



## GEOPROGRAM

**Wojciech Andrzejewski**

85-739 Bydgoszcz, ul. Fordońska 110

tel. 602-322297, (052)-3717949

NIP 953-217-16-00, REGON: 092345820

Konto: NORDEA BANK POLSKA S.A. o/Bydgoszcz 80 1440 1215 0000 0000 0379 8577

e-mail: [office@geoprogram.pl](mailto:office@geoprogram.pl) [www.geoprogram.pl](http://www.geoprogram.pl)

# DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA określająca warunki geologiczno-inżynierskie do projektu posadowienia nabrzeży Zabytkowej Reduty MORAST na terenie Portu Jachtowego w KOŁOBRZEGU

**MIEJSCOWOŚĆ:**

*Kołobrzeg*

**GMINA:**

*Kołobrzeg*

**POWIAT:**

*kołobrzegi*

**WOJEWÓDZTWO:**

*zachodniopomorskie*

**INWESTOR:**



*Zarząd Portu Morskiego Kołobrzeg Sp. z o.o.*

*ul. Szyprów 1; 78-100 Kołobrzeg*

**PROJEKTANT:**

*Biuro Projektowo Inżynierskie REDAN Sp. z o.o.*

*ul. Jagiellońska 69; 70-382 Szczecin*

<b>Zespół autorski:</b>	<b>mgr inż. Mikołaj Bojarski</b> - <i>upr. geol V-1521</i> - <i>upr. geol. VI-0387</i>	
	<b>mgr Wojciech Andrzejewski</b> - <i>upr. geol V-1436</i> - <i>upr. geol. VII-1281</i>	
	<b>mgr Radosław Urban</b> - <i>upr. geol. XI-053/POM</i>	
	<b>inż. Marcin Tubacki</b>	

*BYDGOSZCZ, marzec 2013r.*

## SPIS TREŚCI

<b>1.WSTĘP</b>	<b>3</b>
1.1. Podstawa i przedmiot opracowania	3
1.2. Cel i zakres opracowania	3
1.3. Materiały wykorzystane w opracowaniu	4
<b>2. DANE OGÓLNE</b>	<b>5</b>
2.1. Lokalizacja i opis terenu	5
2.2. Istniejąca i sąsiednia zabudowa	6
2.3. Charakterystyka projektowanych obiektów	7
2.4. Oddziaływanie obiektów na środowisko i istniejącą zabudowę	8
<b>3. BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO</b>	<b>9</b>
3.1. Zakres i metody wykonywanych badań	9
3.1.1. Prace polowe	9
3.1.2. Badania laboratoryjne	11
3.1.3. Prace kameralne	11
3.2. Ocena zakresu wykonanych badań	12
<b>4. WARUNKI GEOLOGICZNE</b>	<b>13</b>
4.1. Środowisko geograficzne. Geomorfologia.	13
4.2. Budowa geologiczna	13
4.3. Warunki hydrogeologiczne	13
<b>5. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA</b>	<b>17</b>
<b>6. ANALIZA WARUNKÓW POSADOWIENIA</b>	<b>19</b>
6.1. Ocena warunków gruntowych	19
6.2. Posadowienie obiektów kubaturowych	20
6.3. Monitoring geotechniczny	20
6.4. Propozycja kategorii geotechnicznej	20
<b>7. WNIOSKI I ZALECENIA</b>	<b>22</b>



## 1.WSTĘP

### 1.1. Podstawa i przedmiot opracowania

- Zlecenie Projektanta: Biura Projektowo-Inżynierskiego REDAN ze Szczecina.
- Wytyczne techniczne przekazane przez Zleceniodawcę wraz z planem sytuacyjno wysokościowym,
- Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 09.06.2011r. (tekst jednolity Dz.U. nr 163, poz. 981, z dnia 5 sierpnia 2011),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 23.12.2011r w sprawie dokumentacji hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich (Dz.U. nr 291, poz. 1714),
- Projekt Robót Geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich do projektu umocnienia brzegu zabytkowej Reduty MORAST w KOŁOBRZEG,
- Decyzja Starosty Kołobrzeskiego nr OŚ.6540.00010.2012 z dnia 8.11.2012r zatwierdzająca ww. Projekt robót geologicznych.
- Decyzja Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego w Poznaniu nr POZ.0234.35.2013.EC/NW zatwierdzająca Plan ruchu zakładu górniczego.

### 1.2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich do projektu posadowienia przebudowywanego nabrzeża zabytkowej Reduty Morast w Kołobrzegu.

Niniejsza dokumentacja będzie równocześnie stanowić dokumentację badań podłoża gruntowego w myśl Rozporządzenia [2].

#### **Zakres opracowania obejmuje przedstawienie:**

- warunków geotechnicznych, zarysu geomorfologii, budowy geologicznej i stosunków wodnych,
- wyników wykonanych badań polowych i laboratoryjnych,
- miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych gruntu,
- podsumowania i wskazań końcowych.

W niniejszej dokumentacji zastosowano klasyfikację gruntów zgodną z PN-EN ISO 14688-1/2 w myśl wprowadzonego Eurokod-7 [4,5].

Konieczność stosowania norm opartych o Eurokod-7 wynika z Rozporządzenia [2].



### **1.3. Materiały wykorzystane w opracowaniu**

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 23.12.2011r w sprawie dokumentacji hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich (Dz.U. nr 291, poz. 1714).
2. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 463) z dnia 27 kwietnia 2012r., poz. 463).
3. Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich, Ministerstwo Środowiska. Warszawa 1999r
4. Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego; PGI Warszawa 2009r
5. PN-EN 1997-1:2008; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.
6. PN-EN 1997-2:2009; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
7. PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne, Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów Część 1: Oznaczanie i opis
8. PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne, Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów Część 2: Zasady klasyfikowania
9. PKN-CEN ISO/TS 17892 1-12; Badania geotechniczne; Badania laboratoryjne gruntów.
10. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich.
11. Geografia Regionalna Polski –J. Kondracki, PWN Warszawa 2000.
12. Projekt Robót Geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich do projektu umocnienia brzegu zabytkowej Reduty MORAST w KOŁOBRZEG, GEOPROGRAM październik 2013,
13. Mapa Topograficzna Polski, skala 1:10 000.
14. Projekt Zagospodarowania Terenu i mapa sytuacyjno-wysokościowa do celów projektowych, skala 1:500

## 2. DANE OGÓLNE

### 2.1. Lokalizacja i opis terenu

Analizowany teren znajduje się Kołobrzegu, powiat kołobrzeski, województwo zachodniopomorskie. Obejmuje on północno-zachodni fragment Wyspy Solnej położonej pomiędzy korytem Parsęty oraz Kanału Drzewnego.

Inwestycja znajduje się w granicach Portu Morskiego w Kołobrzegu i dotyczy nabrzeża zabytkowej Reduty MORAST.

Projektowane roboty geologiczne oraz sama inwestycja dotyczą działki nr 173/2. Jest to działka lądowa (nie zaliczona do wód morskich), obejmująca zabytkową redutę oraz jej nabrzeże, na którym wykonano się roboty geologiczne.

Reduta Morast sąsiaduje:

- od północy z działką nr 175 (wm) stanowiącą wewnętrzne wody morskie (koryto Parsęty i wejście do Portu Jachtowego),
- od południowo-zachodu działkę nr 172(wm) stanowiącą wody morskie - basen łódziowy oddzielony od Kanału Drzewnego sztucznym nabrzeżem (Nabrzeże Szkolne)
- od północnego-zachodu działkę nr 171 (wm) stanowiącą wody morskie – koryto Parsęty.
- od wschodu ze zrewitalizowanym terenem portu jachtowego (drogi utwardzone, nowe chodniki, tereny zielone).

Reduta Morast otoczona jest wałem ziemnym o wysokości ok.5m, który schodzi skarpami o nachyleniu ok. 20-40° w kierunku basenów portowych. Umocnione nabrzeże reduty stanowi obecnie żelbetonowy pomost (w granicach lądowej działki nr 173/2) posadowiony na palach. Roboty geologiczne wykonano w obrysie pomostu. Pomost posiada zróżnicowaną szerokość od 3,8m na wejściu przez 2,8m w części centralnej do ok. 1,8m w końcowym odcinku, przy basenie łódziowym. Jest on ograniczony od strony Reduty barierkami.

Uzbrojenie (przewody energetyczne i wodociąg) są podwieszone do pomostu.

Projektowana inwestycja znajduje się w granicach następujących obszarów ochronnych:

- **Obszar ochronny uzdrowiska „C”**, stanowiący otulinę dla obszarów „A” i „B”. Obowiązują tu zakazy: nieplanowanego wyrębu drzew, prowadzenia działań powodujących niekorzystną zmianę stosunków wodnych, lokalizacji nowych uciążliwych obiektów budowlanych i innych uciążliwych obiektów, w tym zakładów przemysłowych, prowadzenia działań mających wpływ na fizjografię uzdrowiska i jego założenia przestrzenne lub właściwości lecznicze klimatu. (załącznik 1.1)
- **Dorzecze Parsęty (PLH320007)** obszar należący do Natura 2000. (załącznik 1.1)



- **Obszar chronionego krajobrazu “Koszaliński Pas Nadmorski”**.- obejmujący znaczną część miasta Kołobrzeg i pas nadmorski.
- **Obszar i teren górniczy dla wód mineralnych i leczniczych “Kołobrzeg II”** (ustanowiony decyzją Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 29.03.91 nr TiU 6/60/91).

Szczegóły lokalizacyjne przedstawia Załącznik 1.1 - Mapa przeglądowa 1:10 000 oraz załącznik nr 1.3, Mapa sytuacyjno-wysokościowa.

## **2.2. Istniejąca i sąsiednia zabudowa**

Reduta Morast jest obiektem zabytkowym, wpisanym do rejestru zabytków pod nr: 376 z dnia 10.04.1964r.

Stanowił ona obiekt fortyfikacyjny służące obronie portu oraz ujścia Parsęty. Reduta powstała w latach 1770-1774. Reduta ma kształt pięcioboku; składa się z wału ziemnego, ceglanego muru od strony miasta, do którego przylegają cztery budynki (jeden duży i trzy małe) oraz rowu wypełnionego wodą Parsęty. Wszystko wykonane zostało z cegły, na kamiennej podmurówce i przykryte ziemią. Maksymalna średnica Reduty liczona od linii wody nie przekracza 70m. Wysokość wału ziemnego wykosi ok. 5m od linii wody. Nachylenie skarp wału ziemnego wynosi 30-35°. jest ono porośnięte przez drzewa i krzewy. Nie wykazuje rozwoju ruchów masowych.

Nie znany jest sposób posadowienia obiektu. Według analogii z innymi obiektami, z tego okresu, wykonywanymi w trudnych warunkach gruntowych można przypuszczać, że mógł zostać zastosowany ruszt drewniany z narzutem kamiennym. Zabytkowy obiekt znajduje się w dobrym stanie technicznym.

Istniejące nabrzeże przeznaczone do przebudowy (okalające Morast) stanowi pomost o konstrukcji żelbetowej posadowiony na palach.

Na południe i zachód od nabrzeża Morastu znajduje się Nabrzeże Rybackie stanowiące konstrukcję hydrotechniczną zmodernizowaną w 2012r. Posadowienie pierwotne na palach prefabrykowanych 35\*35cm o długości ok. 13m dodatkowo na ścinakach szczelnych.

Na wschód od Morastu znajduje się zmodernizowany Port Jachtowy wraz z nowym budynkiem techniczno-administracyjno-usługowym (w odległości ok. 100m).

## 2.3. Charakterystyka projektowanych obiektów

Celem inwestycji jest:

- odtworzenie zabytkowego wału reduty, który obecnie od strony wody posiada liczne ubytki gruntu,
- odpowiednie zabezpieczenie tego wału przed ponownymi uszkodzeniami,
- stworzenie miejsc cumowniczych dla jednostek sportowych (jachtów) przy pontonach cumowniczych umieszczonych wzdłuż linii brzegowej wału reduty.

Planowane jest cumowanie jednostek prostopadle. Pomosty planuje się wyposażyć w punkty poboru energii elektrycznej i wody

Sposób cumowania pomostów – do dalb rurowych wbitych w odległości ok. 2 m od linii brzegowej

Planowany sposób umocnienia stoku skarpy:

**wariant I** – przy użyciu ścianki szczelnej z oczepem stalowym bądź betonowym;

**wariant II** – przy użyciu narzutu kamiennego na geokracie.

Nie przewiduje się eksploatacji umocnienia brzegu (odwodny stok wału reduty nie będzie dostępny dla osób)

W poniższej tabeli zestawiono charakterystyczne elementy inwestycji.

Lp.	Reduta Morast	
1.	Pomosty cumownicze szerokości 2,4m; w tym: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomost północny – długość 45 metrów – 3 moduły o długości 15 m każdy (np. Marinetek M2415AC)</li> <li>• pomost zachodni – długość 51 metrów – 3 moduły o długości 12 m każdy (np. Marinetek M2412AC) i 1 moduł o długości 15 m (np. Marinetek M2415AC)</li> <li>• pomost południowy – długość 42 m – 1 moduł o długości 12 m (np. Marinetek M2412AC) i 2 moduły o długości 15 m (np. Marinetek M2415AC)</li> </ul>	138 mb (345m <sup>2</sup> )
2.	Odnogi cumownicze, dł. 6 m	14 szt. / 84 mb
3.	Odnogi cumownicze, dł. 12 m	6 szt. / 72 mb
4.	Trap wejściowy na pomost, szer. 2m	15,9 mb (31,8m <sup>2</sup> )
5.	Balustrada stalowa	131 mb
6.	Pomost istniejący do remontu	153,8 m <sup>2</sup> (47,4mb, szer. 3,4m)
7.	Postumenty zasilające w energię elektryczną i wodę z oświetleniem Postumenty wyposażone w 4 gniazda elektryczne 230 V jednofazowe z zabezpieczeniem 16A aktywowane kartą oraz 1 przyłącze wody	9 szt.

8.	Projektowane umocnienie skarpy, stalowa ścianka szczelna z oczepem żelbetowym	165 mb
9.	Zieleń	971 m <sup>2</sup>
	Miejsc cumowniczych dla jachtów 12-14m	7
	Miejsc cumowniczych dla jachtów 6m, łodzi, motorówek itp.	27

Wstępnie dla projektowanej inwestycji przyjęto IIgą kategorię geotechniczną. Kategorię geotechniczną obiektu lub jego części ustali jego Projektant po przeanalizowaniu charakteru konstrukcji i warunków gruntowo-wodnych wg przeprowadzonego rozpoznania.

#### **2.4. Oddziaływanie obiektów na środowisko i istniejącą zabudowę**

Projektowana Inwestycja zlokalizowana będzie na terenach portowych. Nie przewiduje się zmiany zagospodarowania i użytkowania terenu. Tym samym z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że projektowana inwestycja nie będzie wpływała znacząco na obszary chronione.

##### **Oddziaływania w fazie budowy**

Związane są z możliwością przenikania do podłoża i wód substancji ropopochodnymi pochodzących z maszyn budowlanych. Zachowując środki ostrożności (sprawne techniczny sprzęt, tankowanie w wyznaczonych punktach, poza terenem inwestycji ogranicza się ryzyko skażenia). Pograżanie ściek szczelnych będzie się wiązało z krótkim okresem wzmożonego hałasu i wibracji od wibromłotów.

##### **Oddziaływania fazy eksploatacji**

Projektowana inwestycja nie będzie stwarzać w stosunku do środowiska gruntowo – wodnego. W przypadku głębokości ścianek zabijanych do 10-12m nie przewiduje się wpływu na wody podziemne, lecznicze obecne w izolowanych soczewach śródglinowych.

##### **Oddziaływania fazy rozbiórki**

Nie przewiduje się obecnie rozbiórki projektowanego obiektu. Pod względem oddziaływania, po poróżnieniu z odpadów ryzyka dla środowiska są zbliżone do fazy budowy.



### **3. BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

Dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich przeprowadzono szereg opisanych poniżej robót i badań geologicznych.

#### **3.1. Zakres i metody wykonywanych badań**

##### **3.1.1. Prace polowe**

Prace polowe wykonano w dniu 18 marca 2013 roku. Obejmowały one wiercenia otworów badawczych, sondowania statyczne, pobranie próbek do badań laboratoryjnych, badania makroskopowe gruntów, ustalenie litologii i genezy gruntów podłoża oraz niwelację techniczną.

Lokalizację wykonanych wyrobisk przedstawiono w załączniku nr 1.2.

##### **a/ wiercenia**

Na terenie badań w ramach zaprojektowanych robót wykonano systemem mechanicznym, okrętym 4 rurowane otwory o średnicy 110mm, (wiertnica hydrauliczna GEOTECH 220-04), o głębokości 10-12,0m p.p.t. Otwory o4 i o5 wiercono systemem ręcznym obrotowo-udarowym, zestawem Eijkelkamp z rurowaniem ABS 90mm. Wiercenia o2, o3, o4, o5 wykonano z istniejącego betonowego pomostu, po przewierceniu wiertnicą do betonu jego konstrukcji. Poszczególne przebiegi wierceń odnoszono do powierzchni pomostu jako punktu stałego.

Otwory zostały zlokalizowane zgodnie z potrzebami dokumentacji, tak jak zaznaczono to w załączniku 1.2 - mapie sytuacyjno-wysokościowej.

Po zakończeniu badań otwory zlikwidowano poprzez zasypanie urobkiem z odtworzeniem pierwotnego profilu. W związku brakiem występowania soczew śródglinowych w profilach otworów nie stosowano do likwidacji bentonitu.

##### **b/ opróbowanie wyrobisk i badania makroskopowe**

Podczas wykonanych prac polowych pobrano: 16 prób gruntu o naruszonej strukturze (kategoria poboru B klasa 3).

Dodatkowo z otworu o4 pobrano próbę wody do badań agresywności. Pobór prób wody poprzedzony był 10min pompowaniem oczyszczającym, pompką monitoringową typu GIGANT. Nie wykonano analiz chemicznych prób wody wskazanych w decyzji Starosty Kołobrzeskiego, z uwagi na brak występowania wód użytkowej, warstwy wodonośnej lub soczew śródglinowych. Wody z piasków pod gruntami organicznymi występują w łączności z wodami powierzchniowymi i Parsentę.

##### **c/ sondowania statyczne CPTU**

W celu parametryzacji podłoża przeprowadzono 2 sondowania statyczne CPTU (z pomiarem ciśnienia porowego). Sondowanie prowadzono przy pomocy



wielozadaniowego penetrometru GEOTECH 220-04, z zastosowaniem standardowego stożka pomiarowego piezocone nr 4250 (penetrometr klasy 200kN).

Sondowanie statyczne końcówką piezoelektryczną CPTU pozwala rejestrować parametry gruntu w sposób ciągły (co 2 cm), automatycznie (cyfrowy zapis pomiaru). Mierzone były w warunkach *in-situ*:

- opór gruntu pod stożkiem ( $q_c$ ),
- tarcie gruntu na tulei ( $f_s$ )
- ciśnienie wody w porach podczas penetracji ( $u_2$ )
- wychylenie stożka od pionu,
- prędkość sondowania.

Sondowania statyczne wykonano wyprzedzająco w stosunku do wierceń tak aby oszacować w nich potencjalną głębokość soczew śródglinowych mogących generować samo wypływy solanki. Jedynie w profilu sondy CPTU1 na głębokości 12,5m rozpoznano soczewę piasków śródglinowych. Z otworu po sondzie nie występował samowypływ, zaś pomiar ciśnienia  $u_2$  nie wykazywał nadciśnienia. Średnica otworu po sondzie 36mm.

Łączny metraż sondowania wynosił 26,5mb. Wyniki badań CPTU załącznik 5.

#### **d/ sondowania dynamiczne**

Wykonywano sondowanie automatyczną sondą dynamiczną średnią DPM, przy otworze badawczym o4. Łącznie przesondowano 8mb gruntu, głębsze sondowanie nie było możliwe z uwagi na uzyskanie wartości uderów  $N_{10} > 80$ . Zmiana lokalizacji sond wynikała (z o3 i o5) na o4 ze stwierdzeniem w o3 bardzo niskiej miąższości piasków, zaś w o5 wysokiej miąższości gruntów organicznych.

#### **e/ sondowania sondą obrotową FVT**

W miejscu występowania gruntów organicznych wykonano 10 ścięć gruntu sondą obrotową z końcówką krzyżakową 8\*16 cm. W poniższej tabeli zestawiono otrzymane wyniki wytrzymałości gruntów organicznych na ścinanie w warunkach bez drenażu.

	rodzaj gruntu	$\tau_f$ [kPa]	$\tau_R$ [kPa]	$I_R$
O3/4,0	Or (T)	26,0	8,0	3,3
O3/4,5	Or (T)	34,0	6,4	5,3
O5/5,0	Or (T)	24,0	7,2	3,3
O5/5,5	clOr (Nmg)	45,2	10,7	4,2
O5/6,0	clOr (Nmg)	38,5	12,2	3,2
O5/6,5	clOr (Nmg)	49,2	13,6	3,6
O5/7,5	Or (Gy)	18,2	10,4	1,8
	średnia	<b>33,6</b>	<b>9,8</b>	<b>3,5</b>

### **f/ prace geodezyjne**

Prace geodezyjne przeprowadzono w dowiązaniu do mapy sytuacyjno-wysokościowej. Jako repery robocze przyjęto włązy studzienek kanalizacyjnych Rp1=1,26m n.p.m., Rp2=1,29m n.p.m.

#### **3.1.2. Badania laboratoryjne**

Pobrane w terenie próbki poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. Wytypowane próbki gruntów zostały szczegółowo badane w laboratorium geotechnicznym.

Wykonano oznaczenia:

- Analizy granulometrycznej – 6 oznaczeń, wraz z wyznaczeniem współczynników filtracji na podstawie krzywych uziarnienia wzorami empirycznymi,
- Oznaczenia wilgotności naturalnej piasków – 6 oznaczeń,
- Granice plastyczności i płynności gruntów spoistych – 6 oznaczenia,
- Oznaczenie wilgotności gruntów spoistych i organicznych – 11 oznaczeń,
- Oznaczenie zawartości substancji organicznej - 3 oznaczenia,
- Oznaczenie gęstości objętościowej gruntów – 7 oznaczeń,
- Agresywność wody w stosunku do betonu – 1 oznaczenie.
- Rodzaju gruntów.

Badania przeprowadzono zgodnie z normą [8] oraz literaturą fachową.

#### **3.1.3. Prace kameralne**

- analizę wyników wyrobisk badawczych, łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi oraz obserwacjami występowania wody gruntowej,
- interpretację wyników sondowań statycznych w oparciu o program CPTpro (GEOSOFIT),
- oszacowanie parametrów geotechnicznych w oparciu o wytyczne PN-B-04452:2002, PN-EN 1997-2:2009 oraz procedury zawarte w literaturze fachowej:
  - stopień zagęszczenia piasków oparto o zmodyfikowaną formułę Borowczyka,
  - moduły ścisłości piasków i żwirów wyznaczono z zależności Lunne i Christophersena  $M_0 = 3 q_n$ , gdzie  $\beta=4,0-5,5$  w zależności od  $R_f$ ,
  - efektywny kąt tarcia piasków szacowano w oparciu o zależności PN-EN 1997-2:2009,
- analizę sondowań statycznych i obrotowych,
- analizę i opracowanie otrzymanych wyników badań laboratoryjnych,
- ustalenie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- ocenę materiału archiwalnego w świetle obecnych testów in-situ,
- ustalenie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- opracowanie map tematycznych,



- ustalenie wniosków geotechnicznych.

Nie opracowano:

- Mapy przepuszczalności na różnych głębokościach – układ warstw względnie horyzontalny, najważniejszy element – strop gruntów nieprzepuszczalnych naniesiono na załącznik 1.4,
- Mapy obszarów zagrożonych podtopieniami – nie dotyczy obiekt posadowiony w strefie brzegu.

### **3.2. Ocena zakresu wykonanych badań**

Zakres badań był zgodny z projektem robót geologicznych. W stosunku do założeń spłycono otwór o2 z 12,0m do 10m z uwagi na największą w tym miejscu miąższość gruntów nośnych, spoistych.

Przełączono nieznacznie sondy CPTU z 12m do 13,0-13,5m.

Zamieniono w stosunku do projektu także lokalizację sondowań dynamicznych w stosunku do obrotowych. Wynikało to z ograniczonej ilości piasków w otworze o3 zaś miąższach gruntów organicznych w o5.

Wykonany zakres badań pozwala na bezpieczne i optymalne zaprojektowanie posadowienia obiektu.

## 4. WARUNKI GEOLOGICZNE

### 4.1. Środowisko geograficzne. Geomorfologia.

Dokumentowany obszar znajduje się w granicach administracyjnych miasta Kołobrzeg, w powiecie kołobrzeskim, województwo zachodniopomorskie.

Dokumentowany obszar położony jest w obrębie na granicy makroregionów Pobrzeże Szczecińskie (jednostka Wybrzeże Trzebiatowskie) i makroregionu Pobrzeże Koszalińskie (Pobrzeże Słowińskie).

Reduta Morast znajduje się na terenie Wyspy Solnej w Dolinie Parsęty. Wyspa ta oddzielona od lądu ramionami rzeki Parsętą i Kanałem Drzewnym.

Nabrzeża ujściowego odcinka rzeki są sztucznie uregulowane ścinakami szczelnymi, nabrzeżami betonowymi. Powszechne są wykopane baseny portowe.

Przyujściowy odcinek Parsęty pierwotnie był podmokłym, silnie zatorfionym fragmentem doliny.

Rzędne terenu w północno-zachodniej części Wyspy Solnej układały się 1,3-1,8m n.p.m. Sztuczne wały ziemne Reduty Morast osiągają 4,8-5,7m n.p.m.

### 4.2. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna podłoża inwestycji została rozpoznana na podstawie przeprowadzonych robót geologicznych oraz materiałów archiwalnych (mp. SMGP).

Kołobrzeg zlokalizowany jest na wschodnim skłonie antykliny Kołobrzegu, stanowiącej wysoko wypiętrzoną strukturę permo-mezozoiczną. Została ona pocięta siecią uskoku.

#### JURA

Najstarszymi utworami odsłaniającymi się w Kołobrzegu poniżej cienkiej pokrywy utworów czwartorzędowych są osady jury dolnej (domer, toars) i środkowej (aalen-bajos) wykształcone w postaci piasków i piaskowców z wkładkami mułowców, ilów, syderytów i węgla. Na wschodnim skrzydle antykliny występują morskie osady jury środkowej wykształcone jako piaskowce chlorytowe, mułowce, ilowce z syderytami oraz zlepińce. Strop podłoża mezozoicznego występuje na zróżnicowanej głębokości. W rejonie Reduty Morast szacuje się ją na ok. 40-50m.

#### CZWARTORZĘD

##### Plejstocen

Osady plejstocénskie reprezentowane są przez trzy pakiety glin zwałowych: zlodowacenia środkowopolskiego stadiału Odry oraz stadiału Warty oraz



złodowacenia północnopolskiego. Są one rozdzielone piaskami wodnolodowcowymi. Lokalnie w miejscach wyklinowania piasków rozdzielanie poszczególnych pakietów glin jest trudne (np. w rejonie reduty). W obrębie glin występują cienkie i nieregularne wkładki, soczewy i przewarstwienia piasków. Zostały one stwierdzone jedynie sondą CPT1 poniżej głębokości 13,0m p.p.t. W części północnej i północno-zachodniej inwestycji, w stropowej partii utworów spoistych stwierdzono cienką warstwę zastoiskowych pyłów i ilów.

### **Holocen $Q_h$**

Do osadów holocenijskich występujących w rejonie projektowanej inwestycji zaliczyć można piaski fluwialne związane z akumulacją Parsęty. Budują one nieregularną warstwę o zmiennej miąższości od 0,0m (w miejscu kulminacji glin o2) do przeszło 4,7m (o4). Z działalnością akumulacyjną Parsęty związane są także piaski i piaski organiczne zalegających bezpośrednio na gruntach bagiennych (torfach i namulach). Grunty organiczne akumulacji bagiennej występują w 2 warstwach: przypowierzchniowej (poniżej nasypów lub dna Parsęty). Warstwa ta posiada niewielką miąższość 1,0-1,2m i zbudowana jest głównie z piasków organicznych lub gruntów organicznych z piaskiem i domieszkami drewna (dominują namuły piaszczyste). Dolna warstwa organiczna zbudowana jest głównie z torfów, namulów i gytii. Charakteryzują się zmienną miąższością wzrastającą znacząco w kierunku południowym, gdzie osiągają 2,0-3,6m. Od strony lądowej najmłodszymi osadami są nasypy o składzie gruntów organicznych, piasków organicznych z gruzem i drewnem. Nasypem wynoszony był pierwotnie podmokły teren Wyspy Solnej. Ich największa miąższość występuje w rejonie wałów ziemnych Reduty Morast.

Z uwagi na charakter inwestycji nie przeprowadzono szczegółowej analizy budowy geologicznej. Budowę geologiczną przedstawia przekrój geologiczno-inżynierski (załącznik 4).

## **4.3. Warunki hydrogeologiczne**

Warunki hydrogeologiczne w rejonie Kołobrzegu są złożone z uwagi na występowanie kontaktu pomiędzy zaburzonymi i sfałdowanymi utworami mezozoiczno-permskimi oraz czwartorzędowymi. Dodatkowo na warunki hydrogeologiczne wpływ ma migracja silnie zasolonych wód jurajskich (lecnicze solanki) do czwartorzędu, a także zasalanie płytkich wód w strefie brzegu Bałtyku.

### **4.3.1 Poziomy wodonośne**

**Poziom jurajski** – związany jest z jurajskimi piaskami i piaskowcami. Poziom ten posiada charakter artezyjski. Nawiercany jest na głębokości 25-50m p.p.t. (w rejonie reduty występuje ok. 40-50m p.p.t.). Poziom piezometryczny układa się około 5-6m n.p.m.

Wody z tego poziomu są silnie zmineralizowane. Są to lecznicze solanki chlorkowo-sodowo-bromkowo-jodkowych z domieszką jonów wodorowęglanowych, borowych i żelazistych. Są one bogate w niezbędne do życia pierwiastki śladowe takie jak: lit, stront, miedź, fosfor, arsen, glin, azot i siarkę. Stężenie solanek wynosi od 2 do 6 %



NaCl, mineralizacja ogólna sięga 60 g/dm<sup>3</sup>. Przyjmuje się, że są to reliktywne wody mezozoiczne, trudno odnawialne przez zasilenie wgłębne. Ujmowane są przez studnie w rejonie ul. Parkowej (profile nie znane wg BDH) oraz ujęcia uzdrowiskowe.

**Poziom czwartorzędowy** – Czwartorzędowy poziomy wodonośny w rejonie Reduty jest rozdzielony na przynajmniej dwie warstwy wodonośne.

**Druga warstwa wodonośna** wykształcona jest w obrębie międzyglinowych piasków fluwioglacjalnych.

**Pierwsza warstwa wodonośna** wykształcona jest w obrębie fluwialnych piasków i nasypów oraz w postaci sączeń w glinach i gruntach organicznych.

Warstwa ta w wykonanych otworach była lokalnie rozdzielona na dwie podwarstwy przez wystąpienie gruntów organicznych. Głębokości poziomu piezometrycznego pomierzone w zarurowanych otworach wiertniczych były bardzo zbliżone wskazując na kontakt tych wód oraz wód Parsęty.

Poziomy piezometryczny w tej warstwie wodonośnej kształtował się w rejonie rzędnej +0,19 - +0,28m n.p.m.

W trakcie wykonywania badań geologiczno-inżynierskich stwierdzono wyższy poziom wód powierzchniowych od wód gruntowych notowanych w otworach lądowych. Może to wynikać z podwyższonego stanu rzeki (niewielka cofka).

Jedynie sondowaniem CPT1 rozpoznano występowanie soczewy śródglinowej zawierającej wody pod niewielkim ciśnieniem. Nie występował tu samowypływ (ciśnienie mierzone jako u<sub>2</sub> w sondzie nie wykazywało również nadciśnienia).

Przewidywane typowe wahania ZWG dochodzić mogą do ±0,5m, w zależności od stanu Parsęty. Obecny poziom wód gruntowych oceniono jako przeciętny.

Szczegółowo warunki gruntowo - wodne przedstawiono na przekrojach geologiczno-inżynierskich – załącznik 4.

#### 4.3.2. Skład chemiczny wód gruntowych

Zasolenie wód gruntowych w rejonie Kołobrzegu, a szczególnie na Wyspie Solnej jest zróżnicowane.

Wody poziomu czwartorzędowego (druga warstwa wodonośna) w tej części Kołobrzegu są przeważnie silnie zasolone (mineralizacja do 30mg/dm<sup>3</sup>). Są to wody chlorkowo-sodowo-jodowe. Napór słonych wód z podłoża mezozoicznego powoduje, że przedostają się one w obręb osadów piaszczysto-żwirowych, skąd migrują na powierzchnię terenu w postaci słonych źródeł. Naturalne źródła dające silnie stężoną solankę występowały na Wyspie Solnej oraz na prawym brzegu Parsęty.



Największe zasolenie można wiązać z wodami soczew środkowych. Nie występują one w rejonie planowanej inwestycji do głębokości 12,0m p.p.t. Rozpoznano je jedynie sondą CPTU1. W związku z jej występowaniem otwór sąsiadujący tak spłycono aby nie naruszyć tego horyzontu.

Z otworu o4 ze spągowej strefy piasków pobrano 1 próbkę wody dla potrzeb oceny agresywności środowiska.

Nazwa wskaźnika	Jednostka	<b>o4</b>
Odczyn pH	-	6,9
Zasadowość ogólna	mmol(OH <sup>-</sup> )/l	13,5
Azot amonowy	mg/l	13,0
Chlorki	mg/l	7 250
Siarczany	mg/l	396,5
Wapń	mg/l	661,3
Magnez	mg/l	164,0
Twardość ogólna	mgCaCO <sub>3</sub> /l	2 325
Twardość węglanowa	mgCaCO <sub>3</sub> /l	675
Twardość niewęglanowa	mgCaCO <sub>3</sub> /l	1 650
Zawartość CO <sub>2</sub> wolnego	mgCO <sub>2</sub> /l	81
Zawartość CO <sub>2</sub> agresywny	mgCO <sub>2</sub> /l	39

Skład chemiczny wody wskazuje na słabo agresywne środowisko (la2) węglanowe i siarczanowe w stosunku do betonu. Zawartość chlorków determinuje bardzo wysoką korozyjność przyjmowaną jako >0,2mm/rok.

Zasolenie wody gruntowej jest wyższe od wód morskich (dla których stężenia jonów chlorkowych wynoszą ok. 3500mg/dm<sup>3</sup>). Wskazuje to na zasilanie warstwy wodonośnej przez zasolone wody głębszego poziomu.

Wody te w rejonie samego nabrzeża Morastu dopływają do wód powierzchniowych, zaś warstwa gruntu organicznego, często porożcinana lub zredukowana nie stanowi izolacji przed kontaktem.



## 5. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA

Grunty badanego obszaru zaliczono do rodzimych gruntów organicznych oraz mineralnych niespoistych i spoistych. Pominęto w klasyfikacji nasypy niekontrolowane. Zalegające w podłożu budowlanym grunty ujęto w jednostki geotechniczne. Wydzielono trzy serie geotechniczne ze względu na genezę, stratyografię i litologię, tj.; **seria I – bagienne osady organiczne; seria II – piaski fluwialne; seria III – gliny zastoiskowe, seria IV – glacialne gliny zwałowe.**

Parametry geotechniczne gruntów ustalono na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych. W oznaczeniach gruntów zastosowano podwójną klasyfikację tj. obowiązującą zgodnie z PN-EN ISO 14688-1/2 oraz starą zgodnie z PN-86/B-02480. Współczynniki materiałowe dla parametrów geotechnicznych zgodnie z Eurokod-7.

Uogólnioną wartość parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw podano w załączniku 3.

### Jednostki geotechniczne

#### Seria geotechniczna I,

Jest pochodzenia bagiennego i zbudowana jest z utworów organicznych (Or). Z uwagi na różnice składu mineralnego oraz parametrów wytrzymałościowych serię I podzielono na dwie warstwy geotechniczne.

**Warstwa Ia** w jej skład wchodzi piaszczyste grunty organiczne z domieszkami piasków mineralnych (namuły piaszczyste i piaski próchnicze wg. starych klasyfikacji). Występują one bezpośrednio poniżej nasypów lub poniżej dna kanału. Znajdują się w stanie bardzo luźnym, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D < 0,20$  (<20,0%). Charakteryzują się niską nośnością i wysoką odkształcalnością.

**Warstwa Ib** zbudowana z gruntów organicznych – namulów gliniastych, słabo rozłożonych torfów oraz gytii. Grunty te charakteryzują się wysoką ściśliwością  $M_o=400\text{kPa}$  i niską wytrzymałością na ścinanie  $S_u=30\text{kPa}$ . Nie są zalecane jako bezpieczne podłoże budowlane.

#### Seria geotechniczna II,

Stanowi piaszczysty kompleks rzeczny, lokalnie rozdzielony utworami organicznymi serii I. Zbudowana jest z piasków średnich (MSa) z domieszkami piasków organicznych, rzadziej z piasków drobnych (FSa). Z uwagi na różnice parametru wiodącego – stopnia zagęszczenia, serię II podzielono na trzy warstwy geotechniczne.

**Warstwa IIa** budują ją piaski średnie oraz piaski średnie z domieszką rozproszonej substancji organicznej. Znajdują się w stanie średnio zagęszczonym, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,44$  (44%). Z uwagi na zawartość materii organicznej, posiadają obniżone właściwości wytrzymałościowe.

**Warstwa IIb** składa się z piasków średnich oraz piasków drobnych, znajdujących się w stanie średnio zagęszczonym do zagęszczonego, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,62$  (62%). Występuje w postaci ciągłej warstwy poniżej gruntów organicznych.

**Warstwa IIc** zbudowana jest z zagęszczonych piasków drobnych, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,75$  (75%). Posiada bardzo korzystne właściwości geotechniczne.

### **Seria geotechniczna III**

Reprezentowana jest przez normalnie skonsolidowane zastoiskowe pyły, pyły ilaste oraz ropy pylaste. Z uwagi na zróżnicowanie stanu wydzielono w jej obrębie dwie warstwy geotechniczne.

**Warstwa IIIa** budują ją pyły i pyły ilaste w stanie plastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L = 0,40$  ( $I_C = 0,60$ ). Charakteryzuje się obniżoną wytrzymałością na ścinanie i podwyższoną ścisłością.

**Warstwa IIIb** zbudowana jest z twar doplastycznych ropy pylastych, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L = 0,13$  ( $I_C = 0,87$ ). Charakteryzuje się wysoką nośnością i odkształcalnością.

### **Seria geotechniczna IV**

Seria ta zbudowana jest z nieznacznie prekonsolidowanych utworów polodowcowych (gliny zwałowe). Litologicznie są to piaski ilaste, ropy piaszczyste oraz gliny ilaste, nie rzadko zawierają domieszki kamieni. Należą do gruntów wysadzinowych, wrażliwych na rozmakanie i uplastycznienie. Stanowią ciągły kompleks litologiczny, występujący poniżej utworów holocen skich. Z uwagi na różnice parametru wodącego – stopnia plastyczności serię IV podzielono na dwie warstwy geotechniczne.

**Warstwa IVa** składa się z piasków ilastych, ropy piaszczystych oraz glin ilastych z kamieniami. Znajdują się one w stanie plastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L = 0,34$  ( $I_C = 0,66$ ). Charakteryzuje się przeciętną nośnością i odkształcalnością.

### **Warstwa IVb**

Budują ją piaski ilaste, występujące w stanie twar doplastycznym o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L = 0,20$  ( $I_C = 0,80$ ). Posiadają korzystne właściwości geotechniczne.

Szczegółową charakterystykę gruntów budujących podłoże projektowanego obiektu, przedstawiono w załączniku nr 3, a budowę geologiczną i warunki wodno-gruntowe zawarto w załączniku 4 - Przekroje geologiczno-inżynierskie.

## 6. ANALIZA WARUNKÓW POSADOWIENIA

### 6.1. Ocena warunków gruntowych

W podłożu projektowanego budynku warsztatowo-biurowego występują złożone warunki gruntowe tj.:

- Występowanie miększej warstwy gruntów słabonośnych: nasypów niekontrolowanych oraz gruntów organicznych,
- Występowanie obiektu w strefie brzegowej rzeki,
- Możliwość występowania poniżej 12m soczew przewodzących wody solankowe.

Podczas prowadzenia inwestycji, a także w okresie jej rozbiórki możemy mieć do czynienia z następującymi czynnikami wpływającymi na zmianę warunków geologiczno-inżynierskich:

- Konsolidacja gruntów organicznych – w przypadku ich obciążenia,
- Wyparcie gruntów organicznych lub osuwisko wewnętrzne w ich obrębie – sytuacji ich obciążenia przekraczającego wytrzymałość na ścinanie,
- Rozwój sufozji w przypadku niewłaściwie prowadzonych robót odwodnieniowych.

W rejonie projektowanej inwestycji nie stwierdzono niekorzystnych zjawisk geologicznych takich jak (ryzyko szkód górniczych, krasowych, deformacji filtracyjnych, osuwiskowych, ekspansyjnych itp.).

W rejonie projektowanej inwestycji nie występują procesy osuwiskowe, kurzawkowe, sufozyjne itp. mogące mieć wpływ na projektowany obiekt.

Grunt nasypowe (wał ziemny reduty) jest w niewielkim stopniu narażony na abrazję. Nie występuje w tym rejonie zwiększone falowanie, lub pływy. Niewielkie podcinanie brzegu spowodowane zostanie wyeliminowane przez zastosowanie nabrzeża posadowionego na ścianie szczelnej lub nabrzeża z gabionów.

Z uwagi na charakter projektowanego obiektu nie analizowano możliwości wykonania przesłony łowej dla projektowanego obiektu. Analogicznie nie analizowano stateczności obiektu po napełnieniu wodą.

Dobór kruszyw do produkcji betonu, realizowany będzie przez producentów i dostawców betonu. Ilość potrzebnych kruszyw nie wymaga oceny zasobności okolicznych kopalń surowców. Nie przewiduje się przeprowadzenia robót ziemnych z wykorzystaniem lokalnych materiałów mineralnych.

## **6.2. Posadowienie obiektów kubaturowych**

Przeprowadzone badania geotechniczne nie pozwoliły na potwierdzenie lub wykluczenie występowania w podłożu omawianej inwestycji starego rusztu drewnianego, mogącego stanowić przeszkodę dla zabijanych ścianek szczelnych. W otworach rozpoznawano występowanie drewna (głównie jasne sosnowe). Wystąpienia te nie miały jednak charakteru ciągłych pni lub drewnianych pali. Nie wyklucza to występowania takiej konstrukcji bezpośrednio pod wałem ziemnym.

Biorąc pod uwagę znaczną miąższość gruntów organicznych wskazuje się na zasadność pośredniego posadowienia nabrzeża (ścianka szczelna +ewentualnie pale przemieszczeniowe prefabrykowane).

Posadowienie nabrzeża tylko na narzucie kamiennym wzmocnionym geokrąta doprowadzi do konsolidacji organicznego podłoża i niekontrolowanych deformacji. Dla narzutu kamiennego o wysokości ok. 2,3m maksymalne osiadania mogą wynosić 30-40cm.

Biorąc pod uwagę obecność soczew śródglinowych przewodzących solankę poniżej 13m należy ograniczyć możliwość stosowania technologii mogących naruszyć ich strukturę (np. głębokich iniekcji strumieniowych, geoderntów itp.).

## **6.3. Monitoring geotechniczny**

Biorąc pod uwagę warunki wodno-gruntowe oraz charakter projektowanego obiektu nie przewiduje się konieczności prowadzenia specjalnego monitoringu geotechnicznego.

Podczas realizacji inwestycji należy zwrócić szczególną uwagę na stan skarp wałów ziemnych Reduty Morast i wszelkie ubytki gruntu uzupełnić.

W przypadku pogrążania ścianek szczelnych z wykorzystaniem wibromłotów dokonywać pomiarów drgań konstrukcji Reduty Morast. W przypadku uzyskiwania zbyt wysokich wibracji zweryfikować metodę pogrążania.

## **6.4. Propozycja kategorii geotechnicznej**

*Na podstawie otrzymanych wyników rozpoznania geotechnicznego oraz uwzględniając charakterystykę konstrukcji, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r., poz.*



**463) proponuje się przyjęcie II-giej kategorii geotechnicznej w złożonych warunkach gruntowych.**

Kategorię geotechniczną zgodnie z obowiązującymi przepisami ustali Projektant obiektu po uwzględnieniu wszystkich czynników natury geologicznej oraz konstrukcyjnej w opinii geotechnicznej, stanowiącej integralną część projektu budowlanego.

Przeprowadzony zakres rozpoznania geotechnicznego i ustalenia wartości liczbowych parametrów geotechnicznych jest wystarczający do bezpiecznego zaprojektowania omawianych obiektów.

## 7. WNIOSKI I ZALECENIA

Zadanie geologiczne polegające na ustaleniu warunków geologiczno-inżynierskich do projektu przebudowy nabrzeży zabytkowej Reduty MORAST zostało wykonane. Przeprowadzony zakres badań pozwala na bezpieczne zaprojektowanie obiektu.

W wyniku przeprowadzonych badań polowych i laboratoryjnych na terenie przeznaczonym pod budowę budynku warsztatowo-biurowego należy stwierdzić:

- W podłożu budowlanym analizowanego terenu występują złożone warunki gruntowo-wodne,
- Podłoże traktować należy jako genetycznie niejednorodne,
- Nasypy niekontrolowane, stanowiące podłoże niezalecane do bezpośredniego posadowienia posiadają miąższość 1,7-2,0m, występują na przyczółkach projektowanego nabrzeża,
- Wykonane badania geologiczne nie pozwoliły zweryfikować hipotezy o istnieniu w podłożu nabrzeża Reduty Morast starego rusztu drewnianego wzmacniającego posadowienie jej wałów ziemnych, (rozpoznano w podłożu liczne domieszki drewna, nie stwierdzono jednak ciągłych grubych drewnianych elementów i narzutu kamiennego),
- W podłożu praktycznie całego projektowanego nabrzeża zalegają grunty organiczne (namuły piaszczyste, torfy, gytie i namuły gliniaste), posiadają one zmienną miąższość (sumaryczna 1,0 – 4,8m),
- Grunty organiczne należą do słabonośnego i ściśliwego podłoża, nie są zalecane do bezpośredniego posadowienia,
- Poniżej gruntów organicznych na całym analizowanym obszarze występują fluwalne piaski w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym oraz plastyczne i twardoplastyczne gliny serii (III i IV),
- Strop glin występuje na zmiennych rzędnych -2,1 do - 8,8 m n.p.m. opadając ku południu,
- W obrębie glin rozpoznano jedynie sondą CPTU na głębokości 12,5m soczewę piasków mogącą być wodonoścem dla solanek,
- Wody gruntowe znajdują się w łączności hydraulicznej z wodami powierzchniowymi,
- Przewidywane typowe wahania wód oszacowano na podstawie pomiarów w Parsęcie wynoszą  $\pm 0,5$ m,
- Wody gruntowe wykazują znaczne zasolenie (stężenie chlorków przekracza  $7250\text{mg/dm}^3$ ), wskazując na dopływ zasolonych wód z głębszych poziomów,
- Wody gruntowe wykazują wysoką agresywność w stosunku do stali oraz niską (Ia2) w stosunku do betonu,

- Proponuje się posadowienie pośrednie projektowanego nabrzeża (ścianka szczelna oraz np. dodatkowo pale prefabrykowane,
- Posadowienie bezpośrednie w postaci narzutu kamiennego może spowodować konsolidację słabonośnego organicznego podłoża i deformacje projektowanej konstrukcji,
- Do obliczenia nośności podłoża można wykorzystać dane zawarte w załączniku 3 - legendzie do przekrojów w powiązaniu z budową geologiczną przedstawioną na przekrojach geologiczno-inżynierskich – Załącznik 4.
- Roboty fundamentowe i ziemne prowadzić pod nadzorem geotechnicznym,
- Poza typowym nadzorem geotechnicznym nie przewiduje się specjalnego monitoringu geotechnicznego projektowanego obiektu oraz obiektów sąsiednich (typu pomiary geodezyjne, inklinometryczne itp.), jako jedyne zaleca się prowadzenie analizy drąg na murach konstrukcji Morast podczas zabijania grodzic,
- Do projektu zostanie opracowany projekt geotechniczny obejmujący projekt szczegółowe wytyczne do fundamentowania, a także wymagany zakres monitoringu geotechnicznego zakres projektu będzie zgodny z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r., poz. 463).

*Bydgoszcz, marzec 2013r*

***SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:***

Załącznik 1.1 – Mapa przeglądowa terenu; skala 1:10 000

Załącznik 1.2 – Mapa planowanego zagospodarowania terenu z lokalizacją wykonanych punktów badawczych, skala 1:500

Załącznik 1.3 – Mapa warunków hydrogeologicznych skala 1:500

Załącznik 1.4 – Mapa warunków budowlanych; skala 1:500

Załącznik 2 - Objasnienie symboli i znaków użytych na przekrojach

Załącznik 3 - Legenda do przekrojów

Załącznik 4 - Przekroje geologiczno-inżynierskie

Załącznik 5 – Metryki sondowań CPTU

Załącznik 6 – Metryki sondowań dynamicznych DPM

Załącznik 7 –Metryki otworów badawczych

Załącznik 8 – Analizy granulometryczne

Załącznik 9 – Zestawienie badań laboratoryjnych gruntów

Załącznik 10 – Wyniki analizy wody gruntowej

Załącznik 11 – Decyzja Starosty Kołobrzieskiego, zatwierdzająca projekt robót geologicznych

Załącznik 12 – Karta informacyjna dokumentacji geologiczno-inżynierskiej