

ZAKŁAD PROJEKTOWO HANDLOWY

„GEOKAN”

mgr inż. Jakub Kanarek

75-451 Koszalin, ul. Kotarbińskiego 7/6

tel. (094) 345-21-68, kom. 0606-112-847

e-mail: geokan@op.pl

***Dokumentacja geotechnicznych warunków
posadowienia dla projektu odbudowy wału wstecznego
nad rzeką Chelszczącą oraz wału Dąbie Inoujście
w Szczecinie oraz gminie Goleniów***

Zleceniodawca: GEODEX Sp. z o.o.

78-400 Szczecinek, Plac Wolności 8/1

Opracował: mgr Bolesław Plichta

G E O L O G
Plichta
mgr Bolesław Plichta
wpr. Centr. Urzędu Geologii
Nr 878772

Współpraca: mgr inż. Jakub Kanarek

Kanarek

Koszalin, grudzień 2009 r.

I. WSTĘP

Niniejszą dokumentację wykonano na zlecenie firmy GEODEX Sp. z o.o. 78-400 Szczecinek, Plac Wolności 8/1.

Celem opracowania jest rozpoznanie i udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych dla projektu odbudowy wału wstecznego nad rzeką Cheluszczą oraz wału Dąbie Inoujście w Szczecinie oraz gminie Goleniów.

Dokumentację wykonano zgodnie z rozporządzeniem Nr 839 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126 z dnia 8. 10. 1998 r.).

II. ZAKRES PRAC

2.1. Prace polowe

W ramach prac polowych wzdłuż wału wykonano łącznie 25 małosrednicowych otworów badawczych do głębokości od 5,5 do 7,0 m. Lokalizację otworów wytyczono tak, aby odległość pomiędzy otworami nie przekraczała odległości 1 km. Wszystkie otwory wykonano z poziomu korony wału. Zakres badań ustalono ze Zleceniodawcą.

W trakcie wierceń prowadzono ciągłe badania makroskopowe i pobierano próbki gruntu. Wytypowane próbki przebadano laboratoryjnie.

Otwory po opróbowaniu starannie zlikwidowano. Przestrzenie odpowiadające warstwom wodonośnym (piaski drobne i piaski próchniczne) wypełniano piaskiem. Likwidację otworów prowadzono sukcesywnie zgodnie z zasadami sztuki wiertniczej, co nie pogorszyło stanu środowiska.

Po nawierceniu warstwy wodonośnej prowadzono dokładne badania zalegania zwierciadła wody w otworach, do czasu uzyskania trzech jednakowych pomiarów w odstępach 10 min.

Przy otworach nr 3, 5, 9, 13, 16, 20, 23 i 24 wykonano sondowania sondą udarowo-obrotową typu SLVT do głębokości 4,5 – 7,0 m, w celu

określenia wytrzymałości gruntów organicznych na ścinanie oraz uściślenia stopnia zagęszczenia występujących w podłożu piasków.

Prace i badania terenowe prowadzono zgodnie z wymogami PN-74/B-04452, między innymi w zakresie makroskopowych badań gruntu i pomiarów zwierciadła wody gruntowej w wyrobiskach badawczych.

Stały nadzór nad pracami sprawował pracownik posiadający kwalifikacje wymagane przepisami.

2.2. Prace geodezyjne

Na etapie prowadzenia prac terenowych dysponowano jedynie mapą topograficzną w skali 1:10000 z naniesioną osią wału, przeznaczonego do odbudowy. Z tego względu wytyczenie otworów jest przybliżone. Przy wyznaczaniu punktów badawczych wykorzystano odbiornik GPS oraz współrzędne określone na podstawie map topograficznych i ortomap, pobranych z serwisu www.geoportal.gov.pl. Szacuje się, że dokładność wytyczenia wynosi ± 10 m. Na kartach dokumentacyjnych (załączniki nr 4.1 – 4.25) wpisano współrzędne geograficzne w układzie WGS84, odczytane z odbiornika GPS w terenie.

Rzędne terenu w miejscach wierceń przyjęto na podstawie otrzymanych w późniejszym terminie map sytuacyjno wysokościowych w skali 1:500 i 1:1000 oraz na podstawie obserwacji rzędnych zwierciadeł wody. Szacuje się, że dokładność określenia rzędnych wynosi ± 30 cm

3.3. Badania laboratoryjne

Dla określenia parametrów wytrzymałościowych gruntów wykonano następujące badania: zawartości CaCO_3 , gęstości objętościowej, wilgotności naturalnej, zawartość próchnicy (straty wagowe przy prażeniu). Na podstawie określonych laboratoryjnie wartości wilgotności naturalnej, określono moduły ściśliwości według wzorów WKJ i PT „Geoprojektu” z 1983 r.

3.4. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych wykonano:

- mapy orientacyjne w skali 1:10000 (mapa topograficzna), na której zaznaczono rejon badań oraz przybliżoną lokalizację otworów badawczych (załączniki nr 1.1 i 1.2),
- mapę geologiczną w skali 1:25000; jest to powiększony fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000, Arkusze Szczecin (228) i Police (190), na którym naniesiono również rejon badań oraz przybliżoną lokalizację otworów badawczych (załącznik nr 2),
- mapy dokumentacyjne w skali 1:500 i 1:1000, na których zaznaczono przybliżoną lokalizację miejsc badawczych (załączniki nr 3.1 – 3.25),
- karty dokumentacyjne otworów (załączniki nr 4.1 – 4.25),
- wykresy sondowań sondą udarowo-obrotową typu SLVT (załączniki nr 5.1 – 5.8),
- objaśnienia symboli użytych w opracowaniu (załącznik nr 6),
- część tekstową, którą opracowano w oparciu o wyniki wykonanych prac i badań, materiały archiwalne, dane z literatury oraz aktualne wytyczne i rozporządzenia.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE

Wał w miejscach wierceń jest w bardzo różnym stanie technicznym. Generalnie w rejonie otworów nr 1, 2, 8 – 25 jest w miarę dobrze utrzymany (nie uwzględniając rzędnej korony wału), natomiast na odcinku pomiędzy otworami 3 – 7 jest zniszczony (często rozmyty i przerwany).

Praktycznie na całej długości wału, jest on od góry zbudowany z różnoziarnistych piasków z domieszkami części organicznych (próchnicy – gleby, piasków próchnicznych i torfów). Zawartość części organicznych jest różna, w zależności od miejsca wykonywania wierceń. Wały w dolnej części wykonane są również z organicznych torfów (zmieszanych z piaskami), wydobywanych najprawdopodobniej w trakcie pogłębienia sąsiednich rowów.

W spodzie nasypów nawiercono aluwialno-bagiennie torfy (przeważają torfy w stanie średnio i słaborozłożonym), rzadziej gytie i namuły, które przeważnie podścielone są różnoziarnistymi rzeczными piaskami, także te z domieszkami części organicznych. Miąższość utworów aluwialno-bagiennych zmienia się w szerokich granicach. W otworach nr 4 – 7, zalegające głębiej grunty organiczne, nie zostały przewiercone do zbadanej głębokości 7,0 m (w tym rejonie wał był najbardziej zniszczony).

Zwierciadło wody gruntowej układało się na głębokościach od 1,0 (otwór nr 6) do 2,1 m (otwór nr 3). Poziom wody gruntowej będzie jednak ściśle korelował z poziomem wody, w przepływających obok rzekach i kanałach. Nawiercone zwierciadło przeważnie posiada charakter swobodny, chociaż miejscami jest lekko napinane przez wyżej leżące grunty słabiej przepuszczalne (organiczne torfy, namuły i gytie).

Dokładny obraz budowy geologicznej i warunków wodnych w miejscach wykonania otworów został przedstawiony w części graficznej na kartach graficznych (załączniki nr 4.1 – 4.25).

IV. WARUNKI GEOTECHNICZNE

4.1. Kryteria podziału na warstwy geotechniczne

Występujące w podłożu grunty zaliczono do 9 warstw geotechnicznych. Do poszczególnych warstw zaliczono grunty o zbliżonych cechach fizyko-mechanicznych. Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw ustalono metodą B i C według normy PN 81/B- 03020 oraz literatury geotechnicznej, na podstawie badań makroskopowych, laboratoryjnych oraz wyników sondowań sondą udarowo-obrotową SLVT. W wyniku sondowań ustalono:

- wartości stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych i stany tych gruntów,
- wartości maksymalnej wytrzymałości gruntów organicznych na ścinanie obrotowe (τ_{fmax}).

Wartości I_D ustalono w oparciu o średnią ilość uderzeń uzyskanych na 10 cm wpędu sondy ($N_{sr.}$), natomiast wartości (τ_{fmax}) w oparciu o pomiary siły przy obrocie sondy z końcówką krzyżakową (ścięcia zasadnicze) i pomiary oporu żerdzi z końcówką stożkową – wykonane w celu wyeliminowania jego wpływu. Przy ustalaniu c_u dla słabych gruntów organicznych na podstawie τ_{fmax} , zakładając że $\Phi = 0$, zastosowano współczynnik korygujący 0,5 według Helenelunda i Gołębiowskiej ($c_u = 0,5 \tau_{fmax}$).

Na podstawie określonych laboratoryjnie wartości wilgotności naturalnej, określono moduły ścisłości według wzorów WKJ i PT „Geoprojektu” z 1983 r. Wzory te umożliwiają wyznaczenie przybliżonych modułów w zakresie obciążeń 0,05 – 0,1 MPa.

5.2 Charakterystyka warstw geotechnicznych

Wyszczególniono następujące warstwy geotechniczne:

- warstwa geotechniczna Ia obejmująca organiczne nasypy, w składzie których nawiercono głównie torf, lokalnie z domieszkami gruntów mineralnych. Utwory te są mocno skonsolidowane – sprasowane (przeważnie mało wilgotne);
- warstwa geotechniczna Ib obejmująca nasypy, w których składzie nawiercono mineralne piaski zmieszane z torfem, występujące w stanie luźnym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,25$;
- warstwa geotechniczna Ic obejmująca nasypy, w których składzie nawiercono mineralne piaski z domieszkami torfów i próchnicy. Nasypy te są w stanie średniozagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,35$;
- warstwa geotechniczna Id obejmująca nasypy, w których składzie nawiercono mineralne piaski z niewielkimi domieszkami próchnicy. Nasypy te są w stanie średniozagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,45$;

- warstwa geotechniczna IIa obejmująca torfy oraz gytie. Są to grunty organiczne o różnym stopniu rozłożenia (przeważają torfy średnio-rozłożone) oraz w stanie miękkoplastycznym (gytie);
- warstwa geotechniczna IIb obejmująca namuły organiczne, występujące w stanie plastycznym. Wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,45$;
- warstwa geotechniczna III obejmująca piaski drobne próchniczne z przewarstwieniami namułów, występujące w stanie bardzo luźnym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,15$;
- warstwa geotechniczna IVa obejmująca piaski, występujące w stanie średniozagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,40$;
- warstwa geotechniczna IVb obejmująca piaski, występujące w stanie zagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,68$;

Współczynnik wodoprzepuszczalności według Wiłuna¹ wynosi:

- dla piasku drobnego $k = 10^{-2} - 10^{-3} \text{ cm/s}$,
- dla piasku średniego $k = 10^{-1} - 10^{-2} \text{ cm/s}$.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C według w/w normy i podano w tabeli 1. Wartości obliczeniowe $x^{(r)}$ poszczególnych parametrów geotechnicznych należy obliczać według wzoru:

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

gdzie:

$x^{(n)}$ – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego,

γ_m – współczynnik materiałowy.

Wartość współczynnika materiałowego, dla występujących w podłożu gruntów mineralnych (warstwy IVa i IVb) proponuje się przyjąć w wysokości $\gamma_m = 1 \pm 0,1$, natomiast w przypadku gruntów organicznych (warstwy IIa, IIb, III)

i nasypów (warstwy Ia – Id) proponuje się przyjąć współczynnik w wysokości $\gamma_m = 1 \pm 0,2$.

Tabela 1. Ustalone charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Grupa	Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzny	Spójność	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej
			$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$		w_n [%]	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_o^{(n)}$ [kPa]
Ia	nasyp organiczny (torf, piasek)	—	—	—	—	56-148 ²⁾	1,10-1,45 ²⁾	0	20-24 ³⁾	349-360 ⁴⁾
Ib	nasyp mineralno-organiczny (piasek zmieszany z torfem)	luźny	0,25	—	—	21 naw ¹⁾	1,65 1,80	25	—	25000
Ic	nasyp mineralno-organiczny (piasek zmieszany z torfem)	średnio-zagęszczony	0,35	—	—	18 naw ¹⁾	1,70 1,85	28	—	35000
Id	nasyp mineralny (piasek z domieszkami części organicznych)	średnio-zagęszczony	0,45	—	—	16 naw ¹⁾	1,70 1,85	30	—	50000
IIa	torf	średnio i słabiorozłożony,	—	—	—	166-310 ²⁾	0,98-1,10 ²⁾	0	12-19 ³⁾	260-489 ⁴⁾
	gytia	miękkoplastyczny				123,3-234 ²⁾	1,20-1,38 ²⁾			
IIb	namuł piaszczysty	plastyczny	—	0,45	—	59,6-79 ²⁾	1,34-1,50 ²⁾	8	15	896-1102 ⁴⁾
III	piasek drobny próchniczny przewarstwiony namulem	bardzo luźny	0,15	—	—	naw ¹⁾	1,80	20	—	20000
IVa	piasek	średnio-zagęszczony	0,4	—	—	16	1,75	30	—	52500
IVb	piasek drobny	zagęszczony	0,68	—	—	14	1,85	31,4	—	85000

¹⁾ grunty nawodnione,

²⁾ wartości uzyskane na podstawie badań laboratoryjnych

³⁾ wartości uzyskane na podstawie sondowań sondą SLVT ($c_u=0,5 \tau_{fmax}$)

⁴⁾ na podstawie określonych laboratoryjnie wartości wilgotności naturalnej według wzorów WKJ i PT „Geoprojektu” z 1983 r.

V. WNIOSKI

1. W świetle rozporządzenia Nr 839 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126 z dnia 8.10.1998 r.), na całym badanym terenie występują złożone warunki gruntowe.
2. Do obliczeń statycznych, zaleca się przyjmować w wybranych przekrojach obliczeniowych niższe wartości wytrzymałości na ścinanie (przy założeniu że $\varphi=0^\circ$, $\tau_f = c_u$). Proponuje się przyjąć $\tau_f = c_u = 12$ kPa dla miękkoplastycznych gytii i słabiorozłożonych torfów oraz $\tau_f = c_u = 15$ kPa dla torfów średniorozłożonych. Do obliczania osiadań zaleca się przyjmować dla organicznego podłoża edometryczny moduł ściśliwości $M_0=300$ kPa, przy założeniu, że obciążenie podłoża od podwyższonego wału nie przekroczy 100kPa.
3. Projektowanie posadowień bezpośrednich i związane z tym obliczenia statyczne należy wykonać zgodnie z PN - 81/B - 03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. Przy wyznaczaniu wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjmować bardziej niekorzystną wartość współczynnika materiałowego γ_m tj. zapewniającego większe bezpieczeństwo budowli. Zgodnie z p. 3.3.4. powyższej normy wartość współczynnika korekcyjnego m , potrzebnego do wyznaczenia obliczeniowego oporu granicznego gruntu, należy zmniejszyć mnożąc go przez 0,9 ponieważ wartość parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C. Potrzebne do obliczeń statycznych współczynniki nośności podaje się w poniższej tabelce. Zgodnie z w/w normą wyznaczono je dla poszczególnych warstw geotechnicznych, w zależności od wartości obliczeniowych kątów tarcia $\Phi_u^{(r)}$ wynoszących:

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

gdzie:

$\Phi_u^{(n)}$ – wartość charakterystyczna kąta tarcia dla poszczególnej warstwy geotechnicznej podana w tabeli nr 1,

γ_m – współczynnik materiałowy wynoszący 0,9 dla gruntów mineralnych (warstwy IVa i IVb) oraz gruntów organicznych (warstwy IIa, IIb, III) i nasypów 0,8 (warstwy Ia, Ib, Ic i Id).

Tabela 2. Wartości współczynników nośności

Warstwa geotechniczna	$\Phi_u^{(n)}$ [°]	Współczynniki nośności		
		N_D	N_C	N_B
Ia	0	1	5,14	0,00
Ib	20	6,40	14,84	1,47
Ic	22,4	8,15	17,35	2,21
Id	24	9,60	19,32	2,87
IIa	0	1	5,14	0,00
IIb	6,4	1,78	6,95	0,07
III	16	4,34	11,65	0,72
IVa	27	13,20	23,94	4,66
IVb	28,26	15,15	26,32	5,70

4. Z uwagi na duże odległości pomiędzy otworami oraz złożone warunki gruntowe, warunki gruntowe pomiędzy otworami mogą nieco odbiegać od przedstawionych na kartach.
5. Prace ziemne i ewentualne odwodnieniowe należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność.
6. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 0,8 m według PN - 81/B - 03020.

G E O L O G
Plichta
mgr Bolesław Plichta
złt. Centr. Urzędu Geologii
NI 870772

ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH

Koszalin.....XII 2009r.

NAZWA DZIAŁU INŻYNIERII

Nr otworu	Głębokość pobrania [m]	BADANIA MAKROSKOPOWE				ANALIZA UZIARNIENIA				CECHY FIZYCZNE GRUNTU								KONSYSTENCJA					INNE				
		Rodzaj i barwa gruntu	Wilgotność	Ilość walczkowań	Stan gruntu	Zawartość CaCO ₃ [%]	zawartość frakcji [%]				Rodzaj gruntu	Straty wagowe % przy uśrednieniu b.m.	Wilgotność naturalna w [%]	Gęstość objętościowa (ρ) g/cm ³	Gęstość właściwa (ρ _s) g/cm ³ oznaczona - prz.	Porowatość n	Wskaźnik porowatości e	Stopień wilgotności Sr	Wskaźnik konsystencji L _c [%]	granica konsystencji		Plastyczność W _p		Wskaźnik plastyczności I _p [%]	Stopień plastyczności L		
							Zwłóknista mm>2,0	Płaskowa 2,0 - 0,05 mm	Pyłowa 0,05 - 0,002 mm	Iłowa mm<0,002										Płynność WL	Metoda oznaczenia WL						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Moduł ścisłości M ₀ (MPa) przy zakreśle obciążenia 0,05 - 0,1 (MPa)	
3	2,4	T (+Pd) czarna	W		stabo rozk.	L1							200,0	1,00													0,320
3	2,5	T (+Pd) czarna	W		stabo rozk.	L1							220,0	1,06													0,309
4	1,5	Nmp czarna	W	8/8	pl	1-2						23,0	59,6	1,50													1,102
4	2,7	Gy/T czarna	W	10/10	pl	1-2						14,0	126,0	1,20													0,463
5	2,2	T brunatna	W		stabo rozk.								310,0	0,98													0,260
7	2,0	T (+Pd) czarna	Mix										70,0	1,45													
8	1,8	T (+Pd) czarna	MW										56,0	1,37													
8	3,5	T czarna	W		śr. rozk.								233,0	1,03													0,302
10	2,8	Gy (+Δ) c. brązowa	W	małe sig	mpl	>5						27,0	234,0	1,38													0,302
11	2,0	T (+Pd+Δ) czarna	MW		śr. rozk.	>5							129,0	1,14													0,360
14	2,2	Gy czarna	W	15/15	pl	L1						11,0	145,0	1,22													0,488
15	2,1	Gy czarna	W	12/12	pl	L1						9,3	123,3	1,27													0,489
16	2,0	Nm brunatna	W	10/10	pl	L1						12,0	79,0	1,34													0,896
16	2,5	T czarna	W		śr. rozk.	L1						31,0	181,0	1,10													0,331
17	1,8	Gy czarna	W	10/10	pl	L1						19,6	127,0	1,30													0,455
18	1,6	T czarna	W		śr. rozk.								242,0	1,03													0,298

TECHNIK GEOLOG
Maria Krzyżaniak
Nr upr. 10004/VI
75-365 KOSZALIN, ul. Bożka 13/3

Koszalin.....xii 2009r.

WAK DA, BIE INOUTŚCIE

TECHNIK GEOLOG
Maria Krzyżaniak
Nr upr. 10004/VI
75-365 KOSZALIN, ul. Bożka 13/3