

Spis treści

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	3
2. PODSTAWY MERYTORYCZNE I WYKORZYSTANE MATERIAŁY	3
3. CHARAKTERYSTYKA BADANEGO TERENU	3
4. OPIS WYKONANYCH BADAŃ.....	4
4.1. <i>Prace geodezyjne</i>	4
4.2. <i>Prace terenowe</i>	4
4.3. <i>Prace kameralne</i>	5
5. WYNIKI BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	5
5.1. <i>Budowa geologiczna</i>	5
5.2. <i>Charakterystyka warunków hydrogeologicznych</i>	6
5.3. <i>Charakterystyka podłoża budowlanego</i>	6
6. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA	9
7. WNIOSKI	10

Spis załączników

- ZAŁĄCZNIK 1. MAPA DOKUMENTACYJNA
- ZAŁĄCZNIK 2. KARTY DOKUMENTACYJNE WIERCEŃ BADAWCZYCH
- ZAŁĄCZNIK 3. WYNIKI SONDOWAŃ STATYCZNĄ SONDĄ WCISKANĄ CPT
- ZAŁĄCZNIK 4. PRZEKROJE GEOTECHNICZNE

1. Cel i zakres opracowania

Celem prac i badań geotechnicznych, których wyniki zestawiono w niniejszym opracowaniu było rozpoznanie geotechnicznych warunków posadowienia występujących w podłożu działek budowlanych utworzonych z podziału działek oznaczonych numerami ewidencyjnymi 6/8 oraz 6/14 z obrębu PGR Urszulin, zlokalizowanych na terenie miejscowości Urszulin, gmina Grodzisk Mazowiecki a także ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb budowlanych

Dla potrzeb oceny nośności podłoża gruntowego analizowanego terenu niezbędne było określenie: rodzaju i stanu gruntów stanowiących podłoże budowlane, wartości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych wydzielonych warstw geotechnicznych oraz głębokości stabilizowania się zwierciadła wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego.

Opracowanie wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Rozpoznanie warunków wodno-gruntowych przeprowadzono z dokładnością wymaganą dla drugiej kategorii geotechnicznej.

2. Podstawy merytoryczne i wykorzystane materiały

W trakcie opracowywania dokumentacji wykorzystano następujące materiały:

- Plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1 : 2 500,
- Profile archiwalnych wierceń badawczych zlokalizowanych w sąsiedztwie analizowanego obszaru zgromadzone w Archiwum Wierceń Geologiczno-Inżynierskich Państwowego Instytutu Geologicznego.
- *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polskie w skali 1 : 50 000*, arkusz Grodzisk Mazowiecki,
- *Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, arkusz Warszawa Zachód,
- Z. Sarnacka. „*Stratygrafia osadów czwartorzędowych Warszawy i okolic*”. Warszawa 1992 r.,
- L. Lindner: „*Czwartorzęd. Osady, metody badań, stratygrafia*”. Wydawnictwo PAE. Warszawa, 1992 r.,
- W.C. Kowalski: „*Regionalna geologia inżynierska Polski*”. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1978 r.,
- Wyniki badań i obserwacji terenowych wykonanych w maju 2016 r.,
- Normy PN-EN 1997-2 i PN-EN 1997-1 2008 cz. 1 oraz pokrewne normy gruntowe.

3. Charakterystyka badanego terenu

Analizowany teren pod względem administracyjnym jest zlokalizowany na terenie miejscowości Urszulin, gmina Grodzisk Mazowiecki, w powiecie grodziskim. Działki budowlane, na których planuje się realizację obiektów usługowo-sportowych wyodrębniono w wyniku podziału z działek o numerach ewidencyjnych 6/8 oraz 6/14, z obrębu PGR Urszulin.

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski analizowany teren znajduje się na obszarze Równiny Łowicko-Błońskiej, stanowiącej zdenudowaną powierzchnię akumulacji lodowcowej,

uformowaną zasadniczo w wyniku procesów peryglacialnych zachodzących w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Pod względem geologicznym przedmiotowe działki są położone na terenie płaskiej wysoczyzny lodowcowej, powstałej w okresie zlodowacenia Warty, zaliczanej do zlodowaceń środkowopolskich.

Powierzchnia badanego terenu jest wyrównana, przy czym wykazuje niewielkie nachylenie w kierunku północnym. Deniwelacje powierzchni w obrębie omawianego terenu dochodzą do ok. 3,7 – 3,8 m. Rzędne terenu zmieniają się od 131,4 m n.p.m. w bezpośrednim sąsiedztwie rowu melioracyjnego znajdującego się w północno-zachodniej części analizowanego terenu do ok. 135,1 – 135,2 m n.p.m. w części południowej.

Aktualnie na dominującej części przedmiotowego terenu znajdują się nieużytki oraz - w części północno-zachodniej – grunty rolne.

4. Opis wykonanych badań

4.1. Prace geodezyjne

Lokalizację punktów dokumentacyjnych wykonano metodą linearnych, geodezyjnych domiarów prostokątnych dowiązując się do granic nieruchomości gruntowych wyznaczonych przez paliki oraz słupki geodezyjne. Wykorzystano również lokalizator GPS.

Rzędne powierzchni terenu w rejonie wykonanych wierceń badawczych określono metodą interpolacji na podstawie planu sytuacyjno-wysokościowego. Uproszczenie takie było możliwe z uwagi na niewielkie zróżnicowanie morfologii omawianego obszaru.

4.2. Prace terenowe

Dla potrzeb niniejszego opracowania wykonano 7 wierceń badawczych do głębokości 4,0 m p.p.t. zlokalizowanych w rejonach projektowanej infrastruktury a także 4 wiercenia badawcze do głębokości 8,0 m p.p.t., rozmieszczone w rejonie lokalizacji projektowanego budynku. Łącznie przewiercono 60,0 mb profilu gruntowego. Odwierty głębiono metodą obrotową przy wykorzystaniu zestawu małośrednicowych próbników przelotowych. Pozyskane próbki gruntów poddawano analizie makroskopowej dla oznaczania rodzaju i wilgotności gruntów podłoża. Stan utworów spoiстых oznaczano na podstawie wskazań penetrometru wciskowego. Po osiągnięciu docelowej głębokości otworów badawczych dokonano pomiarów poziomu stabilizowania się ustalonego zwierciadła wód gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej, a następnie odwierty zlikwidowano poprzez wypełnienie urobkiem z zachowaniem naturalnej sekwencji warstw gruntowych.

W celu rozpoznawania stanu oraz charakterystyki wytrzymałościowej gruntów zalegających w podłożu projektowanego budynku dodatkowo przeprowadzono 2 sondowania statyczną sondą wciskaną CPT. Z uwagi na występowanie serii bardzo zagęszczonych osadów niespoistych generujących bardzo duży opór podczas wciskania końcówki pomiarowej sondowania CPT przeprowadzono do głębokości 5,0 – 9,0 m p.p.t. Łączny metraż sondowań statycznych wynosi 14,0 mb. Interpretacja ilościowa sondowań CPT obejmowała obliczenie:

- ✓ stopnia plastyczności I_L dla gruntów spoiстых zgodnie z formułą

$$I_L = A - 0,5 \cdot \log(q_c - \sigma'_{vo})$$

gdzie: q_c – pomierzony opór na stożku,

σ'_{vo} – pionowe efektywne naprężenie geostatyczne,

A - współczynnik zależy od rodzaju gruntu – przyjęto 0,35.

- ✓ stopnia zagęszczenia I_D dla gruntów niespoistych (formuła Baldi, 1986)

$$I_D = 0,42 \cdot \ln(q_c / (248 \cdot \sigma'_{vo})^{0,55})$$

- ✓ wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu S_u (Schmertmann, 1978)

$$S_u - (q_c - \sigma_{vo}) / N_{kt}, \text{ przyjęto } N_{kt} = 4 \cdot q_c + 8$$

- ✓ modułu ściśliwości M dla naprężenia *in situ* (Senneset, 1989)

$$M = \alpha \cdot q_c, \text{ gdzie } \alpha - \text{współczynnik zależny od rodzaju gruntu, przyjęto } 10$$

- ✓ kąta tarcia wewnętrznego ϕ' (Schmertmann, 1978)

$$\phi' = 0,125 \cdot I_D + 27 \text{ (dla piasków średnich)}$$

Rozmieszczenie punktów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej prezentowanej w załączniku 1. Karty dokumentacyjne wierceń badawczych zamieszczono w załączniku 2, natomiast profile sondowań statycznych – w załączniku 3.

4.3. Prace kameralne

Prace kameralne objęły analizę dostępnych materiałów archiwalnych, wyników prac i obserwacji terenowych a także graficzne i tekstowe opracowanie dokumentacji.

5. Wyniki badań podłoża gruntowego

5.1. Budowa geologiczna

Analizowane działki budowlane, na których planuje się realizację infrastruktury sportowej oraz budynku są położone w obrębie zdenudowanej wysoczyzny morenowej, której powierzchnia została zasadniczo uformowana w wyniku procesów peryglacjalnych zachodzących w okresie zlodowacenia północnopolskiego.

W podłożu projektowanej inwestycji, poniżej przypowierzchniowej warstwy holocenijskich osadów organicznych, tworzących próchniczy poziom glebowy, zalegają plejstocenijskie, rodzime grunty mineralne o genezie wodnolodowcowej, zastoiskowej oraz morenowej, powiązane ze zlodowaceniami środkowopolskimi.

Przy powierzchni omawianego terenu stwierdzono obecność ciągłej warstwy **gruntów organicznych**, stanowiących próchniczy poziom glebowy. Pod względem litologicznym są to piaszczyste oraz gliniaste grunty próchnicze, których grubość waha się od 0,3 do 0,4 m.

Holocenijskie osady organiczne są podścielone przez lokalnie występującą serię plejstocenijskich, **sypkich gruntów wodnolodowcowych górnych**, które sedymentowały w czasie deglacjacji lądolodu zlodowacenia Warty. Górne osady fluwioglacjalne są reprezentowane przez piaski różnoziarniste, tworzące warstwę o grubości nie przekraczającej 0,8 m.

Bezpośrednie podłoże górnych utworów wodnolodowcowych stanowią miejscami **spoiste, górne grunty zastoiskowe** zlodowacenia Warty, wykształcone w postaci pyłów, glin pylastych i glin pylastych zwięzłych. Ich maksymalna grubość dochodzi do 0,7 m.

Górne piaski wodnolodowcowe a także młodsze osady zastoiskowe są podścielone przez kompleksu **gruntów morenowych** (glin zwałowych) zlodowacenia Warty. Utwory lodowcowe tego zlodowacenia są reprezentowane przez naprzemianległe grunty spoiste (pospółki gliniaste, piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny piaszczyste zwięzłe) oraz grunty sypkie (piaski różnoziarniste).

Mięszczość kompleksu glin zwałowych zlodowacenia Warty charakteryzuje się dużą zmiennością, osiągając maksymalnie ponad 3,0 m.

Osady morenowe związane ze zlodowaceniem Warty zalegają na serii **sypkich gruntów wodnolodowcowych dolnych**, które zostały osadzone w trakcie transgresji lądolodu. Dolne utwory fluwioglacjalne są wykształcone w postaci piasków o dużym zróżnicowaniu składu granulometrycznego. Obecność dolnych piasków fluwioglacjalnych stwierdzono w podłożu południowo-zachodniej części badanego terenu, gdzie miejscami osiągają miąższość przekraczającą 2,8 m.

W czasie transgresji lądolodu zlodowacenia Warty doszło także do sedymentacji **spoistych, dolnych gruntów zastoiskowych**. Starsze utwory o genezie zastoiskowej są reprezentowane przez pyły piaszczyste, pyły i gliny pylaste. Ich strop rozpoznano na głębokości 0,7 – 3,7 m p.p.t. a grubość przewarstwień zastoiskowych pyłów i glin pylastych dolnych lokalnie osiąga nieco ponad 1,6 m.

Kompleks plejstocenijskich osadów mineralnych związanych ze zlodowaceniem Warty jest podścielony przez serię **glin zwałowych** zlodowacenia Odry, wykształconych w postaci glin piaszczystych, piasków gliniastych i pospółek gliniastych, przechodzących ku spągowi w zaglinione pospółki oraz piaski różnoziarniste. Strop kompleksu utworów lodowcowych zlodowacenia Odry rozpoznano na głębokości 0,9 – 2,6 m p.p.t. a ich łączna miąższość przekracza 7,1 m. W wykonanych odwiertach badawczych nie osiągnięto spągu osadów morenowych starszego zlodowacenia.

Poniżej głębokości 1,0 – 2,1 m p.p.t. sypkie osady o genezie fluwioglacjalnej oraz morenowej są nawodnione i tworzą warstwę wodonośną pierwszego poziomu wód podziemnych.

5.2. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W podłożu analizowanego terenu, w strefie głębokości do 8,0 m p.p.t. stwierdzono obecność jednego poziomu wód gruntowych.

Warstwę wodonośną budują osady sypkie o dużej zmienności uziarnienia a tym samym różnej wodoprzepuszczalności. Zwierciadło wód podziemnych lokalnie ma charakter naporowy a warstwę napinającą tworzą półprzepuszczalne, spoiste grunty morenowe oraz gliny i pyły zastoiskowe. Ustalone zwierciadło wód gruntowy stabilizuje się na głębokości zmieniającej się od 1,00 do 2,1 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 129,75 do 133,50 m n.p.m. Infiltracja wód podziemnych odbywa się w kierunku północnym i północno-zachodnim, w stronę rowu melioracyjnego przebiegającego w północno-zachodniej części analizowanego obszaru. Rów melioracyjny stanowi lokalną bazę drenażową stabilizując jednocześnie poziom zwierciadła wód gruntowych. Poziom zwierciadła wód podziemnych określony w wykonanych wierceniach badawczych jest zbliżony do stanu średniego.

W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych oraz szybkiego topnienia pokrywy śniegowej wody opadowe i roztopowe infiltrujące od powierzchni terenu mogą okresowo gromadzić się w obniżeniach powierzchni stropowej półprzepuszczalnych, spoistych osadów lodowcowych i zastoiskowych, tworząc poziom wód zawieszonych.

5.3. Charakterystyka podłoża budowlanego

Na podstawie przeprowadzonej analizy genezy oraz zróżnicowania stanu i litologii gruntów, w podłożu analizowanych działek budowlanych, w strefie głębokości do 8,0 m p.p.t., wyodrębniono dziewięć zasadniczych serii geotechnicznych, charakteryzujących się odmiennymi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz odkształceniowych. Przy określaniu wartości parametrów geotechnicznych dla gruntów sypkich jako parametr wiodący przyjęto stopień zagęszczenia I_D , natomiast dla gruntów spoistych – stopień plastyczności I_L oznaczone na podstawie parametrów sondowań CPT.

CHARAKTERYSTYKA WARSTW GEOTECHNICZNYCH:

I warstwę geotechniczną tworzą holocenijskie **grunty organiczne**, stanowiące próchniczy poziom glebowy i zalegające w strefie przypowierzchniowej w formie ciągłej warstwy o grubości 0,3 – 0,4 m. Utwory organiczne są reprezentowane przez piaszczyste i gliniaste grunty próchnicze. Słabe zagęszczenie a także duża zawartość substancji organicznej pochodzenia roślinnego powodują, iż osady organiczne są kwalifikowane do grupy gruntów nienośnych, które należy w całości usunąć z podłoża fundamentów projektowanych budynków a także dróg dojazdowych i parkingów. W razie konieczności w miejsce usuniętych utworów próchnicznych zaleca się wbudowanie budowlanych nasypów piaszczysto-żwirowych lub piaszczystych, formowanych warstwami o grubości uzależnionej od stosowanego sprzętu zagęszczającego (zwykle nie więcej niż 0,2 – 0,3 m) i zagęszczonego do osiągnięcia wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia I_s .

II serię geotechniczną stanowią plejstocenijskie, **sypkie grunty wodnolodowcowe górne**, osadzone podczas deglacjacji lądolodu zlodowacenia Warty i znajdujące się w stanie **średnio zagęszczonym**. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia I_D wynosi 0,60. Pod względem litologicznym są to piaski różnoziarniste. Górne utwory fluwioglacjalne zalegają bezpośrednio pod przypowierzchniową warstwą osadów organicznych, tworząc warstwę o grubości dochodzącej do 0,8 m, której spąg nawiercono na głębokości 0,7 – 1,2 m p.p.t. Średnio zagęszczone piaski wodnolodowcowe cechują się stosunkowo wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych. Jednocześnie są to osady kwalifikowane do grupy gruntów niewysadzinowych. Ze względu na naturalne zróżnicowanie składu granulometrycznego w obrębie serii górnych utworów fluwioglacjalnych wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- **Ila warstwa geotechniczna** obejmuje średnio zagęszczone **piaski drobnoziarniste i pylaste** o genezie wodnolodowcowej.
- **IIb warstwa geotechniczna** obejmuje wodnolodowcowe **piaski średnioziarniste** w stanie średnio zagęszczonym.

III warstwę geotechniczną budują **spójne, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe** zlodowacenia Warty, wykształcone w postaci pyłów, glin pylastych i glin pylastych zwięzłych. Górne, nieskonsolidowane osady o genezie zastoiskowej występują sporadycznie, bezpośrednio pod przypowierzchniową warstwą utworów organicznych, w formie warstwy o grubości nie przekraczającej 0,7 m (otw. 5). Uogólniona wartość stopnia plastyczności I_L jest równa 0,20. Spójne, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie twaroplastycznym cechują się przeciętnymi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych a jednocześnie są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych, które w strefie przemarzania sprzyjają powstawaniu deformacji mrozowych (wysadzin).

IV seria geotechniczna jest zbudowana z **sypkich gruntów morenowych** zlodowacenia Warty, znajdujących się w stanie **średnio zagęszczonym**, dla których uśredniona wartość stopnia zagęszczenia I_D jest równa 0,60. Sypkie utwory lodowcowe młodszego zlodowacenia są wykształcone w postaci często zaglinionych piasków różnoziarnistych. Osady te zalegają w obrębie kompleksu glin zwałowych zlodowacenia Warty w formie przewarstwień o grubości dochodzącej do 1,7 m. Średnio zagęszczone piaski morenowe charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz niewielką odkształcalnością. Z uwagi na obserwowane zróżnicowanie składu granulometrycznego w obrębie serii sypkich gruntów lodowcowych zlodowacenia Warty wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- **IVa warstwa geotechniczna** obejmuje średnio zagęszczone **piaski drobnoziarniste** o genezie morenowej.

- **IVb warstwa geotechniczna** obejmuje lodowcowe **piaski średnio- i gruboziarniste**, znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym.
- V serię geotechniczną** budują **spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe** zlodowacenia Warty, reprezentowanych przez pospółki gliniaste, piaski gliniaste oraz gliny piaszczyste i gliny piaszczyste zwięzłe z domieszką żwirów. Strop spoistych osadów lodowcowych nawiercono na głębokości zmieniającej się od 0,3 do 1,2 m p.p.t. a ich miąższość maksymalna przekracza 3,7 m (otw. 4). Spoiste osady morenowe zlodowacenia Warty cechują się stosunkowo wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz przeciętną odkształcalnością. Piaski gliniaste i gliny piaszczyste są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych. Z uwagi na naturalną zmienność konsystencji w obrębie serii spoistych osadów morenowych zlodowacenia Warty wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:
 - **Va warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, występujące w stanie **plastycznym**, dla których uśredniona wartość stopnia plastyczności I_L jest równa 0,40.
 - **Vb warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, znajdujące się w stanie **twardoplastycznym**. Uogólniona wartość stopnia plastyczności I_L wynosi 0,20.
- VI seria geotechniczna** jest zbudowana z plejstoceniowych, **sypkich gruntów wodnolodowcowych dolnych**, występujących w stanie **zagęszczonym**. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia I_D wynosi 0,70. Strop serii dolnych osadów fluwioglacjalnych rozpoznano w podłożu południowo-zachodniej części analizowanego terenu na głębokości 0,9 – 3,0 m p.p.t. Zagęszczone piaski wodnolodowcowe cechują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz niewielką odkształcalnością. Z uwagi na naturalne zróżnicowanie składu granulometrycznego w obrębie serii sypkich osadów fluwioglacjalnych dolnych wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:
 - **VIa warstwa geotechniczna** obejmuje wodnolodowcowe **piaski drobnoziarniste** oraz **piaski pylaste**, znajdujące się w stanie zagęszczonym.
 - **VIb warstwa geotechniczna** obejmuje zagęszczone **piaski średnioziarniste** o genezie wodnolodowcowej.
- VII serię geotechniczną** tworzą **spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe**, reprezentowane przez pyły piaszczyste, pyły oraz gliny pylaste. Ich obecność stwierdzono miejscami na głębokości przekraczającej 0,7 – 3,7 m p.p.t. Skonsolidowane utwory zastoiskowe cechują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych. Pyły i gliny pylaste są zaliczane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych. Naturalne zróżnicowanie konsystencji stanowiło podstawę wyodrębnienia w obrębie serii skonsolidowanych utworów zastoiskowych dwóch warstw geotechnicznych:
 - **VIIa warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe zlodowacenia Warty, występujące w stanie **plastycznym**, dla których uśredniona wartość stopnia plastyczności I_L jest równa 0,35.
 - **VIIb warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe, znajdujące się w stanie **twardoplastycznym**. Uśredniona wartość stopnia plastyczności I_L wynosi 0,20.
- VIII serię geotechniczną** stanowią **spoiste, skonsolidowane grunty morenowe** zlodowacenia Odry, wykształcone w postaci pospółek gliniastych, piaszków gliniastych, glin piaszczystych, glin piaszczystych zwięzłych i glin zwięzłych. Strop spoistych utworów lodowcowych starszego zlodowacenia nawiercono na głębokości zmieniającej się od 0,9 do 6,5 m p.p.t. a ich miąższość maksymalna przekracza 7,1 m. Skonsolidowane grunty morenowe

charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych a także niewielką odkształcalnością a jednocześnie są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych. Ze względu na obserwowaną zmienność konsystencji w obrębie serii spoistych osadów lodowcowych zlodowacenia Odry wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- ✓ **VIIIa warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, skonsolidowane grunty morenowe, występujące w stanie **plastycznym**. Uogólniona wartość stopnia plastyczności I_L wynosi 0,30.
- ✓ **VIIIb warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, skonsolidowane grunty morenowe, znajdujące się w stanie **twardoplastycznym**, dla których uśredniona wartość stopnia plastyczności I_L osiąga 0,20. Spoiste utwory lodowcowe w stanie twardoplastycznym dominują w obrębie kompleksu glin zwałowych zlodowacenia Odry.

IX serię geotechniczną tworzą sypkie grunty morenowe zlodowacenia Odry, występujące w stanie **zagęszczonym**, reprezentowane przez osady piaszczyste i piaszczysto-żwirowe o dużej zmienności uziarnienia. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia I_D jest równa 0,80. Zagęszczone piaski i pospółki lodowcowe charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz bardzo małą ściśliwością. Naturalna zmienność składu granulometrycznego obserwowana w obrębie serii sypkich osadów morenowych zlodowacenia Odry stanowiła podstawę do wydzielenia trzech warstw geotechnicznych:

- **IXa warstwa geotechniczna** obejmuje zagęszczone **piaski drobnoziarniste** o genezie lodowcowej.
- **IXb warstwa geotechniczna** obejmuje morenowe **piaski średnio- i gruboziarniste**, znajdujące się w stanie zagęszczonym.
- **IXc warstwa geotechniczna** obejmuje **pospółki** morenowe w stanie zagęszczonym.

Wartości charakterystyczne parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów podłoża zawiera tabela 1.

Przestrzenny układ warstw geotechnicznych wydzielonych w podłożu analizowanych działek budowlanych przedstawiono na profilach wierceń badawczych zamieszczonych w załączniku 2 oraz przekrojach geotechnicznych prezentowanych w załączniku 4.

6. Geotechniczne warunki posadowienia

Warunku geotechniczne występujące na terenie działek budowlanych powstałych w wyniku podziału działek nr 6/8 oraz 6/14 z obrębu PGR Urszulin, znajdujących się w miejscowości Urszulin, gmina Grodzisk Mazowiecki, mogą być uznane za korzystne. W strefie przypowierzchniowej analizowanego terenu zalega ciągła warstwa nienośnych gruntów organicznych, stanowiących próchniczy poziom glebowy o grubości nie przekraczającej 0,3 – 0,4 m, podścielona przez nośne, rodzime grunty mineralne o genezie wodnolodowcowej, zastoiskowej oraz morenowej, charakteryzujące się stosunkowo wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych, co umożliwia bezpośrednie posadowienie fundamentów typowych obiektów budowlanych.

Warstwę wodonośną pierwszego poziomu wód podziemnych budują osady sypkie o genezie wodnolodowcowej i morenowej, cechujące się dużą zmiennością uziarnienia a tym samym dużym zróżnicowaniem wodoprzepuszczalności. Zwierciadło wód gruntowych lokalnie ma charakter naporowy a warstwę napinającą tworzą półprzepuszczalne, spoiste grunty morenowe oraz gliny i pyły zastoiskowe. Ustalone zwierciadło wód gruntowy stabilizuje się na głębokości zmieniającej się od 1,0 do 2,1 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 129,75 do 133,50 m n.p.m. Infiltracja wód podziemnych odbywa się

w kierunku północnym i północno-zachodnim, w stronę rowu melioracyjnego przebiegającego w północno-zachodniej części analizowanego obszaru. Rów melioracyjny stanowi lokalną bazę drenażową stabilizując jednocześnie poziom zwierciadła wód gruntowych. Poziom zwierciadła wód podziemnych określony w wykonanych wierceniach badawczych jest zbliżony do stanu średniego.

W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych oraz szybkiego topnienia pokrywy śniegowej wody opadowe i roztopowe infiltrujące od powierzchni terenu mogą okresowo gromadzić się w obniżeniach powierzchni stropowej półprzepuszczalnych, spoistych osadów lodowcowych i zastoiskowych, tworząc poziom wód zawieszonych.

Osady organiczne wyodrębnione jako I warstwa geotechniczna, budujące przy powierzchni analizowanego terenu warstwę o grubości dochodzącej do 0,4 m cechują się niskimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz dużą odkształcalnością a w związku z tym muszą być w całości usunięte z podłoża fundamentów projektowanych budynków a także dróg dojazdowych i parkingów. W miejsce usuniętych utworów próchnicznych zaleca się wbudowanie budowlanych nasypów piaszczysto-żwirowych lub piaszczystych, formowanych warstwami o grubości uzależnionej od stosowanego sprzętu zagęszczającego (zwykle nie więcej niż 0,2 – 0,3 m) i zagęszczonego do osiągnięcia wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia I_s .

Do obliczeń konstrukcyjnych fundamentów należy wykorzystać wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych określone na podstawie wartości charakterystycznych prezentowanych w tabeli 1. W przypadku braku takich obliczeń, przy wymiarowaniu powierzchni ław fundamentowych posadowionych w obrębie rodzimych gruntów mineralnych, obciążonych statycznie, osiowo i zagłębionych co najmniej 1,0 m p.p.t. można założyć, że nośność podłoża jest dostateczna dla przyjęcia obliczeniowych nacisków pod fundamentem q_{rs} wynoszących maksymalnie 150 kPa. Powyższą wartość uzyskano w przypadku obliczeń zakładających zaleganie w podłożu warstwy rodzimych gruntów mineralnych o najniższych parametrach wytrzymałościowych.

Zgodnie z klasyfikacją przedstawioną w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w podłożu analizowanego terenu występują proste warunki gruntowe.

7. Wnioski

1. W podłożu analizowanych działek budowlanych utworzonych z podziału działek oznaczonych numerami ewidencyjnymi 6/8 oraz 6/14 z obrębu PGR Urszulin, zlokalizowanych na terenie miejscowości Urszulin, gmina Grodzisk Mazowiecki, stwierdzono występowanie, przy powierzchni terenu, ciągłej warstwy holoceniowych, nienośnych gruntów organicznych (I warstwa geotech.) o miąższości dochodzącej do 0,4 m, podścielonych przez nośne, plejstoceńskie osady mineralne, reprezentowane przez: sypkie grunty wodnolodowcowe górne, znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym (II seria geotech.), spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe, występujące w stanie twardoplastycznym (III warstwa geotech.), spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, w stanie plastycznym i twardoplastycznym (III seria geotech.), sypkich gruntów morenowych w stanie średnio zagęszczonym (IV seria geotech.) a także dolnych piasków wodnolodowcowych w stanie zagęszczonym (V seria geotech.), spoistych, skonsolidowanych gruntów zastoiskowych w stanie plastycznym i twardoplastycznym (VII seria geotech.), spoistych, skonsolidowanych gruntów morenowych w stanie plastycznym i twardoplastycznym (VIII seria geotech.) oraz zagęszczonych, sypkich osadów lodowcowych (IX seria geotech.). Przestrzenny układ warstw geotechnicznych budujących podłoże gruntowe przedmiotowych działek budowlanych przedstawiono na profilach wierceń badawczych zamieszczonych w załączniku 2 oraz przekrojach geotechnicznych prezentowanych w załączniku 4. Wartości charakterystyczne parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych wyodrębnionych warstw geotechnicznych są prezentowane w tabeli 1.

2. Na analizowanym terenie, w strefie głębokości do 8,0 m p.p.t. stwierdzono obecność jednego poziomu wód podziemnych. Warstwę wodonośną budują różnogenetyczne osady syckie o dużej zmienności uziarnienia a tym samym różnej wodoprzepuszczalności. Zwierciadło wód podziemnych lokalnie ma charakter naporowy a warstwę napinającą tworzą półprzepuszczalne, spoiście grunty morenowe oraz gliny i pyły zastoiskowe. Ustalone zwierciadło wód gruntowy stabilizuje się na głębokości zmieniającej się od 1,00 do 2,1 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 129,75 do 133,50 m n.p.m. Infiltracja wód podziemnych odbywa się w kierunku północnym i północno-zachodnim, w stronę rowu melioracyjnego przebiegającego w północno-zachodniej części analizowanego obszaru. Rów melioracyjny stanowi lokalną bazę drenażową stabilizując jednocześnie poziom zwierciadła wód gruntowych. Poziom zwierciadła wód podziemnych określony w wykonanych wierceniach badawczych jest zbliżony do stanu średniego. W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych oraz szybkiego topnienia pokrywy śniegowej wody opadowe i roztopowe infiltrujące od powierzchni terenu mogą okresowo gromadzić się w obniżeniach powierzchni stropowej półprzepuszczalnych, spoiстых osadów lodowcowych i zastoiskowych, tworząc poziom wód zawieszonych.
3. Nienośne grunty organiczne (I warstwa geotech.) cechują się niskimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz bardzo dużą odkształcalnością i w związku z tym należy je w całości usunąć z podłoża fundamentów projektowanych budynków a także dróg dojazdowych i parkingów. W miejsce usuniętych utworów próchnicznych zaleca się wbudowanie budowlanych nasypów piaszczysto-żwirowych lub piaszczystych, formowanych warstwami o grubości uzależnionej od stosowanego sprzętu zagęszczającego (zwykle nie więcej niż 0,2 – 0,3 m) i zagęszczonego do osiągnięcia wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia I_s (nie mniejszej niż 0,97).
4. Spoiście grunty zastoiskowe (III i VII seria geotech.) oraz spoiście osady morenowe (V i VIII seria geotech.), zalegające lokalnie w strefie posadowienia fundamentów, są zaliczane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych a w związku z tym fundamenty należy posadowić poniżej maksymalnej głębokości przemarzania, tj. minimum 1,0 m poniżej docelowej powierzchni terenu.
5. Dla zabezpieczenia spoiстых gruntów zastoiskowych i morenowych przed dodatkowym uplastycznieniem w wyniku rozmakania pod wpływem wód opadowych mogących gromadzić się w dnie wykopów fundamentowych należy, bezpośrednio po dogłębieniu wykopów do docelowej głębokości, wykonać pod fundamentami warstwę ochronną z betonu podkładowego.
6. Z uwagi na silną wysadzinowość pyłów i glin zastoiskowych oraz morenowych prace ziemne i fundamentowe nie mogą być prowadzone w okresach możliwych spadków temperatury powietrza poniżej 0 °C.
7. Przy wymiarowaniu łąw fundamentowych, posadowionych w obrębie rodzimych gruntów mineralnych, obciążonych statycznie, osiowo i zagłębionych co najmniej 1,0 m p.p.t. można założyć, bez wykonywania szczegółowych obliczeń sprawdzających, że nośność podłoża jest dostateczna dla przyjęcia obliczeniowych nacisków pod fundamentem q_{rs} wynoszących maksymalnie 150 kPa. Powyższą wartość uwzględnia zaleganie w podłożu warstwy rodzimych gruntów mineralnych o najniższych parametrach wytrzymałościowych. W przypadku zdecydowanej większości wyodrębnionych warstw geotechnicznych nośność podłoża gruntowego będzie istotnie wyższa.
8. Zgodnie z klasyfikacją przedstawioną w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w podłożu analizowanego terenu występują proste warunki gruntowe a projektowane obiekty budowlane mogą być zakwalifikowane do pierwszej oraz drugiej kategorii geotechnicznej.

Tab. 1. Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych

Nr w-wy	Opis litogenetyczny warstwy	Rodzaj gruntu	Stopień zagęszcz./plastycz.	Gęstość objętośc.	Kąt tarcia wew.	Spójność	Edometryczny moduł ściśliw. pierwotnej	Uwagi
			I_D/I_L	$\rho^{(n)}$	$\varphi^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	
				[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]	
I	Grunty organiczne	H	-	≈ 15,0	-	-	-	grunty nienośne
IIa	Sympkie grunty wodnolodowcowe górne w stanie średnio zagęszczonym	P _d , P _{II}	0,60	w 17,5 nw 19,0	30,9	0,0	73	grunty nośne, małościłwe, niewysadzinowe grunty o dobrej zagęszczalności
IIb		P _s	0,60	w 18,5 nw 20,0	33,6	0,0	110	
III	Spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym	II, G _{II} G _{IIz}	0,20	20,5	14,8	16,0	29	grunty nośne, bardzo wysadzinowe
IVa	Sympkie grunty morenowe w stanie średnio zagęszczonym	P _d	0,60	w 17,5 nw 19,0	30,9	0,0	73	grunty nośne, małościłwe grunty o dobrej zagęszczalności
IVb		P _s , P _r	0,60	w 18,5 nw 20,0	33,6	0,0	110	
Va	Spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe w stanie plastycznym	P _{og} , P _g , G _p , G _{pz}	0,40	21,0	14,6	24,0	23	grunty nośne, bardzo wysadzinowe grunty grupy B wg normy PN-81/B-03020
Vb	Spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe w stanie twardoplastycznym	+ Ż	0,20	21,5	18,2	32,0	37	
VIa	Sympkie grunty wodnolodowcowe dolne w stanie zagęszczonym	P _d , P _{II}	0,70	w 18,5 nw 20,0	31,4	0,0	87	grunty nośne, małościłwe grunty o dobrej zagęszczalności
VIb		P _s	0,70	w 19,0 nw 20,5	34,2	0,0	128	
VIIa	Spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie plastycznym	II _p , II, G _{II}	0,35	20,5	15,4	26,0	26	grunty nośne, bardzo wysadzinowe grunty grupy B wg normy PN-81/B-03020
VIIb	Spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym		0,20	21,0	18,2	32,0	37	
VIIIa	Spoiste, skonsolidowane grunty morenowe w stanie plastycznym	P _{og} , P _g , G _p , G _{pz}	0,30	21,0	19,8	36,0	36	grunty nośne, bardzo wysadzinowe
VIIIb	Spoiste, skonsolidowane grunty morenowe w stanie twardoplastycznym	G _z	0,20	21,5	21,6	39,0	46	
IXa	Sympkie grunty morenowe w stanie zagęszczonym	P _d	0,80	w 18,5 nw 20,0	31,9	0,0	100	grunty nośne, małościłwe, o dobrej zagęszczalności
IXb		P _s , P _r	0,80	w 19,0 nw 20,5	34,9	0,0	150	
IXc		P _o	0,80	w 20,0 nw 21,0	40,6	0,0	220	

UWAGA: Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych $x^{(n)}$ zostały ustalone metodą B wg PN-81/B-03020
Wartość wyprowadzoną parametru geotechnicznego należy wyznaczyć wg wzoru $x^{(r)} = \gamma_m \cdot x^{(n)}$ przyjmując bardziej niekorzystną z obliczonych wartości