



ZAKŁAD PROJEKTOWO HANDLOWY **GEOLOG**

75-361 Koszalin, ul. Dmowskiego 27
tel./fax (0-94) 345-20-02 tel. kom. 602-301-597
NIP: 669-040-49-70

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

dla projektu przebudowy i rozbudowy oczyszczalni
ścieków w m-ści **Unieście**, gm. Mielno

Zawartość opracowania:

- A. Opinia geotechniczna
- B. Dokumentacja badań podłoża gruntowego
- C. Projekt geotechniczny

Inwestor: Zakład Wodociągowo-Kanalizacyjny Sp. z o.o.
76-032 Mielno, Unieście, ul. Świerczewskiego 44

Zleceniodawca: Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe
PROJ-EKO Sp. z o.o.
64-920 Piła, ul. Okrzei 18

Opracował: mgr Bolesław Plichta

Współpraca: mgr inż. Jakub Kanarek

Koszalin, wrzesień 2013 r.

projekty i dokumentacje geologiczno- inżynierskie c projekty i dokumentacje warunków
hydrogeologicznych dla obiektów mogących zanieczyścić wody podziemne c
monitoring wód podziemnych c dokumentacje geotechniczne c nadzór geotechniczny

Spis treści

Część tekstowa

A. Opinia geotechniczna

I. Wstęp

B. Dokumentacja badań podłoża gruntowego

II. Zakres prac

III. Budowa geologiczna i warunki wodne

IV. Warunki geotechniczne

C. Projekt geotechniczny

V. Wnioski geotechniczne

Wyniki badań laboratoryjnych

Część graficzna

Załącz. 1. Mapa orientacyjna; skala 1:10000

Załącz. 2. Mapa dokumentacyjna; skala 1:500

Załącz. 3.1 – 3.7. Przekroje geotechniczne, skala 1:100/250

Załącz. 4.1 – 4.6. Wykresy sondowań sondą lekką DPL

Załącz. 5. Objasnienia symboli użytych w opracowaniu

A. OPINIA GEOTECHNICZNA

I. WSTĘP

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie Przedsiębiorstwa Projektowo-Usługowego PROJ-EKO Sp. z o.o., 64-920 Piła, ul. Okrzei 18. Inwestorem jest Zakład Wodociągowo-Kanalizacyjny Sp. z o.o., 76-032 Mielno, Unieście, ul. Świerczewskiego 44

Celem opracowania jest rozpoznanie i udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych dla projektu przebudowy i rozbudowy oczyszczalni ścieków w m-ści Unieście, gm. Mielno.

Opracowanie wykonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463) oraz z Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne” i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

Projektowaną inwestycję należy zaliczyć według w/w rozporządzenia do obiektów drugiej kategorii geotechnicznej, w związku z czym opracowanie musi obejmować:

- opinię geotechniczną (rozdział I),
- dokumentacji podłoża gruntowego (rozdział II, III, IV),
- projektu geotechnicznego (rozdział V).

B. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

II. ZAKRES PRAC

2.1. Prace polowe

Prace polowe były prowadzone w 2 etapach. W czerwcu 2013 r. wykonano 11 otworów badawczych (otwory nr 1 – 11):

- otwory nr 1 – 4 do głębokości 10 – 10,5 m,
- otwory nr 5 – 8 do głębokości 6,0 m,
- otwory nr 9 - 11 do głębokości 3,0 m,

natomiast we wrześniu 2013 r., z uwagi na zmianę projektu zagospodarowania terenu, wykonano 6 otworów:

- otwory nr 12, 13, 16 i do głębokości 6,0 m,
- otwory nr 14 i 15 do głębokości 3,0 m.

Wszystkie zostały wykonane systemem okrętym przy użyciu łyżek wiertniczych i świrdrów w rurach osłonowych o średnicach 120 i 90 mm. Podczas wierceń prowadzono ciągle badania makroskopowe, a także pobrano charakterystyczne próbki gruntu i wody do badań laboratoryjnych.

Otwory po opróbowaniu starannie zlikwidowano, zasypując je urobkiem w odwrotnej kolejności do jego wydobywania. Likwidację otworów prowadzono sukcesywnie zgodnie z zasadami sztuki wiertniczej, co nie pogorszyło stanu środowiska.

Przy otworach nr 1, 2, 4, 6 i 7 wykonano sondowania lekką sondą typu SL (DPL) do głębokości 6,0 – 8,0 m, w celu uściślenia stanu gruntów sypkich.

Prace i badania terenowe prowadzono zgodnie z normami wymienionymi we wstępie oraz wymogami PN-B-04452:2002 „Geotechnika - badania polowe” między innymi w zakresie makroskopowych badań gruntu, prowadzenia sondowań, poboru próbek oraz pomiarów zwierciadła wody gruntowej w wyrobiskach badawczych.

2.2. Prace geodezyjne

Otwory badawcze wyznaczono w terenie na podstawie otrzymanej od Zleceńodawcy, mapy sytuacyjno–wysokościowej w skali 1:500, metodą domiarów prostokątnych dowiązanych do punktów stałych w terenie. Po zakończeniu badań zaniwelowano rzędne powierzchni terenu w miejscach wierceń w nawiązaniu do państwowego układu wysokościowego. Za punkty odniesień przyjęto rzędne pokryw studzienek kanalizacyjnych o wysokościach: 2,54 m n.p.m., 2,51 m n.p.m., 2,47 m n.p.m. oraz pikiety o wysokości 0,8 m n.p.m. i kanału 6,82 m n.p.m.

2.3. Badania laboratoryjne

Charakterystyczne próbki gruntów zbadano laboratoryjnie w celu określenia wilgotności naturalnej, ciężaru objętościowego, analizy uziarnienia dla gruntów sypkich oraz zawartość części organicznych gruntów organicznych i próchnicznych. W przypadku próbki wody określono stopień agresywności w stosunku do betonu zgodnie z PN-EN 206-1:2003 „Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.

2.4. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych wykonano:

- mapę orientacyjną w skali 1:10000 (mapa topograficzna), na której zaznaczono rejon badań (załącznik nr 1),
- mapę dokumentacyjną w skali 1:500, na której zaznaczono miejsca wykonywanych otworów badawczych, linie przekrojów geotechnicznych oraz położenie reperów roboczych (załącznik nr 2),
- przekroje geotechniczne w skali 1:100/250, na których przedstawiono przestrzenny układ gruntów, podział na warstwy geotechniczne, stany gruntów i poziom wody gruntowej (załączniki nr 3.1 – 3.7),
- wykresy sondowań sondą DPL (załączniki nr 4.1 – 4.5),
- objaśnienia symboli użytych w opracowaniu (załącznik nr 5),

- 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

Pod względem geomorfologicznym jest to fragment mierzei Morza Bałtyckiego i Jeziora Jamno. W podłożu, do zbadanej głębokości 10,5 m, stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych wieku holocenijskiego.

Teren oczyszczalni ścieków został w przeszłości podniesiony. Rzędne w miejscach wykonania otworów nr 1 – 4, 7, 8, 14 i 17 wynoszą od 2,4 do 3,0 m n.p.m. Wysokość nasypu waha się tu więc w granicach od 1,4 do 2,6 m. Jest to nasyp piaszczysty obejmujący różnoziarniste piaski, żwiry i kamienie oraz lokalnie domieszki gruzu budowlanego. Przypowierzchniowo natrafiono także warstewkę nawiezionej gleby.

Otwory nr 5 i 6, 9 – 13, 15 i 16 wykonano z poziomu terenu pierwotnego lub zbliżonym do pierwotnego. Przypowierzchniową warstwę stanowi tu niewielka warstewka gleby lub antropogenicznych nasypów o miąższości 0,1 – 1,0 m.

Głębiej występują eoliczne różnoziarniste piaski i żwiry, lokalnie z domieszkami części organicznych, przykrywające ciągłą warstwę aluwialno-bagiennych gruntów organicznych, wykształconych w postaci namulów i torfów oraz warstewki piasków próchnicznych. Strop tych utworów nawiercono na głębokościach od 5,5 (otwór nr 16) do 7,7 m (otwory nr 1 i 2), natomiast ich łączna miąższość wynosi od 1,6 do 2,8 m. Wiercenia zakończono w obrębie głębszych holocenijskich utworów piaszczystych. Analizując wyniki archiwalnych badań z tego rejonu wynika, że utwory holocenijskie zalegają do głębokości ~12 m, a głębiej występują utwory plejstocenijskie, reprezentowane przez lodowcowe zwałowe gliny z przewarstwieniami wodnolodowcowych piasków.

Do zbadanej głębokości 10,5 m nawiercono dwa właściwe, odizolowane od siebie holocenijskie poziomy wodonośne. Pierwszy występuje w obrębie

plytszych utworów piaszczystych. Swobodne zwierciadło tego poziomu nawiercono na głębokościach od 0,3 do 2,7 m, co odpowiada rzędnym od 0,1 do 0,5 m n.p.m. Drugi poziom, nawiercony w otworach nr 1 – 4, występuje w piaskach poniżej ciągłej warstwy słabonośnych gruntów organicznych na głębokościach od 8,6 do 10,2 m, co odpowiada rzędnym od -5,8 do -7,3 m n.p.m. Wody te są napinane, a ustabilizowane zwierciadło układało się na głębokościach od 3,7 do 4,0 m, tj. rzędnej -1,0 m n.p.m.

Przedstawiony obraz warunków wodnych odnosi się do okresu wierceń i może ulegać okresowym zmianom w zależności od opadów atmosferycznych i pory roku. W szczególności dotyczy to wód płytszych, które są słabo izolowane od wpływu czynników zewnętrznych, dla których przewiduje się wahania ustabilizowanego zwierciadła nawet w granicach $\pm 0,5$ m.

Dokładny obraz budowy geologicznej i warunków wodnych został przedstawiony w części graficznej na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 3.1 – 3.7).

IV. WARUNKI GEOTECHNICZNE

Występujące w podłożu grunty zaliczono do 6 warstw geotechnicznych, o zbliżonych cechach fizykomechanicznych. Z podziału wyłączono niekontrolowane nasypy, z uwagi na ich zaleganie powyżej planowanego poziomu posadowienia oraz zmienny skład i miejscami chaotyczne ułożenie cząstek. Wyszczególniono następujące warstwy geotechniczne:

- **warstwa geotechniczna Ia** obejmująca torfy. Są to grunty organiczne występujące w stanie średniorozłożonym. Grunty te charakteryzują się dużą ściśliwością i małym oporem na ścinanie, chociaż w tym przypadku są one skonsolidowane nadkładem piasków;
- **warstwa geotechniczna Ib** obejmująca namuły organiczne, występujące w stanie plastycznym. Wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,35$;

- **warstwa geotechniczna IIa** obejmująca piaski drobne z domieszkami próchnicy, występujące w stanie luźnym. Uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,25$;
- **warstwa geotechniczna IIb** obejmująca piaski drobne z domieszkami próchnicy oraz piaski próchniczne (również z domieszkami namulów), występujące w stanie średniozagęszczonym. Uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,45$;
- **warstwa geotechniczna IIIa** obejmująca różnoziarniste piaski, występujące w stanie średniozagęszczonym. Do warstwy tej włączono budowlane nasypy piaszczyste. Uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,55$;
- **warstwa geotechniczna IIIb** obejmująca różnoziarniste piaski i żwiry, występujące w stanie zagęszczonym. Uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,68$.

Grunty warstw IIa – IIIb są przepuszczalne, a współczynnik wodoprzepuszczalności tych gruntów można według Wiłuna¹ przyjąć w wysokości:

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

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C według normy PN - 81/B – 03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli” i podano w tabeli 1.

¹ Wiłun Zenon. Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1982

Tabela 1. Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalone metodą B i C według

PN - 81/B - 03020

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Grupa	Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzny	Spójność	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	Współczynnik materiałowy
			$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$		w_n [%]	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_o^{(n)}$ [kPa]	γ_m
Ia	torf	średnio-rozłożony	—	—	—	300	1,00	5	15	2000	$1 \pm 0,2$
Ib	namuł	plastyczny	—	0,35	—	60	1,50	8	15	3000	$1 \pm 0,2$
IIa	piasek drobny z domieszkami części organicznych	luźny	0,25	—	—	naw*	1,80	29	—	30000	$1 \pm 0,2$
IIb	piasek drobny z domieszkami części organicznych, piasek próchniczny	średnio-zagęszczony	0,45	—	—	naw*	1,85	30	—	50000	$1 \pm 0,2$
IIIa	piasek drobny, piasek średni, nasyp budowlany	średnio-zagęszczony	0,55	—	—	16	1,75	30,8	—	70000	$1 \pm 0,1$
						naw*	1,90				
IIIb	piasek drobny, piasek średni, żwir	zagęszczony	0,68	—	—	14	1,85	31,4	—	85000	$1 \pm 0,1$
						naw*	2,00				

*grunty nawodnione

C. PROJEKT GEOTECHNICZNY

V. WNIOSKI GEOTECHNICZNE

1. W świetle rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463), na badanym terenie występują złożone warunki gruntowe. Jak wspomniano we wstępie, projektowana inwestycja zalicza się do obiektów drugiej kategorii geotechnicznej.
2. Na badanym terenie nie występują czynniki wpływające na zmiany właściwości podłoża gruntowego, a więc niekorzystne zjawiska geologiczne takie jak: zjawiska i formy krasowe, osuwiskowe, sufozyjne, kurzawkowe, glacitektoniczne, na obszarach szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu oraz w centralnych obszarach delt rzek. Nie przewiduje się także prac związanych z wzmocnieniem gruntów, w związku z czym nie przewiduje się zmian właściwości podłoża gruntowego.
3. O sposobie posadowienia każdorazowo zdecyduje projektant konstruktor po przeprowadzeniu sprawdzających obliczeń statycznych. Biorąc pod uwagę planowane poziomy posadowienia, w spodzie fundamentów występują średniozagęszczone i zagęszczone piaski, a więc grunty charakteryzujące się wysokimi parametrami wytrzymałościowe. Strop słabszych gruntów organicznych znajduje się niżej na głębokościach od 6,9 do 7,7 m, co odpowiada rzędnym od -4,2 do -4,8 m n.p.m.
4. Projektowanie posadowień bezpośrednich i związane z tym obliczenia statyczne można wykonać zgodnie z PN - 81/B - 03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. 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 wynoszący 0,9 dla gruntów mineralnych (warstwy IIIa i IIIb) oraz 0,8 dla gruntów organicznych (warstwy Ia, Ib) lub z domieszkami części organicznych (warstwy IIa i IIb).

W tabeli nr 2 przedstawiono obliczeniowe parametry geotechniczne.

Tabela 2. Obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej
	$\rho^{(r)}$ [t/m ³]	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_o^{(r)}$
Ia	0,8	4	12	1600
Ib	1,2	6,4	12	2400
IIa	1,40*	23,2	—	24000
IIb	1,44*	24	—	40000
IIIa	1,58	27,72	—	63000
	1,71*			
IIIb	1,67	28,26	—	76500
	1,80*			

*grunty nawodnione

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 tabeli 3. Zgodnie z w/w normą wyznaczono je dla poszczególnych warstw geotechnicznych, w zależności od wartości obliczeniowych kątów tarcia $\phi_u^{(r)}$ (tabela 2).

Tabela 3. Wartości współczynników nośności

Warstwa geotechniczna	$\phi_u^{(r)}$ [°]	Współczynniki nośności		
		N_D	N_C	N_B
Ia	4	1,43	6,15	0,02
Ib	6,4	1,78	6,95	0,07
IIa	23,2	8,84	18,29	2,52
IIb	24	9,60	19,32	2,87
IIIa	27,72	14,27	25,25	5,23
IIIb	28,26	15,15	26,32	5,70

5. Na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 3.1 – 3.7) przedstawiono jedynie przybliżony zasięg zalegania gruntów poszczególnych warstw. W szczególności dotyczy to gruntów antropogenicznych, w obrębie których mogą występować zarówno wypłycenia jak i przegłębienia. Dlatego dno wykopu należy poddać dokładnym oględzinom w celu wykrycia ewentualnych „gniazd” gruntów słabonośnych, nieuchwyconych wierceniami.
6. Wszelkie przegłębienia poniżej przyjętego poziomu posadowienia należy uzupełnić materiałem nośnym (podsypka, chudy beton), o której parametrach zdecyduje projektant konstruktor. Nie należy stosować tylko rodzimych piasków, gdyż piaski eoliczne charakteryzują się generalnie słabą zagęszczalnością (współczynnik nierównomierności uziarnienia wynosi $U < 3$).
7. Głębsze wykopy będą wymagały obniżenia poziomu zwierciadła wody gruntowej. Decyzję, co do sposobu odwodnienia, podejmie projektant. Według autora opracowania, w przypadku niewielkiego obniżenia zwierciadła ($H < 0,5$ m) wodę można odpompowywać bezpośrednio z dna wykopu, natomiast w przypadku wymaganego głębszego obniżenia należy zaprojektować odwodnienie wgłębne, np. za pomocą igłofiltrów. Współczynniki filtracji gruntów przepuszczalnych podano w rozdziale III

oraz na wykresach uziarnień (do obliczeń wydajności urządzeń odwodniających proponuje się przyjąć mniej korzystne wyższe wartości współczynników). Ostateczną decyzję co do sposobu odwodnienia podejmie projektant obiektu.

8. Próbką wody pobrana z otworu nr 1 nie wykazuje agresywności w stosunku do betonu według normy PN-EN 206-1:2003 „Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
9. Prace ziemne i odwodnieniowe należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność. Wykopy należy chronić również przed zalewaniem wodą i zamarzaniem. Rozluźnione partie gruntów należy dogęścić, po odpowiednim obniżeniu zwierciadła, lub usunąć z podłoża i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową (lub chudym betonem).
10. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 0,8 m według PN - 81/B - 03020.