



GEOPROGRAM Sp. z o.o.

85-739 Bydgoszcz, ul. Fordońska 110

tel. 602322297, 523717949, fax 523717900

e-mail: office@geoprogram.pl, www.geoprogram.pl

NIP: 967-141-77-14, KRS: 0000729279, REGON: 380051158

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO na potrzeby posadowienia drogi dojazdowej do zakładu Chemwik sp. z o.o. w BYDGOSZCZY

INWESTOR:

Chemwik sp. z o.o.

ZAMAWIAJĄCY:

ul. Toruńska 324 A; 85-880 Bydgoszcz,

Proj-Przem-Projekt Sp. z o.o.

ul. Fordońska 110, 85-739 Bydgoszcz

DATA ZLECENIA:

26 października 2024 r

PRZEDMIOT OPRACOWANIA:

*Badania podłoża gruntowego w miejscu
projektowanej drogi*

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

*określenie warunków posadowienia
projektowanego obiektu*

Zespół autorski	mgr Wojciech Andrzejewski - <i>upr. geol. V-1436</i> - <i>upr. geol. VII-1281</i>	
	mgr Sławomir Żabierek - <i>upr. geol. XIII-008/POM</i>	
	inż Ruslan Polupan	

Bydgoszcz, grudzień 2024



Jesteśmy członkiem
Polskiego Zrzeszenia Wykonawców
Badań Podłoża Gruntowego

System Zarządzania Jakością
zgodny z PN-EN ISO 9001:2015

Certyfikat nr 3464/11/2022/J/C



SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1 Podstawa opracowania	4
1.2 Przedmiot i zakres opracowania	4
1.3 Materiały wykorzystane w opracowaniu	5
2. DANE OGÓLNE	6
2.1 Lokalizacja i opis terenu badań	6
2.2 Środowisko geograficzne. Geomorfologia	6
2.3 Charakterystyka projektowanych obiektów	6
3. OPIS WYKONANYCH PRAC	7
3.1 Prace polowe	7
3.2 Badania laboratoryjne	8
3.3 Prace kameralne	8
4. BUDOWA GEOLOGICZNA	10
5. WARUNKI WODNE	11
6. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA	11
6.1 Jednostki geotechniczne	11
6.2 Propozycja kategorii geotechnicznej	13
7. WNIOSKI I ZALECENIA	14

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

- | | | |
|-------------|---|---|
| Załącznik 1 | - | Mapa dokumentacyjna terenu badań, skala 1:1000 |
| Załącznik 2 | - | Objaśnienie symboli i znaków użytych na przekrojach |
| Załącznik 3 | - | Tabela parametrów geotechnicznych |
| Załącznik 4 | - | Przekroje geotechniczne |
| Załącznik 5 | - | Metryki wykonanych otworów badawczych |
| Załącznik 6 | - | Wyniki wykonanych sondowań statycznych wraz z interpretacją |
| Załącznik 7 | - | Zestawienie badań laboratoryjnych |
| Załącznik 8 | - | Analizy granulometryczna |

1. WSTĘP

1.1 Podstawa opracowania

- Podstawę opracowania stanowi zlecenie Inwestora tj. Proj-Przem-Projekt Sp. z o.o. z Bydgoszczy, działającego w imieniu i na zlecenie Inwestora, tj. Chemwik sp. z o.o. z Bydgoszczy.
- Wytyczne techniczne przekazane przez Zleceniodawcę wraz z planem sytuacyjno-wysokościowym,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. 2012 poz. 463),

1.2 Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja badań podłoża gruntowego na potrzeby posadowienia drogi dojazdowej do zakładu Chemwik sp. z o.o. w Bydgoszczy.

Zakres opracowania obejmuje:

- wskazanie lokalizacji i opis terenu badań,
- przedstawienie charakterystyki inwestycji,
- analiza danych dotyczących geomorfologii, budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych,
- przedstawienie przeprowadzonego zakresu badań polowych, laboratoryjnych i kameralnych, ich wyników a także opis metodyki ich prowadzenia,
- rozpoznanie i wyznaczenie rodzaju, genezy oraz ułożenia warstw gruntów,
- geotechniczną ocenę gruntów występujących w podłożu budowlanym i podanie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych gruntu,
- określenie warunków posadowienia i zabezpieczenia obiektów budowlanych,
- przedstawienie wytycznych wykonawczych dotyczących sposobu zabezpieczenia wykopów, prowadzenia robót ziemnych oraz fundamentowych
- propozycję kategorii geotechnicznej obiektu,
- podsumowania i zaleceń końcowych.

W niniejszej dokumentacji zastosowano klasyfikację gruntów zgodną z PN-EN ISO 14688-1/2:2018-05 w myśl wprowadzonego Eurokod-7 [2, 3] co wynika z wynika z Rozporządzenia [1]. Dla zwiększenia czytelności na kartach otworów i przekrojach, zastosowano skróty zawarte we wcześniejszej wersji normy tj. PN-EN ISO 14688-2:2006.

Dodatkowo zastosowano klasyfikację opartą o wycofane polskie normy w tym PN-86/B-02480. Podwójne nazewnictwo ma zwiększyć czytelność opracowania dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego.

1.3 Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463).
2. PN-EN 1997-1:2008, Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne (+poprawki: AC:2009, Ap1:2010, Ap2:2010).
3. PN-EN 1997-2:2009, Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego (+poprawki: AC:2009, Ap1:2010).
4. PN-EN ISO 14688-1:2018-05, Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
5. PN-EN ISO 14688-2:2018-05, Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
6. PN-EN ISO 17892-1 - 12, Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów.
7. PN-EN ISO 22475-1:2022-04, Rozpoznanie i badania geotechniczne - Metody poboru próbek oraz pomiarów wody gruntowej - Część 1: Zasady techniczne poboru próbek gruntu, skał oraz wody gruntowej
8. PN-EN ISO 22476-1:2013-03; Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 1: Badanie sondą statyczną ze stożkiem elektrycznym lub stożkiem piezo-elektrycznym.
9. ASTM D 2974-87. 1993. Standard Test Methods for Moisture, Ash and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils.
10. PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
11. PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
12. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.
13. PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia.
14. Banaszak J. (red.) Środowisko przyrodnicze Bydgoszczy; Wyd. TANNAN; Bydgoszcz 1996.
15. Lune T., Robertson P., Powell J.; Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice; Spon Press; London&New York 2004.
16. Richling A., Solon J., Macias A., Balon J., Borzyszkowski J., Kistowski M. (red.) Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań 2021.
17. Senneset K., Sandven R., Lunne T., By T., Amudsen T.; Piezocone tests in silty soils; Proceedings of International Symposium on Penetration Testing; ISPT-1; Orlando 1988.
18. Mapa sytuacyjno-wysokościowa do celów projektowych, skala 1:500.

2. DANE OGÓLNE

2.1 Lokalizacja i opis terenu badań

Obszar badań zlokalizowany jest w województwie kujawsko-pomorskim, powiecie m. Bydgoszcz, gminie m. Bydgoszcz, w Bydgoszczy, na terenie dzielnicy Łęgowo.

Teren badań stanowi istniejąca droga dojazdowa do oczyszczalni ścieków Kapuściska, zarządzana przez Chemwik Sp. z o.o. Przedmiotowa droga łączy oczyszczalnię z ul. Toruńską.

Droga przebiega przez tereny przekształcone antropogenicznie – początkowo przez teren oczyszczalni, następnie po koronie wału wniesionego wzdłuż przepływającego tuż obok Kanału A – Łęgowo. Na tym odcinku inwestycja sąsiaduje także ze zbiornikiem dawnego portu drzewnego.

Powierzchnia terenu początkowo wznosi się nieznacznie a rzędne terenu oscylują w rejonie 31,4 – 32,5 m n.p.m. W pobliżu wykonanego otworu o9, droga wkracza na koronę wału, której rzędne wynoszą ok 34,1-34,6 m n.p.m.

Bezpośrednio w podłożu projektowanej inwestycji stwierdzono uzbrojenie podziemne w postaci sieci elektrycznych, wodociągowych i kanalizacyjnych. Sieci podziemne występują przede wszystkim na obszarze oczyszczalni oraz w rejonie ul. Toruńskiej. Ponadto stwierdzono także obecność licznych piezometrów do obserwacji poziomu wody.

Szczegóły lokalizacyjne przedstawiono na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:1000, załącznik 1.

2.2 Środowisko geograficzne. Geomorfologia

Dokumentowany obszar znajduje się położony jest na terenie osiedla Łęgowo na wschodnich obrzeżach miasta Bydgoszczy.

Pod względem morfologicznym obszar położony jest w Pradolinie Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3), w jednostce Kotliny Toruńska (315.35) [16]. Znajduje się na obszarze mikroregionu Doliny Łęnowskiej (315.356) [14] stanowiącą dolinę Wisły (od Solca Kujawskiego po Fordon) i obejmującej terasy zalewowe i nadzalewowe Wisły.

Pod względem hydrograficznym obszar leży na terenie zlewni Brdy.

2.3 Charakterystyka projektowanych obiektów

Celem inwestycji jest przebudowa istniejącej drogi dojazdowej do zakładu Chemwik Sp. z o.o.

Przebieg i niweleta trasy nie ulegną zmianie w stosunku do istniejącej drogi. Konstrukcja nawierzchni docelowo projektowana jest jako bitumiczna. Posadowienie zostanie dostosowane do stwierdzonych warunków gruntowo-wodnych.

3. OPIS WYKONANYCH PRAC

3.1 *Prace polowe*

Prace polowe wykonano w dniach 26-27.11.2024 r i obejmowały: wiercenie otworów badawczych, sondowania statyczne, pobranie próbek do badań laboratoryjnych, badania makroskopowe gruntów oraz niwelację geodezyjną punktów badawczych. Lokalizację wykonanych wyrobisk przedstawiono w załączniku 1.

3.1.1 *Roboty wiertnicze*

Roboty wiertnicze wykonano przy użyciu wielozadaniowego penetrometru H16S. Na terenie badań wykonano 13 otworów wiertniczych, nierurowanych, systemem mechanicznym, okrętym o średnicy 90 mm do głębokości 4,0-11,0 m p.p.t.

Łącznie wykonano 86,5 mb otworów wiertniczych.

Po zakończeniu badań otwory zlikwidowano poprzez zasypanie urobkiem z odtworzeniem (w miarę możliwości) pierwotnego profilu.

Szczegółowe rozmieszczenie wykonanych otworów przedstawiono w Załączniku 1. Profile otworów przedstawia Załącznik 5.

3.1.2 *Opróbowanie wyrobisk i badania makroskopowe*

Podczas wykonanych prac polowych pobrano próby gruntów dla oznaczeń geotechnicznych., które przeznaczono do szczegółowych badań w laboratorium geotechnicznym. Pobrano:

- 26 prób gruntów w kategorii poboru B, klasa 4;
- 25 prób w kategorii poboru C, klasa 5;

Miejsca poboru prób przedstawiono w załączniku 5

3.1.3 *Sondowania statyczne*

W celu parametryzacji podłoża przeprowadzono 6 sondowań statycznych CPTu (z pomiarem ciśnienia porowego). Sondowania prowadzono przy pomocy wielozadaniowego penetrometru GEOTECH 220-04, z zastosowaniem standardowego stożka pomiarowego piezocone nr 5585 (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.

Łączny metraż sondowań wynosił 38,6 mb. Wyniki sondowania CPTu zawiera załącznik 6.

3.1.4 Prace geodezyjne

Wyznaczenia punktów badawczych oraz pomiaru współrzędnych płaskich i wysokościowych, dokonano z wykorzystaniem systemu geodezji satelitarnej RTK, odbiornikiem Gintec G20M nawiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej.

Układ pomiarowy PUWG: 2000, poziom odniesienia PL-EVRF2007-NH.

3.2 Badania laboratoryjne

Pobrane w terenie próbki gruntów poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. Wytypowane próbki gruntów, zostały szczegółowo zbadane w laboratorium geotechnicznym. Wykonano oznaczenia:

- wilgotności naturalnej – 22 oznaczenia, zgodnie z PKN-CEN ISO/TS 17892-1,
- składu granulometrycznego - 10 oznaczeń na sucho wraz z wyznaczeniem współczynnika filtracji zgodnie z USBSC oraz Hazena, zgodnie z PKN-CEN ISO/TS 17892-4,
- wilgotności granicy plastyczności – 10 oznaczeń wg PN-EN ISO 17892-12:2018-08,
- wilgotności granicy płynności – 7 oznaczeń wg PN-EN ISO 17892-12:2018-08,
- wytrzymałości na ścinanie ścinarką obrotową (oznaczenie traktowane jako wskaźnikowe) – 2 oznaczenia wg PN-B-04481:1988,
- zawartość części organicznych metodą wyprażenia – 9 oznaczeń wg metody ASTM D 2974-87 (wyprażanie w temperaturze 440°C).

Wykonawca: GEOPROGRAM Sp. z o.o.

Wyniki przeprowadzonych laboratoryjnych badań geotechnicznych zawiera załącznik 7.

3.3 Prace kameralne

Wykonane prace kameralne obejmowały:

- analizę wyników wyrobisk badawczych, łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi oraz obserwacjami występowania wody gruntowej
- Analizę opracowań archiwalnych
- interpretację wyników sondowań w oparciu o program CPTStar3 (Soft-Projekt), w tym reinterpretację archiwalnych badań CPTu
- oszacowanie parametrów geotechnicznych w oparciu o wytyczne PN-EN 1997-2:2009 i PN-B-04452:2002, oraz procedury zawarte w literaturze fachowej,
- analizę i opracowanie otrzymanych wyników badań laboratoryjnych,
- prace obliczeniowe (obliczenie wartości poszczególnych parametrów geotechnicznych, wartości średnich odchyleń standardowych, współczynników zmienności i wartości obliczeniowych parametrów w poszczególnych warstwach gruntu),
- ustalenie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- opracowanie kart otworów wiertniczych,
- opracowanie mapy dokumentacyjnej wyrobisk badawczych,
- opracowanie przekrojów geotechnicznych.
- sporządzenie części opisowej dokumentacji.

3.3.1 Wyprowadzenie parametrów geotechnicznych

a/ interpretacja sondowań statycznych CPTu

Interpretację wyników sondowań statycznych przeprowadzono w oparciu o program CPTStar3 (Soft-Projekt). Na metrykach sondowań umieszczono parametry mierzone q_c , f_s , u_2 oraz R_f , B_q oraz zinterpretowane: I_D , I_L , S_u .

Oszacowania parametrów geotechnicznych dokonano w oparciu o wytyczne PN-B-04452:2002, PN-EN 1997-2:2009 oraz procedury zawarte w literaturze fachowej [8,11,15,17]:

- **Stopień zagęszczenia gruntów gruboziarnistych I_D** oparto o zmodyfikowaną formułę Borowczyka przyjęto zmodyfikowaną formułę Borowczyka przedstawioną w [11], gdzie $I_D = 0,709 \log(a \cdot q_c) - 0,165$, (wartość współczynnika „a=1,0-1,7” odpowiada dla słabych piasków $q_c = 2-8 \text{ MPa}$ i jest porównywalna z a=1,3 tj. współczynnikowi korelacyjnemu pomiędzy stożkiem mechanicznym dla którego wyprowadzono tą zależność, a stożkiem elektrycznym, którym prowadzono badania.
- **Stopień plastyczności gruntów drobnoziarnistych I_L** szacowano z zależności przedstawionej w normie PN-B-04452:2002 [27], przy zastosowaniu współczynników korekcyjnych dla stożka elektrycznego.
- **Moduły ścisłości M** wyznaczono z zależności Lunne i Christophersena [15] $M_0 = \alpha \cdot (q_c - \sigma'_{v0})$, gdzie $\alpha = 4-5$ dla gruntów gruboziarnistych oraz 8-10,5 dla gruntów drobnoziarnistych, w zależności od R_f . Należy podkreślić, że edometryczne moduły ścisłości odnoszą się do wartości naprężeń dla których zostały wyznaczone. Zależności modułu od naprężeń nie są liniowe, częstokroć ich trend zmienia się w efekcie wcześniejszej prekonsolidacji. Moduły wyznaczane z sond CPTu odpowiadają naprężeniom zbliżonym do aktualnych geostatycznych. Do obliczania osiadań na ich podstawie można wykorzystać zależność $M = M_0 \sqrt{\frac{\sigma'_{v0} (\Delta \sigma'_v) / 2}{\sigma'_{v0}}}$
- **Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu $S_u (=C_u)$** ewaluowano z zależności Robertsona i Lunne'a [15] $S_u = \frac{q_n - \sigma'_{v0}}{N_{kt}}$; gdzie $N_{kt} = (15-25)$.
Wartości N_k są porównywalne do podawanych w PN-B-04452:2002 dla krajowych gruntów spoistych. z uwagi na często błędne rozumienie oznaczenia wytrzymałości na ścinanie bez odpływu (C_u) jako spójności w dokumentacji stosuje się najczęściej stosowane w literaturze oznaczenie tego parametru jako S_u ($S_u = C_u$).
- **Efektywne parametry wytrzymałościowe**
 - efektywny kąt tarcia gruntów gruboziarnistych szacowano w oparciu o zmodyfikowaną zależność PN-EN 1997-2:2009 [8] - $\varphi' = 13,5 \cdot \log(q_c) + 23$ (± 2 - wzrasta wraz z uziarnieniem i spada wraz z zawartością domieszek frakcji drobnej),
 - Efektywne wartości kąta tarcia i spójności gruntów organicznych i drobnoziarnistych szacowano na podstawie testu statycznego sondowania w oparciu o metodę Senneseta [17]. Dla każdej warstwy na podstawie testu q_n , σ'_{v0} , B_q oraz przyjmowanego współczynnika „ α ” wyznaczano parametr $Nm = \frac{q_n}{\sigma'_{v0} + a}$ a następnie na podstawie nomogramów odpowiednio $\tan(\phi')$ oraz $c' = \alpha \cdot \tan(\phi')$. z uwagi na pośrednią metodę wyznaczania należy podchodzić do nich z ostrożnością.

4. BUDOWA GEOLOGICZNA

Budowę geologiczną podłoża budowlanego rozpoznano przy pomocy wykonanych badań do głębokości maksymalnie 11,0 m p.p.t. Na podstawie wykonanych wierceń i badań stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych wieku holocenińskiego.

Czwartorzęd Q

Holocen Q_h

Od powierzchni terenu, występuje warstwa gruntów antropogenicznych wykształconych w postaci nasypów niekontrolowanych oraz nasypów budowlanych.

Nasypy niekontrolowane są w większości zapisem prób utwardzenia drogi i zbudowane są z mieszaniny wielu gruntów, głównie piasków z rozproszoną materią organiczną i glin z rozproszoną materią organiczną oraz licznymi domieszkami żwiru, żużla, kamieni czy gruzu.

Nasypy budowlane w podłożu projektowanej inwestycji występują na obszarze, gdzie droga poprowadzona została po koronie wału. Nasypy te zbudowane są wzajemnie przewarstwiających się piasków i piasków z rozproszoną materią organiczną.

Poniżej nasypów na całym terenie inwestycji występują utwory rzeczne, mineralno-organiczne, drobnoziarniste, którym lokalnie towarzyszą także utwory organiczne. Morfologia stropu tych gruntów, głębokość ich zalegania oraz miąższość są bardzo zmienne.

Grunty mineralno-organiczne, tj. mady rzeczne budowane są przez szerokie spektrum utworów drobnoziarnistych – IŁY z piaskiem, IŁY z piaskiem i pyłem, PYŁY z iłem czy PYŁY. Są to utwory o zawartości materii organicznej na poziomie 1,4-3,3%, a więc klasyfikowane jako mineralne do nisko organicznych.

Madom towarzyszą grunty organiczne i wysoko organiczne (TORFY oraz grunty organiczne z iłem). Występują lokalnie, jednak na znacznych głębokościach

Grunty te podścielone są serią rzecznych PIASKÓW drobnych oraz PIASKÓW drobnych z pyłem. Lokalnie piaski te występują także pomiędzy kolejnymi warstwami gruntów drobnoziarnistych i organicznych.

Głębiej rozpoznano serię rzecznych PIASKÓW średnich, stanowiących monotony kompleks, którego nie przewiercono do końca głębokości penetracji.

Z uwagi na charakter opracowania nie przeprowadzono szczegółowej analizy budowy geologicznej głębokiego podłoża.

Budowę geologiczną dokumentowanego terenu przedstawia załącznik 4 – przekroje geologiczno-inżynierskie oraz załącznik 5 – metryki otworów badawczych.

5. WARUNKI WODNE

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych stwierdzono występowanie czwartorzędowego poziomu wodonośnego

Wody tego poziomu występują przede wszystkim w obrębie piasków rzecznych oraz lokalnie nad stropem słabo przepuszczalnych mad rzecznych, w obrębie nasypów budowlanych.

Zwierciadło wód gruntowych ma charakter napięty oraz swobodny. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów ustalono, że ustabilizowane ZWG w dniu prowadzenia obserwacji występowało na głębokości 1,12-4,37 m p.p.t. tj. w rejonie rzędnych 30,10-30,66 m n.p.m.

Zaobserwowano także powszechnie występujące sączenia w obrębie mad rzecznych i gruntów organicznych

Obecny stan wód gruntowych ocenić można jako średni w rocznym cyklu hydrologicznym. Przewidywane typowe wahania ZWG wynosić mogą $\pm 0,5$ m.

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

6. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA

6.1 Jednostki geotechniczne

Grunty badanego obszaru zaliczono do gruntów nasypowych oraz mineralnych gruboziarnistych. Zalegające w podłożu budowlanym grunty ujęto w jednostki geotechniczne. Wydzielono pięć serii geotechnicznych ze względu na genezę, stratygrafię i litologię tj: **seria I – grunty antropogeniczne, seria II – grunty organiczne; seria III – mady rzeczne; seria IV – fluwialne PIASKI drobne; seria V - fluwialne PIASKI średnie**

Parametry geotechniczne gruntów ustalono na podstawie wyników badań polowych oraz laboratoryjnych. w oznaczeniach gruntów zastosowano obowiązującą klasyfikację zgodnie z PN-EN ISO 14688-1/2.

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

Jednostki geotechniczne

Seria geotechniczna I

Zaliczono do niej grunty antropogeniczne. Ze względu na zróżnicowanie składu i stanu serię tę podzielono na dwie warstwy geotechniczne:

Warstwa Ia – budowana przez nasypy niekontrolowane występujące powszechnie od powierzchni terenu do głębokości maksymalnie 2,0 m p.p.t. Zbudowane są z mieszaniny wielu gruntów, głównie piasków z rozproszoną materią organiczną i glin z rozproszoną materią organiczną oraz licznymi domieszkami żwiru, kamieni czy gruzu. Są to grunty słabonośne, niezalecane do posadowień bezpośrednich.

Warstwa Ib – Stanowią ją nasypy budowlane o składzie piasków średnich często przewarstwionych piaskami średnimi z gruntem organicznym. Występują w stanie luźnym o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D = 0,19$ ($I_D = 19\%$). Grunty tej warstwy mogą stanowić podłoże budowlane. Posiadają obniżoną nośność i podwyższoną odkształcalność, szczególnie w przypadku obciążeń dynamicznych. Zalecane jest ich wzmocnienie

Seria geotechniczna II.

Do serii tej zalicza się grunty organiczne i wysoko organiczne budowane przez TORFY i grunty organiczne z iłem. Są to grunty słabonośne i ściśliwe. Na terenie badań zalegają z reguły na większych głębokościach. Serię tę podzielono na dwie warstwy:

Warstwa IIa – Do warstwy tej zaliczono TORFY. Cechują się niskimi parametrami penetracji CPTu: $q_n = 0,35$ MPa, oraz wytrzymałościowo-odkształceniowymi $M^{CPTu} = 0,7$ MPa $Su = Cu = 35$ kPa. Mogą generować osiadania obiektów posadowionych ponad nimi.

Warstwa IIb – budowana jest przez grunty organiczne z iłem (namuły gliniaste). Grunty te cechują się parametrami penetracji CPTu: $q_n = 0,96$ MPa, oraz wytrzymałościowo-odkształceniowymi $M^{CPTu} = 2,9$ MPa $Su = Cu = 64$ kPa. Mogą generować osiadania obiektów posadowionych ponad nimi.

Seria geotechniczna III.

Seria ta jest pochodzenia fluwialnego i budowana przez grunty drobnoziarniste. Utwory tej serii często charakteryzuje zawartość materii organicznej odpowiadającej gruntom nisko organicznym (zawartość $MO = 1,4-3,3\%$). Są to tzw. mady rzeczne wysktałcone jako IŁY z piaskiem, IŁY z piaskiem i pyłem, PYŁY z iłem oraz PYŁY z piaskiem (gliny pylaste, piaski gliniaste, gliny piaszczyste, pyły z dodatkiem rozproszonej materii organicznej wg starej nomenklatury). Tworzą one pakiet osadów o zróżnicowanej miąższości i występowaniu. Serię tę podzielono na dwie warstwy geotechniczne

Warstwa IIIa – reprezentowana jest przez: IŁY z pyłem, PYŁY z iłem i IŁY z gruntem organicznym lub z małą ilością gruntu organicznego. Znajdują się one w konsystencji plastycznej o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L = 0,30$ ($I_C = 0,70$). Są to grunty o podwyższonej ściśliwości i odkształcalności, mogące generować osiadania obiektów posadowionych ponad nimi.

Warstwa IIIb – tworzona jest przez: IŁY z piaskiem oraz PYŁY z piaskiem z małą ilością gruntu organicznego występujące w konsystencji twardoplastycznej o wartości wyprowadzonej stopnia plastyczności $I_L = 0,09$ ($I_C = 0,91$). Posiadają przeciętną nośność.

Seria geotechniczna IV.

Seria ta jest pochodzenia fluwialnego, reprezentowana jest przez PIASKI drobne i PIASKI drobne z pyłem. Ze względu na zawartość pyłu mogą cechować je właściwości tiksotropowe. Są to grunty umiarkowanie i dobrze przepuszczalne o współczynniku filtracji rzędu $k_{USBSC} = 3,5 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-4}$ m/s. Z uwagi na zróżnicowanie wartości liczbowych stopnia zagęszczenia serię tę podzielono na dwie warstwy geotechniczne:

Warstwa IVa – w jej skład zalicza się piaski drobne w stanie luźnym i średnio zagęszczonym o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D=0,36$ ($I_D=36\%$). Grunty tej warstwy posiadają obniżoną nośność i podwyższoną odkształcalność, szczególnie w przypadku obciążeń dynamicznych.

Warstwa IVb – budowana jest przez PIASKI drobne w stanie średnio zagęszczonym o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D=0,47$ ($I_D=47\%$). Warstwa ta cechuje się przeciętną nośnością.

Seria geotechniczna V,

Serię IV budują fluwialne grunty gruboziarniste wykształcone jako PIASKI średnie. Są to grunty dobrze przepuszczalne o współczynniku filtracji rzędu $k_{USBSC}=9,1 \cdot 10^{-5} - 2,3 \cdot 10^{-4}$ m/s. Z uwagi na zróżnicowanie wartości liczbowych stopnia zagęszczenia serię tę podzielono na trzy warstwy geotechniczne:

Warstwa Va – w jej skład zalicza się grunty gruboziarniste w stanie średnio zagęszczonym, o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D=0,41$ ($I_D=41\%$). Grunty tej warstwy posiadają przeciętną nośność i odkształcalność.

Warstwa Vb – budowana jest przez grunty gruboziarniste w stanie średnio zagęszczonym o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D=0,53$ ($I_D=53\%$). Warstwa ta cechuje się korzystnymi parametrami geotechnicznymi.

Warstwa Vc – zaliczono do niej grunty gruboziarniste w stanie średnio zagęszczonym do zagęszczonego o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia $I_D=0,66$ ($I_D=66\%$). Grunty tej warstwy mogą stanowić bezpieczne podłoże budowlane.

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

6.2 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 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463) proponuje się przyjęcie dla posadowienia projektowanego obiektu **trzeciej kategorii geotechnicznej w skomplikowanych warunkach gruntowych**.

Zgodnie z zapisami ww. Rozporządzenia na terenach położonych na obszarach dolin i delt rzek występują skomplikowane warunki gruntowe. W takim przypadku obiekt budowlany należy zaliczyć do trzeciej kategorii geotechnicznej.

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

7. WNIOSKI I ZALECENIA

W wyniku przeprowadzonych badań polowych i laboratoryjnych, w analizowanym podłożu budowlanym należy stwierdzić:

Warunki gruntowo-wodne

- Nasypy niekontrolowane stanowią słabonośne podłoże, niezalecane do bezpośredniego posadowienia projektowanego obiektu. Występują do głębokości 0,5-2,0 m p.p.t.
- Nasypy budowlane występują w stanie luźnym. Mogą stanowić podłoże budowlane po wzmocnieniu. Podścielone są gruntami słabonośnymi
- Grunty organiczne stanowią słabonośne i ściśliwe podłoże. Występują lokalnie. Ich miąższość dochodzi do 2,1 m.
- Grunty mineralno-organiczne, drobnoziarniste, tzw. mady rzeczne występują powszechnie w podłożu budowlanym. Tworzą one pakiet osadów o zróżnicowanej miąższości i występowaniu.
- Mady warstwy IIIa występują w konsystencji plastycznej i mogą generować zwiększone osiadania obiektów posadowionych ponad nimi.
- PIASKI fluwialne serii IV występują w warstwach o zmiennej miąższości i rozciągłości. Występują w stanie luźnym do średnio zagęszczonego i cechują się obniżoną i przeciętną nośnością. Ze względu na dodatek frakcji pylastej mogą wykazywać właściwości tiksotropowe
- PIASKI średnie serii V występują w stanie średnio zagęszczonym do zagęszczonego i cechują się korzystnymi właściwościami geotechnicznymi.
- W toku przeprowadzonych badań terenowych stwierdzono występowanie czwartorzędowego poziomu wodonośnego.
- Ustabilizowane ZWG w dniu prowadzenia obserwacji występowało na głębokości 1,12-4,37 m p.p.t. tj. w rejonie rzędnych 30,10-30,66 m n.p.m.
- W obrębie gruntów organicznych o mineralno-organicznych powszechnie występują sączenia.
- Teren badań leży na terenie doliny rzecznej tzw. doliny Łęgnowskiej, będącej częścią doliny Wisły
- Na podstawie otrzymanych wyników rozpoznania geotechnicznego oraz uwzględniając charakterystykę konstrukcji proponuje się przyjęcie skomplikowanych warunków gruntowo-wodnych.

Posadowienie obiektów budowlanych

- Projektowany obiekt należy zaliczyć do trzeciej kategorii geotechnicznej.
- Rekomenduje się posadowienie bezpośrednie konstrukcji drogowej po wzmocnieniu podłoża lub jego częściowej wymianie.
- Wzmocnienie podłoża realizować z wykorzystaniem materacy geosyntetycznych.

- 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 3.
- Prace ziemne należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami oraz zasadami BHP.
- Prace fundamentowe prowadzić pod nadzorem geotechnicznym.

Bydgoszcz, grudzień 2024 r

