

—  
siedziba:  
ul. Rumiankowa 19  
54-512 Wrocław  
tel. 71 7382334

—  
biuro:  
ul. Wieruszowska 38  
98-360 Lututów

—  
tel.kom. 607 07 66 03

—  
e-mail: [geo2000@box.pop.pl](mailto:geo2000@box.pop.pl)  
<http://www.geo2000.pop.pl>  
—

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA  
dla projektowanej inwestycji przy ul. Sportowej w miejscowości Grodków,  
gmina Grodków, powiat brzeski, województwo opolskie

OPINIA GEOTECHNICZNA  
DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO  
PROJEKT GEOTECHNICZNY

Inwestor:

Opracowanie:

mgr Sławomir Fajga  
upr. geol. VII-1302

mgr Magdalena Jasińska

Wrocław, grudzień 2018 r.

## **SPIS TREŚCI**

### **OPINIA GEOTECHNICZNA**

1. Wstęp
- 1.1. Podstawa wykonania
- 1.2. Wykaz wykorzystanych norm, materiałów archiwalnych i literatury
2. Zakres przeprowadzonych badań terenowych
3. Położenie, charakterystyka terenu, morfologia i hydrografia
4. Zarys budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych
- 4.1. Budowa geologiczna
- 4.2. Warunki hydrogeologiczne
5. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego

### **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

1. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych
- 1.1. Badania laboratoryjne
- 1.2. Prace kameralne
2. Warunki gruntowe
3. Ocena warunków geotechnicznych
4. Wnioski i zalecenia

### **PROJEKT GEOTECHNICZNY**

1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie
2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych
3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń
4. Określenie oddziaływań od gruntu
5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego
6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności
7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów
8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych
9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom
10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

1. Plan lokalizacyjny
2. (1-2) Mapa geologiczna arkusz Grodków w skali 1: 50 000
3. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 500
4. Tabela wartości parametrów geotechnicznych
5. (1-6) Karty dokumentacyjne otworów badawczych w skali 1: 100
6. (1-5) Przekroje geotechniczne w skali 1: 250/100
7. (1-2) Wykresy sondowań SL (DPL)
8. (1-2) Wykres uziarnienia gruntu
9. (1-4) Analizy granic konsystencji
10. (1-2) Objasnienia znaków i symboli

# **OPINIA GEOTECHNICZNA**

## **1. Wstęp**

### **1.1. Podstawa wykonania**

Opinię geotechniczną opracowano w celu uzyskania danych o układzie warstw gruntów, określenia ich parametrów geotechnicznych oraz uzyskania danych o warunkach wodnych.

Dokumentację opracowano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 25.04.2012,poz.463).

### **1.2. Wykaz wykorzystanych norm, materiałów archiwalnych i literatury**

- PN-B-02481/1998 – Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
- PN-81/B-03020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli,
- PN-81/B-03020 – Projekt zmiany. Geotechnika. Projektowanie posadowienie bezpośrednich,
- PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu,
- PN-B-02479/1998 – Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne,
- PN-EN 1997-1:2008 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne
- PN-EN 1997-2:2009 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne.
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000 – arkusz Grodków.

## **2. Zakres przeprowadzonych badań terenowych**

### **2.1. Prace geodezyjne**

Otwory badawcze wytyczono w terenie metodą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do stałych elementów architektonicznych. Niwelację techniczną otworów wykonano w dowiązaniu do lokalnych punktów wysokościowych w postaci studzienek kanalizacyjnych, wodociągowych, gazowych, itp.

### **2.2. Badania polowe**

Dla rozpoznania warunków gruntowo – wodnych wykonano 2 otwory do głębokości 3,0 m p.p.t. oraz 4 otwory do głębokości 6,0 m p.p.t. Łączny metraż wykonanych wierceń dla przedmiotowej inwestycji wynosi 30,0 mb. Otwory zostały odwiercone przy użyciu próbnika przelotowego typu RKS wbijanego młotem pneumatycznym Wacker BH24.

W trakcie wierceń przeprowadzono badania makroskopowe gruntów oraz prowadzono obserwacje wód gruntowych. Po zakończeniu wierceń otwory zlikwidowano urobkiem z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw. Ponadto wykonano badania „in situ” gruntu, tj. 2 sondowania sondą lekką SL (DPL).

### **3. Położenie, charakterystyka terenu, morfologia i hydrografia**

Teren badań położony jest w centralnej części miejscowości Grodków, gminie Grodków, powiecie brzeskim, województwie opolskim. Projektowana inwestycja znajduje się przy ul. Sportowej, na działce nr 445. Przedmiotowy obszar ograniczony jest od północy ul. Sportową, od zachodu znajduje się stadion, od wschodu budynki, a od południa tereny niezagospodarowane. Na terenie działki nr 445 obecnie znajduje się basen. Rzędne terenu w rejonie projektowanej inwestycji mieszczą się w przedziale 169,70 – 171,20 m n.p.m.

Pod względem położenia fizjogeograficznego wg J.Kondrackiego obszar gminy znajduje się w obrębie następujących jednostek:

provincia: Niż Środkowoeuropejski

podprovincia: Niziny Środkowopolskie (318)

makroregion: Nizina Śląska (318.5)

mezoregiony: Równina Wrocławska (318.53)

region: Równina Grodkowska (318.533).

Równina Wrocławska wznosi się od 125 do 165 m i jest dość płaską krainą rolniczą, zróżnicowaną ze względu na rodzaj gruntów i gleb. Dzieli się ją na 3 regiony: Wysoczyzna Średzka, Równina Kącka oraz Równina Grodkowska.

Równina Grodkowska pod względem geomorfologicznym jest to wysoczyzna morenowa (forma pochodzenia lodowcowego, stanowi zdenudowaną morenę denną płaską i falistą stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego), obszar bardzo słabo zróżnicowany z pagórkami kemowymi, znajduje się pomiędzy dolinami Oławy i Nysy Kłodzkiej. Występują tu gleby brunatnoziemne. Równinę Grodkowską cechuje rzeźba lekko falista i płasko - równinna z niewielkimi deniwelacjami terenu. Urozmaicają ją pagórki kemowe miejscami porośnięte lasami. W kierunku południowo-wschodnim teren opada ku starasowanej i wypełnionej madami Dolinie Nysy Kłodzkiej o szerokości 6 - 7 km.

Sieć hydrograficzną gminy stanowi Nysa Kłodzka (dopływ Odry), Struga Grodkowska, Stara Struga i Gnojna. Główne cieki to rzeki o charakterze nizinnym, z deszczowo - śnieżnym reżimem zasilania, o stosunkowo znacznych przyborach

wody w okresie roztopów wiosennych i małych przyborach w okresie maksimum opadów letnich. Doliny rzeczne są elementem wzbogacającym krajobraz gminy. Stanowią ostoje roślinności i fauny typowej dla ekosystemów przywodnych, modyfikują warunki mikroklimatyczne i wodne najbliższej okolicy. W Głębocku znajdują się 2 zbiorniki wodne o powierzchni 42 ha powstałe po byłej żwirowni. Na terenie gminy nie ma zlokalizowanych dużych jezior. Występują tu tylko zbiorniki wodne, z których większość są pochodzenia antropogenicznego, głównie z zalania dawnych wyrobisk górniczych.

#### warunki lokalne

#### **wody powierzchniowe**

W bezpośrednim sąsiedztwie terenu badań nie występują ciek wodne. W odległości ok. 160 m na południe przepływa rzeka Grodkowska Struga.

### **4. Zarys budowa geologicznej i warunków hydrogeologicznych**

#### **4.1. Budowa geologiczna**

#### warunki regionalne

Budowa geologiczna gminy, ze zdecydowaną przewagą utworów piaszczysto - żwirowych i utworów gliniastych sprzyja występowaniu i stwarza warunki do prowadzenia eksploatacji surowców mineralnych dla potrzeb lokalnych społeczności. Obecnie na terenie Gminy Grodków nie występują odkrywki eksploatacji surowców naturalnych. W poprzednich latach dokonywano odkrywki żwiru na terenie wsi Głębocko, w związku z czym jego zasoby w tamtym rejonie są znacznie wyeksploatowane i występują w znikomej ilości. We wschodniej części gminy znajdują się złoża surowców mineralnych „Głębocko” i „Kopice”.

#### warunki lokalne

Budowa geologiczna została rozpoznana 6 otworami do głębokości maksymalnej 6,0 m. W budowie geologicznej występują tutaj czwartorzędowe holocenijskie osady rzeczne oraz osady antropogeniczne i gleby.

W otworach badawczych 1, 3, 4 i 6 bezpośrednio od powierzchni terenu występuje warstwa gleby o miąższości 0,2 - 0,3 m. W pozostałych otworach bezpośrednio od powierzchni terenu oraz w otworze 3 na głębokości 0,2 m p.p.t. nawiercono osady antropogeniczne, w postaci nasypów zbudowanych z piasków średnich oraz mieszaniny gleby, cegieł, żwiru, kamieni i pyłu. Miąższość tych gruntów wynosi 0,6 - 0,7 m.

Poniżej gleby i gruntów nasypowych występują osady rzeczne. W otworach 1, 3, 4 i 6 nawiercono pyły, lokalnie ze żwirem i kamieniami. W otworach 3 i 4 miąższość tych gruntów wynosi 0,8 - 1,3 m. W otworach 1 i 6 spągu tych gruntów nie przewiercono do głębokości 3,0 m p.p.t.

W większości otworów stwierdzono występowanie warstw zbudowanych z glin piaszczystych, lokalnie ze żwirem lub przewarstwionych piaskiem średnim. miąższość tych gruntów wynosi 0,3 - 1,3 m.

W otworach 2, 3, 4 i 5 pod warstwą lin nawiercono warstwy zbudowane z piasków drobnych, piasków średnich na pograniczu piasków drobnych lub przewarstwionych piaskiem drobnym oraz z pospółek, lokalnie z kamieniami. Spągu tych gruntów nie przewiercono do głębokości 6,0 m p.p.t.

Budowę geologiczną badanego terenu przedstawiono na mapie geologicznej arkusz Grodków (Zał. 2.), kartach otworów badawczych (Zał. 5.) oraz przekrojach geotechnicznych (Zał. 6.).

### **3.2. Warunki hydrogeologiczne**

#### warunki regionalne

Wody podziemne na obszarze gminy reprezentowane są przez wody przypowierzchniowe, gruntowe i wody wgłębne. Pod względem hydrogeologicznym wschodnia, środkowa i południowa część gminy wchodzi w skład regionu opolskiego z głównymi poziomami wód użytkowych w utworach trzeciorzędu i czwartorzędu. W podłożu występują wody szczelinowo - porowe w utworach górnej kredy, które zalegają na głębokości od 20 do ponad 100 m. Ich wydajność mieści się w przedziale 10 – 70 m<sup>3</sup>/h (w rejonie Grodkowa do 120 m<sup>3</sup>/h). Zachodnia część gminy to fragment przedsudeckiego regionu hydrogeologicznego z głównym poziomem wód użytkowych w utworach czwartorzędu, który znajduje się na głębokości do 20 m. Ich wydajność waha się w przedziale od kilku do około 100 m<sup>3</sup>/h. Poza dolinami rzecznyimi obszar cechuje się pełną lub połowiczną izolacją pierwszego poziomu użytkowego wód podziemnych od powierzchni terenu. Na terenie Gminy Grodków użytkowe poziomy wód podziemnych związane są z utworami czwarto - i trzeciorzędowymi. Największe znaczenie ma poziom czwartorzędowy, z którego pobierana jest woda m.in. dla miasta Grodków.

#### warunki lokalne

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej w większości otworów badawczych. Woda ta

występuje w obrębie piasków drobnych i piasków średnich na pograniczu piasków grubych. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny.

Zostało ono nawiercone i stabilizowało się na głębokości 5,0 (otwór 4) - 5,5 (otwór 3) m p.p.t. Minimalna rzędna nawierconego i ustabilizowanego poziomu wód podziemnych wynosi 165,59 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 166,12 m n.p.m. w otworze 4.

Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do niskiego, należy liczyć się z możliwością podwyższenia z zakresie 1,0 m.

## **5. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 25.04.2012, poz. 463) warunki gruntowo-wodne należy określić jako proste. Projektowany obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej.

## **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

### **1. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych**

#### **1.1. Badania laboratoryjne**

W trakcie wierceń wszystkie gruntu, po każdej zmianie stanu lub rodzaju gruntu lecz nie rzadziej niż co 1 m, zostały przebadane makroskopowo, a część z nich przebadano laboratoryjnie. Badaniami laboratoryjnymi określono:

- wilgotność naturalną  $W_n$  (%)
- granice konsystencji  $W_L$ ,  $W_P$  (%)
- uziarnienie (S).

Wykonano 10 analiz laboratoryjnych z czego 5 analizy granulometryczne, 5 analizy granic konsystencji.

#### **1.2. Prace kameralne**

W oparciu o wyniki uzyskane z badań, opracowano dokumentację wynikową na którą złożyły się:

- mapa dokumentacyjna w skali 1:500 z naniesionymi punktami wierceń,
- karty dokumentacyjne otworów badawczych w skali 1:100,
- przekroje geotechniczne w skali 1: 250/100,
- karty wyników badań laboratoryjnych,
- wyniki badań sondą SL (DPL) wraz z interpretacją,
- objaśnienia znaków i symboli.

## 2. Warunki gruntowe

W podłożu wydzielono warstwy geotechniczne w oparciu o charakter litologiczny oraz przeprowadzone badania parametrów geotechnicznych gruntów. Wydzielono osiem warstw geotechnicznych:

- **warstwa N** – to warstwa gleby i gruntów antropogenicznych, składających się z piasku średniego lub mieszaniny gleby, cegieł, żwiru, kamieni i pyłu. Warstwę tą należy uznać za nienośną dla obiektów kubaturowych.
- **warstwa C1** – zbudowana jest z pyłów, lokalnie ze żwirem i kamieniami. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L < 0,00$ . Są to grunty nośne, w stanie półzwałym o symbolu konsolidacji C.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 24,20 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,85 \text{ g/cm}^3$ ,
  - spójność  $C_u = 27,00 \text{ kPa}$
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 16,20^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 48 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 34 \text{ MPa}$ .
- **warstwa C2a** – zbudowana jest z glin piaszczystych, lokalnie ze żwirem. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L < 0,00$ . Są to grunty nośne, w stanie półzwałym o symbolu konsolidacji C.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 13,20 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$ ,
  - spójność  $C_u = 27,00 \text{ kPa}$
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 16,20^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 48 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 34 \text{ MPa}$ .
- **warstwa C2b** – zbudowana jest z glin piaszczystych ze żwirem, lokalnie przewarstwionych piaskiem średnim. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L = 0,20$ . Są to grunty nośne, w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji C.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:



- wilgotność naturalna  $W_n = 13,20 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$ ,
  - spójność  $C_u = 15,30 \text{ kPa}$
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 13,50^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 29 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 21 \text{ MPa}$ .
- **warstwa C2c** – zbudowana jest z glin piaszczystych ze żwirem. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L=0,35$ . Są to grunty średnio-nośne, w stanie plastycznym o symbolu konsolidacji C.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 18,70 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,89 \text{ g/cm}^3$ ,
  - spójność  $C_u = 10,80 \text{ kPa}$
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 11,25^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 21 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 15 \text{ MPa}$ .
- **warstwa I** – zbudowana jest z pospółek, lokalnie z kamieniami. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL-10 kg wynosi  $I_D > 0,90$ . Są to grunty zagęszczone, nośne.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 15,40 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,89 \text{ g/cm}^3$ ,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 37,35^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 245 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 219 \text{ MPa}$ .
- **warstwa II** – zbudowana jest z piasków średnich na pograniczu piasków grubych lub przewarstwionych piaskiem drobnym. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi  $I_D=0,50$ . Są to grunty średniozagęszczone, nośne.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 24,20 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,80 \text{ g/cm}^3$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 29,70^\circ$ ,

- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 95 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 80 \text{ MPa}$ .
- **warstwa III** – zbudowana jest z piasków drobnych. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi  $I_D=0,50$ . Są to grunty średniozagęszczone, nośne.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 26,40 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,71 \text{ g/cm}^3$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 27,45^\circ$ ,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 62 \text{ MPa}$ ,
- moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 46 \text{ MPa}$ .

Pozostałe parametry geotechniczne zostały określone w oparciu o badania laboratoryjne i polowe, a ich wartości przedstawione w tabelarycznym zestawieniu właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów (Zał. 4.).

### **Ocena wysadzinowości**

Ze względu na charakter wysadzinowości grunty należy zaliczyć do:

- grunty spoiste (warstwy C1, C2a, C2b, C2c) – grunt bardzo wysadzinowy – GBW,
- grunty sypkie (warstwa I, II, III) – grunt niewysadzinowy – GN.

### **3. Ocena warunków geotechnicznych**

W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić że warunki gruntowo-wodne są proste. Podłoże budowlane charakteryzuje się występowaniem gruntów średnio zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym, grunty stwierdzone podczas badań wykazują parametry fizyczno-mechaniczne od niskich do dobrych.

Rodzaj gruntów, ich charakterystykę techniczną oraz zarys układu warstw przedstawiają karty dokumentacyjne otworów badawczych (Zał. 5) i przekroje geotechniczne (Zał. 6), a także zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów (Zał. 4).

Przypowierzchniową warstwę N stanowią gleby i grunty nasypowe, które należy uznać za nienośne dla obiektów kubaturowych.

Grunty warstw C1, C2a i C2b są gruntami w stanie półzwartym i twar doplastycznym, o dobrych parametrach wytrzymałościowych, są gruntami nośnymi. Grunty te mogą stanowić podłoże dla posadowienia obiektów kubaturowych.

Grunty warstwy C2c są gruntami w stanie plastycznym. Grunty tej warstwy wykazują stosunkowo niskie parametry wytrzymałościowe, są to grunty średnioślabe. Obecność w podłożu gruntów w stanie plastycznym, w zależności od przewidywanych obciążeń, może prowadzić do powstania nierównomiernych osiadań.

Grunty warstw C1, C2a, C2b, i C2c są wrażliwe na obecność niskich temperatur, są to grunty wysadzinowe, dlatego należy chronić je przed przemarzaniem. Należy również chronić je przed dodatkowym nawodnieniem (przez wody gruntowe, opadowe, technologiczne, itp.). W przypadku nawodnienia grunty te ulegną uplastycznieniu, a w skrajnych przypadkach upłynnieniu, co znacznie pogorszy ich parametry geotechniczne.

Grunty warstw I, II oraz III są gruntami w stanie od średniozagęszczonego do zagęszczonego, o dobrych parametrach geotechnicznych, są gruntami nośnymi. Grunty te mogą stanowić podłoże dla posadowienia obiektów kubaturowych. Należy pamiętać, że podczas robót ziemnych, a zwłaszcza zdjęcia nadkładu dochodzi do tzw., odprężenia tych gruntów, a co za tym idzie do spadku zagęszczenia.

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej w większości otworów badawczych. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny. Zostało ono nawiercone i stabilizowało się na głębokości 5,0 (otwór 4) - 5,5 (otwór 3) m p.p.t. Minimalna rzędna nawierzonego i ustabilizowanego poziomu wód podziemnych wynosi 165,59 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 166,12 m n.p.m. w otworze 4.

Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do niskiego, należy liczyć się z możliwością podwyższenia z zakresu 1,0 m. W przypadku posadowienia obiektu budowanego poniżej zwierciadła wód podziemnych będzie konieczne odwadnianie obszaru wykopu, np. przez zastosowanie igłofiltrów lub zastosowanie studni odwadniających.

Zabezpieczenie i prowadzenie jakichkolwiek robót ziemnych powinno być prowadzone zgodnie z zatwierdzonym projektem budowlanym oraz obowiązującymi normami i przepisami prawa budowlanego.

#### **4. Wnioski i zalecenia**

- 4.1. Powierzchniową warstwę stanowią gleby i grunty antropogeniczne. Grunty te należy traktować jako nienośne dla obiektów kubaturowych.

- 4.2. Grunty warstw C1, C2a, C2b i C2c należy chronić przed wodą gruntową, opadową, technologiczną, itp.
- 4.3. Grunty warstw C1, C2a, C2b i C2c należy chronić przed niskimi temperaturami i przemarzaniem.
- 4.4. Grunty warstw C1, C2a i C2b są gruntami w stanie półzwałym i twaroplastycznym, o dobrych parametrach wytrzymałościowych, są gruntami nośnymi.
- 4.5. Grunty warstwy C2c są gruntami w stanie plastycznym. Grunty tej warstwy wykazują stosunkowo niskie parametry wytrzymałościowe, są to grunty średnio-nośne mogące powodować nierównomierne osiadanie budynków.
- 4.6. Grunty warstw II, II oraz III są gruntami w stanie od średniozagęszczonego do zagęszczonego, o dobrych parametrach geotechnicznych, są gruntami nośnymi.
- 4.7. W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej w większości otworów badawczych.
- 4.8. Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do niskiego należy liczyć się możliwością podwyższenia o ok. 1,0 m.
- 4.9. W przypadku posadowienia obiektu budowanego poniżej zwierciadła wód podziemnych będzie konieczne odwadnianie obszaru wykopu, np. przez zastosowanie igłofiltrów lub zastosowanie studni odwadniających.
- 4.10. Grunty warstw C2 należy zaliczyć do klasy przepuszczalności E czyli gruntów nieprzepuszczalnych, grunty warstw C1 do klasy D czyli słabo przepuszczalnych, grunty warstw III do klasy C czyli średnio przepuszczalnych, grunty warstw II do klasy B czyli dobrze przepuszczalnych, a grunty warstw I do klasy A czyli bardzo dobrze przepuszczalnych.
- 4.11. Do obliczeń statycznych podaje się w zestawieniu tabelarycznych (Zał. 4) wartości parametrów geotechnicznych gruntów budujących poszczególne warstwy.
- 4.12. Rodzaj opracowania jest zgodny z wymogami Prawa Budowlanego (Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r., Dz. u. Nr 89, poz. 414) oraz Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. poz. 463).

## **PROJEKT GEOTECHNICZNY**

### **1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

Grunty nasypowe nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Podczas robót ziemnych mogą ulec dodatkowemu zawilgoceniu-nawodnieniu oraz przemieszaniu co znacznie rozluźni ich strukturę. Grunty te bezwzględnie nie powinny stanowić podłoża budowlanego.

Grunty warstw C w stanie od półzwałym podczas robót ziemnych mogą ulec dodatkowemu zawilgoceniu-nawodnieniu oraz przemieszaniu co znacznie rozluźni ich strukturę. Grunty te należy szczególnie chronić przed zmianami wilgotności i oddziaływaniem obciążeń dynamicznych, tj. przy próbie zagęszczania ulegać będą uplastycznieniu a w skrajnych przypadkach upłynnieniu

Grunty piaszczyste i piaszczysto żwirowe wykazują stan od średniozagęszczonego do zagęszczonego. W aktualnym stanie stanowią bardzo dobre podłoże budowlane jednakże podczas robót ziemnych, a zwłaszcza zdjęcia nadkładu dochodzi do odprężenia gruntów niespoistych, a co za tym idzie do spadku zagęszczenia.

Ze względu na charakter projektowanego obiektu, podłoże gruntowe będzie ulegało konsolidacji od przyłożonych obciążeń. Oznacza to, iż warstwy gruntów słabych będą komprimowane, przez co parametry mechaniczne (kąt tarcia wewnętrznego, kohezja, etc.) oraz parametry sztywności będą uległy poprawie. Grunt będzie się zagęszczał i osiadał.

Podczas prac budowlanych należy dołożyć wszelkich starań, aby nie doszło do dodatkowego nawodnienia utworów spoistych zalegających w podłożu. Podczas prac projektowych zaleca się przewidzieć odpowiednie odwodnienie terenu na czas robót budowlanych, a same prace prowadzić w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu obniżać parametry geotechniczne gruntu.

Zabezpieczenie wykopów i wykonywanie jakichkolwiek prace budowlanych powinno być prowadzone zgodnie z zatwierdzonym projektem budowlanym oraz obowiązującymi normami i przepisami prawa budowlanego. Z uwagi na stopień skonsolidowania utworów rodzimych zalegających w podłożu, po pracach budowlanych nie przewiduje się istotnych zmian właściwości gruntów w czasie. Projektowana inwestycja ze względu na swój charakter nie będzie negatywnie wpływać na środowisko gruntowo – wodne.

W przypadku konieczności rozbiórki obiektu grunty podłoża ponownie ulegną odprężeniu oraz powstaną puste przestrzenie po usuniętych fundamentach.

Przestrzenie te bez odpowiedniego zabezpieczenia mogą ulec zalaniu przez wody opadowe i gruntowe co spowoduje intensywne wypłukiwanie drobnego materiału z gruntów niespoistych oraz rozmakanie stropu gruntów spoistych. Powstałe wykopy należy zlikwidować przez zasypanie gruntem zagęszczanym warstwami do stanu średn zagęszczonego. Powierzchnię terenu należy zagospodarować w taki sposób aby możliwe było swobodne użytkowanie terenu.

## 2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Obliczeniowe parametry geotechniczne podłoża należy wyznaczyć w oparciu o wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych zredukowane o odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa. Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego.

## 3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń

Współczynniki częściowe do materiałów (M)	Współczynnik	Kombinacja 1 [-]	Kombinacja 2 [-]
Współczynnik częściowy do kąta tarcia wewnętrznego*	$\gamma_{m\phi'}$	1,00	1,25
Współczynnik częściowy do spójności	$\gamma_{mc'}$	1,00	1,25
Współczynnik częściowy do ciężaru objętościowego	$\gamma_{m\gamma'}$	1,00	1,00
Współczynnik częściowy do współczynnika Poisson'a	$\gamma_{mv}$	1,00	1,00

\* współczynnik ten stosuje się do wartości  $\tan\phi$

## 4. Określenie oddziaływań od gruntu

Jako oddziaływania w tym przypadku przyjmujemy następujące czynniki:

- ciężar gruntu i wody,
- naprężenie w podłożu,
- parcie gruntu i wody podziemnej,
- wykonanie (odciążenie) wykopu

Współczynniki częściowe do oddziaływań (F)	Współczynnik	Kombinacja 1 [-]		Kombinacja 2 [-]	
		niekorzystne	korzystne	niekorzystne	korzystne
Oddziaływania stałe	$\gamma_G$	1,35	1,0	1,00	1,00
Oddziaływania zmienne	$\gamma_Q$	1,50	0,0	1,30	0,00
Oddziaływanie wody	$\gamma_w$	1,30		1,00	

W metodzie stanów granicznych wyznacza się:

- oddziaływanie stałe (G),

- oddziaływania zmienne (Q),
- oddziaływanie wody (W).

Wartość obliczeniową oddziaływania  $F_d$  wyrazić można w ogólnej postaci:

$$F_d = \gamma_f \cdot F_k$$

gdzie:

$F_k$  - wartość charakterystyczna oddziaływania;

$\gamma_f$  - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływania (por. tabela powyżej).

## **5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego**

Analizę posadowienia należy wykonać na tle przekrojów z dokumentacji badań podłoża zawierającego wydzielenia geologiczne, stany i litologię z naniesionymi obiektami oraz projektowanymi poziomami posadowienia.

Wartości wyprowadzone ( $f_i$ ,  $c$ ,  $E$ ) z wszystkich wykonanych badań należy nanieść na przekroje i profile z uwzględnieniem wyników dokumentacji badań podłoża. Każdą warstwę geotechniczną określa się jednym zbiorem parametrów niezmiennych w obrębie danej warstwy. Dla opisanych parametrów powstał model geotechniczny, umożliwiający zdefiniowanie właściwych modeli mechanicznych - w prowadzonej analizie numerycznej można przyjąć model Winklera, który pozwala na odwzorowanie spełnienia analizowanego stanu granicznego w podłożu/ w konstrukcji.

## **6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności**

Sposób posadowienia zostanie określony na etapie projektu budowlanego, wówczas projektant-konstruktor przedstawi wielkość osiadań i nośność podłoża. Przy zastosowaniu odpowiedniego sposobu posadowienia nie należy spodziewać się wyparcia gruntu spod fundamentów oraz utraty stateczności ogólnej.

W istniejących warunkach warunek I stanu granicznego powinien zostać spełniony. Nie należy spodziewać się również zwiększonego osiadania budynku, warunek II stanu granicznego również powinien zostać osiągnięty.

## **7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów**

Dane niezbędne do zaprojektowania fundamentów podano w dokumentacji badań podłoża gruntowego i opinii geotechnicznej.

## **8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych**

Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne. Specjalistyczne roboty geotechniczne.

Przed przystąpieniem do robót należy usunąć z podłoża ewentualne przeszkody uniemożliwiające wykonanie wzmocnienia, w tym także ewentualne sieci instalacyjne, kanalizacyjne, elementy murowane, betonowe lub stalowe. Należy oznaczyć w terenie przebieg wszelkich pozostawionych instalacji podziemnych, które mogą ulec uszkodzeniu w wyniku prowadzonych prac. Wejście na teren budowy wymaga wcześniejszego rozwiązania problemu dojazdu, zwłaszcza maszyn ciężkich i samochodów.

Wykopy fundamentowe należy prowadzić tak, aby nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu poniżej spodu fundamentu oraz aby nie doszło do zalania dna wykopu wodami gruntowymi, powierzchniowymi i technologicznymi.

Badania stanu gruntu można wykonać w przypadku gruntów niespoistych sondą dynamiczną DPL, a w przypadku gruntów spoistych sondą krzyżakową lub poprzez ocenę makroskopową. Do badań można zastosować również płytę VSS lub płytę dynamiczną.

## **9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom**

Głębokość występowania wody gruntowej wskazuje, że nie powinna ona oddziaływać na fundamenty projektowanych obiektów. Woda pobrana z otworu 4 z głębokości 5,0 m p.p.t.. wykazuje małą agresywność siarczanową i węglanową. Przy zastosowaniu odpowiednich zabezpieczeń antykorozyjnych woda nie będzie wpływać w sposób negatywny na konstrukcję obiektu.

## **10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego**

Wielkość obiektu, charakter budowy geologicznej podłoża, warunki projektowania i eksploatacji oraz rozwiązania które zostaną przyjęte w projekcie



budowlanym nie powinny powodować, konieczności zastosowania szczególnych metod monitoringu pod względem geotechnicznym i środowiskowym. Wystarczające wydaje się prowadzenie niżej wymienionych pomiarów i obserwacji:

- oceny bezpieczeństwa obudowy wykopów fundamentowych. Ważne są także wyniki okresowych inspekcji wizualnych wykorzystywane do codziennej oceny stanu technicznego obiektów. Ciągły monitoring inżynierski powinien być prowadzony przed przystąpieniem do realizacji projektu i w trakcie jego trwania.
- obserwacja przemieszczeń pionowych realizowanego obiektu, przeprowadzenie oceny stanu technicznego najbliższych położonych istniejących obiektów. W czasie prowadzenia robót ziemnych i na dalszych etapach budowy należy monitorować stan ścian sąsiednich budynków (jeśli takie budynki znajdują się w najbliższym sąsiedztwie).

Uzyskane wyniki, obserwacje i pomiary ze zintegrowanego systemu monitoringu umożliwia analizę stanu podłoża budowlanego z zachowaniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

Należy zwrócić uwagę na możliwość występowania drgań i wibracji wywoływanych w trakcie prowadzenia robót. Drgania, przenoszone na konstrukcje budowlaną, przekraczające dopuszczalny zakres, mogą stać się przyczyną uszkodzenia (spękania, deformacje ścian) oraz naruszenia stabilności budynków.