

Spis treści

1. WSTĘP.....	2
2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU.....	2
3. PRZEBIEG BADAŃ.....	3
3.1. Prace geodezyjne.....	3
3.2. Prace polowe.....	3
4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	4
4.1. Budowa geologiczna.....	4
4.2. Warunki hydrogeologiczne.....	5
4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych.....	5
5. KATEGORIE URABIALNOŚCI GRUNTÓW.....	7
6. WNIOSKI.....	7
7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI.....	9
7.1. Przepisy prawne.....	9
7.2. Normy państwowe i branżowe oraz wykorzystana literatura.....	10

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Tabela nr 1	Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych – wg PN-81/B-03020
Załącznik nr 1.1 – 1.2	Profile geotechniczne w skali 1 : 100 + objaśnienia
Załącznik nr 2	Przekrój geotechniczny w skali 1 : $\frac{100}{2000}$
Załącznik nr 3	Mapa dokumentacyjna w skali 1: 2 000
Załącznik nr 4	Mapa topograficzna w skali 1: 25 000

1. WSTĘP

Niniejszą opinię geotechniczną opracowano w pracowni MS GEOLOGIA – Usługi geologiczne Michał Sulikowski na zlecenie firmy VEGMAR Jakub Krawczyk z siedzibą przy ulicy Dembego 12 lok. 14 w Warszawie.

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków geotechnicznych występujących w podłożu ul. Millenium w miejscowości Głusków (odcinek od DW 722 do skrzyżowania z ul. Radnych), gm. Piaseczno, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie w zakresie wymaganym do opracowania projektu budowlanego i realizacji inwestycji.

Dozór geologiczny nad całością prowadzonych robót geologicznych sprawował mgr inż. Michał Sulikowski.

Podstawą prawną wykonania opinii jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. Ustaw nr 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r.).

Dla niniejszej inwestycji przyjęto **I kategorię geotechniczną**, która wg § 4.3 pkt. 2. w/w rozporządzenia [1] - obejmuje obiekty budowlane posadawiane w prostych warunkach gruntowych. Warunki gruntowe określono jako **proste** (wg § 4.2 pkt. 1. w/w rozporządzenia [1]).

2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU

Teren przeznaczony do badań położony jest w województwie mazowieckim, w powiecie piaseczyńskim, w gminie Piaseczno. Projektowana droga przebiega przez tereny niezurbanizowane otoczone obszarami lasów, a także przez obszary o zwartej zabudowie jednorodzinnej. Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (vide załącznik nr 3) oraz na mapie topograficznej (vide załącznik nr 4).

Pod względem morfologicznym, teren badań leży według podziału fizycznogeograficznego Polski (J. Kondracki, 2002) w obrębie Równiny Warszawskiej będącej częścią Niziny Środkowomazowieckiej, która stanowi fragment Niziny Środkowopolskiej (vide załącznik nr 4).

Równina Warszawska stanowi zdenudowaną powierzchnię akumulacji lodowcowej. Położona jest ona powyżej 100 m n.p.m. i opada 20-30 m skarpą ku dolinie Wisły. Od zachodu obniża się ku Równinie Łowicko-Błońskiej i sąsiaduje z Wysoczyzną Rawską (granice z tymi rejonami są niewyraźne). Równina Warszawska ciągnie się po lewej stronie Doliny Środkowej Wisły od Warszawy na północy po dolinę Pilicy na południu i zajmuje obszar około 1120 km².

Na terenie gminy Piaseczno, w obrębie Równiny Warszawskiej, wyróżnić można dwie podstawowe jednostki geomorfologiczne: wysoczyznę morenową oraz doliny rzeczne. Na obszarze Równiny przeważają wysokości od 110 do 120 m n.p.m., wykazując lekki spadek ku wschodowi i północy. Ponadto, spadki obserwowane są wzdłuż dolin rzecznych.

Cały teren gminy Piaseczno należy do II-go rzędowej zlewni rzeki Jeziorki, będącej dopływem Wisły. Główną rzeką przepływającą przez teren gminy Piaseczno jest Jeziorka wraz z dopływami: Głuskówką (lewostronny) oraz rzeką Małą (prawostronny).

Powierzchnia terenu badań jest dość płaska, o deniwelacjach sięgających kilku metrów oraz rzędnych niwelacyjnych wahających się w granicach od 107,9 m (otwór nr 3) do 110,8 m n.p.m (otwór nr 6).

3. PRZEBIEG BADAŃ

3.1. Prace geodezyjne

W terenie wytyczono sześć (6) otworów badawczych metodą domiarów prostokątnych oraz współrzędnych GPS, w nawiązaniu do istniejącej sytuacji i naniesiono je na mapę sytuacyjno-wysokościową w skali 1:2000, dostarczoną przez Zleceniodawcę. Rozstaw oraz lokalizacja otworów badawczych została wskazana przez Zleceniodawcę.

3.2. Prace polowe

W celu udokumentowania warunków gruntowo-wodnych występujących na analizowanym terenie wykonano:

- sześć (6) otworów wiertniczych (Załączniki nr 1.1-1.2) do maksymalnej głębokości 3,0 m p.p.t. (łącznie metraż wyniósł 18,0 mb). Wiercenia były prowadzone przy użyciu wiertnicy mechanicznej typu WSG-160, metodą udarowo-okrętą.
- badania makroskopowe przewiercanych gruntów,
- pomiary poziomu wód gruntowych.

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy PN-86/B-02480.

Po zakończonych pracach polowych, otwory badawcze zlikwidowano wydobytym urobkiem z zachowaniem pierwotnych profili geologicznych. Ubytki mieszanki mineralno-bitumicznej zostały

uzupełnione przez położenie nowej warstwy mieszanki minelano-asfaltowej na zimno w miejscach wykonanych prac wiertniczych.

Wyniki wierceń, badań terenowych, obserwacji i pomiarów stały się podstawą do kameralnego opracowania przedstawianej opinii geotechnicznej.

4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

4.1. Budowa geologiczna

Wyniki przeprowadzonych wierceń dają podstawę do stwierdzenia, iż badany teren charakteryzuje się prostą budową geologiczną.

Wierceniami do maksymalnej głębokości 3,0 m p.p.t. zbadano jedynie stropową partię utworów czwartorzędowych stanowiących podłoże gruntowe projektowanego obiektu. Podłoże to reprezentują grunty plejstocénskie – osady wodnolodowcowe (**Qpfg**) oraz osady zastoiskowe (**Qpl**). W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalegają warstwy holocénskich nasypów antropogenicznych (**Qhn**).

W skład holocenu wchodzi:

grunty antropogeniczne (Qhn) - stanowią je piaszczysto kamieniste nasypy budowlane oraz nasypy niebudowlane zawierające w swym składzie piaski, humus i okruchy cegieł.

Utwory reprezentujące plejstocen:

osady wodnolodowcowe (Qpfg) – stwierdzone poniżej warstwy nasypów antropogenicznych oraz lokalnie poniżej spągu glin osadów zastoiskowych. Stanowią je grunty litologicznie wykształcone w postaci piasków drobnych, piasków pylastych bliskich piaskom drobnym oraz piasków średnich, które lokalnie wykazują zaglinienie. W toku prowadzonych prac wiertniczych do maksymalnej głębokości rozpoznania spągu osadów wodnolodowcowych nie osiągnięto. Piaski pylaste należą do utworów słabo przepuszczalnych (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k wynoszą około $k=10^{-6}$ - 10^{-5} m/s), piaski drobne charakteryzują się średnią przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach 10^{-4} – 10^{-5} m/s), natomiast piaski średnie charakteryzują się wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach 10^{-3} – 10^{-4} m/s).

osady zastoiskowe (Qpl) – stwierdzone w otworach wiertniczych nr 3 i 4. W toku prowadzonych prac wiertniczych do maksymalnej głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.) spągu osadów zastoiskowych nie przewiercono w otworze nr 4. Wyjątek stanowi rejon otworu nr 5 gdzie miąższość osadów spoistych wynosi 1,1 m. Litologicznie seria osadów zastoiskowych wykształcona jest w postaci pyłów piaszczystych, którym lokalnie towarzysza piaszczyste wkładki i domieszki. Pod względem właściwości filtracyjnych pyły piaszczyste charakteryzują się słabą przepuszczalnością o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji $k=10^{-6} - 10^{-5}$ m/s.

4.2. Warunki hydrogeologiczne

W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 23.11.2016 r, na omawianym terenie w rejonie otworu nr 2 do zbadanej głębokości 3,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody występuje na głębokości 2,7 m p.p.t.

W otworze nr 3 na głębokości 2,5 m p.p.t. odnotowano występowanie wód o charakterze naporowym. Woda stabilizuje się na poziomie 1,9 m p.p.t.. Warstwę napinającą stanowią osady zastoiskowe.

Ponadto w rejonie otworu nr 4 na głębokości 2,0 m p.p.t w obrębie piaszczystychwkładek wewnątrz kompleksu osadów zastoiskowych odnotowano występowanie intensywnych sączeń wód gruntowych.

4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie PN-81/B-03020, zbadane podłoże gruntowe podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie zasadniczych odmienności litologiczno-facjalnych (kryteria geologiczne), badań makroskopowych i badań terenowych gruntów.

Dla warstw geotechnicznych wydzielonych w gruntach mineralnych rodzimych określono m.in. wilgotność naturalną, gęstość objętościową, kąt tarcia wewnętrznego, spójność, oraz moduł odkształcenia pierwotnego i edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (*Tabela nr 1*).

Orientacyjne wartości współczynnika filtracji dla omawianych gruntów określono na podstawie „Hydrogeologia ogólna” - Z. Pazdro [8].

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw ustalono stosując metody A, B wg PN-81/B-03020 [5]. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , a dla gruntów niespoistych – stopień zagęszczenia I_D .

Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **Warstwa nr I** – tworzą ją piaszczyste i piaszczysto-kamieniste antropogeniczne nasypy budowlane i niebudowlane. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **Warstwa IA** - antropogeniczne nasypy niebudowlane złożone głównie z piasków i okruców cegieł. Są to grunty nienormatywne, nienośne, które nie mogą stanowić podłoża projektowanej inwestycji. Należy je w całości z podłoża gruntowego usunąć i zastąpić materiałem klastycznym o odpowiedniej granulacji.
 - **Warstwa IB** – stanowią ją nasypy budowlane. Na podstawie wykonanych robót terenowych uznano, że nasypy budowlane występują w stanie średniozagęszczonym. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy IB należą do niewysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych.
- **Warstwa nr II** – osady wodnolodowcowe wykształcone zostały w postaci piasków drobnych, piasków pylastych bliskich piaskom drobnym oraz piasków średnich, które lokalnie wykazują zaglinienie. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy II zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** dobrych warunkach wodnych.

W obrębie tej warstwy wyróżniono:

 - **Warstwa nr IIA** – piaski drobne i piaski pylaste, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$.
 - **Warstwa nr IIB** – piaski średnie, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$.
- **Warstwa III – osady zastoiskowe** – litologicznie wykształcone w postaci pyłów piaszczystych. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy III należą do bardzo wysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**. Osady zastoiskowe zostały w całości wydzielone jako **III warstwa geotechniczna**. Są to grunty

mało wilgotne oraz mało wilgotne występujące na granicy wilgotnych, występują w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$. Do gruntów tej warstwy zaliczono osady zastoiskowe o $I_L^{(n)} = 0,25$.

5. KATEGORIE URABIALNOŚCI GRUNTÓW

W wykonanych otworach badawczych stwierdzono występowanie gruntów spoistych i niespoistych, które poniżej sklasyfikowano wg kategorii urabialności zgodnie z normą PN-B-06050:1999:

Kategoria 1 – Gleba

Kategoria 3 – Grunty łatwo urabialne

Kategoria 4 – Grunty średnio urabialne

Kategoria 5 – Grunty trudno urabialne

Kategoria 6 – Skały łatwo urabialne i porównywalne rodzaje gruntów

Kategoria 7 – Skały trudno urabialne

Rodzaj gruntu	Warstwa geotechniczna	Kategoria urabialności
Nasypy antropogeniczne	-, IA, IB	1
Piasek drobny, Piasek średni	IIA, IIB	3
Pył piaszczysty	III	4

6. WNIOSKI

1. Podłoże gruntowe terenu badań do głębokości 3,0 m p.p.t. charakteryzują proste warunki gruntowo-wodne.
2. Dla niniejszej inwestycji przyjęto I kategorię geotechniczną.
3. Podłoże to reprezentują grunty plejstoceniowe – osady wodnolodowcowe (**Qpfg**) oraz osady zastoiskowe (**Qpl**).
4. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega warstwa holoceniowych budowlanych i niebudowlanych nasypów antropogenicznych (**Qhn**).
5. Nasypy niebudowlane zalicza się do utworów nienośnych. Należy je w całości usunąć z podłoża projektowanej inwestycji. Po osiągnięciu docelowej rzędnej w wykopie zaleca się jego odbiór przez uprawnioną osobę (geologa, geotechnika).

6. Zbadane grunty zostały ujęte w trzy warstwy geotechniczne, dla których wyznaczono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, które winny stać się podstawą do obliczeń statycznych przy projektowaniu (*Tabela nr 1*). Zbadane grunty (z wyjątkiem gruntów warstwy IA) są gruntami nośnymi o korzystnych parametrach geotechnicznych.
7. Ze względu na punktowy zakres badań, wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.
8. Pod względem właściwości filtracyjnych pyły piaszczyste charakteryzują się słabą przepuszczalnością o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji $k=10^{-6} - 10^{-5}$ m/s. Piaski pylaste należą do utworów słabo przepuszczalnych (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k wynoszą około $k=10^{-6}-10^{-5}$ m/s), piaski drobne charakteryzują się średnią przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach $10^{-4} - 10^{-5}$ m/s), natomiast piaski średnie charakteryzują się wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach $10^{-3} - 10^{-4}$ m/s).
9. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. - „Warunki techniczne jakim powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie” (Dz.U.1999.43.430) grunty warstwy IB i II zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w dobrych warunkach wodnych. Natomiast grunty warstw III zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4** w przeciętnych warunkach wodnych.
10. W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 23.11.2016 r, na omawianym terenie w rejonie otworu nr 2 do zbadanej głębokości 3,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody występuje na głębokości 2,7 m p.p.t.
11. W otworze nr 3 na głębokości 2,5 m p.p.t. odnotowano występowanie wód o charakterze naporowym. Woda stabilizuje się na poziomie 1,9 m p.p.t.. Warstwę napinającą stanowią osady zastoiskowe.
12. W rejonie otworu nr 4 na głębokości 2,0 m p.p.t w obrębie piaszczystych wkładek wewnątrz kompleksu osadów zastoiskowych odnotowano występowanie intensywnych sączeń wód gruntowych.
13. Przy posadowieniu projektowanego obiektu w gruntach spoistych warstwy III, roboty ziemne należy prowadzić ze szczególną dbałością. Wykopy należy bezwzględnie chronić przed dopływem wód atmosferycznych. Zawilgocenie gruntów podłoża prowadzić będzie do ich

pęcznienia, rozmakania i dalszego uplastyczniania się, w efekcie prowadząc do pogorszenia parametrów geotechnicznych gruntów spoistych i znacznego obniżenia nośności podłoża budowlanego. Rozmoczona i rozluźniona część gruntu z podłoża budowlanego należy usunąć i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową. Dodatkowo w przypadku pojawienia się wody w wykopie należy ją odprowadzić drenażem opaskowym do studzienki chłonnej i z niej ją odpompować. Roboty ziemne (wykopy) zaleca się wykonywać w okresie możliwie suchym, bezdeszczowym.

14. W trakcie wykonywania robót zaleca się prowadzenie monitoringu obiektu. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem inwestycji w podłożu gruntowym, wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektu odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz uprawnionego geologa.

15. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około $H_z = 1,00$ m p.p.t.

16. Urabialność gruntów budujących podłoże rodzime oceniono na podstawie normy PN-B-06050:1999 klasyfikując poszczególne warstwy wg kategorii urabialności gruntów. Przyporządkowanie wg powyższej klasyfikacji zawarto w rozdziale 5.

17. W trakcie prowadzenia robót ziemnych należy ściśle stosować się do postanowień normy PN-B-06050 ze stycznia 1999 r. „Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.” oraz przepisów p. 2.4 normy PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”.

7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

7.1. Przepisy prawne

[1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463).

[2]. Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.1999.43.430).

7.2. Normy państwowe i branżowe oraz wykorzystana literatura

- [3]. – PN – EN 1997-1: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [4]. – PN – EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [5]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [6]. PN-B-04452/2002. Geotechnika badania polowe.
- [7]. PN-B-06050. Geotechnika. Oznaczanie powierzchni właściwej gleby. Wymagania ogólne.
- [8]. „Hydrogeologia ogólna” - Z. Pazdro, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.
- [9]. „Projektowanie Geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik” – L. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 2011.
- [10]. „Zarys geotechniki” - Z. Wiłun. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o.o., Warszawa 2007.