

Inwestor:



**Politechnika Warszawska**  
**Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa**  
00-665 Warszawa, ul. Nowowiejska 24

Wykonawca:



**HPC POLGEOL Spółka Akcyjna**  
03-908 Warszawa, ul. Berezyńska 39  
tel.: 22 6173031, e-mail: polgeol@hpc-polgeol.pl

## **DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA**

dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby budownictwa na terenie  
działki nr ewid. 203/5, obręb: 0033 Sierakowo

miejsowość: Sierakowo  
gmina: Przasnysz  
powiat: przasnyski  
województwo: mazowieckie

Zespół opracowujący:

mgr Agnieszka Wichowska  
*upr. geol. nr VII-1449*

mgr inż. Łukasz Słonina  
*upr. geol. nr VII-1854*

mgr inż. Przemysław Bielecki

dr inż. Bogdan Noga

Prezes Zarządu:

Warszawa, październik 2020



## Spis treści:

<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:</b> .....	<b>5</b>
<b>1. WSTĘP</b> .....	<b>6</b>
1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	6
1.2. PODSTAWA OPRACOWANIA .....	6
1.3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....	6
<b>2. OKREŚLENIE STOPNIA OSIĄGNIĘCIA ZAMIERZONEGO CELU PROJEKTOWANYCH PRAC GEOLOGICZNYCH</b>	<b>7</b>
<b>3. OPIS PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI</b> .....	<b>8</b>
<b>4. REALIZACJA PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH</b> .....	<b>9</b>
4.1. OPIS WYKONANYCH ROBÓT .....	9
4.2. ROBOTY TERENOWE .....	10
4.2.1. PRACE GEODEZYJNE .....	10
4.2.2. WIERCENIA BADAWCZE .....	10
4.2.2.1. ZAKRES WIERCEŃ .....	10
4.2.2.2. METODYKA I PRZEBIEG WIERCEŃ .....	10
4.2.3. SONDOWANIA BADAWCZE .....	11
4.2.3.1. ZAKRES SONDOWAŃ .....	11
4.2.3.2. METODYKA SONDOWAŃ .....	11
4.2.4. BADANIA LABORATORYJNE .....	12
4.2.4.1. ZAKRES BADAŃ .....	12
4.2.4.2. METODYKA BADAŃ .....	12
4.2.5. PRACE KAMERALNE .....	16
<b>5. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ</b> .....	<b>17</b>
5.1 . POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE .....	17
5.2 . POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE, MORFOLOGIA .....	17
5.3 . CHARAKTERYSTYKA UŻYTKOWANIA TERENU BADAŃ .....	18
5.4 . HYDROGRAFIA .....	18
5.5 . OBSZARY CHRONIONE .....	18
5.6 . BUDOWA GEOLOGICZNA .....	19
5.7 . WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE .....	20
<b>6. OPIS I OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH</b> .....	<b>22</b>
6.1. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH .....	22
6.2. SPOSÓB I KRYTERIA WYDZIELEŃ .....	22
6.3. WYZNACZANIE WARTOŚCI PARAMETRÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH WYDZIELONYCH WARSTW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH .....	23
6.4. GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA CHARAKTERYSTYKA I OCENA PODŁOŻA BUDOWLANEGO .....	24
6.5. PRZEDSTAWIENIE WYSTĘPUJĄCYCH ZJAWISK I PROCESÓW GEODYNAMICZNYCH, DEFORMACJI FILTRACYJNYCH I PRZEKSZTAŁCEŃ ANTROPOGENICZNYCH WRAZ Z OCENĄ WIELKOŚCI WPŁYWU TYCH PROCESÓW NA REALIZACJĘ OBIEKTU .....	25
6.6. OCENA STOPNIA ZŁOŻONOŚCI PODŁOŻA I KATEGORIA GEOTECHNICZNA .....	25
<b>7. OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTÓW Z WYKOPÓW DO PONOWNEGO WYKORZYSTANIA</b> .....	<b>25</b>
<b>8 INFORMACJA O LOKALIZACJI, ZASOBACH I JAKOŚCI ZŁOŻ KRSZYW NATURALNYCH</b> .....	<b>25</b>
<b>9 PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH</b> .....	<b>25</b>
<b>10 . WPŁYW PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO</b> .....	<b>26</b>
<b>11 . WSKAZANIA DOTYCZĄCE SPOSOBÓW POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWALNEGO</b> .....	<b>26</b>
<b>12 . OKREŚLENIE METOD WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO</b> .....	<b>26</b>
<b>13 . ZALECENIA DOTYCZĄCE ZAKRESU I SPOSOBU PROWADZENIA MONITORINGU</b> .....	<b>27</b>

<b>14</b>	<b>. UWAGI DO CZĘŚCI GRAFICZNEJ DOKUMENTACJI .....</b>	<b>27</b>
<b>15</b>	<b>. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....</b>	<b>28</b>
<b>16</b>	<b>. SPIS LITERATURY, MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH I AKTÓW PRAWNYCH .....</b>	<b>29</b>

## Spis załączników:

Załącznik 1	Mapa topograficzna z lokalizacją obszaru badań w skali 1:10 000
Załącznik 2	Mapa dokumentacyjna w skali 1:500
Załącznik 3	Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000
Załącznik 4	Wycinek Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000
Załącznik 5	Karty otworów geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich
Załącznik 6	Wyniki sondowań CPT'u
Załącznik 7	Przekroje geologiczno-inżynierskie
Załącznik 8	Objaśnienia do kart otworów i przekrojów geologiczno-inżynierskich
Załącznik 9	Wyniki badań laboratoryjnych
Załącznik 10	Mapa głębokości występowania gruntów słabonośnych z naniesioną ich miąższością w skali 1:500
Załącznik 11	Mapa miąższości gruntów antropogenicznych w skali 1:500
Załącznik 12	Mapa z naniesioną głębokością podłoża nośnego w skali 1:500
Załącznik 13	Mapa poziomów wodonośnych w skali 1:500
Załącznik 14	Mapa przepuszczalności gruntów (na głębokości 1,0 m p.p.t.) 1:500
Załącznik 15	Mapa gruntów na głębokości 1m w skali 1:500
Załącznik 16	Mapa warunków budowlanych w skali 1:500
Załącznik 17	Decyzja zatwierdzająca projekt robót geologicznych
Załącznik 18	Karta informacyjna dokumentacji geologiczno-inżynierskiej

## 1. Wstęp

### 1.1. **Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest określenie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża gruntowego oraz stopnia złożoności budowy geologicznej w oparciu o analizę materiałów archiwalnych, wyników badań oraz uzyskanych profili geologiczno-inżynierskich na potrzeby budownictwa na terenie działki nr ewid. 203/5, obręb: 0033 Sierakowo, gmina Przasnysz, powiat przasnyski, województwo mazowieckie.

### 1.2. **Podstawa opracowania**

Podstawą formalną opracowania jest umowa nr ITLiMS.022.43.2020 z dn. 28 maja 2020 zawarta pomiędzy Politechniką Warszawską, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej z siedzibą przy ul. Nowowiejskiej 24, 00-665 Warszawa oraz HPC POLGEOL SPÓŁKA AKCYJNA z siedzibą przy ul. Berezyńskiej 39, 03-908 Warszawa.

Podstawą prawną niniejszej dokumentacji jest Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* posiadająca tekst jednolity ogłoszony obwieszeniem Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 4 kwietnia 2019 (Dz.U. 2020 poz. 1064) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. 2016 poz. 2033).

Dokumentacja została opracowana na podstawie zatwierdzonego, przez Starostę Przasnyskiego, Projektu Robót Geologicznych (decyzja zatwierdzająca nr WROŚ.6540.4.4.2020 stanowiąca zał. 17)

### 1.3. **Cel i zakres opracowania**

Wykonane prace mają na celu rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich i określenie parametrów geotechnicznych gruntów w rejonie Lotniska w Sierakowie. Rozpoznanie to wykonano na podstawie wierceń, sondowań i badań laboratoryjnych.

Zakres opracowania obejmuje:

- 3 otworów geologiczno-inżynierskich o głębokości 8,0 m o łącznej głębokości 24,0 mb;
- 3 sondowania statyczne CPT'u o łącznej głębokości 21,2 mb;
- prace geodezyjne
- pomiary zw. wód gruntowych
- badania laboratoryjne
- prace kameralne

## 2. Określenie stopnia osiągnięcia zamierzonego celu projektowanych prac geologicznych

Wykonano wszystkie projektowane otwory geologiczno-inżynierskie do projektowanej głębokości (tab. 1).

*Tabela 1 Zestawienie głębokości otworów - projektowanej i wykonanej*

Numer otworu	Projektowana głębokość [m] p.p.t.	Wykonana głębokość [m] p.p.t.
O-1	8,0	8,0
O-2	8,0	8,0
O-3	8,0	8,0

Sondowania w sąsiedztwie otworów nr O-1 i O-3 wykonano do głębokości odpowiednio 6,5 i 6,7 m p.p.t., gdzie natrafiono na grunty charakteryzujące się bardzo dużym oporem pod stożkiem ( $q_c$ ) oraz dużym tarciem na pobocznicę ( $f_s$ ). Sondowanie przerwano z uwagi na ryzyko uszkodzenia stożka. Sondowanie przy otworze O-2 wykonano do projektowanej głębokości (tab. 2).

*Tabela 2 Zestawienie głębokości sondowań – projektowanej i wykonanej*

Numer otworu przy którym wykonano sondowanie	Projektowana głębokość [m] p.p.t.	Wykonana głębokość [m] p.p.t.
O-1	8,0	6,5
O-2	8,0	8,0
O-3	8,0	6,7

W ramach badań laboratoryjnych wykonano następujące badania:

- analiza sitowa gruntów niespoistych – 3 szt.,
- analiza areometryczna gruntów spoistych – 3 szt.,
- badanie granic konsystencji gruntów spoistych i wilgotności naturalnej – 3 szt.,
- badania kąta tarcia i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania – 3 szt.,
- badania edometrycznych modułów ścisłości – 3 szt.,
- badania agresywności wody w stosunku do stali, betonu i żeliwa – 1 szt.

Badania laboratoryjne wykonano w zakresie zgodnym z Projektem Robót Geologicznych.

Wykonane prace oraz ich wyniki pozwoliły na określenie warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu.

### 3. Opis projektowanej inwestycji

Planowana jest budowa nowego hangaru dla szybowców i samolotów na terenie lotniska w Przasnyszu, na działce nr ewid. 203/5, obręb: 0033 Sierakowo.

Projektowany budynek – hangar na samoloty, o konstrukcji stalowej o wymiarach 20,0 m x 63,0 m, posadowiony będzie na stopach fundamentowych na głębokości 1,1 - 1,2 m p.p.t.

Założenia przyjęte do obliczeń:

1. obciążenie stałe: płyta w-wa na dachu 0,15kN/m<sup>2</sup>

2. obciążenie technologiczne:

2.1. podwieszenia do konstrukcji dachu równomiernie rozłożone na całej powierzchni dachu : 0,15kNm<sup>2</sup>

2.2 obciążenie pionowe od bram hangarowych Bifold, równomiernie rozłożone na podciąg kratownicowy: 3,0 kN/mb

3. obciążenie śniegiem: III strefa śniegowa wg

4. obciążenie wiatrem: I strefa wiatrowa.

#### 1. Konstrukcja stalowa hangaru.

1.1 Konstrukcja główna : (słupy-HEB300, HEA200, IPE270; dźwigary kratownicowe- RK 150x4, RK120x4, RK 60x4; podciągi kratownicowe-HEA280, HEA 200,RK80x4) stal: S235JR 49 560kg

1.2 Stężenia prętowe połaciowe (RD 20) stal: S355JR 1500kg

1.3 Kotwy stalowe (RD30, RD 20) stal: S355JR 1850kg

1.4 Płatwie dachowe Z200x2.0 i 3.0 stal: S350GD 8000kg

1.5 Rygle ścienne ścian szczytowych Z200x2.0 stal: S50GD 1200kg

1.6 Opcjonalnie- ściana ryglowa dla trzech otworów bramowych:

słupy IPE 200, stal S235JR 950kg

rygle ścienne Z200x2, stal S350GD 780kg

#### 2. Płyty warstwowe.

2.1 Płyty dachowe: PUR 80-100 1340m<sup>2</sup>

2.2 Płyty ścienne: PUR 80-100:

ściany szczytowe 298m<sup>2</sup>

ściany podłużne 140m<sup>2</sup>

wypełnienie 3 bram (opcjonalnie) 240m<sup>2</sup>



### **3. Fundamenty.**

#### **3.1 Stopa główna (3,5x3,5m; szt: 8)**

beton B30	66m <sup>3</sup>
stal zbrojeniowa (Ø16, 6; A-III)	2480kg

#### **3.2 Stopa pod słupy szczytowe (1,5x1,5m; szt: 6)**

beton B25	8,0m <sup>3</sup>
stal zbrojeniowa (Ø16, 6; A-III)	230kg

#### **3.3 Belka podwalinowa (0,9x0,2m; L=160mb)**

beton B20	29,0m <sup>3</sup>
stal zbrojeniowa (Ø16, 6; A-III)	4500kg

## **4. Realizacja projektu robót geologicznych**

### ***4.1. Opis wykonanych robót***

W ramach realizacji projektowanych robót wykonano:

- 3 wiercenia o głębokości 8,0 m o łącznym metrażu 24,0 mb;
- 3 sondowania statyczne CPT'u o łącznej głębokości 21,2 mb;
- pobór i opis makroskopowy prób gruntu;
- obserwacje poziomów wodonośnych;
- pobór próbki wody do badania agresywności wody w stosunku do stali, betonu i żeliwa
- prace geodezyjne;
- likwidacja otworów;
- prace kameralne

Do analizy przedmiotowej Inwestycji posłużono się otworami archiwalnymi i geologiczno-inżynierskimi zamieszczonymi w załączniku 5. Profile otworów posłużyły do wykonania przekrojów geologiczno-inżynierskich (zał. 7) oraz do wykonania map w skali 1:500 (Załącznik 10 – 16), m.in. Mapa głębokości występowania gruntów słabonośnych (Zał. 10), Mapa warunków budowlanych (Zał. 16).

## **4.2. Roboty terenowe**

Roboty terenowe wykonane zgodnie z Projektem Robót Geologicznych z niewielkimi zmianami w zakresie sondowań CPT'u, wynikających z zastanych warunków terenowych. Prace były prowadzone w dniu 03.09.2020 roku. Roboty te były wykonywane przez HPC POLGEOL S.A. na podstawie zatwierdzonego, decyzją Starosty Przasnyskiego z dn. 23.07.2020 r. (zał. 17), Projektu Robót Geologicznych.

W trakcie prac terenowych:

- wyznaczono punkty badawcze w terenie,
- pobrano próbki gruntu do badań laboratoryjnych oraz dokonano makroskopowego opisu gruntów,
- przeprowadzono obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej w wykonanych otworach,

Po wykonaniu badań terenowych (wiercenie, pobieranie prób, obserwacje i pomiary hydrogeologiczne) otwory badawcze zlikwidowano przez zasypanie urobkiem w kolejności przewierconych warstw.

### **4.2.1. Prace geodezyjne**

Otwory wiertnicze zostały wyznaczone w terenie metoda domiarów prostokątnych w odniesieniu do mapy dokumentacyjnej w skali 1: 1 000. Po wykonaniu wierceń otwory zaniwelowano geodezyjnie.

### **4.2.2. Wiercenia badawcze**

Wiercenia geologiczno-inżynierskie wykonane na potrzeby niniejszej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostały zrealizowane w dniu 03.09.2020 r. Roboty te były wykonywane przez HPC POLGEOL S.A.

#### **4.2.2.1. Zakres wierceń**

W rejonie badań projektowano wykonanie 3 otwory geologiczno-inżynierskie. W ramach realizacji projektowanych robót wykonano wszystkie zaplanowane wiercenia. Opis zakresu wykonanych wierceń zawiera rozdział 2.

Lokalizację miejsc wierceń przedstawia załącznik 2 natomiast karty otworów geologiczno – inżynierskich stanowią załącznik 5.

#### **4.2.2.2. Metodyka i przebieg wierceń**

Otwory geologiczno-inżynierskie zostały wykonane systemem obrotowym przy użyciu świrdrów spiralnych bez użycia płuczki w rurach osłonowych o średnicy 118 mm. Szerokość zastosowanych

świdrów ślimakowych 100 mm. Wiercenia prowadzone były marszami i urządzeniami ściśle dostosowanymi do stwierdzonych warunków geologicznych i pozwalającymi ustalić dokładny obraz warunków gruntowo-wodnych.

W trakcie wiercenia pobierano próby za pomocą wciskanego próbnika NNS (próby klasy A) o średnicy wew. 84 mm. Próby NNS pobrano w otworach nr O-1 (głębokość 1,5 – 2,5 m p.p.t.), O-2 (głębokość 1,5 – 2,5 m p.p.t.) oraz O-3 (głębokość 1,0 – 2,0 m p.p.t.).

Poza próbkami NNS, w trakcie wykonywania wierceń pobierano próby do badań laboratoryjnych bezpośrednio ze świdra ślimakowego. Sposób poboru umożliwiał pobranie próbki zaliczonej do kategorii B (struktura naruszona, wszystkie składniki w próbce są w takich samych proporcjach jak grunt „in situ”, zachowana jest naturalna wilgotność). Otwory zostały zlikwidowane poprzez zasypanie urobkiem (zgodnie z profilem geologicznym) pozyskanym w trakcie wiercenia.

Metodyka wierceń geotechnicznych była zgodna z zapisami normy *PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe*.

### **4.2.3. Sondowania badawcze**

W ramach robót wykonano sondowania sondą statyczną CPT'u.

#### **4.2.3.1. Zakres sondowań**

W ramach Projektu Robót Geologicznych założono do wykonania 3 sondowania statyczne CPT'u do głębokości 8,0 p.p.t. W ramach Dokumentacji geologiczno - inżynierskiej wykonano wszystkie projektowane sondowania. Sondowanie przy otworze badawczym O-1 zakończono na głębokości 6,5 m p.p.t., przy otworze badawczym O-3 na głębokości 6,7 m p.p.t., natomiast przy otworze badawczym O-2 sondowanie wykonano do projektowanej głębokości 8,0 m. Razem wykonano 21,2 mb sondowań. Porównanie głębokości wykonanych i projektowanych sondowań zawiera rozdział nr 2.

#### **4.2.3.2. Metodyka sondowań**

Do badań CPT-u wykorzystano sondę produkcji włoskiej firmy Pagani. Wykonane badania gruntu metodą sondowania statycznego przeprowadzono stożkiem piezoelektrycznym. Polegają one na wciskaniu sondy (stalowy pręt zakończony odpowiednią końcówką wyposażoną w elektroniczne układy miernicze) w podłoże gruntowe ze stałą prędkością 2 cm/s. Sondowania wykonano zgodnie z zaleceniami PN-B-04452-2002 Geotechnika. Badania polowe. Sonda w postaci stalowego pręta o kołowym przekroju poprzecznym, zakończona jest stożkiem o kącie rozwarcia równym 60 stopni (powierzchnia stożka wynosi 10 cm<sup>2</sup>, a powierzchnia tulei cierniej 150 cm<sup>2</sup>). W trakcie wprowadzania

stożka piezoelektrycznego w podłoże gruntowe, tj. w trakcie penetracji sondy, mierzy się następujące podstawowe parametry:

- siłę oporu penetracji względem powierzchni końcówki stożka –  $q_c$ ,
- siłę tarcia względem powierzchni bocznej końcówki (tuleja cierna o powierzchni  $150 \text{ cm}^2$ ) znajdujące się bezpośrednio za stożkiem –  $f_s$ ,
- ciśnienie porowe generowane na powierzchni stożka w trakcie penetracji –  $u_2$ .

Pomiar dokonywany jest metodą elektroniczną, a sam wynik pomiaru z końcówki sondy przekazywany jest do specjalnego odbiornika metodą akustyczną, co pozwala na bezpośrednie, tj. w czasie rzeczywistym, wykreślenie trzech ciągłych krzywych przedstawiających mierzone wartości w zależności od głębokości penetracji.

Wyniki badań sondą CPT-u przedstawia załącznik 6.

#### **4.2.4. Badania laboratoryjne**

W ramach realizacji prac zakładanych w Projekcie Robót Geologicznych wykonano badania laboratoryjne w zakresie zgodnym z Projektem Robót Geologicznych. Wyniki badań laboratoryjnych zostały zawarte w załączniku nr 9 .

##### **4.2.4.1. Zakres badań**

Badania laboratoryjne zostały wykonane zgodnie z normą PN-88/B-04481. Wykonano:

- analiza sitowa gruntów niespoistych – 3 szt.,
- analiza areometryczna gruntów spoistych – 3 szt.,
- badanie granic konsystencji gruntów spoistych i wilgotności naturalnej – 3 szt.,
- badania kąta tarcia i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania – 3 szt.,
- badania edometrycznych modułów ścisłości – 3 szt.,

Wykonano tyle badań areometrycznych, granic konsystencji i wilgotności naturalnej oraz badań kąta tarcia i spójności ile zostało zaprojektowane.

Wyniki badań stanowią załącznik 9.

##### **4.2.4.2. Metodyka badań**

###### **Analiza sitowa**

Analizy granulometryczne gruntów wykonywano w celu określenia nazwy gruntu, wskaźników różnoziarnistości uziarnienia oraz w celu obliczenia, za pomocą wzorów empirycznych, współczynnika filtracji na podstawie krzywej uziarnienia. Analizy granulometryczne wykonywano zgodnie z normą

PKN-CEN ISO/TS 17892-4. Badania Geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego.

Przebieg badania (metoda na mokro): wysuszoną do stałej masy (w temp.  $105 \div 110^{\circ}\text{C}$ ) próbkę gruntu niespoistego przemyto przez sito o oczku 0,063 mm. Następnie, po ponownym wysuszeniu, próbkę przesiano przez zestaw sit o wymiarach oczek: 63,0; 31,5; 16,0; 8,0; 6,3/5,0; 2,0; 1,0; 0,63/0,50; 0,200/0,250; 0,125; 0,063 mm. Pozostałość na każdym sicie zważono i obliczono procentowy udział w stosunku do całkowitej masy badanej próbki. Rodzaj gruntu określono w zależności od zawartości poszczególnych frakcji w badanej próbce.

Wyniki analiz wraz z określonym współczynnikiem filtracji dla gruntów niespoistych, który obliczono ze wzorów Hazena i USBSC przedstawiono w załączniku 10. Wraz z krzywymi uziarnienia podano także wskaźniki różnoziarnistości gruntów pomocne w określeniu przydatności gruntów do zagęszczenia. Im większa wartość wskaźnika różnoziarnistości, tym większa przydatność gruntu do zagęszczenia. Przyjmuje się, że grunt nadaje się do zagęszczenia, gdy wskaźnik różnoziarnistości ( $d_{60}/d_{10}$ ) przekracza wartość 4.

#### **Analiza areometryczna**

Analizy areometryczne wykonano według normy *PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.*

Analiza areometryczna: stosowana do oznaczania zawartości cząstek frakcji ilowej i frakcji pyłowej poprzez specjalnie wyskalowany areometr, za pomocą którego mierzono gęstość zawiesiny gruntovej zaś drogą pośrednią procentową zawartość cząstek o określonej średnicy zastępczej ( $d_T$ ), uzyskanej na podstawie przekształconego wzoru Stokesa.

Analiza areometryczna polegała na przygotowaniu jednorodnej zawiesiny badanego gruntu i wyznaczeniu jej gęstości objętościowej, zmniejszającej się, w miarę opadania cząstek zawiesiny. Po dokładnym wymieszaniu zawiesiny w cylindrze otrzymano jednakową zawartość takich samych cząstek (a). Z chwilą postawienia cylindra z zawiesiną na stole rozpoczyna się opadanie jej cząstek w dół (b). Kolejność czynności przedstawia się następująco:

- Przed rozpoczęciem pomiarów zawiesiną dokładnie wymieszano mieszadłem;
- Następnie 30 razy w ciągu 1 min. cylinder ręcznie przewrócono do góry dnem zatykając wcześniej ręką otwór;
- W chwili postawienia cylindra na stole rozpoczęto pomiar czasu i po 30 s, 1, 2, 5, 15, 30 min, 1, 2, 4 i 24 h odczytano areometrem gęstość zawiesiny;
- Po upływie 3 min oraz 1, 4 i 24 h od rozpoczęcia pomiarów wykonano pomiar temperatury zawiesiny, dla czasów pośrednich ustalając poprzez interpolację;

- Odczyt poziomu zanurzenia areometru wykonano względem górnej krawędzi menisku. Odczytaną wartość skorygowano do poziomu cieczy w cylindrze;
- Dla zwiększenia dokładności po dokonaniu odczytu po 24 godzinach zawieszinę ponownie wymieszano i powtórnie oznaczamy gęstość po 30 s, 1, 2, 5 oraz 15 min. Jako wartość miarodajną przyjęto średnią arytmetyczną z obu odczytów z uwzględnieniem ewentualnych różnic temperatury.

#### **Analiza granic konsystencji oraz wilgotności naturalnej**

Analizę wilgotności naturalnej i granic konsystencji wykonano dla wybranych gruntów spoistych w celu określenie ich stopnia plastyczności. Analizę wilgotności wykonano zgodnie z normą PKN-CEN ISO/TS 17892-1. Badania Geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczanie wilgotności. Oznaczenie granicy płynności oraz plastyczności wykonano zgodnie z normą PKN-CEN ISO/TS 17892-12. Badania Geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic Atterberga oraz PN-88/B-04481

#### **Badanie kąta tarcia i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania**

Badania kąta tarcia i spójności metodą bezpośredniego ścinania wykonano zgodnie z normami *PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. oraz PKN-CEN ISO/TS 17892-10:2009 Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 10: Badania w aparacie bezpośredniego ścinania.*

Aparat bezpośredniego ścinania: badania parametrów wytrzymałościowych wykonano w aparacie bezpośredniego ścinania (aparacie skrzynkowym) w oparciu o procedury wskazane w znormalizowanych standardach branżowych polskich i europejskich. Procedury te zakładają niszczenie w wyniku poziomego ścinania próbek, które zostały poddane pionowym naciskom na różnej wartości. Preparatykę próbki oraz procedurę badawczą oparto na specyfikacji technicznej PKN-CEN ISO 17892-10:2009 – wersja polska, Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania.

Krawędź próbki kwadratowej zgodnie z wymaganiami procedury wyniosła 60 mm a minimalna wysokość (10 mm) została przekroczona i wyniosła 20 mm. Do odczytów przemieszczenia zastosowano czujniki elektroniczne o rozdzielczości odczytu 0,001 mm.

Ze względu na zróżnicowany stan próbek stosowano zmienną preparatykę. Dla próbek o konsystencji twardoplastycznej grunt był pierwotnie wyciskany z cylindra następnie preparowany ostrzem kwadratowej karetki pomiarowej. W przypadku próbek o konsystencji miękkoplastycznej grunt trochę wyciskano z cylindra i stopniowo wciskano w niego karetkę pomiarową. Uniknięto przy tym deformacji wyciśniętego gruntu w wyniku sił grawitacji. Wilgotność i gęstości przyjęto za równoległe wykonywanym badaniem edometrycznym.

Ze względu na zmienną litologię gruntu uproszczono pomiary stosując minimalną prędkość przesuwu poziomego urządzenia pomiarowego  $v = 0,05 \text{ mm/min}$ , która w żadnym przypadku nie przekraczała maksymalnego przyrostu przemieszczenia przy ścinaniu  $v$ :

$$v = st/tf$$

gdzie:

$st$  – oszacowane poziome odkształcenie ścinające w chwili zniszczenia

$tf$  – czas do zniszczenia.

Do oszacowania parametrów wytrzymałościowych od przedostatniego stopnia naprężenia rozpoczęto odciążenie próbki celem jej powtórnego obciążenia. Każdorazowo badanie ścinania przeprowadzono dla naprężeń pionowych:

50            – 100 – 200 – 400 kPa.

Taka rozdzielczość pomiarów pozwoliła na rzetelne wykreślenie prostej ścinania do wyznaczenia spójności i kąta tarcia wewnętrznego. Karty pomiarów uproszczono do istotnych praktycznie informacji a część danych nt. pomiarów fizycznych powielono z badań edometrycznych. Ostatecznie na kartach pomiarowych przedstawiono:

- informacje o wymiarach próbki
- tabele danych dla każdej próbki o zadanym naprężeniu, i maksymalnym naprężeniu ścinającym
- wykres wartości maksymalnego naprężenia ścinającego względem odpowiadającego naprężenia konsolidacji.
- oznaczone na podstawie obliczeń wartości kąta tarcia wewnętrznego (zaokrąglonego do istotnych praktycznie wartości całkowitych) oraz spójności.

#### **Badania edometrycznych modułów ścisłości**

Badania kąta tarcia i spójności metodą bezpośredniego ścinania wykonano zgodnie z normami *PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.* oraz *PKN-CEN ISO/TS 17892-5:2009 Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 5: Badania edometryczne gruntu.*

Badania ścisłości przeprowadzano do wartości maksymalnych naprężeń efektywnych 3 – 8 MPa. Próbki gruntu były obciążane do wartości 50 kPa, a następnie odciążane do wartości 12,5 kPa po czym powtórnie obciążane. Badania parametrów ścisłości przeprowadzono w oparciu o procedury wskazane w znormalizowanych standardach branżowych polskich i europejskich. Procedury te zakładają stosowanie ścieżek naprężeń dostosowanych do znanych zakładanych naprężeń jakim będzie poddawany grunt od projektowanej budowli. W przypadku braku wiedzy na temat naprężeń stosowane są zestandaryzowane ścieżki naprężeń zakładające dwukrotny przyrost naprężeń na każdym kolejnym stopniu. Preparatykę próbki oraz procedurę badawczą oparto na Polskiej Normie PN-EN ISO

17892-5:2017-06 – wersja angielska, Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 5: Badanie edometryczne gruntów.

Wymiary próbki: średnica  $D = 65$  mm oraz wysokość  $H = 20$  mm spełniły minimalne wymagania dla tego badania wynoszące odpowiednio  $D = 35$  i  $H = 12$  mm. Do odczytów zastosowano czujniki zegarowe o rozdzielczości odczytu  $0,001$  mm. Ze względu na zróżnicowany stan próbek stosowano zmienną preparatykę. Dla próbek o konsystencji twardoplastycznej grunt był pierwotnie wyciskany z cylindra o średnicy większej niż pierścień edometru a następnie preparowany ostrzem pierścienia edometrycznego. W przypadku próbek o konsystencji miękkoplastycznej pierścień edometru stopniowo wciskano w cylinder wraz z wyciskaniem gruntu z próbki. Uniknięto przy tym deformacji wyciśniętego gruntu w wyniku sił grawitacji. Skrawki preparowanego gruntu wykorzystano celem określenia wilgotności przed badaniem edometrycznym. Z uwagi na głębokość i konsystencję badanych próbek pominięto naprężenia  $6$  i  $12$  kPa.

Celem oszacowania parametrów ścisłości wtórnej od przedostatniego stopnia naprężenia rozpoczęto odciążenie próbki celem jej powtórnego obciążenia.

Zastosowana ścieżka naprężeń i odprężeni wyniosła zatem:

$12,5 - 25 - 50 - 12,5 - 50 - 100 - 200 - 400$  kPa.

W raporcie na kartach pojedynczych badań umieszczono wszelkie niezbędne pomiary, krzywe i obliczenia:

- dane identyfikacyjne próbki
- ich opis makroskopowy
- lokalizację i głębokość
- informację o aparaturze pomiarowej
- początkowe i końcowe wymiary próbki
- początkowe i końcowe parametry fizyczne: wilgotność, gęstość objętościową i gęstość właściwą. Tę ostatnią oszacowano (co jest dopuszczalne wg zastosowanej procedury) na podstawie branżowej literatury oraz normy PN-B-02480:1986
- wykres zależności wysokości próbki od obciążenia

#### **4.2.5. Prace kameralne**

Prace kameralne stanowiła synteza otrzymanych wyników wierceń, sondowań i badań laboratoryjnych. Ich analiza pozwoliła na ustalenie warunków geologiczno-inżynierskich na rozpatrywanym obszarze.

Prace kameralne obejmowały:

- a. analizę materiałów z wykonanych robót wiertniczych



- b. analizę wyników badań laboratoryjnych
- c. opracowanie graficzne wyników wierceń
- d. opracowanie przekrojów geologiczno-inżynierskich
- e. opracowanie dokumentacji.

## 5. Charakterystyka terenu badań

### 5.1 . Położenie administracyjne

Pod względem administracyjnym projektowany budynek znajduje się w miejscowości Sierakowo na działce nr. ewid. 203/5 obręb: 0033 Sierakowo, gmina Przasnysz, powiat przasnyski, województwo mazowieckie.

Lokalizację projektowanej inwestycji przedstawia załącznik 1.

### 5.2 . Położenie geograficzne, morfologia

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski zastosowanym przez Kondrackiego (Kondracki, 2011) teren badań położony jest na obszarze prowincji (tab. 3) Niż Środkowopolski. Jednostką niższego rzędu jest podprowincja zwana odpowiednio Niziny Środkowopolskie. Opisywany teren leży na obszarze makroregionu Nizina Północnomazowiecka na obszarze mezoregionu Wysoczyzna Ciechanowska.

*Tabela 3 Fizyczno-geograficzna regionalizacja terenu badań*

<i>prowincja</i>	Niż Środkowopolski
<i>podprowincja</i>	Niziny Środkowopolskie
<i>makroregion</i>	Nizina Północnomazowiecka
<i>mezoregion</i>	Wysoczyzna Ciechanowska

Mezoregion rozciąga się na powierzchni ok. 2 570 km<sup>2</sup>. Jest to obszar płaskorówninny, gdzie wysokość bezwzględna waha się od 110 do 120 m n.p.m. Wysoczyzna otoczona jest od północy Wzniesieniami Mławskimi, od wschodu Równiną Kurpiowską oraz Doliną Dolnej Narwi, od południa Kotliną Warszawską, zaś od zachodu Równiną Raciąską i doliną Wkry. W okolicach Nasielska i Serocka występują ostańce wzgórz morenowych i kemowych, pochodzące z recesji stadiu Wkry zlodowacenia warszawskiego (Kondracki, 2011). Region jest krainą wybitnie rolniczą. Morfologicznie teren jest płaski. Rzędne terenu wahają się w granicach około 118,9 - 119,5 m n.p.m.

Rejon badań leży w strefie klimatu przejściowego, który charakteryzuje się dużą zmiennością typów pogody w ciągu roku. Zgodnie z regionalizacją rolniczo-klimatyczną R. Gumińskiego położony

jest w Dzielnicy Środkowej, obejmującej dorzecza środkowej Warty i środkowej Wisły, w jej części wschodniej – chłodniejszej (mazowieckiej). Według regionalizacji klimatycznej W. Wiszniewskiego i W. Chełchowskiego rejon badań należy do północnej części regionu klimatycznego mazowiecko-podlaskiego, przy granicy z regionem mazurskim. Klimat regionu charakteryzuje się dużymi rocznymi amplitudami temperatury powietrza, krótką, późną wiosną, stosunkowo długim i ciepłym latem oraz długą i chłodną zimą z trwałą pokrywą śnieżną (Górecka-Gąbka i in., 2017).

Opady atmosferyczne są stosunkowo niewielkie, wynosząc maksymalnie 550 mm, są więc niewiele mniejsze od średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych dla Polski. Najmniejsze opady obserwuje się w lutym i marcu - do 20–30 mm, zaś największe w czerwcu i lipcu - do 80 mm. Okres zalegania pokrywy śnieżnej waha się od 50 do 60 dni. Ilość dni bez przymrozków wynosi około 160 dni. Występuje przewaga wiatrów zachodnich, wiosną wzrasta udział wiatrów północnych. Okres wegetacyjny wynosi 210 dni i trwa od drugiej dekady kwietnia do końca października. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,5°C. Najzimniejszym miesiącem jest styczeń (ok. -2,5°C), zaś najcieplejszym – lipiec (śr. 18,5°C) (Górecka-Gąbka i in., 2017).

### **5.3 . Charakterystyka użytkowania terenu badań**

Przeważająca część obszaru badań porośnięta jest niską roślinnością trawiastą. W bliskiej odległości od projektowanych punktów badawczych znajduje się istniejąca hala hangarowa dla szybowców i samolotów. W dalszej odległości znajdują się budynki administracyjno-techniczne lotniska.

### **5.4 . Hydrografia**

Obszar gminy Przasnysz położony jest w obrębie zlewni rzeki Węgiejki, która jest dopływem Orzycy należącego do zlewni rzeki Narew, wpadającej do Wisły. Rzeka Węgiejka przepływa przez obszar gminy z północnego-zachodu na południowy-wschód odcinkiem ok. 20 km, następnie wpada do Orzycy w pobliżu wsi Młodzianowo (gmina Płoniawy Bramura). Dolina rzeki z lekko zaznaczonym tarasem zalewowym o szerokości koryta od 100 do 150 m w górnym odcinku, a 500 m w dolnym i ograniczona jest łagodnymi zboczami. W dolnym odcinku rzeki dolinki boczne składają się z licznych meandrów oraz oczek wodnych, co powoduje, że są to tereny podmokłe i zabagnione (Górecka-Gąbka i in., 2017). W miejscowości Karwacz na rzece Morawce zlokalizowany jest zbiornik retencyjny o powierzchni 10,2 ha. Jest on przeznaczony na cele rekreacyjne oraz rolne.

### **5.5 . Obszary chronione**

Teren badań nie leży i ze względu na oddalenie nie wpływa bezpośrednio na istniejące obszary chronione (tj. parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego

krajobrazu, Obszary Natura 2000, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo-krajobrazowe).

Najbliższy obszar chroniony to rezerwat Zwierzyniec położony ok. 9 km na wschód od terenu badań. Celem ochrony jest zachowanie ze względów naukowych i dydaktycznych fragmentu boru mieszanego świeżego, naturalnego pochodzenia, charakterystycznego dla dawnej Puszczy Kurpiowskiej. Na południowy-zachód od lokalizacji terenu badań, w odległości ok. 10,5 km znajduje się Krośnicko-Kosmowski Obszar Chronionego Krajobrazu. Obejmuje on tereny chronione ze względu na wyróżniający się krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach, wartościowe ze względu na możliwość zaspokajania potrzeb związanych z turystyką i wypoczynkiem lub pełnioną funkcją korytarzy ekologicznych. W odległości ok. 1,8 km na wschód oraz 3,6 km na zachód od lokalizacji badań znajdują pomniki przyrody w postaci pojedynczych drzew.

## **5.6 . Budowa geologiczna**

Teren badań zlokalizowany jest na terenie jednego arkusza Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 – arkusz Przasnysz (330).

Stratygraficznie prace prowadzone będą w obrębie osadów czwartorzędowych. Pokrywą osadów czwartorzędowych w obrębie arkusza Przasnysz (330) cechuje skomplikowana budowa i zróżnicowana miąższość utworów, związana z licznymi ruchami lodowca w okresie plejstocenu. Na omawianym obszarze znajdują się osady pochodzące z okresu zlodowacenia najstarszego (podlaskiego), południowopolskiego, środkowopolskiego i północnopolskiego.

Teren badań znajduje się w obrębie występowania plejstocenijskich glin morenowych zlodowacenia środkowopolskiego, stadiu północnomazowieckiego. Gliny zwałowe wykształcone w postaci glin, glin ze żwirem, glin piaszczystych, przewarstwione są piaskami różnoziarnistymi, piaskami gliniastymi. Wyróżnia się dwa poziomy glin zwałowych. Bliżej powierzchni występują gliny brązowe i brązowo-szare, słabozwięzłe z licznymi przewarstwieniami, natomiast na większych głębokościach występują silniej skonsolidowane gliny ciemnobrązowe.

Na podstawie wykonanych badań geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich zauważyć należy, że na analizowanym obszarze strefę przypowierzchniową budują gleba o miąższości 0,1- 0,4 m, a otworami geotechnicznymi 6 i 7 udokumentowano nasyp niekontrolowany do głębokości 0,6 m p.p.t. Poniżej zalegają czwartorzędowe gliny zwałowe wykształcone w postaci glin i glin piaszczystych z domieszką żwirów, oraz piaski gliniaste. Utwory te poprzewarstwiane są piaskami różno-ziarnistymi. Warstwę podścielającą stanowią wodnolodowcowe piaski średnie barwy żółtej i jasnożółtej. Stan gruntów spoistych określono jako twardoplastyczny, plastyczny i miękkoplastyczny. Grunty niespoiste występują w stanie zagęszczonym i średniozagęszczonym.

Lokalizację terenu badań na podkładzie SMGP przedstawiono na załączniku 3.

Na analizowanym obszarze stwierdzono występowanie glin zwałowych zlodowacenia Środkowopolskiego, stadiału północnomazowieckiego, wykształconych w postaci glin i glin piaszczystych. Utwory spoiste podścielone są lub przewarstwiane osadami niespoistymi zlodowacenia, wykształconymi w postaci piasków pylastych z przewarstwieniami osadów spoistych: pyłów, piasku pylastego i piasków średnich.

### **5.7 . Warunki hydrogeologiczne**

W rejonie robót geologicznych brak jest głównego użytkowego piętra wodonośnego (Kubiczek, 1998) (załącznik 4). Wody podziemne, o charakterze infiltracyjnym, na podstawie Objasnień do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski znajdują się na głębokości 2-5 m p.p.t. Zwykle mają one kontakt z wodami powierzchniowymi, jedynie w miejscami występowania glin na powierzchni terenu, są one izolowane. Często spotykane są śródglinowe wkładki i soczewki zawodnionych piasków.

Na analizowanym obszarze, nawiercono jeden czwartorzędowy poziom wód gruntowych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie napięty. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym udokumentowano na głębokości 3,8-4,2 m p.p.t. Zwierciadło wód o charakterze napiętym nawiercono na głębokości 7,7 m p.p.t., stabilizowało się na głębokości 3,8 m p.p.t. Lokalnie w obrębie utworów spoistych zaobserwowano sączenia wód gruntowych.

Poziom czwartorzędowy zasilany jest przez infiltracje opadów atmosferycznych. Lustro wody ulega wahaniom w zależności od ilości opadów lub intensywności roztopów. Zwierciadło wód podziemnych może ulegać wahaniom do 1,0 m.

Zestawienie głębokości nawiercenia oraz ustabilizowania zw. wody zawiera poniższa tabela.

*Tabela 4 Zestawienie głębokości nawiercenia oraz stabilizacji zw. wody*

Numer otworu	Głębokość nawiercenia zw. wody [m] p.p.t.	Głębokość ustabilizowania zw. wody [m] p.p.t.	Sączenia [m] p.p.t.
O-1	3,9	3,9	-
O-2	-	-	3,6
	3,8	3,8	--
	7,7	3,8	
O-3	4,2	4,2	-

Na analizowanym obszarze udokumentowano grunty o różnej przepuszczalności. Zestawienie przepuszczalności gruntów poszczególnych warstw zawiera tabela nr 5. Przepuszczalność gruntów dobrano na podstawie literatury (wg Z. Pazdro) zgodnie z tabelą nr 6.

*Tabela 5 Przepuszczalność gruntów poszczególnych warstw*

Nr war- stwy	Rodzaj gruntu	Grupa przepuszczalności gruntów
IA, IB, IC	Ps, P $\pi$	średnio lub słabo przepuszczalne
IIA, IIB, IIC	G, Gp, Gp+Ż, Pg	półprzepuszczalne

*Tabela 6 Przepuszczalność gruntów (wg Z. Pazdro)*

Rodzaj utworów	Współczynnik fil- tracji k [m/s]	Współczynnik przepuszczalności K[darcy]
<b>Skąły bardzo dobrze przepuszczalne:</b> rumosze, żwiry, pospółki, gruboziarniste i równoziarniste piaski, skały masywne z bardzo gęstą siecią drobnych szczelin	$>10^{-3}$	$>100$
<b>Skąły dobrze przepuszczalne:</b> piaski gruboziarniste, nieco gliniaste, piaski różnoziarniste i średnioziarniste, słabo spojone gruboziarniste piaszkowce, skały masywne z gęstą siecią szczelin	$10^{-4}$ - $10^{-3}$	10-100
<b>Skąły średnio przepuszczalne:</b> piaski drobnoziarniste, równomiernie uziarnione, less	$10^{-5}$ - $10^{-4}$	1-10
<b>Skąły słabo przepuszczalne:</b> piaski pylaste, gliniaste, muły, piaszkowce, skały masywne z rzadką siecią drobnych spękań	$10^{-6}$ - $10^{-5}$	0,1-1
<b>Skąły półprzepuszczalne:</b> gliny, namuły, mułowce, ropy piaszczyste	$10^{-8}$ - $10^{-6}$	0,001-0,1
<b>Skąły nieprzepuszczalne:</b> ropy, iłotupki, gliny zwięzłe, margle ilaste, skały masywne niespękane	$<10^{-8}$	$<0,001$

## 6. Opis i ocena warunków geologiczno-inżynierskich

### 6.1. *Charakterystyka wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich*

W podłożu projektowanego budynku stwierdzono występowanie 6 warstw geologiczno-inżynierskich.

**Warstwa geologiczno-inżynierska nr I** obejmuje plejstoceny niespoiste osady lodowcowe i wodnolodowcowe. W obrębie przedmiotowej warstwy wydzielono następujące warstwy geotechniczne:

**Warstwa IA** piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym o przyjętym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,51$

**Warstwa IB** piaski średnie w stanie zagęszczonym o uśrednionym stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,79$

**Warstwa IC** piaski średnie w stanie bardzo zagęszczonym o przyjętym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,93$

**Warstwa geologiczno-inżynierska nr II** obejmuje plejstoceny spoiste osady lodowcowe i wodnolodowcowe. W obrębie przedmiotowej warstwy wydzielono następujące warstwy geotechniczne:

**Warstwa IIA** glina piaszczysta, glina, glina ze żwirem, pył w stanie miękkoplastycznym o uogólnionym stopniu plastyczności  $I_L=0,55$  - Są to grunty słabonośne

**Warstwa IIB** glina piaszczysta, glina, glina ze żwirem, pył w stanie plastycznym o uogólnionym stopniu plastyczności  $I_L=0,39$  - Są to grunty słabonośne

**Warstwa IIC** glina piaszczysta, glina, glina ze żwirem, pył w stanie twardoplastycznym o uogólnionym stopniu plastyczności  $I_L=0,13$

Graficzne przedstawienie rozprzestrzenienia warstw geotechnicznych jest na przekrojach geologiczno – inżynierskich stanowiących załącznik 7 oraz na kartach otworów w załączniku 5.

### 6.2. *Sposób i kryteria wydzielenia*

Dla opisu warunków geologiczno-inżynierskich podłoża wydzielono 6 warstw geologiczno-inżynierskich. Kryterium wydzielenia był rodzaj gruntu, jego wiek, geneza oraz stan.

### 6.3. Wyznaczanie wartości parametrów charakterystycznych wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich

Parametry gruntów dla warstw geotechnicznych nr IA, IB, IC, IIA, IIB, IIC określono na podstawie badań polowych i laboratoryjnych metoda A (zgodnie z normą PN-B 03020). Dla porównania wyniki zestawiono z parametrami wyznaczonymi metodą B (zgodnie z normą PN-B 03020).

Stopień zagęszczenia ( $I_b$ ) oraz stopień plastyczności ( $I_L$ ) określono na podstawie sondowań CPT'u oraz badań laboratoryjnych. Parametry kąta tarcia ( $\phi$ ), wytrzymałości na ścinanie bez odpływu ( $S_u$ ) oraz edometrycznego modułu ścisłości ( $E_{oed}$ ) wyznaczono na podstawie badań CPT'u. Dla warstwy IIC w otworach nr O-1, O-2 oraz O-3 dodatkowo wyznaczono spójność efektywną ( $c'$ ), efektywny kąt tarcia ( $\phi'$ ), gęstość ( $\rho$ ) oraz edometryczny moduł ścisłości pierwotnej ( $M_0$ ) na podstawie badań laboratoryjnych (zał. 9) – przedstawiono w tabeli poniżej.

*Tabela 7. Wartości parametrów: spójność efektywna ( $c'$ ), efektywny kąt tarcia ( $\phi'$ ) oraz edometryczny moduł ścisłości pierwotnej ( $M_0$ )*

Numer otworu	Rodzaj gruntu	Głębokość próby	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej						Edome- tryczny mo- duł ścisłiw- ości wtórnej	Kąt tarcia wewnętrzny	Spójność
			$M_0$						M	$\phi_u(n)$	$c_u(n)$
			[kPa]							[°]	[kPa]
			0,0-12,5 kPa	12,5-25,0 kPa	25,0-50,0 kPa	50,0-100 kPa	100-200 kPa	200-400 kPa	12,5-50 kPa	-	-
			Badanie laboratoryjne PN-EN ISO 178892-10								
O-1	Gp	1,5-2,5	1 168	2 132	2 980	5 112	8 052	10 295	12 739	26,9	32,5
O-2	Gp	1,5-2,5	1 205	1 799	2 323	4 980	7 769	10 163	16 405	23,8	26,3
O-3	Gp	1,0-2,0	1 205	1 736	2 339	6 203	9 630	11 245	18 707	25,1	37,3

Zestawienie wyprowadzonych wartości parametrów charakterystycznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono poniżej w tabeli 8.

*Tabela 8. Wyprowadzenie wartości parametrów dla warstw geotechnicznych*

Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Symbol konsolidacji	Stan gruntu		Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Moduły					
			Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności				odkształcenia pierwotnego	edometryczny ścisłości pierwotnej	Edometryczny ścisłości wtórnej			
			I <sub>D</sub> (n)	I <sub>L</sub> (n)				ρ(n)	ϕ <sub>u</sub> (n)	c <sub>u</sub> (n)	E <sub>0</sub> (n)	M <sub>0</sub> (n)	M(n)
			-	-				[t/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
I	Gb, Nb	-	parametrów geotechnicznych nie określa się – grunty słabonośne										
IA	Ps	-	0,51	-	1,72 - 2,00	33,06	-	96348	107056	81298			
IB	Pπ, Ps	-	0,79	-	1,78 - 2,04	34,80	-	152012	168914	127335			
IC	Pπ, Ps	-	0,93	-	1,81 - 2,07	35,67	-	186487	207195	155441			
IIA	Gp+Ż, Pg	-	-	0,55	1,98 - 2,06	11,73	20,33	17557	23479	13343			
IIB	G, Gp, Gp+Ż, Pg	-	-	0,39	2,01 - 2,11	14,72	25,08	24161	32239	18362			
IIC	Πp, G, Gp, Gp+Ż, Pg	-	-	0,13	2,06 - 2,20	19,57	34,25	44229	59071	33614			

#### **6.4. Geologiczno-inżynierska charakterystyka i ocena podłoża budowlanego**

Na analizowanym terenie udokumentowano grunty słabonośne. Do grupy gruntów słabonośnych zakwalifikowano grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym (warstwa IIA) i plastycznym (warstwa IIB). Grunty te nie nadają się do celów budowlanych.

Zidentyfikowane grunty pylaste (pyły piaszczyste) charakteryzują się dużą wrażliwością na zmiany zawodnienia. Do gruntów wrażliwych na zmiany zawodnienia należy zaliczyć również piaski gliniaste. Niewielki wzrost wilgotności może powodować pogorszenie parametrów geotechnicznych wymienionych warstw.

Grunty pylaste mogą być również tiksotropowe – ulegają uplastycznieniu pod wpływem gwałtownie narastających obciążeń lub wibracji.



### **6.5. *Przedstawienie występujących zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych i przekształceń antropogenicznych wraz z oceną wielkości wpływu tych procesów na realizację obiektu***

Deformacje filtracyjne gruntu to trwałe odkształcenie lub zmiana struktury gruntu wywołana działaniem siły ciśnienia hydrodynamicznego; w wyniku tych oddziaływań cząsteczki w gruncie poruszają się oddzielnie lub masowo. Wyróżniamy tu: mechaniczną sufozję gruntu, mechaniczną kolmatację gruntu, przemieszczanie się cząstek, wyparcie gruntu oraz procesy chemiczne (rozpuszczanie lub odkładanie).

W podłożu obiektów i w jego sąsiedztwie nie stwierdzono zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych i przekształceń antropogenicznych. Jedyne przekształcenia antropogeniczne występują lokalnie w podłożu i są to nasypy antropogeniczne.

### **6.6. *Ocena stopnia złożoności podłoża i kategoria geotechniczna***

Na analizowanym terenie, z uwagi na obecność gruntów słabonośnych, występują złożone warunki gruntowe.

Kategorię geotechniczną w myśl Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r., poz. 463) określi projektant obiektu budowlanego.

## **7. Ocena przydatności gruntów z wykopów do ponownego wykorzystania**

W podłożu występują grunty spoiste, których nie zaleca się do ponownego wykorzystania.

## **8 Informacja o lokalizacji, zasobach i jakości złóż kruszyw naturalnych**

Obszar nie znajduje się w obrębie obszaru i terenu górniczego. Najbliższe złożo to złożo kruszywa naturalnego Mchowo oddalone około 8,9 km na północny-wschód od terenu badań.

## **9 Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich**

Rozpatrywany rejon znajduje się w geologicznie stabilnym terenie. Intensywne opady atmosferyczne lub roztopy mogą spowodować zmiany warunków plastyczności gruntów wrażliwych na zmiany wilgotności (pyły, piaski gliniaste).

Z uwagi na tiksotropie gruntów pylastych, przy wykorzystaniu metod uderowych i wibracyjnych (np. pale wbijane lub wwibrowywane), grunty te mogą ulegać uplastycznieniu.

## **10. Wpływ projektowanej inwestycji na środowisko**

Na etapie realizacji inwestycji możliwe są jedynie krótkotrwałe oddziaływania o charakterze lokalnym spowodowane przede wszystkim pracą sprzętu budowlanego. W okresie prac wykonawczych będą dominowały oddziaływania bezpośrednie, głównie o krótkotrwałym charakterze. W trakcie budowy wystąpi wzmożony hałas, znikoma emisja substancji zanieczyszczających do powietrza oraz oddziaływanie na środowisko gruntowo-wodne i przyrody ożywionej. Powyższe uciążliwości będą miały charakter przemijający, niegenerujący zasadniczych zmian stanu środowiska oraz nieograniczający funkcjonowania poszczególnych jego komponentów.

Teren planowanej inwestycji nie znajduje się na obszarze Natura 2000 ani na innym obszarze objętym ochroną.

## **11. Wskazania dotyczące sposobów posadowienia obiektu budowlanego**

Na badanym terenie, w większości stwierdzono warunki wodno-gruntowe nadające się do bezpośredniego posadowienia. Niewielkich zabiegów wzmacniających podłoże wymagają obszary występowania słabonośnych gruntów spoistych opisanych poniżej.

## **12. Określenie metod wzmocnienie podłoża gruntowego**

W podłożu projektowanego obiektu udokumentowano słabonośne warstwy gruntów spoistych: IIA i IIB. Słabonośne grunty spoiste wymagać będą wymiany lub zastosowania metod wzmacniających podłoże. Gleba zostanie usunięta przy głębieniu wykopu. Z uwagi na tiksotropie gruntów pylastych nie należy stosować metod uderowych i wibracyjnych (np. pale wbijane lub wwibrowywane). Metody wzmocnienia podłoża gruntowego w obrębie występowania słabonośnych warstw gruntów spoistych IIA i IIB dokona Projektant inwestycji.

### **13. Zalecenia dotyczące zakresu i sposobu prowadzenia monitoringu**

Teren planowanej inwestycji nie znajduje się na obszarze Natura 2000 ani na innym obszarze objętym ochroną. Brak jest również roślinności wysokiej, wobec czego nie zachodzi potrzeba prowadzenia monitoringu przyrodniczego.

Z uwagi na występowanie zwierciadła wód gruntów poniżej głębokości posadowienia projektowanej inwestycji, w ramach prac budowlanych nie planuje się odwodnienia wykopu budowlanego, wobec czego nie zachodzi potrzeba prowadzenia monitoringu hydrogeologicznego. W przypadku wystąpienia zwierciadła wód podziemnych powyżej dna wykopu i związanym z tym odwodnieniem budowlanym, zaleca się monitoring najbliższych obiektów budowlanych, kontrolę rys i spękań na tych obiektach, a także wykonanie piezometrów monitoringowych w sąsiedztwie obiektów, w celu monitoringu wielkości depresji w wykopie oraz zasięgu wytworzonego leja depresji.

### **14. Uwagi do części graficznej dokumentacji**

W części graficznej dokumentacji nie zamieszczono następujących map:

1. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami – teren badań znajduje się poza obszarami zagrożonymi podtopieniami
2. Mapa geologiczno -inżynierska – dokumentowane są niewielkie, pojedyncze obiekty budowlane, a jej treść jest zgodna z mapą warunków budowlanych.

## 15. Podsumowanie i wnioski

1. Dokumentację geologiczno-inżynierską dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby budownictwa na terenie działki nr ewid. 203/5, obręb: 0033 Sierakowo, pow. przasnyski, woj. mazowieckie wykonano w HPC POLGEOL Spółka Akcyjna., 03-908 Warszawa, ul. Berezyńska 39, na zlecenie Politechniki Warszawskiej, Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa, 00-665 Warszawa, ul. Nowowiejska 24.
2. W ramach realizacji projektowanych robót wykonano: 3 otwory o głębokości 8,0 m, o łącznym metrażu 24 mb, 3 sondowania statyczne CPT'u do głębokości 6,5 – 8,0 m o łącznym metrażu 21,2 mb. Wykonano także analizy laboratoryjne: analizy sitowe, areometryczne, granic konsystencji, wilgotności naturalnej, badania kąta tarcia wew. i spójności oraz badania edometryczne.
3. Wykorzystano również materiały archiwalne postaci map geologicznych i hydrogeologicznych oraz Opinii geotechnicznej.
4. Analizowany teren zbudowany jest z utworów czwartorzędowych.
5. W trakcie robót terenowych udokumentowano czwartorzędowy poziom wodonośny o zwierciadle swobodnym lub napiętym.
6. Na analizowanym terenie, z uwagi na występowanie gruntów słabonośnych, występują **złożone warunki gruntowe**.
7. Kategorię geotechniczną w myśl Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 r., poz. 463) określi projektant obiektu budowlanego.
8. Do projektowania zaleca się przyjąć najmniej korzystne wartości parametrów geotechnicznych.
9. Zidentyfikowane grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym, plastycznym i twardoplastycznym (gliny, gliny piaszczyste, piaski gliniaste) charakteryzują się dużą wrażliwością na zmiany zawodnienia. Grunty spoiste wrażliwe są na zmiany wilgotności (ulegają uplastycznieniu pod wpływem dodatkowego nawodnienia) oraz na drgania (pod wpływem np. maszyn budowlanych). Podczas prac ziemnych oraz fundamentowych proponuje się zabezpieczenie gruntów przed dodatkowym nawodnieniem oraz stagnacją wody w wykopach. Należy pamiętać również o ochronie gruntów spoistych przed przemarzaniem (grunty bardzo wysadzinowe).

10. Grunty w dnie wykopu nadają się do bezpośredniego posadowienia po wcześniejszym wzmocnieniu podłoża przez zagęszczenie gruntów niespoistych i wymianę plastycznych i miękkoplastycznych gruntów spoistych.
11. W celu zachowania pierwotnej struktury gruntu w poziomie posadowienia ostatnie 10 – 20 centymetrów wykopu należy wykonać ręcznie lub koparkami wyposażonymi w gładkie tyłki tak aby nie rozluźnić gruntu na dnie.
12. Wykonane otwory badawcze dają punktowe rozpoznanie podłoża.
13. Zwierciadło wody może ulegać wahaniom w zależności od intensywności opadów lub okresów roztopowych.
14. Wykopy fundamentowe najlepiej wykonać w porze suchej, tj. przy stanach niskich wód gruntowych. Zwraca się jednocześnie uwagę, że utwory spoiste zalegające w podłożu projektowanego obiektu są gruntami wysadzinowymi, wrażliwymi na zawilgocenie oraz przesuszenie i przemarzanie, wobec czego w trakcie robót należy zabezpieczyć je przed tymi czynnikami.

## **16. Spis literatury, materiałów archiwalnych i aktów prawnych**

1. Bałuk A., 1982 r., – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Przasnysz (330) wraz z objaśnieniami. PIG – PIB, Warszawa;
2. Kondracki J., 2001 r. - Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
3. Korona W., Dominiak S., 2010 – Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Przasnysz (330), PIG – PIB, Warszawa;
4. Kubiczek I., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Przasnysz (330) wraz z objaśnieniami, PIG – PIB, Warszawa.;
5. Myślińska E., Laboratoryjne badania gruntów, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 1992 r.;
6. Wichowska A., 2020 - OPINIA GEOTECHNICZNA określająca przydatność gruntów na potrzeby budownictwa na terenie działki nr ewid. 205/3, obręb: 0033, HPC-POLGEOL S.A., Warszawa;
7. Wichowska A., Słonina Ł., Bielecki P., 2020 - PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby budownictwa na terenie działki nr ewid. 203/5, obręb: 0033 Sierakowo, HPC-POLGEOL S.A., Warszawa;
8. Wiłun Z., Zarys geotechniki - Warszawa 2000 r.;
9. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2017 r. poz. 2126 z późniejszymi zmianami);

10. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2018 r., poz. 142, z późniejszymi zmianami);
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji* (Dz. U. z 2015 poz. 964);
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016 poz. 2033);
13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji* (Dz. U. Nr 288 poz. 1696).