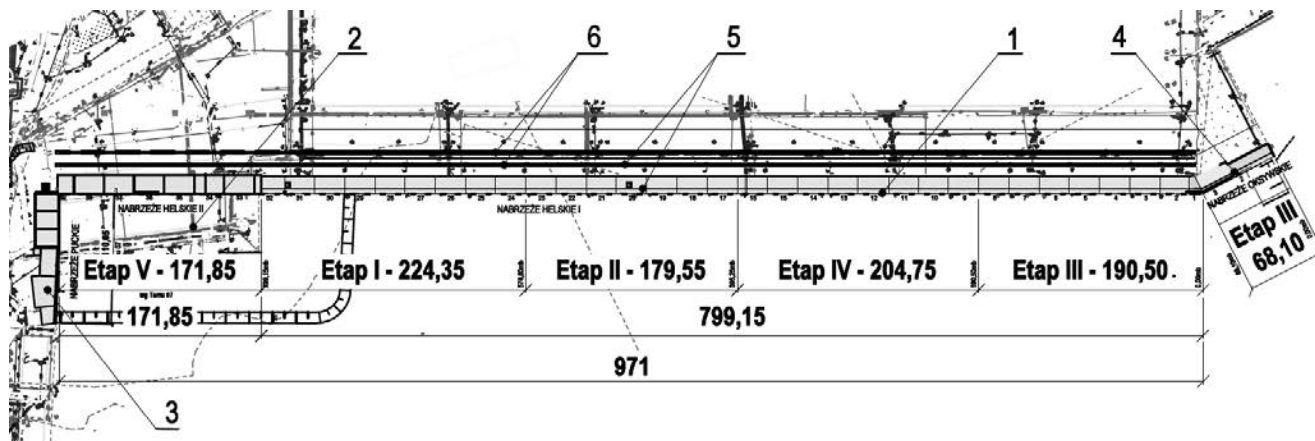
Projekt budowy „3 szyny” poddźwigowej odlądowej; projekt „3 szyny” adaptowano na podstawie wcześniej wykonanego projektu [1], dostosowując go do potrzeb etapowej realizacji inwestycji.

Nabrzeża zlokalizowane są w zachodniej części Portu Gdynia w głębi basenu Kontenerowego. Nabrzeże Helskie I, obecnie o długości 847,7 m (liczone wraz z rampą ro-ro), sąsiaduje od zachodu z nabrzeżem Helskim II, a od wschodu z nabrzeżem Oksywskim o długości 66,8 m.

Przebudowa nabrzeży Helskiego I i Oksywskiego jest częścią inwestycji obejmującej przebudowę nabrzeży terminala kontenerowego BCT w Porcie Gdynia. Całą inwestycję obejmującą przebudowę wyżej wymienionych nabrzeży oraz nabrzeży Helskiego II i Puckiego podzielono na IV etapy oraz etap V, do późniejszego wykonania, w następujący sposób:

- Etap I: nabrzeże Helskie I na długości 224,35 m (sekcje 24 ÷ 31 oraz 19,5 m sekcji 32);
- Etap II: nabrzeże Helskie I na długości 179,55 m (sekcje 17 ÷ 23);
- Etap III: nabrzeże Helskie I na długości 190,5 m (sekcje 1 ÷ 8 i sąsiadujący odcinek nabrzeża Oksywskiego – sekcje 1 ÷ 4);
- Etap IV : nabrzeże Helskie I na długości 204,75 m (sekcje 9 ÷ 16);
- Etap V : nabrzeże Helskie I wraz z pochylnią ro-ro (sekcje 33 ÷ 34 oraz 6,0 m sekcji 32) oraz nabrzeże Helskie II na całej długości i fragment nabrzeża Puckiego. Do wykonania 171,85 m nowego nabrzeża Helskiego oraz nabrzeża Puckiego za długości 110,05 m.

Nabrzeże wraz z całą infrastrukturą wykonane w etapach I ÷ IV może funkcjonować bez etapu V, który może być wy-



Rys. 1. Plan projektowanego nabrzeża z podziałem na etapy

1 – istniejące nabrzeże Helskie I; 2 – istniejące nabrzeże Helskie II; 3 – istniejące nabrzeże Puckie; 4 – istniejące nabrzeże Oksywskie;
5 – szyny torowiska w rozstawie $L = 20$ m; 6 – trzecia szyna torowiska – rozstaw szyn $L = 30,48$ m

konany w innym terminie. Plan etapowania robót pokazano na rys. 1.

Nabrzeże Helskie wyposażone będzie w suwnicę kontenerową opartą o odładową i odwodną belkę podsuwnicową. Od strony wody suwnica oparta będzie o belkę stanowiącą część nadbudowy nabrzeża Helskiego. Przyjęte do projektu parametry suwnicy: obciążenie charakterystyczne koła suwnicy: 1150 kN przy rozstawie 1,30 m.

Przebudowa nabrzeża Helskiego I wraz z pogłębieniem dna przy nabrzeżu nie jest czymś wyjątkowym. Wyjątkowe są natomiast okoliczności, a właściwie warunki naturalne oddziałujące na przebudowę konstrukcji istniejącego nabrzeża i w konsekwencji na możliwość jego przebudowy. Mając powyższe na uwadze przedstawiono w niniejszym artykule propozycje przebudowy nabrzeża Helskiego I w Porcie Gdynia wraz z przewidywaną ogólną technologią robót z uwzględnieniem trudnych i szczególnych warunków środowiskowych.

STAN ISTNIEJĄCY

Istniejące konstrukcje hydrotechniczne

Nabrzeże Helskie I wraz z pochylnią o długości 847,7 m (długość linii cumowniczej wynosi 798,1 m) wybudowano w drugiej połowie lat 70. ubiegłego stulecia.

Podstawowy odcinek nabrzeża Helskiego I tworzy ciężka konstrukcja w postaci prefabrykowanych żelbetowych skrzyń wypełnionych piaskiem, o wymiarach w planie $11,3 \times 25,5$ m i wysokości 13,7 m, posadowionych na rzędnej -13,20 m, na warstwie podsypki tłuczniowej o grubości 1,0 m. W okresie eksploatacji nabrzeża, w celu zabezpieczenia przed podmyciem pod stopą skrzyni, wykonano iniekcje cementowe. Łącznie nabrzeże składa się z 31 skrzyń. Na skrzyniach wykonano żelbetową nadbudowę z żebrami poprzecznymi (o przekroju $0,9 \times 1,5$ m) nad przepionami skrzyń, przewieszonymi na odległość 4,0 m w kierunku lądu, na których wykonano wspornik dociążający z prefabrykowanych płyt o wymiarach $0,25 \times 1,0 \times 3,18$ m. Ściana odwodna o grubości 0,5 m i odwodna belka poddźwignowa o szerokości 0,8 m w połączeniu z żebrami poprzecznymi

tworzy ramę przestrzenną spoczywającą na ścianach i przepionach poprzecznych skrzyń. Odległość osi szyny odwodnej od krawędzi odwodnej ściany wynosi 3,0 m przy całkowitej szerokości nadbudowy 16,6 m.

W celu zmniejszenia parcia hydrostatycznego działającego na nabrzeże za skrzyniami wykonano specjalną konstrukcję odprowadzającą spiętrzenie wody zalegającej w gruncie. Konstrukcja odwodnienia składa się z kamiennego filtra odwrotnego wykonanego za skrzyniami wzdłuż odładowej krawędzi nadbudowy i pryzmy kamiennej pomiędzy skrajnymi żebrami poprzecznymi na połączeniach skrzyń. Zalegająca w gruncie woda spływa poprzez filtr podłużny, a następnie poprzez pryzmę kamienną i szczeliny w styku skrzyń do basenu portowego. Nabrzeże jest wyposażone w torowisko suwnicy kontenerowej o rozstawie szyn 20,0 m. Tor odładowy również w formie belki żelbetowej posadowiony jest na niezależnym fundamencie opartym na palach Franki. Pale o średnicy $\phi 520$ mm wykonane w nachyleniu 8:1 o długości $l = 16,5$ m tworzą kozioł. Oba tory wyposażone są w szynę typu A-100 z mocowaniem systemowym i odwodnieniem szyny.

Rampa Ro-Ro „A” o szerokości 49,6 m zlokalizowana jest prostopadle do nabrzeża Helskiego I. Podobnie jak nabrzeże Helskie I odcinek z rampą ro-ro tworzy ciężka konstrukcja z prefabrykowanych skrzyń żelbetowych o wymiarach $9,0 \times 12,5 \times 25,5$ m (13,0 m szerokość stopy) posadowionych na rzędnej -12,0 m na warstwie podsypki tłuczniowej o grubości 1,0 m. Żelbetowy fundament pomostu uchylnego rampy posadowiony jest na dwóch rzędach pali Franki. Dno przed nabrzeżem jest umocnione, lecz zakres umocnienia jest nieregularny.

Głębokość techniczna przy nabrzeżu i przy rampie wynosi 12,60 m(A), a dopuszczalne obciążenie użytkowe naziomu 30 kN/m^2 (rampy 20 kN/m^2).

Odcinek nabrzeża Oksywskiego o długość 68,1 m obejmuje cztery sekcje wykonane w różny sposób w różnej technologii.

Sekcja nr 1 od strony zachodniej to nabrzeże typu płytowego oparte na palach żelbetowych.

Sekcję nr 2 wykonano również jako nabrzeże typu płytowego oparte na palach żelbetowych. Konstrukcja składa się z nadbudowy o szerokości w przekroju 10,8 m, w skład której wchodzi żelbetowa płyta grubości 45 cm, ocep odwodny

szerokości 1,45 m połączony monolitycznie z odwodną belką podsuwnicową oraz odlądowa belka podsuwnicowa szerokości 0,5 m. Nadbudowa wsparta jest od strony odwodnej na żelbetowej ścianie szczelnej o przekroju 38×50 cm pograżonej do rzędnej -17,95 m p.p.m. oraz trzech rzędach pali żelbetowych 35×35 cm.

Sekcję nr 3 wykonano w postaci grodzy ze ścianek szczelnych Larssen IIIIn pograżonych w przekroju w rozstawie osiowym 11,0 m. Ścianki szczelne połączone są ściągamami stalowymi, a przestrzeń między nimi wypełniono betonem. Grodza zwieńczona jest żelbetową nadbudową szerokości 7,7 m, w skład której wchodzi płyta grubości 85 cm, oczep odlądowy szerokości 1,45 m połączony monolitycznie z odwodną belką podsuwnicową oraz odlądowa belka podsuwnicowa szerokości 0,5 m.

Sekcję nr 4 wykonano w oparciu o jedną skrzynię żelbetową o wymiarach w planie $11,3 \times 25,5$ m i wysokości 13,7 m (13,5 m szerokość stopy) posadowionych na rzędnej -13,20 m, na warstwie podsypki tłuczniowej o grubości 1,0 m i wypełnionej piaskiem. Konstrukcja skrzyni jest analogiczna do rozwiązania występującego na nabrzeżu Helskim I. Na skrzyni wykonano żelbetową nadbudowę o szerokości 8,0 m, w skład której wchodzi płyta grubości 40 cm, oczep odlądowy szerokości 1,45 m połączony monolitycznie z odwodną belką podsuwnicową oraz odlądowa belka podsuwnicowa szerokości 0,5 m. Nabrzeże wyposażone jest w pacholy cumownicze typu ZI-50 oraz odbojnice w postaci ram drewnianych.

Głębokość techniczna przy nabrzeżu wynosi 13,0/9,6/7,5 m(A), dopuszczalne obciążenie użytkowe naziumu 20 kN/m^2 .

Warunki batymetryczne

Dno wzdłuż nabrzeża jest umocnione za pomocą worków wykonanych z geotekstyliów. Na pierwszych trzech rzędach worków znajdują się wylewki poiniekcyjne. Według sondażu z czerwca 2018 roku od narożnika z nabrzeżem Oksywskim rzędna umocnionego dna jest zmienna i wynosi -12,5 do -13,2 m.

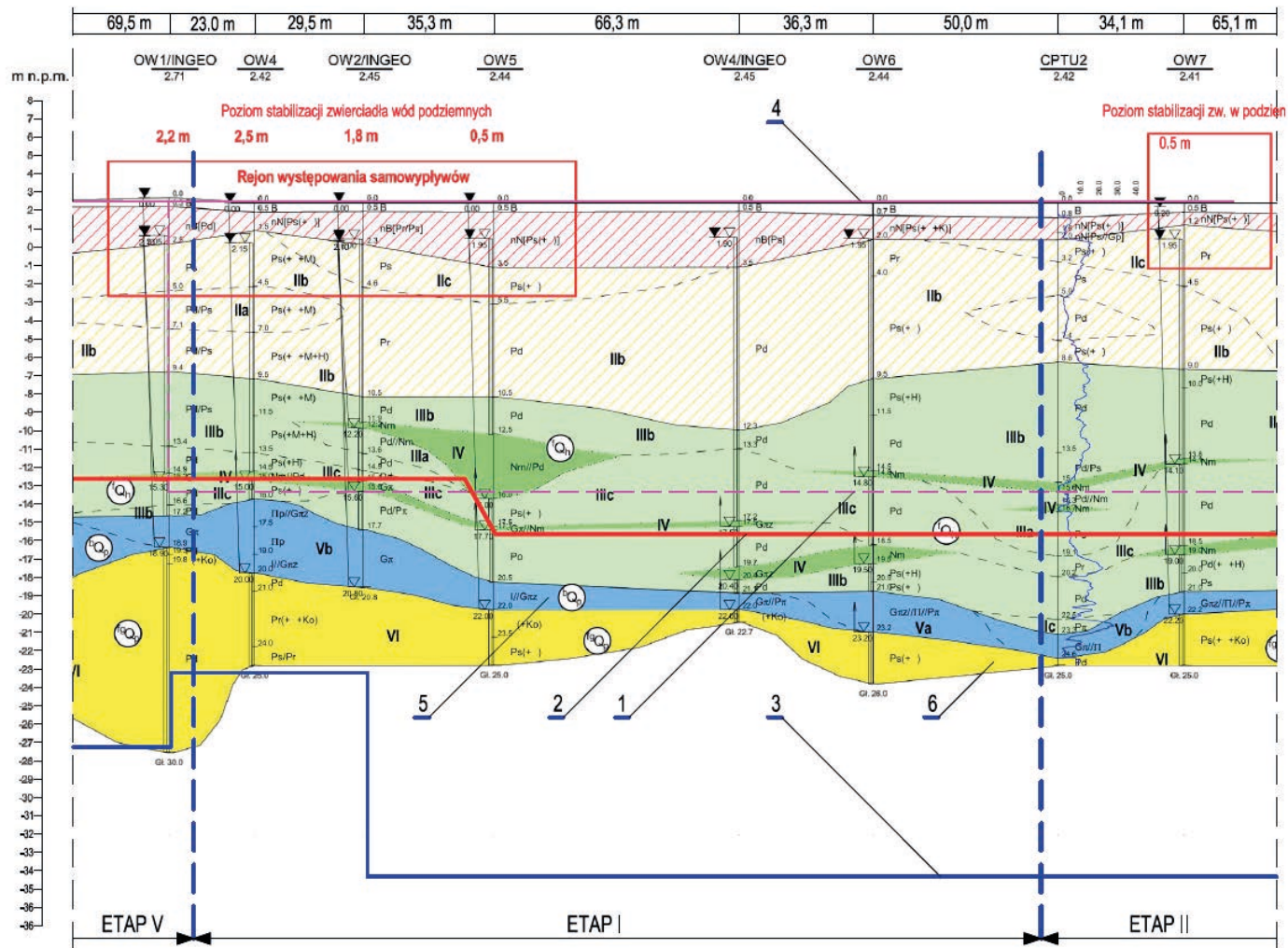
Warunki podłoża

Z analizy wyników przeprowadzonych badań geologiczno-inżynierskich oraz badań archiwalnych w połączeniu z ogólnymi danymi dotyczącymi budowy geologicznej podłoża pochodzącymi ze Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 (arkusz Gdynia) wynika, że do głębokości rozpoznania $20,0 \div 25,0$ m, podłożę inwestycji zbudowane jest z czwartorzędowych osadów wieku holocenijskiego i plejstocenijskiego. Najstarsze osady rozpoznane na badanym terenie stanowią plejstocenijskie osady wodnolodowcowe (fgQp) wykształcone jako piaski grube i średnie, rzadziej drobne oraz pospółki i żwiry. Piaski te występują często z domieszką żwiru, a także otoczków. Strop piaszczystych osadów wodnolodowcowych stwierdzano na głębokościach $17,8 \div 24,6$ m (rzędnej -17,58 \div -22,18 m n.p.m.). Na stropie osadów wodnolodowcowych zalega plejstocenijska warstwa zastoiskowych osadów spoistych reprezentowanych przez ropy, gliny pylaste oraz pyły (bQp). Miąższość tej warstwy waha się od 0,4 m do nawet 5,0 m. Warstwa ta jest

warstwą napinającą artezyjskie i subartezyjskie zwierciadło wód podziemnych.

Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

Warstwę wodonośną w obrębie zbiornika stanowią piaszczysto-żwirowe utwory wodnolodowcowe. Strop poziomu wodonośnego występuje na ogół płytko pod powierzchnią terenu: od 0,5 do 5 m, tylko na stożkach napływowych nieco głębiej. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi $20 \div 35$ m. Zwierciadło wód zbiornika stabilizuje się płytko pod powierzchnią terenu i jest nachylone w kierunku rzeki Redy i Zagórskiej Strugi oraz Zatoki Puckiej i basenów portowych Gdyni. Jednym z najważniejszych parametrów opisujących możliwości filtracyjne ośrodka skalnego jest współczynnik filtracji, który na obszarze zbiornika jest wyjątkowo wysoki i najczęściej wynosi między 0,5 a 3,0 m/h. Innym ważnym parametrem jest wydajność potencjalna typowej studni, która w strukturach wodonośnych zbiornika na ogół przekracza $100 \text{ m}^3/\text{h}$. System wodonośny tworzą wody pięter: czwartorzędowego, mioceńskooligocenijskiego i kredowego. Według Mapy hydrogeologicznej Polski obszar Portu Gdynia należy do jednostki hydrogeologicznej 3aQV/Tr/Cr. Miąższość poziomu wodonośnego waha się od 20 do 40 m. Wodoprzewodność jest bardzo wysoka i na większości obszaru przekracza $1500 \text{ m}^2/\text{d}$, a wydajności potencjalne są bardzo wysokie przekraczające $120 \text{ m}^3/\text{h}$. Poziom wodonośny pozbawiony jest izolacji, a stopień zagrożenia jest bardzo wysoki. Zagrożenie stanowi infrastruktura miejska z licznymi zakładami przemysłowymi oraz możliwość incesji słonych wód morskich w przypadku intensywnej eksploatacji ujęć zlokalizowanych w rejonie basenów portowych. W trakcie prowadzonych wierceń realizowanych zarówno na lądzie pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano jako swobodne na głębokości $1,5 \div 2,4$ m p.p.t. w nasypach piaszczystych oraz piaskach akumulacji rzecznej. Drugie (napięte) zwierciadło wód podziemnych nawiercano w piaszczystych osadach akumulacji wodnolodowcowej. Zwierciadło to napinane jest przez warstwy ropy o zróżnicowanej miąższości i stabilizuje się na głębokości występowania swobodnego zwierciadła, powyżej niego oraz ponad poziomem istniejącego terenu. Podczas badań w otworze OW4 oraz OW5 nastąpiły samowypływy. W przypadku otworu OW7 subartezyjskie zwierciadło wód podziemnych występujące w utworach wodnolodowcowych i ciśnienie powodowało, że zwierciadło wody ustabilizowało się około 1,75 m powyżej zwierciadła swobodnego, to jest na głębokości 0,2 m p.p.t. W otworze OW10 drugie zwierciadło stabilizowało się około 3,15 m poniżej zwierciadła swobodnego, to jest na głębokości 5,15 m p.p.t. W otworach OW3, OW6, OW8, OW9 zaobserwowano bardzo płytką stabilizację zwierciadła, co pozwala stwierdzić, że zwierciadło wód podziemnych prowadzone przez osady wodnolodowcowe, a napinane przez warstwę plejstocenijskich ropy, glin pylastych i pyłów ma charakter artezyjski i subartezyjski. Także w przypadku otworów wierconych „z wody” należy stwierdzić występowanie zwierciadła artezyjskiego i subartezyjskiego prowadzonego przez osady wodnolodowcowe. Wody drugiego zwierciadła stabilizowały się na poziomie zwierciadła wody w akwenu. Przekrój geotechniczny w rejonie nabrzeża Helskiego przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Fragment profilu geotechnicznego podłoża gruntowego

1 – poziom posadowienia skrzyń; 2 – poziom projektowanego dna (-15,5 m) nabrzeża południowego; 3 – poziom zapuszczenia ścianki szczelnej; 4 – korona projektowanego nabrzeża (+ 2,5 m); 5 – warstwa napajająca (utrzymująca pod ciśnieniem) wody gruntowe; 6 – warstwa piasków z wodą gruntową pod ciśnieniem

Charakterystyczne stany wody

Charakterystyczne stany wody podane dla stacji Meteorologicznej IMGW Gdynia z wieloletniego okresu (1988-2007) badań kształtują się następująco:

- najwyższy notowany poziom wody (WWW):
 - 632 [+1,24 mKr] (z dnia 30.12.1913);
- najwyższy poziom wody (WW):
 - 632 [+1,24 mKr]
- średni wysoki poziom wody (SWW):
 - 599 [+0,91 mKr]
- średni poziom wody (SW):
 - 510 [+0,02 mKr]
- średni niski poziom wody (SNW):
 - 452 [-0,56 mKr]
- najniższy poziom wody (NW):
 - 432 [-0,76 mKr]
- najniższy notowany poziom wody (NNW):
 - 411 [-0,97 mKr] (z dnia 04.11.1937);
 - 415 [-0,93 mKr] (z dnia 04.11.1979);

Zgodnie z §112 Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej określającym powtarzalność wezbrań sztormowych dla budowli morskiej typu „Nabrzeża, pirsy, mola i pomosty przystaniowe” w projekcie przyjęto okres trwałości budowli równy 100 lat. Na podstawie zestawień przedstawionych w tabl. 1 i 2 oraz obrany okres trwałości definiujący prawdopodobieństwo na 1% wahania zwierciadła wody wynoszący 651 – 400 = 251cm.

Zgodnie z §70.4 Rozporządzenia w rejonie występowania falowania od przepływających jednostek minimalne wzniesienie korony należy ustalić na wysokość 0,5 m ponad poziom mola WWWW = 632 cm = 1,24 mKr → 1,24+0,5 m = 1,74 mKr.

Ze względu na konieczność dowiązania się do istniejących konstrukcji sąsiednich nabrzeży rzędną korony projektowanego nabrzeża Helskiego II przyjęto na poziomie +2.50 mKr. Powyższa rzędna jest zgodna z zapisami obowiązującego Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego oraz dostosowana do możliwości wystąpienia spiętrzeń sztormowych do rzędnej +2,2 mKr przy częstotliwości wystąpienia $H = 1\%$ (to jest woda stuletnia).

Jednocześnie gabaryty oraz użyte materiały zabezpieczają konstrukcję nabrzeża przed negatywnym wpływem wzrostu poziomu wód gruntowych do rzędnej +1,25 mKr.

Tabl. 1. Prawdopodobieństwo występowania maksymalnych rocznych poziomów morza w rejonie południowego Bałtyku, według Gumbela (Wróblewski, 1992)

P [%]	99	90	80	70	60	50	40	30
T [lat]	1,01	1,11	1,25	1,43	1,61	2,0	2,50	3,33
Gdańsk [cm]	538	551	558	563	568	573	579	585
P [%]	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1
T [lat]	5	10	20	50	100	200	500	1000
Gdańsk [cm]	594	608	621	639	651	664	681	694

Tabl. 2. Prawdopodobieństwo występowania minimalnych rocznych poziomów morza w rejonie południowego Bałtyku (Wróblewski, 1992)

P [%]	99	95	90	80	70	50	30	20	10	5	2	1	0.1
T [lat]	1,01	1,05	1,11	1,25	1,43	2,0	3,33	5	10	20	50	100	1000
Gdańsk [cm]	464	458	455	450	446	440	432	427	420	413	406	400	384

PRZEBUDOWA NABRZEŻA

Nabrzeże Helskie I oraz Helskie II po przebudowie będą połączone i przemianowane na nabrzeże Helskie. Będą one tworzyć jedną prostą linię cumowniczą o łącznej długości około 971 m. Po stronie wschodniej nabrzeże Helskie będzie sąsiadować z przebudowanym nabrzeżem Oksywskim. Nabrzeże Oksywskie po przebudowie będzie mieć długość 68,1 m. Prace pogłębiarskie w basenie Kontenerowym oraz wzdłuż nabrzeża Helskiego i Oksywskiego będą zrealizowane po zakończeniu wszystkich projektowanych etapów przebudowy. Zgodnie z ustaleniami z inwestorem określa się, że nowe stanowisko przy nabrzeżu Helskim I będzie obsługiwać jednostki o parametrach maksymalnych:

- długość całkowita jednostki: $L_c = 400,0$ m;
- szerokość: $B = 60,0$ m;
- zanurzenie: $T_c = 14,70$ m;

Zapas głębokości wody pod stępką powinien spełniać warunek:

$$0,5 \leq R_t^{\min} \geq \eta \cdot T_c$$

$$\eta \cdot T_c = 0,05 \cdot 14,70 = 0,735 \text{ m}$$

Założona głębokość techniczna wynika z sumy:

$$H_t = T_c + R_t = 14,70 + 0,735 = 15,435 \text{ m}$$

– przyjęto głębokość techniczną: -15,50 m p.p.m.

Ze względu na to, że minimalna wartość zapasu wody R_t^{\min} pod stępką musi być zachowana przy najniższym poziomie zwierciadła morza (NW), o wpłynięciu statku miarodajnego przy stanach wody niższych od średnich (SW) każdorazowo decyduje Kapitan Portu.

Po zakończeniu przebudowy nowe nabrzeże Helskie (na odcinku etapu I ÷ IV) uzyska następujące parametry użytkowe:

- obciążenie użytkowe: 40 kN/m²;
- obciążenie użytkowe na ścieżce cumowniczej na szerokości 4,2 m: 20 kN/m²;

- głębokość techniczna:
 $H_{tech} = 15,5$ m p.p.m. (na odcinku 719 m mierząc od narożnika z nabrzeżem Oksywskim);
- głębokość dopuszczalna:
 $H_{dop} = 17,50$ m p.p.m. (na odcinku 719 m mierząc od narożnika z nabrzeżem Oksywskim);
- pachoły cumownicze ZI-90 o nośności 900 kN
- odbojnica systemowa o szerokości systemu odbojowego (wysięg na wodę) 0,75 m; dobrana przy założeniu prędkości podchodzenia statku do nabrzeża z prędkością $V_B \leq 0,08$ m/s;
- długość nabrzeża Helskiego (etap I ÷ IV) 799,15 m;
- długość całkowita nabrzeża Helskiego (wraz z etapem V) 971,0 m.

Wyposażenie nabrzeża

Podstawowe elementy wyposażenia nabrzeży po przebudowie wykonanych w Etapach I ÷ IV:

- fundament podźwigowy odwodny posadowiony na płycie nabrzeża, szerokości 80 cm, z szyną A -150 i kołkami oporowymi,
- istniejący samodzielny fundament podźwigowy odlądowy (poza płytą nabrzeża) w odległości 20,0 m od fundamentu odwodnego, szerokości 80 cm, z szyną A-100,
- samodzielny fundament podźwigowy odlądowy (poza płytą nabrzeża) w odległości 30,48 m od fundamentu odwodnego (trzecia szyna), szerokości 80 cm, z szyną A-150 i kołkami oporowymi,
- komora zasilania suwnic wykształcona poniżej poziomu nabrzeża,
- kanał kablowy suwnicy,
- pachoły cumownicze 2×900 kN (w każdej sekcji nabrzeża),
- urządzenia odbojowe – przewiduje się zabezpieczenie nabrzeża odbojnicami wyboczeniowymi.

ODDZIAŁYWANIE WÓD GRUNTOWYCH I PROPOZYCJA PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIOM

System monitorowania cumowania jednostki pływającej do nabrzeża Helskiego (kontrola prędkości podchodzenia). Wobec ograniczenia szerokości urządzeń odbojowych (z uwagi na zasięg istniejących urządzeń przeładunkowych) niezbędne byłoby zainstalowanie na nabrzeżu urządzenia monitorującego prędkość podchodzenia statku do nabrzeża (wymagane $V_B \leq 0,08$ m/s). Informacja o prędkości podejścia musi być przekazywana na statek oraz do obsługi nabrzeża. Kwestia umieszczenia na nabrzeżu tablicy wyświetlającej prędkość podchodzenia statku lub inny sposób przekazywania tej informacji zostanie ustalona w ramach nadzoru autorskiego przy udziale inwestora i użytkownika.

- rama odbojowa z belek elastomerowych 30×30 cm,
- drabinki stalowe ratownicze wraz z belkami ochronnymi pionowymi,
- stojaki ze sprzętem ratunkowym,
- krawężnik z tworzywa sztucznego, wzmocnionego profilem stalowym o wysokości minimalnej 15 cm,
- instalacje wodno-kanalizacyjne, elektryczne i teletechniczne,
- nawierzchnia drogowa wraz z odwodnieniem liniowym według projektu branżowego,
- tablice informacyjne DOR.

Fundament toru podsuwnicowego odlądowego "trzecia szyna"

Odlądowy tor suwnicy o rozstawie szyn 30,48 m zaprojektowano na palach typu Vibrex ϕ 559 mm oraz ϕ 610 mm, o długościach $l = 16,0$ m oraz $l = 16,5$ m, zapuszczonych w nachyleniu 4:1. Pale ujęto żelbetową belką o wysokości 2,28 m z betonu C 30/37, XC2, XS1, XF4 według PN-EN 206-1, zbrojoną prętami ze stali B500B. Szerokość fundamentu w podstawie wynosi 2,0 m, a w koronie 0,80 m. Korona fundamentu na rzędnej 2,27 m (korona główki szyny +2,49).

Fundament podzielono na 31 sekcji dylatacyjnych, to jest 9 sekcji o długości 24 m i 22 sekcje o długości 24,5 m:

- obciążenie szyny: suwnica kontenerowa o udźwigu 65 t, z wózkiem 8-kołowym, nacisk 1150 kN/koło; koła w średnim rozstawie 1,3 m, odległość między kołem pierwszym i ostatnim 9,9 m,
- fundament toru urządzenia przeładunkowego przewidziano na długości 755,0 m (Etap I ÷ IV),
- rzędna główki szyny na poziomie +2,49 mKr,
- szyna poddźwigowa typu A-150, obudowana, z odwodnieniem rowków przyszynowych,
- do zamocowania szyny przewidziano wykorzystanie opatentowanego systemu mocowania szyn,
- szerokość wnęki szynowej 340 mm.

Zaprojektowano szynę typu A-150 ze stali gatunku 900A ($R_{m,min} = 880$ MPa), ciągłą, bezстыkową. Technologia łączenia odcinków szyn (np. łączenie termitowe) gwarantująca jakość połączenia.

W związku z występowaniem wód podziemnych o charakterze artezyjskim i subartezyjskim należy uwzględnić ten fakt zarówno w trakcie prac projektowych, jak i podczas prowadzenia inwestycji. Przerwanie warstwy gruntów napinających omawiane zwierciadło (warstwa V) może doprowadzić do samostnego wypływu wód podziemnych ze znacznych głębokości. Niekontrolowany wypływ wody może spowodować wypłukiwanie drobniejszych frakcji gruntów niespoistych zalegających płycej, co może doprowadzić do utraty stateczności istniejących obiektów. Przeprowadzone do tej pory badania wykazały, że poziom, na którym stabilizuje się zwierciadło wody artezyjskiej, to +5,0 m n.p.m. W celu przeciwdziałania możliwości wystąpienia tego zjawiska należy na etapie budowy uszczegółwić występowanie napiętego zwierciadła wody w planie poprzez badania wykonywane przez Nadzór Geotechniczny. Jednocześnie należy przyjąć technologię wykonywania posadowienia głębokiego, która zabezpieczy przed przebiciem się wody. Przewiduje się wykonanie fundamentu głębokiego (rys. 3) w postaci pali wierconych lub wbijanych z płaszczem z rur stalowych. W ramach pogrążania każdego pala powinna być wykonana iniektowana przysłona z materiału uszczelniającego płaszcz pala. Aby uszczelnić wnętrze płaszcza, należy mniejsze pale wyposażyć w szczelny but u ich podstawy lub pogrążyć pale, utrzymując naciśnięcie wody w płaszczu. W przypadku palościanki projektowanej po stronie odwodnej wymagać to będzie zastosowania platformy roboczej i utrzymanie górnej krawędzi pala – głowicy na rzędnej +6,0 m n.p.m.

Na podstawie wyników archiwalnej analizy chemicznej wody pobranej z drugiej warstwy wodonośnej – głębokość 23,5 m – stwierdzono, że woda podziemna z drugiej warstwy wodonośnej wykazuje średnią agresję chemiczną względem betonu – klasa ekspozycji betonu XA2 (w rozumieniu normy PN-EN 206:2014). Należy przyjąć, że woda z pierwszej warstwy wodonośnej również wykazuje średnią agresję chemiczną względem betonu, gdyż pozostaje w stałym kontakcie hydraulicznym z wodą z drugiej warstwy. Jako zabezpieczenie przed agresją chemiczną wód gruntowych należy zastosować odpowiednią klasę środowiskową betonu przewidzianego do wykonania nabrzeża, a w szczególności palościanki i pali fundamentowych.

Przebudowa nabrzeża w celu obsługi statków o zwiększonej nośności i zanurzeniu nie jest łatwa. W tym przypadku znacznymi utrudnieniami jest podział nabrzeża na etapy, a zwłaszcza istniejące warunki geologiczne.

Badania geotechniczne wykazały, że na terenie inwestycji występuje zwierciadło wody artezyjskiej stabilizujące się na poziomie +4,91 m n.p.m. Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia prac w technologii, która zabezpieczy przed przerwaniem napinającej warstwy gruntu i wypływem wody artezyjskiej.

W projekcie określono wytyczne, które muszą być uwzględnione przy realizacji nabrzeża.

PODSUMOWANIE

Pokonanie określonych problemów implikuje inne. Przebudowa nabrzeża z przesunięciem (z konieczności) linii cumowniczej przed istniejące nabrzeże zmniejszyło wysięg suwnicy bramowej w odniesieniu do szerokości statku, który będzie rozładowywany. Dlatego też na życzenie Zamawiającego przyjęto urządzenia odbojowe o jak najmniejszym wysięgu na wodę (ze względu na zasięg pracy istniejących suwnic kontenerowych). W związku z tym prędkość podchodzenia statku do nabrzeża powinna wynosić $V_B \leq 0,08$ m/s. Zaleca się zatem zastosowanie systemu kontrolującego prędkość podchodzenia statku do nabrzeża.

W tych trudnych warunkach hydrogeologicznych zaproponowane rozwiązanie zapuszczenia palościanki z wykorzysta-

niem wiercenia w podłożu z jednoczesną iniekcją uszczelniającą wydaje się być dobrym rozwiązaniem. Wpływ wody pozostającej pod ciśnieniem, jak wynika z doświadczenia w tym rejonie, powoduje rozluźnienie gruntu podłoża, i choć nie stanowi awarii konstrukcji, to jednak uniemożliwia prawidłową eksploatację budowli.

LITERATURA

1. Projekt budowlany budowy dodatkowej szyny poddźwigowej na nabrzeżu Helkim I w Porcie Gdynia – projekt wykonany przez Aquaprojekt, Gdańsk 2014.
2. Projekt budowlany nabrzeża Helkiego w Porcie Gdynia, opracowany przez PROJMORS – Biuro Projektowe Budownictwa Morskiego, Gdańsk 2019.