

OPINIA GEOTECHNICZNA

dotycząca podłoża dla zadania:

**„wykonanie ekspertyzy stanu technicznego Nabrzeża Zbożowego
o długości 200 m zlokalizowanego na wschodnim brzegu
rzeki Parsęty, obręb 4 w Porcie Handlowym Kołobrzeg” (R-437)**

w Kołobrzegu

woj. zachodniopomorskie

Nr arch. **6878**

OPRACOWAŁ:	mgr Paweł Wojtasiuk Upr. Geol MŚ Nr VI – 0427	
SPRAWDZIŁ:	dr hab. Marek Tarnawski Upr. Geol MOŚZNiL Nr VI - 0340	
DYREKTOR:	dr hab. Marek Tarnawski	

Szczecin, 28 stycznia 2013 r.

Przedsiębiorstwo Geologiczne „**Geoprojekt Szczecin**”, Spółka z o.o.
ul. Tartaczna 9 70 - 893 Szczecin, tel. 466-66-71

Spis zawartości teczki

TEKST

1. Wstęp
2. Krótka charakterystyka środowiska geograficznego
3. Opis warunków gruntowo - wodnych
4. Ocena technicznych własności podłoża gruntowego
5. Wnioski

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE

1. Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 1000
2. Objasnienia symboli i znaków stosowanych na załącznikach graficznych
3. Legenda do przekroju
4. Przekrój geotechniczny w skali 1 : 100/1000
5. Wyniki badań sondą DPSH
6. Wykres badania w aparacie bezpośredniego ścinania
7. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

1. Wstęp

Niniejszą **Opinię geotechniczną** opracowano na potrzeby zadania: „**wykonanie ekspertyzy stanu technicznego Nabrzeża Zbożowego o długości 200 m, zlokalizowanego na wschodnim brzegu Parsęty, działka 99/16, obręb 4 w Porcie Handlowym Kołobrzeg**” (R-437) w **Kołobrzegu**, zgodnie z umową zawartą w dniu 11 stycznia 2013 roku pomiędzy **Biurem Projektowo – inżynierskim Redan Sp. z o.o.** z siedzibą w Szczecinie przy ul. Jagiellońskiej 69 a **Przedsiębiorstwem Geologicznym Geoprojekt Szczecin Sp. z o.o.** z siedzibą w Szczecinie przy ul. Tartacznej 9.

Podstawą prawną opracowania jest *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz. U. 2012, poz. 463).

Z informacji uzyskanej od Zleceniodawcy wynika, że na omawianym Nabrzeżu Zbożowym nastąpiło wychylenie ścianki nabrzeża. Celem niniejszej **Opinii** jest rozpoznanie podłoża gruntowego terenu badań i wskazanie możliwych przyczyn tego zjawiska. **Ekspertyza** opracowana między innymi na podstawie niniejszej **Opinii geotechnicznej** określi sposoby przywrócenia właściwego stanu technicznego nabrzeża.

W ramach prac terenowych przeprowadzonych w dniu 15 - 18 stycznia 2013 r. wykonano:

- 3 wiercenia rurowane do głębokości 14,0 każde (łącznie odwiercono 42 m gruntu);
- 1 sondowanie DPSH do głębokości 16,0 m.

Wobec lokalnego tylko występowania gruntów organicznych podjęto tylko dwie (zamiast planowanych sześciu) próby pobrania próbek gruntu o nienaruszonej strukturze. Tylko jedna z nich była udana.

Prace polowe prowadzono pod stałym dozorem geologicznym uprawnionego technika dozoru geologicznego Andrzeja Parszewskiego, który również zaniwelował punkty badawcze do przyjętej za reper roboczy kratki kanalizacyjnej o rzędnej $H = 1,48$ m npm.

Lokalizację wykonanych wierceń i sondowania zaznaczono na *Mapie dokumentacyjnej* w skali 1 : 1000 opracowanej na cyfrowym podkładzie sytuacyjno – wysokościowym otrzymanym od **Zleceniodawcy** drogą elektroniczną.

W ramach prac laboratoryjnych zbadano 23 próbki gruntu (w tym jedną NNS) wykonując 18 analiz sitowych gruntów niespoistych, 5 oznaczeń wilgotności naturalnej gruntów organicznych oraz 19 oznaczeń zawartości części organicznych. Wykonano ponadto jedno badanie wytrzymałości gruntu w aparacie skrzynkowym i jedno badanie edometryczne ścisłości gruntu.

W oparciu o wykonane badania polowe i laboratoryjne opracowano **Opinię geotechniczną** zawierającą tekst z wnioskami oraz załączniki graficzne wymienione w *Spisie zawartości teczeki*. **Opinia** wykonana została w 3 egzemplarzach w wersji papierowej oraz w 1 egzemplarzu w wersji elektronicznej, z czego 2 egzemplarze w wersji papierowej oraz wersję elektroniczną otrzymał **Zleceniodawca**. Trzeci egzemplarz **Opinii** wraz z materiałami źródłowymi pozostał w archiwum „**Geoprojekt Szczecin**” w Szczecinie.

2. Krótka charakterystyka środowiska geograficznego

Badania geotechniczne prowadzono na **Nabrzeżu Zbożowym** w Porcie Handlowym **Kołobrzeg** położonym po wschodniej stronie rzeki Parsęty, na terenie znajdującym się w gestii **Zarządu Portu Morskiego Kołobrzeg** który jest również inwestorem niniejszego przedsięwzięcia.

Pod względem geomorfologicznym teren ten znajduje się w obrębie Pobrzeża Słowińskiego i stanowi fragment równiny aluwialnej rzeki Parsęty (w której ujściu znajduje się port) wyniesionej w miejscu badań na wysokość 1,42 – 1,60 m npm. Pierwotna morfologia terenu została zmieniona przez działalność człowieka.

Teren badań znajduje się na terenie górniczym „Kołobrzeg” w obszarze górniczym „Kołobrzeg II”. Jest to również obszar chronionego krajobrazu pod nazwą: „Koszaliński Pas Nadmorski”.

Uzbrojenie podziemne (kanalizacja deszczowa, kable energetyczne, wodociąg) przebiega głównie wzdłuż nabrzeża. Przebieg uzbrojenia można dokładniej prześledzić na załączonej do niniejszej **Opinii Mapie dokumentacyjnej**. Przy nabrzeżu znajdują się elewatory zbożowe oraz budynki biurowe.

Podczas badań terenowych zaobserwowano w północnej części Nabrzeża Zbożowego w rejonie wiercenia nr 1 obniżenie terenu w stosunku do torów kolejowych oraz pęknięcia na fundamentach budynku biurowego.

3. Opis warunków gruntowo-wodnych

W badanym rejonie w podłożu aktualnie rozpoznanym do głębokości 14,0 – 16,0 m występują czwartorzędowe, holocenijskie osady rzeczne (fQ_h) i lokalnie bagienne (tQ_h).

Badane podłoże zbudowane jest w zdecydowanej przewadze z gruntów niespoistych. W dolnych częściach profili dominują piaski drobne z domieszką humusu, wyżej pojawiają się utwory o grubszym ziarnie: pospółki (o zawartości frakcji żwirowej tylko do 15%), piaski grube i średnie. W gruntach piaszczystych spotykane są wkładki mady rzecznych o miąższości od 0,2 m do 1,8 m. Wyżej są to mady organiczne (namuły), niżej – nieorganiczne: gliny pylaste zwięzłe. W otworze nr 3 stwierdzono występowanie warstwy torfów o miąższości 0,3 m.

Grunty rodzime przykryte są warstwą nasypów niekontrolowanych o miąższości od 2,5 do 4,8 m. Są to głównie nasypy piaszczyste z licznymi domieszkami humusu. W otworze nr 1 stwierdzono również nasypy gruzowe. Teren przykryty jest nawierzchnią betonową o grubości od 0,1 do 0,3 m.

W czasie prowadzenia prac wiertniczych (styczeń '2013) pierwsze zwierciadło wód gruntowych (ZWG) o charakterze swobodnym napotymano w obrębie niekontrolowanych nasypów piaszczystych na głębokościach 1,30 – 1,50 m ppt. (rzędne 0,10 – 0,22 m npm.). Zaniwelowane lustro wody w Parsęcie przy Nabrzeżu Zbożowym w dniach wykonywania wierceń wynosiło:

15.01.2013	-	[-] 0,05 m npm
16.01.2013	-	[-] 0,05 m npm
18.01.2013	-	[-] 0,10 m npm

Piaski rzeczne prowadzą wodę podziemną o zwierciadle swobodnym, a w głębszych partiach podłoża napiętym poprzez nadległe słabo przepuszczalne grunty organiczne i spoiste. Głębokość nawiercenia wody podziemnej o zwierciadle napiętym spod warstwy gruntów organicznych uzależniona jest od położenia spągu tych słabo przepuszczalnych gruntów. Zwierciadło to stabilizowało się na podobnej głębokości co w nasypach lub 0,1 – 0,2 m niżej.

Najbliższym wodowskazem jest wodowskaz w Kołobrzegu. Ekstremalne stany wód z wielolecia wynosiły tam:

- stan maksymalny +2,08 m npm (dane z 1974 r.)
- WWN (wielka woda najwyższa) +1,04 m npm
- średni stan z wielolecia + 0,08 m npm
- WMW (woda mała najniższa) –1,08 m npm
- stan minimalny –1,31 m npm (dane z 1868 r.)

Aktualny poziom wód należy traktować jako średni, który może ulec podwyższeniu po okresie długotrwałych opadów, roztopów, a także w okresie sztormowym.

4. Ocena technicznych właściwości podłoża gruntowego

Na podstawie wyników przeprowadzonych prac polowych: wierceń i sondowania oraz badań laboratoryjnych przeprowadzono podział geotechniczny badanego podłoża kierując się zaleceniami normy **PN-81/B-03020**.

Piaski nasypowe, zróżnicowane pod względem zagęszczenia podzielono na dwie warstwy geotechniczne nr **Ia** i **Ib** w oparciu o wyniki badań sondą DPSH. Holocenijskie rzeczne piaski grube i średnie oraz pospółki zaliczono do warstwy nr **IV**. W zróżnicowanych pod względem zagęszczenia drobnych piaskach rzecznych wydzielono trzy warstwy nr **Va** – **Vc** w oparciu o wyniki aktualnych badań sondą DPSH.

Charakterystyczne wartości stopnia zagęszczenia **I_p** dla warstw **Vb** i **Vc** wyliczono normową metodą „A” na podstawie wyników sondowania. Dla pozostałych warstw gruntów niespoistych wartość tą uogólniono.

Pozostałe parametry geotechniczne wydzielonych w mineralnych gruntach niespoistych warstw geotechnicznych ustalono normową metodą „B” korzystając z tabel i wykresów zawartych w normie **PN-81/B-03020** i zestawiono w załączniku nr 3 „Legenda do przekroju”.

Organiczne mady rzeczne oraz torfy zaliczono do warstw nr **IIa** i **IIb**, natomiast nieorganiczne mady rzeczne do warstwy nr **III**.

Uzyskana na podstawie badania w aparacie bezpośredniego ścinania próbki namulów wartości spójności (c_u) wynosiła 14,11 kPa a wartość kąta tarcia wewnętrznego (ϕ_u) 23,3°. Są to jak na grunty organiczne wartości wysokie, zwłaszcza jeśli chodzi o kąt tarcia wewnętrznego. Należy zwrócić uwagę, że badaną próbkę NNS pobrano z gruntów organicznych zalegających dość głęboko (otwór nr 2, głębokość pobrania 8,4 – 8,9 m), a więc z gruntów o pewnym skonsolidowaniu nadkładem. Jednak wysoki kąt tarcia wewnętrznego spowodowany jest raczej obecnością przewarstwień piaszczystych. W związku z tym wartość kąta tarcia wewnętrznego zaleca się zredukować do $\phi_u = 10,0^\circ$. Parametry te dotyczą namulów zalegających głęboko, które zaliczono do warstwy **IIb**. Warto zauważyć, że nieznacznie tylko różnią się od normowych (ustalonych metodą „B”) wartości cech mechanicznych mad nieorganicznych warstwy **III**. Dla torfów i namulów zalegających płytko, zwłaszcza bezpośrednio pod nasypami zaleca się przyjąć ostrożnie wartości parametrów wytrzymałościowych o połowę niższe (warstwa **IIa**). Wyniki realizowanego, czasochłonnego badania edometrycznego modułu ścisłości zostaną przekazane Zleceniodawcy niezwłocznie po jego zakończeniu.

Zasięg poszczególnych warstw przedstawiono na *Przekroju geotechnicznym* oraz *Karcie sondowania DPSH* załączonych do niniejszej **Opinii**.

Podział geotechniczny przedstawia się następująco:

Nasypy niekontrolowane:

- warstwa **Ia** - piaski średnie i grube z domieszką humusu i żwiru nawodnione, luźne, o uogólnione wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,3$;
- warstwa **Ib** - piaski średnie z domieszką humusu i żwiru oraz pospółki mało wilgotne, średnio zagęszczone, o uogólnione wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,5$;

Grunty rodzime:

- warstwa **IIa** - namuły i torfy wilgotne, miękkoplastyczne; grunty słabonośne;
- warstwa **IIb** - namuły przewarstwione piaskiem drobnym i torfem, wilgotne, miękkoplastyczne, bardziej skonsolidowane od gruntów warstwy **IIa**;
- warstwa **III** - gliny pylaste zwarte wilgotne, plastyczne, o uogólnionej wartości stopnia plastyczności $I_L = 0,4$;
- warstwa **IV** - piaski średnie i grube z domieszką żwiru i humusu oraz pospółki nawodnione, luźne, o uogólnionej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,2$;
- warstwa **Va** - piaski drobne nawodnione, luźne, o uogólnionej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,2$;
- warstwa **Vb** - piaski drobne z domieszką humusu, nawodnione, średnio zagęszczone, o charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,48$;
- warstwa **Vc** - piaski drobne z domieszką humusu, lokalnie przewarstwione gliną pylastą zwartą, nawodnione, zagęszczone, o charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,71$.

Z przedstawionego podziału geotechnicznego wynika, że najmniej korzystnymi parametrami geotechnicznymi charakteryzują się grunty organiczne zwłaszcza warstwy **IIa** oraz mady rzeczne warstwy **III**. Za grunty w własnościach niekorzystnych należy traktować także luźne grunty niespoiste, zarówno nasypowe warstwy **Ia**, jak i rodzime warstw **IV** i **Va**. Szczególnie ostrożnie podchodzić należy do normowych (z normy **PN-81/B-03020**) parametrów luźnych gruntów o grubszym uziarnieniu (warstwa **IV**). Ich normowe (przyjęte jak dla piasków średnich) wartości kąta tarcia wewnętrznego i parametrów ściśliwości (modułów) są wyższe niż średnio zagęszczonych piasków drobnych warstwy **Vb**, co wydaje się nieracjonalne. Rozsądniej podchodzi do tego norma palowa **PN-83/B-02482**. Tam jednostkowy, graniczny opór gruntu wzdłuż pobocznic pała jest dla luźnych piasków średnich wyraźnie niższy niż dla średnio zagęszczonych. Za grunty nośne należy uznać przede wszystkim zagęzczone piaski warstwy **Vc**.

5. Wnioski

1. W podłożu przedmiotowego placu aktualnie rozpoznanym do głębokości 14 – 16 m występują czwartorzędowe osady rzeczne (fQ_h) i bagienne (tQ_h) wieku holocenńskiego. W dolnych częściach profilu występują piaski drobne z domieszką humusu, wyżej dominują utwory o grubszych frakcjach: pospółki, piaski średnie i grube. W gruntach niespoistych występują wkładki mad rzecznych: wyżej organicznych – namułów, niżej nieorganicznych – glin pylastych zwięzłych oraz wkładki osadów bagiennych – torfów. Ich pozycja w profilu jest zmienna, podobnie jak miąższość, która wynosi od 0,2 do 1,8 m. Grunty rodzime przykryte są warstwą piaszczystych nasypów niekontrolowanych o miąższości 2,5 – 4,8 m. Lokalnie spotykane są również nasypy gruzowe.
2. Wodę gruntową o zwierciadle swobodnym stwierdzono w nasypach piaszczystych na głębokości 1,3 – 1,5 m ppt (rzędne 0,10 – 0,22 m npm). Wody te mają bezpośredni kontakt z wodami prowadzonymi przez holocenские piaski rzeczne, z którymi tworzą jeden poziom wodonośny, a także z wodami powierzchniowymi, stąd ulegać będą podobnym wahaniom. Zwierciadło napięte słabo przepuszczalnymi gruntami organicznymi lub spoistymi stabilizowało się na podobnej głębokości jak zwierciadło swobodne lub nieco niżej.
3. Na podstawie wyników przeprowadzonych prac polowych: wierceń i sondowania oraz badań laboratoryjnych przeprowadzono podział geotechniczny gruntów podłoża. W nasypowych piaskach wydzielono dwie warstwy geotechniczne **Ia** i **Ib**. Grunty organiczne (namuły i torfy) zaliczono do warstw **IIa** i **IIb**, a nieorganiczne mady rzeczne: gliny pylaste zwięzłe do warstwy **III**. Występujące w górnej części profilu (pod nasypami) piaski średnie i grube oraz pospółki okazały się luźne i w całości zaliczono je do warstwy **IV**. Zróżnicowane pod względem zagęszczenia piaski drobne zaliczono do warstw **Va**, **Vb** i **Vc**.

4. Z podziału geotechnicznego i obrazu na *Przekroju geotechnicznym* wynika, że do gruntów słabonośnych zaliczyć należy przede wszystkim organiczne mady rzeczne oraz luźne nasypy warstwy **Ia** i grunty rodzime warstw **IV** i **Va**. Praktycznie oznacza to, że ze słabym podłożem mamy do czynienia do głębokości ca 7 – 9 m ppt. Za grunty nośne uznać należy zagęszczone piaski warstwy **Vc**, które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi, pamiętając jednak, że towarzyszą im nieco słabsze (średnio zagęszczone) piaski warstwy **Vb** oraz plastyczne (a więc słabonośne) mady warstwy **III**. Średnio zagęszczony stan przypowierzchniowej partii nasypów (warstwa **Ib**) może być po części efektem ich dogęszczania podczas budowy nabrzeża, po części jednak następowało to niewątpliwie już podczas jego eksploatacji (ruch po nabrzeżu), czego efektem jest miejscowe zapadanie się terenu.
5. Zgodnie z §8 cytowanego we wstępie *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej* **Opinia geotechniczna** powinna ustalać przydatność gruntów na potrzeby budownictwa oraz wskazywać kategorię geotechniczną obiektu budowlanego. Ponieważ w podłożu zalegają zarówno grunty słabonośne (luźne nasypy i piaski rodzime, grunty organiczne i grunty spoiste w stanie plastycznym), jak i nośne, warunki gruntowe należy uznać za *złożone*¹, a budowlę (nabrzeże) zaliczyć do *drugiej kategorii geotechnicznej*². Wobec powyższego na potrzeby projektowania konieczne jest sporządzenie dokumentacji geologiczno – inżynierskiej, dokumentacji badań podłoża gruntowego i projektu geotechnicznego³. Celem dalszych badań powinno być uściślenie rozpoznania zmienności zagęszczenia gruntów niespoistych (sondowaniami), rozpoznanie głębszego (jednoznacznie nośnego) podłoża, a także sprawdzenie zmienności warunków w głąb nabrzeża (np. na potrzeby zakotwień).
6. Na podstawie informacji uzyskanych od Zlecniodawcy oraz wizji terenu można stwierdzić, że nastąpiło wychylenie w stronę wody ścianki szczelnej Nabrzeża Zbożowego. Ponadto na północy terenu badań w rejonie otworu nr **1** stwierdzono obniżenie terenu w stosunku do torów kolejowych. Należy zwrócić uwagę, że w tym rejonie bezpośrednio pod 2,5 m warstwą nasypów występują namuły przewarstwione torfami o miąższości 1,0 m co – poza dogęszczaniem się nasypów – może tłumaczyć zwiększone osiadanie terenu. Obniżenie płyty nabrzeża mogło być również wywołane wychyleniem ścianki nabrzeża w kierunku Parsęty. Niewykluczone są ponadto wymycia gruntu wywołane przez nieszczelności w kanalizacji deszczowej.
7. Z informacji uzyskanej od Zlecniodawcy wynika, że do budowy nabrzeża użyto dwóch rodzajów ścianek szczelnych: Larssena posadowionej na rzędnej [-]12,3 m npm i Hoescha posadowione na rzędnych od [-]10,0 do [-]11,0 m npm. Dno Parsęty występuje na rzędnej ca [-] 6,0 m npm. Oznacza to, że ścianki szczelne posadowione są w średnio zagęszczonych piaskach warstwy **Vb** lub w zagęszczonych piaskach warstwy **Vc**, możliwe również, że w plastycznych glinach pylastych zwięzłych warstwy **III**. Wychylenie świadczy jednak, że zasadniczą kwestią jest niestabilność ścianki w jej górnej części spowodowana parciem bocznym gruntu na ścianki szczelne i brakiem tak odporu gruntu (powyżej rzędnej dna), jak i skutecznego działania kotew wprowadzonych w słabe grunty.

¹ W rozumieniu §4.2.2 *Rozporządzenia*.

² §4.3.2 *Rozporządzenia*.

³ Zgodnie z §7.2 i 3 *Rozporządzenia*.

8. Zakres prac mających na celu przywrócenie właściwego stanu technicznego nabrzeża będzie przedmiotem wspomnianej wcześniej **„ekspertyzy stanu technicznego Nabrzeża Zbożowego o długości 200 m zlokalizowanego na wschodnim brzegu Parsęty, działka 99/16, obręb 4 w Porcie Handlowym Kołobrzeg”**. Powinna ona również wskazać niezbędny zakres rozpoznania podłoża na potrzeby projektu budowlanego.

OPRACOWAŁ:

/ mgr **Paweł Wojtasiuk** /