

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
<http://www.geo2000.pop.pl>

**OPINIA GEOTECHNICZNA
WRAZ Z DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**
dla określenia warunków gruntowo-wodnych podłoża pod planowaną
budowę na działce nr 777/5 przy ul. Piłsudskiego w miejscowości Grójec,
gmina Grójec, powiat grójecki, województwo mazowieckie

Zlecniodawca:
Przedsiębiorstwo Projektowo-Wykonawcze
"DEEM" Anna Dziuba-Jaglińska
Wiktorów 50
98-350 Biała

Opracowanie:

mgr Sławomir Fajga
upr. geol. VII-1302

mgr Magdalena Jasińska

Wrocław, kwiecień 2018 r.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
 - 1.1. Podstawa wykonania
 - 1.2. Wykaz wykorzystanych norm, materiałów archiwalnych i literatury
2. Zakres wykonanych prac
 - 2.1. Prace geodezyjne
 - 2.2. Badania polowe
 - 2.3. Badania laboratoryjne
 - 2.4. Prace kameralne
3. Położenie, charakterystyka terenu, morfologia i hydrografia
4. Budowa geologiczna
5. Warunki wodne
6. Warunki gruntowe
7. Ocena warunków geotechnicznych
8. Podsumowanie

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Plan lokalizacyjny
2. (1-2) Mapa geologiczna arkusz Grójec w skali 1:50 000
3. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500
4. Tabela wartości parametrów geotechnicznych
5. (1-9) Karty dokumentacyjne otworów badawczych w skali 1:100
6. (1-5) Przekroje geotechniczne w skali 1:250/100
7. Wykres uziarnienia gruntu
8. (1-17) Analizy granic konsystencji
9. Wykresy sondowań SL (DPL)
10. (1-2) Objaśnienia znaków i symboli

1. WSTĘP

1.1. Podstawa wykonania

Opinię geotechniczną wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego opracowano w celu uzyskania danych o układzie warstw gruntów, określenia ich parametrów geotechnicznych oraz otrzymania 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 Grójec.

2. ZAKRES WYKONANYCH PRAC

2.1. Prace geodezyjne

Otwory badawcze wytyczono w terenie metodą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do współrzędnych geodezyjnych. Niwelację techniczną otworów wykonano w dowiązaniu do państwowej sieci punktów wysokościowych.

2.2. Badania polowe

Dla rozpoznania warunków gruntowo – wodnych wykonano 3 otwory do głębokości 2,0 m p.p.t., 4 otwory do głębokości 6,0 m p.p.t. i 2 otwory do głębokości 8,0 m p.p.t. Łączny metraż wykonanych wierceń dla przedmiotowej inwestycji wynosi 46,0 mb. Otwory zostały odwiercone przy użyciu próbnika przelotowego typu RKS wbijanego młotem pneumatycznym Wacker BH50.

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. 1 sondowanie SL (DPL).

2.3. Badania laboratoryjne

W trakcie wierceń wszystkie próbki gruntu były badane makroskopowo, a część z nich przebadano laboratoryjnie. Badaniami laboratoryjnymi określono:

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

Wykonano 19 analiz laboratoryjnych z czego 2 analizy granulometryczne i 17 analiz granic konsystencji.

2.4. 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.

3. PŁOŻENIE, CHARAKTERYSTYKA TERENU, MORFOLOGIA I HYDROGRAFIA

Teren badań położony jest w zachodniej części miejscowości Grójec. Projektowana inwestycja znajduje się przy ul. Piłsudskiego na działce nr 777/5. Przedmiotowa działka ograniczona jest od północy ul. Piłsudskiego, od południa ul. Jana Pawła II, od wschodu znajdują się budynki mieszkalne, a od zachodu tereny niezagospodarowane. Na terenie działki 777/5 znajduje się szkoła podstawowa wraz z przyległym do niej kompleksem boisk.

Administracyjny teren badań znajduje się w gminie Grójec, powiecie grójeckim, województwie mazowieckim.

Zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzną wg Jerzego Kondrackiego, gmina Grójec położona jest w granicach podprovincji Nizin Środkowopolskich, na pograniczu dwóch makroregionów Niziny Środkowomazowieckiej oraz Wzniesień Południowomazowieckich, w obrębie mezoregionu Równina Warszawska i

Wysoczyzna Rawska. Nizina Środkowomazowiecka to najniżej położony makroregion wśród nizin mazowiecko-podlaskich, w obrębie którego wysokości bezwzględne nie przekraczają praktycznie 140 m n.p.m. Wzniesienia Południowomazowieckie stanowią region przejściowy pomiędzy Niziną Środkowopolską, a Wyżyną Małopolską.

Na terenie gminy przeważa rzeźba równinna i niskofalista, sprzyjająca rozwojowi rolnictwa, ogrodnictwa i sadownictwa na tym terenie. Geologicznie teren gminy Grójec wchodzi w skład dużej jednostki strukturalnej - Niecki Mazowieckiej. Forma ta zaznacza się w utworach mezozoicznych, a wypełniona jest osadami trzeciorzędu i czwartorzędu. Główne rysy Niziny Mazowieckiej zostały wykształcone w wyniku działania lądolodu skandynawskiego podczas zlodowacenia środkowopolskiego.

Gmina Grójec położona jest na lewym brzegu Wisły, w zlewni II rzędu rzeki Jeziorki. Najważniejszymi ciekami przepływającymi przez teren gminy Grójec są Jeziorka wraz z jej dopływem - Kraską oraz Molnicą (dopływ Kraski).

4. BUDOWA GEOLOGICZNA

warunki regionalne

Pod kenozoicznymi strukturami budującymi podłoże powiatu grójeckiego są dwie duże jednostki strukturalne: Synklinorium Brzeżne i Antyklinorium Środkowopolskie. W obrębie Synklinorium Brzeżnego położony jest praktycznie cały powiat grójecki, jedynie jego południowo-zachodnia część (południowa część gminy Nowe Miasto nad Pilicą i południowy skraj gminy Mogielnica) zlokalizowane są w obszarze Antyklinorium Środkowopolskiego. Osie podłużne ww. jednostek mają kierunek NW-SE. Umowna granica pomiędzy antyklinorium, a synklinorium prowadzona jest wzdłuż podkenozoicznych wychodni spągu kredy górnej.

Przez powiat grójecki z NE na SW, wzdłuż uskoku: Nowe Miasto – Grójec przebiega granica pomiędzy dwiema nieckami: warszawską i lubelską, które wchodzi w skład Synklinorium Brzeżnego. Obie niecki wypełnione są osadami kredy górnej i najniższego trzeciorzędu, natomiast trzon wału stanowią osady jurajskie.

Utwory mezozoiczne reprezentowane są przez różnego rodzaju wapienie, margle, gezy, ily, mułowce, piaski i piaszkowce. Na obszarze antyklinorium występują one na głębokości od ok. 20 m w rejonie Nowego Miasta n/Pilicą do ok. 150 m w rejonie Mogielnicy, natomiast na obszarze synklinorium od ok. 150 m do ok. 270 m. Powierzchnia osadów mezozoicznych opada w kierunku północno-wschodnim.

Na przełomie mezozoiku i kenozoiku nastąpił okres erozji, po którym w dolnym trzeciorzędzie omawiany teren stał się ponownie obszarem akumulacji. W środkowej Polsce powstała rozległa depresja nazwana Niecką Mazowiecką. Centrum tej jednostki znajduje się w rejonie Warszawy, natomiast powiat grójecki położony jest w jej południowo-zachodniej części. Nieckę wypełniają detrytyczne osady paleogenu, neogenu i czwartorzędu. Osady trzeciorzędowe w dokumentowanym rejonie w zasadzie tworzą ciągłą pokrywę skał mezozoicznych. W miarę zbliżania się do granicy niecki mazowieckiej starsze osady trzeciorzędowe (oligocen i miocen) stopniowo wyklinowują się, natomiast osady pliocenu nie tworzą ciągłej pokrywy i występują płatami. Miąższość trzeciorzędu wzrasta w kierunku centrum niecki. Na północ od Nowego Miasta n/Pilicą trzeciorząd reprezentowany jest jedynie przez osady miocenu o miąższości do ok. 50 m. W rejonie Błędowa w profilu trzeciorzędu widoczne są już osady oligocenu, miocenu i pliocenu o łącznej miąższości ok. 80 m. Miąższość tych osadów wzrasta do ok. 180 m w rejonie Grójca.

Osady trzeciorzędowe reprezentowane są przez:

- eoceńskie mułki i piaski pylaste
- oligoceńskie piaski różno-, średnio-, drobnoziarniste, z przewarstwieniami pylastymi, często z glaukonitem, mułki, mułki piaszczyste, ily w spągu zapiaszczone
- mioceńskie piaski różno-, średnio-, drobnoziarniste i pylaste, często z pyłem węglowym, mułki, mułki piaszczyste i ily z wkładkami węgla brunatnego
- plioceńskie ily, mułki, mułki piaszczyste z wkładkami piasków, piaski.

Osady trzeciorzędowe przykryte są zwartą powłoką utworów czwartorzędowych, które na omawianym obszarze powstały przede wszystkim na skutek globalnych zmian klimatu i różnych zmiennych w czasie warunków regionalnych i lokalnych. Oziębienie klimatu spowodowało rozwój lądolodu skandynawskiego, który kilkakrotnie objął swym zasięgiem omawiany rejon, decydując o wykształceniu litologicznym skał oraz rodzaju i przebiegu procesów rzeźbotwórczych. Spośród warunków regionalnych najważniejszy wpływ na przebieg procesów geologicznych w czwartorzędzie miały m.in. cechy podłoża, takie jak: rzeźba powierzchni podczwartorzędowej, tektonika i własności litologiczne skał. Wymienione czynniki spowodowały ogromne zróżnicowanie budowy geologicznej i umożliwiły wydzielenie regionów o różnej budowie i miąższości utworów czwartorzędowych. Powiat grójecki praktycznie w całości położony jest wg J. E. Mojskiego (1984 r) w regionie południowomazowiecko-podlaskim, natomiast część

południowa (południowa część gmin: Nowe Miasto n/ Pilicą i Mogielnica) w regionie kujawsko-pomorskim.

Charakterystyczną cechą czwartorzędu w regionie południowomazowiecko-podlaskim jest bardzo zmienna od kilku do ponad 100 m miąższość osadów, będąca wynikiem zróżnicowanej akumulacji glacialnej oraz rozwoju głębokiej sieci dolinnej założonej w znacznej części w rynnach subglacialnych. Pogrzebane doliny mogą osiągać miąższość ponad 100 m w stosunku do pogrzebanych wysoczyzn. W profilu czwartorzędu przeważają plejstoceńskie, naprzemianległe, miąższe warstwy glin zwałowych i innych osadów lodowcowych (piaski, żwiry i głazy lodowcowe) i wodnolodowcowych (piaski, żwiry, ropy, mułki). Duży udział w budowie podłoża mają także osady zastoiskowe. Praktycznie w całym regionie, na powierzchni terenu występują najmłodsze osady i formy rzeźby zlodowacenia środkowopolskiego. Są to między innymi: piaski wodnolodowcowe, piaski z domieszką żwirów akumulacji szczelinowej lub brzeżnej brył martwego lodu oraz kemów, piaski kemów, piaski i żwiry ozów, piaski wytopiskowe, mułki, miejscami ropy wytopiskowe, ropy i mułki zastoiskowe, ropy warwowe i gliny zwałowe. W dolinach współczesnych rzek występują piaski i piaski z domieszką żwirów rzeczne i podstokowe tarasów erozyjnych i akumulacyjnych zlodowacenia północnopolskiego oraz holocieńskie piaski i żwiry rzeczne oraz torfy, namuły i mady rzeczne. Niewielki udział w budowie geologicznej powierzchniowych partii czwartorzędu mają piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach.

W regionie kujawsko-pomorskim pokrywającym się z obszarem antyklinorium miąższość czwartorzędu przeważnie nie przekracza 50 m. Podłoże osadów kenozoicznych jest do dziś aktywne i stale się podnosi. Zaznacza się to dużym udziałem w osadach czwartorzędowych, w różnym stopniu zwiędzłych skał starszych takich jak: ropy zwiędzelinowe, rumosze i in. Są to porwaki skał mezozoicznych i trzeciorzędowych. W całym regionie w osadach czwartorzędowych rozwinięte są dobrze struktury glacitektoniczne. Tak jak w omawianym regionie południowomazowiecko-podlaskim, w profilu czwartorzędu przeważają plejstoceńskie naprzemianległe warstwy glin zwałowych i innych osadów lodowcowych (piaski, żwiry i głazy lodowcowe) i wodnolodowcowych (piaski, żwiry, ropy, mułki), jednak ich ilość ulega redukcji.

warunki lokalne

Budowa geologiczna została rozpoznana 9 otworami do głębokości maksymalnej 8,0 m. W budowie geologicznej występują tutaj czwartorzędowe plejstoceny osady wodnolodowcowe, lodowcowe oraz holoceny gleby i osady antropogeniczne.

W otworach 2, 3, 5, 6 i 9 bezpośrednio od powierzchni terenu występuje warstwa gleby o miąższości 0,1 - 0,3 m. W pozostałych otworach bezpośrednio od powierzchni terenu oraz w otworach 2, 3, 5, 6 i 9 pod warstwą gleby, nawiercono grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane składające się z mieszaniny żwiru, piasku, gliny, cegieł, gruzu, gleby, tłucznia i popiołu. Miąższość tych gruntów wynosi 0,6 - 1,5 m.

Pod warstwą nasypów niebudowlanych w większości otworów występują osady lodowcowe reprezentowane przez gliny piaszczyste, gliny piaszczyste zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe, lokalnie grunty te posiadają domieszki żwiru lub są przewarstwione piaskiem grubym. Spągu tych gruntów w otworze 1 nie przewiercono do głębokości 6,0 m p.p.t., a w otworach 7, 8 i 9 do głębokości 2,0 m p.p.t. W pozostałych otworach miąższość tych gruntów wynosi 4,3 - 5,8 m.

W otworze 9 pod warstwą nasypów niebudowlanych oraz w otworach 2, 3 i 5 na głębokości 1,95 - 3,5 m występują osady wodnolodowcowe reprezentowane przez piaski drobne, lokalnie na pograniczu piasków średnich i piaski grube. Miąższość tych gruntów wynosi 0,1 - 0,5.

Osady wodnolodowcowe w postaci piasków pylastych, piasków średnich i piasków grubych występują również w otworach 2 - 6 pod warstwą osadów lodowcowych. Spągu tych gruntów nie przewiercono do głębokości maksymalnej 8,0 m p.p.t.

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

5. WARUNKI WODNE

warunki regionalne

wody powierzchniowe

Gmina Grójec leży w granicach dużej jednostki hydrologicznej - dorzecza środkowej Wisły. Najważniejszymi ciekami przepływającymi przez teren gminy jest rzeka Jeziora wraz z jej dopływami - Kraską i Molnicą (dopływ Kraski).

Jeziorka stanowi lewostronny dopływ Wisły. Swój początek bierze w rejonie miejscowości Huta Lutkowska (poza granicami powiatu grójeckiego - w gminie Mszczonów), skąd płynie w kierunku wschodnim przez obszar gminy Pniewy, a następnie, od okolic miejscowości Gościeńczyce, w gminie Grójec, zmienia swój bieg w kierunku północnym. Jeziorka jest meandrującą rzeką II rzędu, o całkowitej długości 64,3 km (29 km w granicach powiatu). Powierzchnia jej zlewni zajmuje 975,3 km². Dorzecze Jeziorki to gęsta sieć bezimiennych strumieni i rzek. Największymi dopływami Jeziorki są rzeki Kraska i Kruszewka.

Rzeka Kraska jest prawostronnym dopływem Jeziorki. Swój początek bierze w rejonie Belska Dużego, skąd płynie w kierunku wschodnim, a następnie przez teren gminy Jasieniec, gdzie we wsi Wola Boglewska skręca na północ. Kraska jest rzeką III rzędu o całkowitej długości 29 km. Powierzchnia zlewni zajmuje 211,1 km². Molnica to lewostronny dopływ Kraski płynący przez tereny gmin Belsk Duży i Grójec, z południowego zachodu. Początek rzeki znajduje się w północnej części gminy Belsk Duży. Do Kraski Molnica uchodzi w rejonie miejscowości Żyrów, na granicy gmin Grójec i Chynów. Molnica jest rzeką IV rzędu o całkowitej długości 16 km. Powierzchnia zlewni zajmuje 59,1 km².

Teren Gminy Grójec należy do trzech jednolitych części wód powierzchniowych rzecznych (JCWP):

- PLRW200017258299 - Jeziorka od źródeł do Kraski, potok nizinny piaszczysty,
- PLRW20001925873 - Jeziorka od Kraski do Rowu Jeziorki, rzeka nizinna piaszczysto-gliniasta,
- PLRW200017258349 - Kraska (dopływ spod Stefanówki), potok nizinny piaszczysty,
- RW20001725832 - Dopływ spod Drwalewa, potok nizinny piaszczysty.

Ponadto w Głuchowie znajduje się 1 zbiornik retencyjny na rzece Jeziorce. Powierzchnia tafli wody wynosi 2,93 ha, natomiast powierzchnia dna 2,58 ha. Funkcją zbiornika jest gromadzenie wody deszczowej z okolicznych terenów i zapobieganie w ten sposób lokalnym podtopieniom.

wody podziemne

Gmina Grójec położona jest w zasięgu Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 215 o nazwie Subniecka Warszawska. Wiek utworów tego zbiornika szacowany jest na trzeciorzęd, a jego szacunkowe zasoby dyspozycyjne określone

zostały na poziomie 250 tys. m³/dobę. Średnia głębokość ujęć wód podziemnych na terenie występowania zbiornika Subniecka Warszawska wynosi 160 m.

Na terenie gminy Grójec znajduje się jedna Jednolita Część Wód Podziemnych - nr 81. Według atlasu hydrogeologicznego Polski należy ona do regionu mazowieckiego. Głębokość występowania wody słodkiej w JCWPd to około 250 m. Na obszarze całej jednostki występuje jeden bądź dwa, a lokalnie nawet trzy poziomy wodonośne czwartorzędowe. Z nielicznych głębszych otworów, jak również, z rozpoznania regionalnego, wiadomo o występowaniu na obszarze rozważanej JCWPd oligoceńskiego poziomu wodonośnego i lokalnie wykształconym mioceńskim poziomie wodonośnym. Kształtowanie się zwierciadeł piezometrycznych wskazuje na brak kontaktu między wodami w utworach czwartorzędowych i poziomów mioceńskiego i oligoceńskiego.

warunki lokalne

wody powierzchniowe

W bezpośrednim sąsiedztwie terenu badań nie występują ciekі wodne. W odległości ok. 1,1 km na północ przepływa rzeka Molnica.

wody podziemne

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we 3 otworach badawczych. Woda ta występuje w obrębie warstw zbudowanych z piasków drobnych, lokalnie na pograniczu piasków średnich i piasków grubych. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter napięty i miejscami swobodny.

Zostało ono nawiercone na głębokości 2,0 (otwór 2) - 3,5 (otwór 3) m p.p.t. i stabilizowało się na głębokości 1,5 (otwór 5) - 2,0 (otwory 2 i 3) m p.p.t. Minimalna rzędna nawierconego poziomu wód podziemnych wynosi 149,93 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2. Minimalna rzędna ustabilizowanego poziomu wód podziemnych wynosi 151,43 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2.

Ponadto w otworach 4, 5 i 6 na głębokości 1,7 - 3,3 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,04 - 151,62 m n.p.m.) występują sączenia wód podziemnych. Sączenia te stabilizują się na głębokości 1,5 - 3,1 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,24 - 151,82 m n.p.m.) i występują w obrębie glin piaszczystych, lokalnie przewarstwionych piaskiem grubym lub z domieszką żwiru.

Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do średniego, należy liczyć się z możliwością wahań z zakresie +/- 0,5 m.

6. WARUNKI GRUNTOWE

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

- **warstwa N** – to warstwa gleby i nasypów niebudowlanych, składających się z mieszaniny żwiru, piasku, gliny, cegieł, gruzu, gleby, tłucznia i popiołu. Warstwę tę należy uznać za nienośną dla obiektów kubaturowych.
- **warstwa II1** - warstwa zbudowana z piasku grubego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi $I_D = 0,50$. Są to grunty nośne, w stanie średniozagęszczonym.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,80 \text{ g/cm}^3$,
 - wilgotność naturalna $W_n = 24,20 \%$,
 - 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 II2** - warstwa zbudowana z piasku średniego i piasku grubego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL-10 kg wynosi $I_D = 0,86$. Są to grunty nośne, w stanie zagęszczonym.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,85 \text{ g/cm}^3$,
 - wilgotność naturalna $W_n = 19,80 \%$,
 - kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 31,50^\circ$,
 - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 169 \text{ MPa}$,
 - moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 141 \text{ MPa}$.
- **warstwa III1** - warstwa zbudowana z piasku drobnego, lokalnie na pograniczu piasku średniego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi $I_D = 0,50$. Są to grunty nośne, w stanie średniozagęszczonym.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,71 \text{ g/cm}^3$,

- wilgotność naturalna $W_n = 26,40 \%$,
 - kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 27,45^\circ$,
 - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 62 \text{ MPa}$,
 - moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 46 \text{ MPa}$.
- **warstwa III2** - warstwa zbudowana z piasku pylastego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi $I_D = 0,86$. Są to grunty nośne, w stanie zagęszczonym.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,80 \text{ g/cm}^3$,
 - wilgotność naturalna $W_n = 24,20 \%$,
 - kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 28,80^\circ$,
 - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 115 \text{ MPa}$,
 - moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 85 \text{ MPa}$.
- **warstwa B1** – warstwa glin piaszczystych, piaszczystych zwięzłych i pylastych zwięzłych, lokalnie ze żwirem. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi $I_L = 0,10$. Są to grunty nośne, w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji B.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$,
 - wilgotność naturalna $W_n = 13,20 \%$,
 - kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 18,00^\circ$,
 - spójność $C_u = 31,50 \text{ kPa}$,
 - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 48 \text{ MPa}$,
 - moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 37 \text{ MPa}$.
- **warstwa B2** – warstwa glin piaszczystych, lokalnie ze żwirem, glin piaszczystych zwięzłych ze żwirem i glin pylastych zwięzłych. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi $I_L = 0,15$. Są to grunty nośne, w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji B.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $W_n = 13,20 \%$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 17,10^\circ$,
- spójność $C_u = 29,70 \text{ kPa}$,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 42 \text{ MPa}$,

- moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 32 \text{ MPa}$.
- **warstwa B3** – warstwa glin piaszczystych, lokalnie ze żwirem lub przewarstwionych piaskiem grubym. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi $I_L = 0,20$. Są to grunty nośne, w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji B.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $W_n = 13,20 \%$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 16,65^\circ$,
- spójność $C_u = 28,80 \text{ kPa}$,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 37 \text{ MPa}$,
- moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 28 \text{ MPa}$.
- **warstwa B4** – warstwa glin piaszczystych. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi $I_L = 0,29$. Są to grunty średnio-nośne, w stanie plastycznym o symbolu konsolidacji B.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,89 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $W_n = 18,70 \%$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 14,85^\circ$,
- spójność $C_u = 25,20 \text{ kPa}$,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 30 \text{ MPa}$,
- moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 23 \text{ MPa}$.
- **warstwa B5** – warstwa glin piaszczystych, lokalnie ze żwirem. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi $I_L = 0,41$. Są to grunty średnio-nośne, w stanie plastycznym o symbolu konsolidacji B.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,89 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $W_n = 18,70 \%$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 13,05^\circ$,
- spójność $C_u = 21,60 \text{ kPa}$,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 23 \text{ MPa}$,
- moduł odkształcenia pierwotnego $E_0 = 18 \text{ MPa}$.

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:

- piaski pylaste (warstwa III2) - grunt wątpliwy - GW
- grunty spoiste (warstwy B1, B2, B3, B4, B5) - grunt bardzo wysadzinowy - GBW,
- grunty sypkie (warstwy II1, II2, III1) - grunt niewysadzinowy - GN.

7. OCENA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH

W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić że warunki gruntowo-wodne są proste. Podłoże budowlane charakteryzuje się występowaniem gruntów mało zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym, grunty stwierdzone podczas badań wykazują dobre parametry fizyczno-mechaniczne. 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. 3).

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

Grunty warstw B1, B2 i B3 są gruntami w stanie twardoplastycznym, o dobrych parametrach wytrzymałościowych, są gruntami nośnymi.

Grunty warstw B4 i B5 są gruntami w stanie plastycznym. Grunty tych warstw wykazują stosunkowo dobre parametry wytrzymałościowe, są to grunty średnionośne. Obecność w podłożu gruntów w stanie plastycznym, w zależności od przewidywanych obciążeń, może prowadzić do powstania nierównomiernych osiadań.

Grunty warstw B są wrażliwe na obecność niskich temperatur, są to grunty wysadzinowe, dlatego należy chronić je przed przemarzaniem. Należy również chronić je przed 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 II1, II2, III1 i III2 są gruntami w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym, o dobrych parametrach geotechnicznych. Grunty te mogą stanowić podłoże dla posadowienia obiektów kubaturowych. Należy pamiętać, że podczas

robót ziemnych, a zwłaszcza zdjęcia nadkładu dochodzi do odprężenia gruntów niespoistych, a co za tym idzie do spadku zagęszczenia.

Ze względu na charakter projektowanych obiektów, 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 ulegały poprawie. Grunt będzie się zagęszczał i osiadał.

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we 3 otworach badawczych. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter napięty i miejscami swobodny. Zostało ono nawiercone na głębokości 2,0 (otwór 2) - 3,5 (otwór 3) m p.p.t. i stabilizowało się na głębokości 1,5 (otwór 5) - 2,0 (otwory 2 i 3) m p.p.t. Minimalna rzędna nawierzonego poziomu wód podziemnych wynosi 149,93 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2. Minimalna rzędna ustabilizowanego poziomu wód podziemnych wynosi 151,43 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2. Ponadto w otworach 4, 5 i 6 na głębokości 1,7 - 3,3 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,04 - 151,62 m n.p.m.) występują sączenia wód podziemnych. Sączenia te stabilizują się na głębokości 1,5 - 3,1 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,24 - 151,82 m n.p.m.) i występują w obrębie glin piaszczystych, lokalnie przewarstwionych piaskiem grubym lub z domieszką żwiru. W przypadku posadowienia obiektu budowanego poniżej zwierciadła wód podziemnych będzie konieczne odwadnianie obszaru wykopu, np. przez bezpośrednie pompowanie z wykopu.

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 i prowadzenie jakichkolwiek prac 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.

8. PODSUMOWANIE

- 8.1. Powierzchniową warstwę stanowią gleby i nasypy niebudowlane. Grunty te należy traktować jako nienośne i usunąć z poziomu posadowienia.
- 8.2. Grunty warstw B należy chronić przed wodą gruntową, opadową, technologiczną, itp.
- 8.3. Grunty warstw B należy chronić przed niskimi temperaturami i przemarzaniem.
- 8.4. Grunty warstw B1, B2 i B3 wykazują dobre parametry fizyczno-mechaniczne. Są to grunty w stanie twardoplastycznym.
- 8.5. Grunty warstw B4 i B5 wykazują stosunkowo dobre parametry fizyczno-mechaniczne. Są to grunty w stanie plastycznym.
- 8.6. Grunty warstw II1, II2, III1 i III2 wykazują dobre parametry fizyczno-mechaniczne. Są to grunty w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym.
- 8.7. W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we 3 otworach badawczych. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter napięty i miejscami swobodny. Zostało ono nawiercone na głębokości 2,0 (otwór 2) - 3,5 (otwór 3) m p.p.t. i stabilizowało się na głębokości 1,5 (otwór 5) - 2,0 (otwory 2 i 3) m p.p.t. Minimalna rzędna nawierconego poziomu wód podziemnych wynosi 149,93 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2. Minimalna rzędna ustabilizowanego poziomu wód podziemnych wynosi 151,43 m n.p.m. w otworze 3, natomiast maksymalna 152,06 m n.p.m. w otworze 2.
- 8.8. W otworach 4, 5 i 6 na głębokości 1,7 - 3,3 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,04 - 151,62 m n.p.m.) występują sączenia wód podziemnych. Sączenia te stabilizują się na głębokości 1,5 - 3,1 m p.p.t. (tj. na rzędnych 150,24 - 151,82 m n.p.m.) i występują w obrębie glin piaszczystych, lokalnie przewarstwionych piaskiem grubym lub z domieszką żwiru.
- 8.9. W przypadku pojawienia się wody w wykopach fundamentowych wodę niezwłocznie należy usunąć, np. poprzez bezpośrednie pompowanie z wykopu lub studnie odwadniające.
- 8.10. Grunty warstw B należy zaliczyć do klasy przepuszczalności E czyli gruntów nieprzepuszczalnych, grunty warstw III do klasy C czyli średnio przepuszczalnych, a grunty warstw II do klasy B czyli dobrze przepuszczalnych.

- 8.11. Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do średniego należy liczyć się możliwością wahań w zakresie $\pm 0,5$ m.
- 8.12. Warunki gruntowo-wodne określa się jako proste, a projektowany obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej.
- 8.13. Sposób i głębokość posadowienia dobierze projektant-konstruktor stosownie do przewidywanym obciążeń oraz warunków gruntowo-wodnych.
- 8.14. Poziom posadowienia powinien znajdować się poniżej strefy przemarzania, która dla terenu badań wynosi 1,0 m.
- 8.15. Do obliczeń statycznych podaje się w zestawieniu tabelarycznych (Zał. 4) wartości parametrów geotechnicznych gruntów budujących poszczególne warstwy.
- 8.16. 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).