

**Pracownia Badań  
Geotechnicznych**

**„GEObud” S.C.**

*05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4*

*02-798 Warszawa, ul. Ekologiczna 17/36*

*Tel. +48 603 894 776*

*e-mail: geobud@o2.pl*

---

**Opinia geotechniczna  
wraz z  
dokumentacją badań podłoża gruntowego  
dla potrzeb projektu budowlanego  
przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego  
zlokalizowanych w ul. Jodłowej  
w Milanówku**

Grodzisk Mazowiecki, marzec 2015 r.

**Pracownia Badań  
Geotechnicznych**

**„GEObud” S.C.**

05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4

02-798 Warszawa, ul. Ekologiczna 17

Tel. kom. +48 603 894 776

e-mail: geobud@o2.pl

---

**Tytuł opracowania:**

*Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża  
gruntowego dla potrzeb projektu budowlanego przewodu  
wodociągowego oraz kanału sanitarnego zlokalizowanych  
w ul. Jodłowej w Milanówku*

**Wykonawcy:**

*mgr Jarosław Przygoda  
upr. geol. nr VII-1722*

*Szymon Bąkowski*

**Prace rozpoczęto:**

*marzec 2015 r.*

**zakończono:**

*marzec 2015 r.*

**Wykonano w ilości 4 egzemplarzy**

**Egzemplarz nr .....**

## ***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. Prace geodezyjne .....	4
4.2. Prace terenowe .....	4
4.3. Prace kameralne .....	4
5. WYNIKI BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....	4
5.1. Budowa geologiczna .....	4
5.2. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych .....	5
5.3. Charakterystyka podłoża budowlanego .....	5
6. WNIOSKI .....	7

## ***Spis załączników***

ZAŁĄCZNIK 1. MAPA DOKUMENTACYJNA

ZAŁĄCZNIK 2. KARTY DOKUMENTACYJNE WIERCEŃ BADAWCZYCH

## 1. Cel i zakres opracowania

Celem wykonanych prac i badań geotechnicznych, których wyniki zestawiono w niniejszym opracowaniu, było rozpoznanie geotechnicznych warunków posadowienia występujących w podłożu projektowanego przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego zlokalizowanych w ul. Jodłowej w Milanówku a także ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb budowlanych oraz określenie kategorii geotechnicznej planowanej inwestycji.

Dla potrzeb projektu wodociągu i kanalizacji niezbędne było określenie rodzaju i stanu gruntów podłoża budowlanego oraz głębokości występowania zwierciadła wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego a także wodoprzepuszczalności gruntów budujących warstwę wodonośną.

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 podłoża przeprowadzono z dokładnością wymaganą dla drugiej kategorii geotechnicznej.

## 2. Podstawy merytoryczne i wykorzystane materiały

W trakcie opracowywania niniejszej dokumentacji wykorzystano następujące materiały:

- Plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1 : 500,
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Grodzisk Mazowiecki,
- 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 marcu 2015 r.,
- Normy PN-EN 1997-2 i PN-EN 1997-1 2008 cz. 1 oraz pokrewne normy gruntowe.

## 3. Charakterystyka badanego terenu

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski analizowany teren jest położony na obszarze Równiny Łowicko-Błońskiej, tworzącej zdenudowaną powierzchnię akumulacji lodowcowej, ukształtowaną zasadniczo w wyniku procesów peryglacjalnych zachodzących w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Pod względem geologicznym jest to płaska wysoczyzna morenowa.

Obecnie powierzchnia analizowanego terenu jest wyrównana, przy czym wykazuje generalne nachylenie w kierunku północnym. Deniwelacje powierzchni terenu w rejonie prowadzonych badań geotechnicznych dochodzą do ok. 4,0 – 4,1 m.

## **4. Opis wykonanych badań**

### **4.1. Prace geodezyjne**

Lokalizację punktów dokumentacyjnych wykonano metodą geodezyjnych, linearnych domiarów prostokątnych dowiązując się do granic nieruchomości gruntowych a także istniejących budynków i słupów linii energetycznych znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie.

Rzędne powierzchni terenu w rejonie wierceń określono metodą interpolacji na podstawie planu sytuacyjno-wysokościowego w skali 1 : 500 dostarczonego przez Przedstawiciela Zleceńodawcy. Uproszczenie takie było możliwe z uwagi na niewielkie zróżnicowanie morfologii analizowanego terenu.

### **4.2. Prace terenowe**

Dla potrzeb niniejszego opracowania, w celu określenia budowy geologicznej podłoża projektowanego przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego wykonano 5 wierceń badawczych do głębokości 3,0 m p.p.t. Łącznie przewiercono 15,0 mb. profilu gruntowego.

Odwierty głębiono metodą okrętą przy wykorzystaniu zestawu małośrednicowych próbników przelotowych. W trakcie wykonywania wierceń próbki gruntów poddawano analizie makroskopowej dla oznaczania rodzaju i wilgotności gruntów podłoża. Stan osadów spoistych określano na podstawie wskazań penetrometru wciskowego.

Po osiągnięciu docelowej głębokości otworów badawczych dokonywano pomiarów poziomu stabilizowania się ustalonego zwierciadła wód gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej. Odwierty zlikwidowano poprzez wypełnienie urobkiem z zachowaniem naturalnej sekwencji warstw gruntowych.

Rozmieszczenie punktów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej prezentowanej w załączniku 1. Karty dokumentacyjne wierceń zamieszczono w załączniku 2.

### **4.3. Prace kameralne**

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

## **5. Wyniki badań podłoża gruntowego**

### **5.1. Budowa geologiczna**

Analizowany obszar jest położony w obrębie zdenudowanej wysoczyzny lodowcowej, ukształtowanej zasadniczo w wyniku procesów denudacyjnych, zachodzących w okresie zlodowacenia północnopolskiego.

Najmłodszymi osadami rozpoznanymi w podłożu gruntowym projektowanej inwestycji są holocenijskie **grunty nasypowe**. Nasypy składają się przeważnie z mieszaniny piasków różnoziarnistych, humusowej substancji organicznej oraz domieszek okruchów gruzu. Grunty nasypowe budują warstwę o miąższości dochodzącej do 1,2 m (otw. 4).

Pod przypowierzchniową warstwą holocenijskich osadów nasypowych zalega rozległa seria rodzimych gruntów mineralnych o genezie wodnolodowcowej, zastoiskowej oraz morenowej, które sedimentowały w okresie zlodowacenia Warty, zaliczanego do zlodowaceń środkowopolskich.

Bezpośrednie podłoże nasypów stanowi przeważnie warstwa **sypkich gruntów wodnolodowcowych górnych**, osadzonych w okresie deglacjacji lądolodu. Górne utwory fluwioglacjalne są reprezentowane przez piaski różnoziarniste – od piasków drobnych po grube. Miąższość serii górnych osadów wodnolodowcowych waha się od 0,4 do ponad 2,4 m.

Lokalnie wśród piasków fluwioglacjalnych stwierdzono obecność przewarstwienia **spoistych gruntów zastoiskowych**, wykształconych w postaci piasków gliniastych. Spoiste utwory o genezie zastoiskowej nawiercono jedynie w otw. 3, w strefie głębokości 1,6 – 1,8 m p.p.t.

Poniżej serii sypkich osadów wodnolodowcowych górnych a lokalnie – bezpośrednio pod nasypami, na głębokości przekraczającej 0,2 – 3,0 m p.p.t., rozpoznano kompleks **spoistych gruntów morenowych** (glin zwałowych) zlodowacenia Warty, reprezentowanych głównie przez piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny piaszczyste zwięzłe, miejscami nadbudowane przez **sypkie grunty morenowe**, wykształcone w postaci zaglinionych piasków drobnoziarnistych. Łączna miąższość glin lodowcowych zmienia się od 0,6 m (otw. 5) do ponad 2,8 m (otw. 2).

Kompleks utworów lodowcowych zlodowacenia Warty jest podścielony przez serię **sypkich gruntów wodnolodowcowych dolnych**, osadzonych w trakcie transgresji lądolodu. Pod względem litologicznym są to piaski drobno- i średnioziarniste.

## 5.2. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

Wody gruntowe pierwszego poziomu wodonośnego gromadzą się w dobrze wodoprzepuszczalnych, sypkich gruntach o genezie wodnolodowcowej. Ustalone zwierciadło wód gruntowych stabilizuje się na głębokości przekraczającej 2,9 – 3,0 m p.p.t., występując na rzędnej ok. 98,1 m n.p.m. Uśredniona wartość współczynnika filtracji  $k_{10}$  piasków wodnolodowcowych tworzących warstwę wodonośną osiąga ok. 20 - 30 m/d.

Poziom zwierciadła wód gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej określony w wierceniach badawczych wykonanych dla potrzeb niniejszego opracowania jest zbliżony do stanu średniego.

## 5.3. Charakterystyka podłoża budowlanego

Na podstawie przeprowadzonej analizy genezy oraz zróżnicowania stanu i litologii gruntów, w podłożu projektowanego przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego przebiegających wzdłuż ul. Jodłowej w Milanówku wyodrębniono sześć zasadniczych warstw geotechnicznych, charakteryzujących się odmiennymi cechami fizyko-mechanicznymi oraz zróżnicowaną wodoprzepuszczalnością.

### CHARAKTERYSTYKA WARSTW GEOTECHNICZNYCH:

**I warstwa geotechniczna** obejmuje holocenijskie **grunty nasypowe**. Na nasypy składa się przeważnie mieszanina piasków różnoziarnistych oraz humusowej substancji organicznej z domieszką okruchów gruzu. Osady nasypowe znajdują się w stanie średnio zagęszczonym. Miąższość nasypów rozpoznana w wykonanych wierceniach badawczych waha się od 0,2 do 1,2 m. Ze względu na lokalnie dużą zawartość substancji organicznej pochodzenia roślinnego (humusu) osady nasypowe cechują się słabą zagęszczalnością i nie powinny być wykorzystywane do formowania zasypki wykopów znajdujących się w obrębie drogi.

- II warstwę geotechniczną** tworzą **sypkie grunty wodnolodowcowe górne**, znajdujące się w stanie **średnio zagęszczonym**. Pod względem litologicznym są to piaski różnoziarniste. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  wynosi 0,60. Ich strop zalega na głębokości 0,6 – 1,2 m p.p.t. a miąższość maksymalna przekracza 2,4 m. Sypkie osady wodnolodowcowe charakteryzują się dobrą zagęszczalnością a także są kwalifikowane do grupy gruntów niewysadzinowych.
- III warstwę geotechniczną** budują **spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe**, znajdujące się w stanie twardoplastycznym. Utwory o genezie zastoiskowej są wykształcone w postaci piasków gliniastych. Spoiste grunty zastoiskowe nawiercono jedynie w otw. 3, na głębokości 1,6 – 1,8 m p.p.t. Piaski gliniaste są kwalifikowane do grupy gruntów półprzepuszczalnych a także gruntów bardzo wysadzinowych. Jednocześnie są to osady o słabej zagęszczalności a tym samym małej przydatności do wykonywania nasypów.
- IV warstwę geotechniczną** stanowią **sypkie grunty morenowe**, wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych, znajdujących się w stanie średnio zagęszczonym. Ich obecność stwierdzono wyłącznie w otw. 2, na głębokości 0,2 – 0,6 m p.p.t. Piaski lodowcowe cechują się dobrą zagęszczalnością i mogą być wykorzystane do formowania zasypki wykopów.
- V warstwa geotechniczna** jest zbudowana ze **spoistych, nieskonsolidowanych gruntów morenowych** zlodowacenia Warty, reprezentowanych przez piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny piaszczyste zwięzłe, występujące w stanie twardoplastycznym. Strop spoistych utworów lodowcowych zalega na głębokości od 0,6 do ponad 3,0 m p.p.t. a ich miąższość zmienia się od 0,6 m (otw. 5) do ponad 2,4 m (otw. 2). Spoiste osady morenowe cechują się małą przydatnością do formowania nasypów a także są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych.
- VI warstwę geotechniczną** tworzą **sypkie grunty wodnolodowcowe dolne**, występujące w stanie średnio zagęszczonym. Pod względem litologicznym są to piaski drobno- i średnioziarniste. Dolne osady fluwioglacjalne nawiercono w otw. 5, na głębokości przekraczającej 1,6 m p.p.t. Sypkie osady wodnolodowcowe charakteryzują się dobrą zagęszczalnością.

Przestrzenny układ warstw geotechnicznych wyodrębnionych w podłożu projektowanego przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego zlokalizowanych w ul. Jodłowej w Milanówku przedstawiono na profilach wierceń badawczych prezentowanych w załączniku 2.

Wartości charakterystyczne parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych wydzielonych warstw geotechnicznych zamieszczono w tabeli 1.

Tab. 1 Wartości charakterystyczne parametrów fizyko-mechanicznych gruntów

Nr w-wy	Opis litogenetyczny warstwy	Rodzaj gruntu	Stopień plast./ zagęszcz.	Gęstość objętość.	Kąt tarcia wew.	Spójność	Edometryczny moduł ściśliw. pierwotnej	Uwagi
			$I_L / I_D$	$\rho^{(n)}$	$\varphi_u^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	
I	Grunty nasypowe	NN	-	17,0	-	-	-	grunty słabonośne
II	Sypkie grunty wodnolodowcowe górne w stanie średnio zagęszczonym	P <sub>d</sub> , P <sub>s</sub> , P <sub>r</sub>	0,60	w 17,5 nw 19,0	30,9	0,0	73	grunty o dobrej zagęszczalności, niewysadzinowe
III	Spoiste grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym	P <sub>g</sub>	0,20	21,0	14,8	16,0	29	grunty o słabej zagęszczalności, bardzo wysadzinowe
IV	Sypkie grunty morenowe w stanie średnio zagęszczonym	P <sub>d</sub>	0,60	18,0	31,0	0,0	75	grunty o dobrej zagęszczalności, o wątpliwej wysadzinowości
V	Spoiste grunty morenowe w stanie twardoplastycznym	P <sub>g</sub> , G <sub>p</sub> , G <sub>pz</sub> + Ż	0,15	22,0	19,2	33,0	41	grunty o słabej zagęszczalności, bardzo wysadzinowe
VI	Sypkie grunty wodnolodowcowe dolne w stanie średnio zagęszczonym	P <sub>d</sub> , P <sub>s</sub>	0,65	w 18,0 nw 19,5	31,2	0,0	80	grunty o dobrej zagęszczalności, niewysadzinowe

UWAGA: Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych  $x^{(n)}$  zostały ustalone metodą B wg PN-81/B-03020

Wartość obliczeniową parametru geotechnicznego należy wyznaczyć wg wzoru  $x^{(r)} = \gamma_m \cdot x^{(n)}$  przyjmując bardziej niekorzystną z obliczonych wartości.

## 6. Wnioski

- W podłożu projektowanego przewodu wodociągowego oraz kanału sanitarnego, przebiegających wzdłuż ul. Jodłowej w Milanówku, poniżej przypowierzchniowej warstwy holocenów, słabonośnych gruntów nasypowych o miąższości dochodzącej do 1,2 m, wydzielonych jako I warstwa geotechniczna, stwierdzono występowanie serii sypkich gruntów wodnolodowcowych górnych, znajdujących się w stanie średnio zagęszczonym (II warstwa geotech.), przewarstwionych przez spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe (III warstwa geotech.) i podścielonych przez kompleks spoistych gruntów morenowych (V warstwa geotech.), lokalnie nadbudowanych przez piaski lodowcowe (IV warstwa geotech.). Poniżej glin zwałowych zlodowacenia Warty rozpoznano serię sypkich gruntów wodnolodowcowych dolnych (VI warstwa geotech.). Przestrzenny układ warstw geotechnicznych wydzielonych w podłożu projektowanej inwestycji przedstawiono na kartach dokumentacyjnych wierceń badawczych zamieszczonych w załączniku 2.
- Ustalone zwierciadło wód gruntowych stabilizuje się na głębokości przekraczającej 2,9 – 3,0 m p.p.t., występując na rzędnej ok. 98,1 m n.p.m. Uśredniona wartość współczynnika filtracji  $k_{10}$

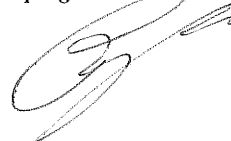


piasków wodnolodowcowych tworzących warstwę wodonośną osiąga ok. 20 - 30 m/d. Poziom zwierciadła wód gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej określony w wierceniach badawczych wykonanych dla potrzeb niniejszej dokumentacji jest zbliżony do stanu średniego.

3. Sypkie grunty wodnolodowcowe (II i VI warstwa geotech.) a także piaski lodowcowe (IV warstwa geotech.) charakteryzują się dobrą zagęszczalnością i powinny być wykorzystane do wypełnienia wykopów przebiegających w podłożu drogi i chodników. Zasypywanie wykopów należy przeprowadzać warstwami o grubości dostosowanej do rodzaju sprzętu zagęszczającego. Nie należy wbudowywać do wykopów pod ulicą nasypów humusowych (I warstwa geotech.) a także spoistych gruntów zastoiskowych (III warstwa geotech.) i glin morenowych (V warstwa geotech.), które charakteryzują się małą przydatnością do formowania nasypów.
4. 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, dzięki czemu projektowany przewód wodociągowy oraz kanał sanitarny, przebiegające wzdłuż ul. Jodłowej w Milanówku mogą być zakwalifikowane do drugiej kategorii geotechnicznej.

*mgr Jarosław Przygoda*

*upr. geol. nr VH-1722*



# Załączniki

- Załącznik 1. - Mapa dokumentacyjna
- Załącznik 2. - Karty dokumentacyjne wierceń badawczych