

Temat opracowania:

## **OPINIA GEOTECHNICZNA**

### **z dokumentacją badań podłoża gruntowego**

Rozbudowa, przebudowa i nadbudowa budynku technologicznego  
oczyszczalni ścieków oraz budowa wiaty i silosu na terenie działki  
nr 136/5 obręb Lubaszc

AUTOR OPRACOWANIA:

mgr inż. Tomasz Michałek  
Uprawnienia geologiczne nr: **VII-1582**

.....

Zamawiający:

**Biuro Projektowo-Inwestycyjne M-Bud**

89-100 Nakło nad Notecią, ul. Kościelna 8

Wykonawca:

**GEOsolutions Tomasz Michałek**

85-856 Bydgoszcz, ul. Ku Wiatrakom 7/89



**SPIS TREŚCI**

<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>3</b>
<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW .....</b>	<b>4</b>
<b>CZĘŚĆ OPISOWA.....</b>	<b>5</b>
<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>5</b>
<b>2. WYKONANE PRACE GEOTECHNICZNE.....</b>	<b>6</b>
2.1. Prace terenowe .....	6
2.1.1. Wiercenia geotechniczne.....	6
2.1.2. Sondowania gruntów niespoistych .....	6
2.1.3. Opróbowanie wyrobisk.....	6
2.2. Prace laboratoryjne.....	7
2.3. Prace geodezyjne .....	7
2.4. Prace kameralne.....	7
<b>3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....</b>	<b>7</b>
3.1. Lokalizacja i położenie terenu badań .....	7
3.2. Fizjografia, morfologia .....	7
3.3. Budowa geologiczna .....	8
3.4. Zjawiska geodynamiczne.....	8
3.5. Warunki hydrogeologiczne.....	8
3.5.1. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej.....	8
3.5.2. Warunki filtracji.....	8
<b>4. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....</b>	<b>9</b>
<b>5. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA.....</b>	<b>10</b>
5.1. Parametry geotechniczne podłoża i obliczenia statyczne.....	10
5.1.1. Właściwości wg PN-81/B-03020 oraz PN-83/B-02482.....	10
5.1.2. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7).....	10
5.1.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń .....	11
5.1.4. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych .....	11
5.1.5. Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności .....	11
<b>6. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>11</b>
6.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych .....	11
6.2. Wnioski z przeprowadzonych badań geotechnicznych, dotyczące posadowienia.....	11
6.3. Zalecenia projektowe .....	11
<b>7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....</b>	<b>12</b>

**SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

1. Mapa topograficzna Polski. Skala 1:10 000.
2. Mapa sytuacyjno-wysokościowa. Skala 1:500.
- 3.1 Legenda do kart otworów i przekroju.
- 3.2 objaśnienia znaków i symboli.
4. Poglądowy przekrój geotechniczny.
5. Karty otworów wiertniczych.

## CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. WSTĘP

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia Biuro Projektowo-Inwestycyjnego M-Bud (89-100 Nakło nad Notecią, ul. Kościelna 8).

Przedmiotem opracowania jest opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektu budowlanego dla zadania: „Opracowanie dokumentacji projektowej dla rozbudowy, przebudowy i nadbudowy budynku technologicznego oczyszczalni ścieków oraz budowa wiaty i silosu na terenie działki nr 136/5 obręb Lubaszcz”.

Wstępne założenia projektowe:

- rozbudowa, przebudowa i nadbudowa budynku,
- budowa wiaty i silosu.
- posadowienie bezpośrednie.

W opracowaniu zawarto wyniki badań przeprowadzonych dla tego zadania.

Celem badań geotechnicznych jest rozpoznanie budowy geologicznej podłoża budowlanego i występujących w tym podłożu warunków hydrologicznych, cech fizycznych i mechanicznych gruntów oraz innych właściwości gruntów, które mogą mieć wpływ na warunki wykonania zamierzonej inwestycji.

W szczególności celem było:

- rozpoznanie przestrzennego układu warstw geotechnicznych podłoża budowlanego,
- określenie głębokości występowania wody gruntowej,
- wydzielenie warstw geotechnicznych,
- określenie parametrów fizyczno-wytrzymałościowych wydzielonych warstw,

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje przedstawienie:

- metodyki, zakresu i wyników wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz prac kameralnych,
- zarysu fizjografii, geomorfologii i hydrografii,
- warunków geologicznych i hydrogeologicznych,
- charakterystyki geotechnicznej podłoża gruntowego,
- warunków gruntowo-wodnych podłoża,
- zaleceń i wniosków końcowych.

W niniejszej dokumentacji zastosowano podwójną klasyfikację gruntów zgodną z PN-EN ISO 14688-1/2 w myśl wprowadzonego Eurokod-7 [15,16] oraz starą opartą o polskie normy w tym [9]. Podwójne nazewnictwo ma, w okresie przejściowym, zwiększyć czytelność opracowania dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Konieczność stosowania norm opartych o Eurokod-7 wynika z Rozporządzenia [1].

Orientacyjną lokalizację omawianego terenu badań przedstawiono w załączniku nr 1.

Zgodnie z § 4.4 rozporządzenia [1], ustalenie kategorii geotechnicznej dla całej projektowanej inwestycji lub jej części leży w kompetencji projektanta. Kategorię zagrożenia bezpieczeństwa inwestycji, wynikającą ze stopnia skomplikowania konstrukcji, jej posadowienia, oddziaływań oraz warunków geotechnicznych (kategorię geotechniczną) określono generalnie według [1,15] jako I.

W dalszych etapach projektowania a nawet budowy, w przypadku stwierdzenia zagrożeń, konieczności zastosowania alternatywnych metod i rozwiązań nieprzewidzianych w normach, nadzwyczajnie

czajnego ryzyka itp. - wymagających podjęcia osobnych badań lub podjęcia specjalnych zabiegów związanych z posadowieniem obiektów, przyjętą kategorię geotechniczną, zgodnie z rozporządzeniem [1] należy zmienić.

Szczegółową lokalizację badań przedstawiono w załączniku nr 2.

Podstawą do opracowania dokumentacji były wyniki wizji lokalnej i wyniki prac polowych przeprowadzonych w pierwszej połowie października 2020 roku.

Jako podkład geodezyjny wykorzystano podkład mapy ewidencyjnej terenu dostarczony przez Zleceniodawcę.

Niniejsze opracowanie wykonano w sześciu egzemplarzach: pięć z przeznaczeniem dla Zleceniodawcy, jedno do celów archiwalnych.

## **2. WYKONANE PRACE GEOTECHNICZNE**

W ramach prac geotechnicznych wykonano prace terenowe (wiercenia, sondowania dynamiczne, pobranie próbek, oraz prace geodezyjne), badania laboratoryjne (próbek gruntów) oraz prace kameralne.

### **2.1. Prace terenowe**

Prace terenowe obejmowały wizję terenu badań, wykonanie otworów wiertniczych, przeprowadzenie terenowych badań geotechnicznych w otworach badawczych w całym profilu otworów wiertniczych oraz pobieranie próbek gruntu do dalszych badań laboratoryjnych.

Prace terenowe przeprowadzono pod stałym nadzorem autora opracowania.

#### **2.1.1. Wiercenia geotechniczne**

Z poziomu istniejącego terenu wykonano 3 otwory wiertnicze o głębokości 4,5 m o łącznym metrażu 13,5 m. Wiercenia prowadzono zgodnie z wymaganiami normy [13].

Ilość wykonanych wierceń i lokalizacja była zgodna z uzgodnieniami dokonanymi ze Zleceniodawcą. Wyniki wierceń przedstawiono na poglądowym przekroju geotechnicznym stanowiącym załącznik nr 4 oraz w kartach otworów wiertniczych w załącznikach nr 5.

#### **2.1.2. Sondowania gruntów niespoistych**

Występujące w podłożu grunty niespoiste poddano sondowaniu sondą dynamiczną SD-30 (DPM). Sondowanie sondą DPM prowadzono zgodnie z metodyką podaną w normie [13]. Interpretację wyników sondowań w oparciu o wytyczne [13,16] oraz procedury zawarte w literaturze fachowej.

Wykonano dwa sondowania dynamiczne, łączna miąższość sondowań dynamicznych wyniosła 8,0 m. Wyniki sondowania podłoża przedstawiono w załącznikach nr 5.

#### **2.1.3. Opróbowanie wyrobisk**

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano łącznie 11 próbek. Próbki gruntów pobierano z każdej makroskopowo różnej warstwy i nie rzadziej niż, co około 1,5 m. Wytypowane próbki gruntów przewieziono do laboratorium i ponownie poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych określano dla wszystkich gruntów ich rodzaj, barwę oraz wilgotność a dla gruntów spoistych dodatkowo ich stan. Miejsca pobrania próbek przedstawiono w kartach otworów wiertniczych, załączniki nr 5.

## 2.2. Prace laboratoryjne

Wytypowane i pobrane w terenie próbki gruntów rodzimych poddano w laboratorium kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych oznaczono rodzaj gruntów, barwę oraz wilgotność a dla gruntów spoistych dodatkowo ich stan.

Badania laboratoryjne obejmowały wykonanie:

- badania makroskopowe – 5 szt.,
- wilgotność naturalna – 1 szt.,
- granica płynności – 1 szt.,
- granica plastyczności – 1 szt.,

## 2.3. Prace geodezyjne

Lokalizację wyrobisk wyznaczono na podstawie domiarów prostokątnych w dowiązaniu do istniejącej sytuacji (granice działki) w oparciu o plan sytuacyjno – wysokościowy dostarczony przez Zleceniodawcę.

Rzędne wysokościowe wyrobisk badawczych przyjęto przez interpolację wartości wysokościowych z planu sytuacyjno-wysokościowego dostarczonego przez Zleceniodawcę.

## 2.4. Prace kameralne

Wykonane prace kameralne swoim zakresem obejmowały prace:

- analizę i ocenę wyników badań polowych,
- opracowanie załącznika graficznego w formie poglądowego przekroju geotechnicznego,
- opracowanie mapy sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją wykonanych wierceń,
- ustalenie parametrów geotechnicznych gruntów na podstawie przeprowadzonych badań oraz zależności korelacyjnych [7, 8],
- opracowanie zestawienia tabelarycznego wybranych wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów,
- opracowanie części tekstowej dokumentacji razem z wnioskami oraz zaleceniami.

## 3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

### 3.1. Lokalizacja i położenie terenu badań

Projektowana inwestycja położona jest w województwie kujawsko-pomorskim, w powiecie nakielskim, na terenie gminy Nakło nad Notecią, na terenie działki numer 136/5 obręb Lubaszcz.

Projektowana inwestycja nie leży na obszarach chronionych w tym na Natura 2000. Projektowana inwestycja nie leży na obszarach i terenach górniczych.

Lokalizację terenu badań przedstawiono w załączniku nr 1.

### 3.2. Fizjografia, morfologia

Pod względem fizjograficznym (fizycznogeograficznym) dokumentowany teren położony jest w obrębie podpowinowacji Pojezierza Południowobałtyckiego. Szczegółowo obszar inwestycji znajduje się w mezoregionie: Dolina Środkowej Noteci, będącego częścią makroregionu: Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka.

Dolina Środkowej Noteci (315.34) ciągnie się równoleżnikowo od Nakła po Ujście na długości 80 km i szerokości do 8 km, zwężając się do 2 km pod Nakłem i powyżej Ujścia. Zajmuje

powierzchnię około 560 km<sup>2</sup>. Na północy oddziela dolinę od wysoczyzny Pojezierza Krajeńskiego wysokie i strome zbocze osiągające w morenie Dębowej Góry wysokość 197 m n.p.m., tj. około 140 m nad dnem doliny. Do podobnej wysokości dochodzą również wzgórza morenowe pod Miasteczkiem Krajeńskim oraz na południozachodzie, na granicy Pojezierza Chodzieskiego (Gontyniec 192 m). Po stronie południowej dno doliny oddziela od wysoczyzny morenowej piaszczysty taras szamociński. Noteć obniża swoje zwierciadło od około 57 m pod Nakłem do 47 m przy ujściu Gwdy, płynąc po torfach, których miąższość dochodzi do 10 m, ale w zwężeniu pod Dziembowcem powyżej Ujścia torfu brak i pojawia się glina zwałowa. Na zmeliorowanym dnie doliny rozwija się gospodarka łąkowa, są także stawy rybne, na tarasie szamocińskim występują lasy i osiedla wiejskie, unikające na ogół dna doliny. Osiedla występują również wzdłuż linii kolejowej prowadzącej z Bydgoszczy przez Nakło do Piły, w znacznej części u podnóża północnego zbocza doliny. Na wschodnim końcu regionu leży Nakło nad Notecią. Od Nakła do Bydgoszczy wybudowano już w końcu XVIII w. żeglowny Kanał Bydgoski, łączący dorzecze Odry z dorzeczem Wisły. Nakło jest również węzłem kolejowym, w którym linia z Bydgoszczy do Piły krzyżuje się z linią Gniezno-Chojnice. Istnieje tu cukrownia. Drugim miastem w regionie jest Szamocin, z fabryką mebli i tuczarnią trzody chlewnej. W dolinie utworzono dwa rezerваты przyrodnicze: „Łąki Ślesińskie” (42,4 ha) w gminie Nakło, ze stanowiskiem brzozy niskiej na łąkach nadrzecznych, i „Borek” (0,5 ha) z wielogatunkowym lasem łąkowym.

### 3.3. Budowa geologiczna

Na podstawie wykonanych prac, literatury geologicznej oraz map geologicznych stwierdzono, że podłoże gruntowe w przypowierzchniowej warstwie oddziaływania budowli zbudowane jest z utworów czwartorzędowych holoceniskich oraz plejstoceniskich.

Holocen reprezentowany jest przez utwory współczesne w postaci nasypu niekontrolowanego. Plejstocen reprezentowany jest przez utwory rzeczno-wodnolodowcowe niespoiste oraz spoiste (lokalnie – wkładki). Utwory niespoiste zdeponowane zostały w postaci piasków (piaski drobne, piaski średnie). Utwory spoiste wykształcone zostały w postaci mułków (pyły).

Przedstawiona powyżej budowa geologiczna ma w dużej mierze charakter orientacyjny. W trakcie prowadzonych prac nie prowadzono bowiem szczegółowych i dokładnych badań stratygraficznych.

### 3.4. Zjawiska geodynamiczne

Podczas wykonywania prac terenowych nie stwierdzono występowania zjawisk geodynamicznych.

### 3.5. Warunki hydrogeologiczne

Na podstawie literatury geologicznej oraz map geologicznych stwierdzono, że na terenie projektowanej inwestycji płycej występuje nieużytkowy poziom wód podziemnych. Wynika z niego, że pierwszy poziom wody podziemnej może występować na głębokościach od 2 m ppt do 5 m ppt, ze zmianami głębokości w ciągu roku do 1 m.

#### 3.5.1. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej

W trakcie wykonywania prac geotechnicznych, do głębokości wykonanych odwiertów nie stwierdzono występowania zwierciadła wody podziemnej.

#### 3.5.2. Warunki filtracji

Podłoże gruntowe wykazuje bardzo zmienne warunki filtracji.



Występujące w podłożu nasypy są gruntami o bardzo zróżnicowanych własnościach filtracyjnych wynikających z ich zróżnicowanego składu mechanicznego. Nasypy zbudowane przeważnie z gruntów niespoistych wykazują własności filtracyjne zbliżone do gruntów sypkich je budujących.

Przepuszczalność gruntów niespoistych uzależniona jest od ich uziarnienia i wynosi ona dla piasków drobnych od 2 m/d do 8 m/d a dla piasków średnich od 8 m/d do 25 m/d.

Przepuszczalność gruntów spoistych jest zależna od zawartości i uziarnienia frakcji piaszczystej. Orientacyjne wartości współczynnika wodoprzepuszczalności dla pyłów wynoszą od 0,04 m/d do 0,26 m/d.

#### 4. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

W celu dokładniejszej charakterystyki występujących warunków, w podłożu gruntowym dokonano wydzielenia warstw geotechnicznych. Podstawowym kryterium podziału na warstwy, była budowa geologiczna.

Cechy wiodące dla wydzielonych warstw geotechnicznych wyznaczono na podstawie analizy makroskopowej próbek gruntu, interpretacji wyników sondowania dynamicznego sondą DPM oraz wyników badań laboratoryjnych.

Za cechę przewodnią dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia  $I_D$ , natomiast dla gruntów spoistych, stopień plastyczności  $I_L$ .

Pozostałe cechy fizyczno-mechaniczne gruntów wyznaczono według [7] metodą B dla parametrów wiodących, przyjętych dla wyznaczonych warstw geotechnicznych.

Występujące w podłożu grunty ujęto w cztery warstwy.

Parametry geotechniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz zależności korelacyjnych podanych w normie [7].

W oznaczeniach gruntów zastosowano podwójną klasyfikację tj. obowiązującą zgodnie z PN-EN ISO 14688-1/2 oraz starą zgodnie z [9].

Uogólnione wartości cech fizyczno-mechanicznych dla wydzielonych warstw podano w załączniku nr 3.1.

Grunty podłoża budowlanego ujęto w następujące cztery warstwy geotechniczne:

**Warstwę I** – stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy niekontrolowane w których składzie zaobserwowano humus, gruz ceglany, piaski drobne oraz gruz betonowy. Nasypy tej warstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,54$  ( $\gamma_m=1\pm 0,18$ ).

**Warstwę II** – stanowią czwartorzędowe rzeczno-wodnolodowcowe. Warstwę II podłoża gruntowego budują piaski drobne występujące lokalnie z przewarstwieniami piasku średniego. Grunty tej warstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,60$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ).

**Warstwę III** – stanowią czwartorzędowe rzeczno-wodnolodowcowe. Warstwę III podłoża gruntowego budują piaski średnie. Grunty tej warstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,43$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ).

**Warstwę IV** - stanowią wkładki mułków w obrębie utworów rzeczno-wodnolodowcowych. Dla utworów tych przyjęto grupę konsolidacji geologicznej C, według normy [7]. Obejmują pyły. Grunty warstwy IV charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,24$  ( $\gamma_m=1\pm0,10$ ).

**Na podstawie otrzymanych wyników rozpoznania geotechnicznego oraz uwzględniając charakterystykę inwestycji, proponuje się I kategorię geotechniczną (w prostych warunkach wodno-gruntowych).**

## 5. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

### 5.1. Parametry geotechniczne podłoża i obliczenia statyczne.

Parametry geotechniczne do obliczeń statycznych należy przyjmować zależnie od podstaw normatywnych wykorzystywanych w projektowaniu.

#### 5.1.1. Właściwości wg PN-81/B-03020 oraz PN-83/B-02482

Własności fizyczno-mechaniczne występujących gruntów opisane zostały z wykorzystaniem zasad zawartych w normach [7, 8]. W związku z tym podane wielkości można wprost wykorzystać do tworzenia parametrów geotechnicznych przyjmując:

- jako wartość charakterystyczną parametru geotechnicznego – wartość średnią,
- jako wartość obliczeniową parametru geotechnicznego – wartość charakterystyczną wymnożoną przez wartość współczynnika zmienności przy czym zależnie od rozpatrywanego zagadnienia, należy przyjmować najbardziej niekorzystną wartość tego współczynnika.

W przypadku, gdy wartość współczynnika zmienności ma wysoką wartość zaleca się jednak przyjmować jako wartość charakterystyczną, wartość bardziej niekorzystną, niż wartość średnią.

Należy zauważyć, że przedział zmienności danego wiodącego parametru geotechnicznego, wyznaczony współczynnikiem zmienności ma określone prawdopodobieństwo. Z uwagi na to, że uwzględnia się jedną wartość odchylenia standardowego prawdopodobieństwo to wynosi około 68%. Oznacza, to że około 32% wyników może wykraczać poza przedział zmienności.

#### 5.1.2. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7)

Norma Eurokod 7 [15] zupełnie inaczej definiuje pojęcie parametru charakterystycznego – jako ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego. Parametr ten można oszacować wykorzystując metody statystyczne. Powyższa dokumentacja zawiera podstawowe charakterystyki statystyczne parametrów warstw – wartość średnią oraz odchylenie standardowe (zawarte we współczynniku zmienności), które umożliwiają oszacowanie parametrów charakterystycznych według wymagań Eurokodu 7. Przy wykorzystywaniu metod statystycznych, norma [15] zaleca wyznaczyć taką wartość charakterystyczną, żeby obliczone prawdopodobieństwo wystąpienia mniej korzystnej wartości, decydującej o powstaniu rozpatrywanego stanu granicznego, nie było większe niż 5%.

Parametry zawarte w normach [7,8] można traktować jako ostrożne oszacowanie parametrów charakterystycznych. W przypadku zamiaru korzystania z tych parametrów zaleca się jednak wyznaczanie parametrów wiodących, na podstawie których wyznacza się inne wartości, z prawdopodobieństwem 95% a nie w oparciu o wartość średnią jak to jest w normie [7].

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych wg [15] należy wyznaczać na podstawie wartości charakterystycznych, dzieląc je przez częściowe współczynniki bezpieczeństwa wynoszące zależnie od rozpatrywanego przypadku stanu granicznego:

- dla kąta tarcia wewnętrznego  $\gamma_\phi=1,0\div1,25$ ,
- dla spójności efektywnej  $\gamma_c=1,0\div1,25$ ,
- dla ciężaru objętościowego  $\gamma_\gamma=1,0$ .

### 5.1.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń statycznych (geotechnicznych) należy przyjmować zgodnie z wartościami podawanymi przez normy przedmiotowe wykorzystywane w projektowaniu.

### 5.1.4. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych

Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego zaleca się wykonać według normy [7], pomimo iż nie jest to norma już aktualna, w praktyce inżynierskiej nadal powszechnie stosowana.

Przy obliczeniach statycznych posadowienia bezpośredniego zaleca się przyjąć wartość współczynnika korekcyjnego  $m=0,81$  zgodnie z postanowieniami normy [7]. Należy jednak rozważyć zasadność zmniejszenia i przyjęcie go według propozycji zawartej w pracy [17] ( $m=0,60\div 0,80$ ).

### 5.1.5. Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności należy wykonywać zgodnie z normami przedmiotowymi wykorzystywanymi w projektowaniu.

## 6. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

### 6.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych

- ✓ W wyniku wykonanych terenowych oraz laboratoryjnych badań geotechnicznych dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie projektowanej inwestycji.
- ✓ W miejscu lokalizacji planowanej inwestycji występują proste warunki gruntowo-wodne (geotechniczne).
- ✓ Utworami podścielającymi dla warstwy utworów nasypowych (warstwa I) są utwory rzeczno-wodnolodowcowe niespoiste z wkładką mułków.
- ✓ Utwory piaszczyste występują jako średniozagęszczone.
- ✓ Utwory spoiste występują jako twardoplastyczne.
- ✓ Na obszarze prowadzonych badań nie stwierdzono występowania zwierciadła wody podziemnej.
- ✓ Projektowana inwestycja nie leży na terenie zalewowym.
- ✓ Podczas wykonywania prac terenowych nie stwierdzono występowania zjawisk geodynamicznych.
- ✓ Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,0 m ppt. choć podczas surowych zim może dochodzić do 1,5 m ppt.
- ✓ Ze względu na punktowy zakres badań, nie można wykluczyć nieco bardziej złożonej budowy podłoża gruntowego w rejonie posadowienia inwestycji.

### 6.2. Wnioski z przeprowadzonych badań geotechnicznych, dotyczące posadowienia

- ✓ Obiekty budowlane zaleca się posadzić w obrębie warstw gruntów nośnych – piaszczystych (niespoistych) w stanie co najmniej średniozagęszczonym.
- ✓ Zalecane posadowienie w obrębie warstwy II, tj. średniozagęszczonych piasków drobnych.
- ✓ Należy bezwzględnie usunąć i całkowicie wybrać z dna wykopów fundamentowych warstwę nasypu niekontrolowanego (warstwa I).
- ✓ Po osiągnięciu rzędnej spodu fundamentów, wierzchnią warstwę dogęścić mechanicznie do  $I_D \geq 0,60$  ( $I_S \geq 0,97$ ).
- ✓ Pod fundamentem zaleca się stosować warstwę chudego betonu o grubości około 10 cm.

### 6.3. Zalecenia projektowe

- ✓ Przy wyborze sposobu posadowienia (bezpośrednie, wzmocnienie podłoża) należy uwzględnić jednocześnie:
  - własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu,

- rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłoże,
  - wielkość dopuszczalnych osiadań średnich, różnic osiadań oraz ewentualnie dopuszczalnego przechyłu budowli, wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.
- ✓ Do obliczeń posadowienia, można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w załączniku nr 3.1. Ze względu na punktowy zakres badań, wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.
  - ✓ Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego zaleca się wykonać według normy [7].
  - ✓ W przypadku projektowania posadowienia w oparciu o inny system norm (np. Eurokod 7), parametry geotechniczne do projektowania należy ustalić zgodnie z zasadami podanymi w tej normie.
  - ✓ Obliczając posadowienie obiektu należy podłoże traktować jako uwarstwione.
  - ✓ Wartości parametrów obliczeniowych ustalić przez pomnożenie wartości parametrów charakterystycznych z załącznika nr 3.1 przez współczynnik materiałowy  $\gamma_m$ . Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować bardziej niekorzystną, zapewniającą większe bezpieczeństwo budowli.
  - ✓ Przy obliczeniach statycznych posadowienia bezpośredniego zaleca się przyjąć wartość współczynnika korekcyjnego  $m=0,81$  zgodnie z postanowieniami normy [7].
  - ✓ Obliczeniowe sprawdzenie stanów granicznych podłoża gruntowego (zgodnie z wymaganiami normowymi) powinno być wykonane przez konstruktora w projekcie budowlanym na podstawie parametrów geotechnicznych podanych w niniejszej dokumentacji.
  - ✓ Zaleca się, aby projekt budowlany, a przede wszystkim wykonawczy określał wymagane zagęszczenie, wyrażone minimalną wartością stopnia zagęszczenia  $I_D$  lub wskaźnika zagęszczenia  $I_s$ , dla gruntów niespoistych stanowiących zasypkę lub podsypkę poszczególnych elementów projektowanych obiektów.
  - ✓ Roboty ziemne i fundamentowe należy prowadzić zgodnie ze sztuką budowlaną, obowiązującymi normami, zasadami BHP.

## 7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

Przy sporządzaniu dokumentacji korzystano z niżej wymienionych przepisów prawnych, norm państwowych i branżowych, map geologicznych, sytuacyjnych i topograficznych a także literatury, materiałów archiwalnych oraz dokumentacji projektowych oraz geologicznych:

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*poz. 463*).
- [2]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (*Dz.U. Nr 282, poz. 1657*).
- [3]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 roku w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (*poz. 596*).
- [4]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku - Prawo budowlane (*Dz.U. Nr 89, poz. 414 z późn. zm*).
- [5]. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku - Prawo ochrony środowiska (*Dz.U. Nr 62, poz. 627 z późn. zm*).
- [6]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku – Prawo geologiczne i górnicze (*Dz.U. Nr 163, poz. 981 z późn. zm*).
- [7]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [8]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [9]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [10]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [11]. PN-B 02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [12]. PN-B 02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [13]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.

- [14]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [15]. PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [16]. PN-EN 1997-2 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [17]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 roku.

Bydgoszcz, grudzień 2020 rok