

Pracownia Badań  
Geotechnicznych „**GEObud**” S.C.

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

*02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A*

*Tel. +48 603 894 776*

*e-mail: geobud@o2.pl*

---

**Opinia geotechniczna  
wraz z  
dokumentacją badań podłoża gruntowego  
dla potrzeb projektu budowlanego  
sieci wodociągowej  
zlokalizowanej w ul. Podzaborówek  
w miejscowości Leszno**

Warszawa, maj 2017 r.

**Pracownia Badań  
Geotechnicznych**

**„GEObud” S.C.**

05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4

02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A

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  
sieci wodociągowej zlokalizowanej w ul. Podzaborówek  
w miejscowości Leszno*

**Wykonawcy:**

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



*Szymon Bąkowski*



**Prace rozpoczęto:**

*kwiecień 2017 r.*

**zakończono:**

*maj 2017 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.....	3
4.1. <i>Prace geodezyjne</i> .....	3
4.2. <i>Prace terenowe</i> .....	4
4.3. <i>Prace kameralne</i> .....	4
5. WYNIKI BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....	4
5.1. <i>Budowa geologiczna</i> .....	4
5.2. <i>Charakterystyka warunków hydrogeologicznych</i> .....	5
5.3. <i>Charakterystyka podłoża budowlanego</i> .....	5
6. WNIOSKI .....	7

## ***Spis załączników***

ZAŁĄCZNIK 1. MAPY DOKUMENTACYJNE

ZAŁĄCZNIK 2. KARTY DOKUMENTACYJNE WIERCEŃ BADAWCZYCH

## **1. Cel i zakres opracowania**

Celem prac i badań geotechnicznych, których wyniki przedstawiono w niniejszym opracowaniu było rozpoznanie geotechnicznych warunków posadowienia występujących w podłożu projektowanej sieci wodociągowej, zlokalizowanej w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, powiat warszawski zachodni a także ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb budowlanych oraz określenie kategorii geotechnicznej planowanej inwestycji.

Dla potrzeb projektu sieci wodociągowej niezbędne było określenie rodzaju i stanu gruntów podłoża budowlanego, głębokości występowania zwierciadła wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego oraz 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:

- Plany sytuacyjno-wysokościowe w skali 1 : 500,
- *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000*, arkusz Błonie,
- L. Lindner: „Czwartorzęd. Osady, metody badań, stratygrafia”. Wydawnictwo PAE. Warszawa, 1992r.,
- W.C. Kowalski: „Regionalna geologia inżynierska Polski”. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa, 1978 r.,
- Z. Sarnacka. „Stratygrafia osadów czwartorzędowych Warszawy i okolic” Warszawa 1992 r.,
- Wyniki badań i obserwacji terenowych wykonanych w kwietniu 2017 r.,
- Normy PN-EN 1997-2 i PN-EN 1997-1 2008 cz. 1 oraz pokrewne normy gruntowe.

## **3. Charakterystyka badanego terenu**

Projektowana sieć wodociągowa przebiega wzdłuż ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, powiat warszawski zachodni.

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski analizowany teren jest położony w obrębie 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.

## **4. Opis wykonanych badań**

### **4.1. Prace geodezyjne**

Lokalizację punktów dokumentacyjnych wykonano metodą geodezyjnych, linearnych domiarów prostokątnych dowiązując się do granic nieruchomości gruntowych oraz 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 dostarczonych przez Przedstawiciela Biura Projektów. Uproszczenie takie było możliwe z uwagi na niewielkie zróżnicowanie morfologii analizowanego obszaru.

#### 4.2. Prace terenowe

Dla potrzeb niniejszego opracowania, w celu określenia budowy geologicznej podłoża projektowanej sieci wodociągowej wykonano 2 wiercenia badawcze do głębokości 3,0 m p.p.t. Łącznie przewiercono 6,0 mb. profilu gruntowego. Odwierty głębiono metodą okrętą przy zastosowaniu zestawu małosrednicowych próbników przelotowych.

W trakcie wykonywania wierceń pozyskiwano próbki gruntów, które poddawano analizie makroskopowej dla oznaczania rodzaju i wilgotności gruntów podłoża. Stan osadów spoiстых określano na podstawie wskazań penetrometru wciskowego. Po osiągnięciu docelowej głębokości dokonano pomiarów poziomu stabilizowania się zwierciadła wód podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej a następnie odwierty zlikwidowano poprzez wypełnienie urobkiem z zachowaniem naturalnej sekwencji warstw gruntowych.

Rozmieszczenie punktów dokumentacyjnych przedstawiono na mapach dokumentacyjnych prezentowanych w załączniku 1. Profile wierceń badawczych 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 na obszarze zdenudowanej wysoczyzny lodowcowej.

Najmłodszymi osadami rozpoznanymi w podłożu gruntowym projektowanej inwestycji są holocenijskie **grunty nasypowe**, które rozścielono w strefie przypowierzchniowej, w obrębie pasa drogowego. Na nasypy składa się przeważnie mieszanina piasków różnoziarnistych oraz gruzu i żużla, lokalnie z domieszką humusowej substancji organicznej. Grubość warstwy utworów nasypowych osiąga 0,3 – 0,5 m.

Miejscami pod przypowierzchniową warstwą nasypów stwierdzono obecność holocenijskich **gruntów organicznych**, stanowiących pozostałość próchniczego poziomu glebowego. Pod względem litologicznym są to pylaste namuły organiczne, rozwinięte w warunkach dużej wilgotności. Ich miąższość dochodzi do 0,4 m a spąg zalega na głębokości 0,9 m p.p.t. (otw. 2).

Holocenijskie osady nasypowe i organiczne są podścielone przez rodzime grunty mineralne o genezie zastoiskowej oraz morenowej, które sedymentowały w okresie zlodowaceń Wkry i Warty, zaliczanych do zlodowaceń środkowopolskich a także plejstocenijskie osady organiczne, powstałe w okresie interglacjału eemskiego.

Bezpośrednie podłoża utworów holocenijskich stanowi kompleks plejstocenijskich **gruntów zastoiskowych**, reprezentowanych głównie przez piaski pylaste, wśród których spotyka się przelawienia pyłów. Osady te zostały osadzone w okresie transgresji lądolodu zlodowacenia Wkry. Miąższość utworów o genezie zastoiskowej waha się od 0,5 do 1,5 m a ich spąg rozpoznano na głębokości 0,8 – 2,4 m p.p.t.

W południowej północnej części analizowanego terenu osady zastoiskowe są podścielone przez warstwę plejstocenijskich, interglacialnych **gruntów organicznych**, rozwinętych w obrębie misy jeziornej. Pod względem litologicznym są to torfy. Ich obecność stwierdzono w otw. 2, w strefie głębokości 2,4 – 3,5 m p.p.t.

Poniżej interglacialnych osadów jeziornych a także utworów zastoiskowych nawiercono kompleks **gruntów morenowych** (glin zwałowych) zlodowacenia Warty. Utwory lodowcowe są reprezentowane zarówno przez osady sypkie, wykształcone w postaci lokalnie zaglinionych piasków drobnoziarnistych jak i osady spoiste, wykształcone w postaci piasków gliniastych i glin piaszczystych z domieszką żwirów. Strop gruntów morenowych zalega na głębokości 0,8 – 3,5 m p.p.t. a ich grubość przekracza 2,2 m. W wykonanych odwiertach badawczych nie osiągnięto spągu glin zwałowych zlodowacenia Warty.

## 5.2. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W podłożu analizowanego terenu, w strefie głębokości do 3,0 m p.p.t. stwierdzono obecność jednego poziomu wód podziemnych. Warstwę wodonośną budują słabo wodoprzepuszczalne, sypkie grunty o genezie zastoiskowej, podścielające przypowierzchniową serię nasypów i osadów organicznych. Swobodne zwierciadło wód podziemnych stabilizuje się na głębokości przekraczającej 1,4 – 1,7 m p.p.t., występując na rzędnej ok. 88,6 m n.p.m. Poziom zwierciadła wód gruntowych określony w wykonanych odwiertach badawczych jest zbliżony do stanu średniego. W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych a także podczas szybkiego topnienia pokrywy śniegowej poziom zwierciadła wód podziemnych może ulec podwyższeniu maksymalnie o ok. 0,3 – 0,4 m powyżej stanu rozpoznanego w kwietniu 2017 r. Uśredniona wartość współczynnika filtracji  $k_{10}$  piasków zastoiskowych budujących warstwę wodonośną osiąga ok. 2 - 4 m/d.

## 5.3. Charakterystyka podłoża budowlanego

Na podstawie przeprowadzonej analizy genezy oraz zróżnicowania stanu i litologii gruntów, w podłożu projektowanej sieci wodociągowej wyodrębniono siedem zasadniczych serii geotechnicznych, charakteryzujących się odmiennymi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych oraz zróżnicowaną wodoprzepuszczalnością.

### CHARAKTERYSTYKA WARSTW GEOTECHNICZNYCH:

- I warstwę geotechniczną budują holocenijskie **grunty nasypowe**, nagromadzone w strefie przypowierzchniowej w formie ciągłej warstwy o grubości 0,3 – 0,5 m. Na nasypy składa się mieszanina piasków różnoziarnistych, okruchów gruzu, żużla oraz humusowej substancji organicznej. Utwory nasypowe są kwalifikowane do grupy gruntów o przeciętnej zagęszczeniowości.
- II warstwę geotechniczną stanowią holocenijskie **grunty organiczne**, podścielające lokalnie utwory nasypowe. Pod względem litologicznym są to pylaste namuły organiczne. Ich obecność stwierdzono jedynie w podłożu północnej części analizowanego terenu, gdzie zalegają w strefie głębokości 0,5 – 0,9 m p.p.t. Z uwagi na dużą zawartość humusowej substancji organicznej osady organiczne są kwalifikowane do grupy gruntów nienośnych, wysadzinowych a także gruntów o małej przydatności do formowania nasypów.
- III warstwę geotechniczną tworzą **sypkie grunty zastoiskowe**, znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym. Sypkie osady o genezie zastoiskowej są reprezentowane przez piaski pylaste. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  wynosi 0,50. Piaski zastoiskowe nawiercono bezpośrednio pod przypowierzchniową warstwą utworów organicznych i nasypów a ich grubość waha się od 0,5 do 1,3 m. Sypkie utwory zastoiskowe charakteryzują się dobrą zagęszczeniowością a także są kwalifikowane do grupy gruntów o wątpliwej

wysadzinowości. Poniżej głębokości 1,4 m p.p.t. piaski są nawodnione i budują warstwę wodonośną pierwszego poziomu wód podziemnych.

**IV warstwę geotechniczną stanowią spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe**, znajdujące się w stanie twardoplastycznym, dla których uogólniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  wynosi 0,20. Spoiste utwory o genezie zastoiskowej są wykształcone w postaci pyłów, które zalegają lokalnie w obrębie serii piasków zastoiskowych. Pyły cechują się małą przydatnością do formowania nasypów a ponadto są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych.

**V warstwę geotechniczną tworzą plejstoceniowe, interglacialne, jeziorne grunty organiczne**, wykształcone w postaci torfów. Ich obecność stwierdzono w otw. 2, na głębokości 2,4 – 3,5 m p.p.t. Interglacialne utwory organiczne podlegały w przeszłości geologicznej konsolidacji związanej z sedymentacją osadów nadległych, dzięki czemu ich odkształcalność jest znacznie mniejsza niż w przypadku analogicznych osadów holoceniowych. Skonsolidowane grunty organiczne mogą zalegać w podłożu projektowanego przewodu wodociągowego.

**VI warstwa geotechniczna jest zbudowana z sypkich gruntów morenowych**, występujących w stanie średnio zagęszczonym. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  jest równa 0,60. Sypkie osady lodowcowe są reprezentowane przez lokalnie zaglinione piaski drobnoziarniste, które zalegają miejscami w stropowych partiach kompleksu glin zwałowych. Piaski morenowe cechują się dobrą zagęszczalnością.

**VII serię geotechniczną budują spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe zlodowacenia Warty**, reprezentowane przez piaski gliniaste i gliny piaszczyste z domieszką żwirów. Obecność nieskonsolidowanych glin zwałowych stwierdzono na głębokości przekraczającej 1,7 – 3,5 m p.p.t. Spoiste utwory morenowe są zaliczane do gruntów półprzepuszczalnych, które tworzą naturalną warstwę izolacyjną. Gliny piaszczyste i piaski gliniaste są kwalifikowane do gruntów bardzo wysadzinowych. Jednocześnie są to grunty o małej przydatności do formowania nasypów. Ze względu na naturalne zróżnicowanie konsystencji w obrębie serii spoistych osadów lodowcowych wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- **VIIa warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, występujące w stanie twardoplastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  osiąga 0,15. Gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym rozpoznano w partiach stropowych kompleksu spoistych osadów lodowcowych a ich miąższość wynosi 0,6 m.
- **VIIb warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, znajdujące się w stanie plastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  jest równa 0,40.

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

Przestrzenny układ warstw geotechnicznych wyodrębnionych w podłożu projektowanej sieci wodociągowej, zlokalizowanej w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, przedstawiono na profilach wierceń badawczych zamieszczonych w załączniku 2.

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	-	16,0	-	-	-	grunty o przeciętnej zagęszczalności
II	Holocenijskie grunty organiczne	H	-	15,0	-	-	-	grunty o słabej zagęszczalności
III	Sypkie grunty zastoiskowe w stanie średnio zagęszczonym	P <sub>d</sub> , P <sub>II</sub>	0,50	w 17,5 nw 19,0	30,4	0,0	62	grunty nośne, małościłwe, niewysadzinowe
IV	Spoiste grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym	II	0,20	21,0	14,8	16,0	29	grunty nośne, o słabej zagęszczalności
V	Plejstocenijskie grunty organiczne	T	-	15,0	4,0	6,0	3	grunty słabonośne, o słabej zagęszczalności
VI	Sypkie grunty morenowe w stanie średnio zagęszczonym	P <sub>d</sub>	0,60	w 18,0 nw 19,5	30,9	0,0	72	grunty nośne, o dobrej zagęszczalności
VIIa	Spoiste grunty morenowe w stanie twardoplastycznym	P <sub>g</sub> , G <sub>p</sub> + Z	0,15	21,5	19,2	33,0	41	grunty nośne, bardzo wysadzinowe, o słabej zagęszczalności
VIIb	Spoiste grunty morenowe w stanie plastycznym		0,40	21,0	14,6	24,0	23	

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

## 6. Wnioski

- W podłożu projektowanej sieci wodociągowej, przebiegającej wzdłuż ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, poniżej przypowierzchniowej warstwy gruntów nasypowych (I warstwa geotech.) oraz osadów organicznych (II warstwa geotech.) stwierdzono występowanie serii sypkich osadów zastoiskowych, znajdujących się w stanie średnio zagęszczonym (III warstwa geotech.), przewarstwionych lokalnie przez pyły zastoiskowe w stanie twardoplastycznym (IV warstwa geotech.) i podścielonych przez interglacialne, jeziorne osady organiczne (V warstwa geotech.) oraz kompleks gruntów morenowych zlodowacenia Warty, reprezentowanych przez średnio zagęszczone piaski lodowcowe (VI warstwa geotech.) i nieskonsolidowane grunty spoiste, występujące w stanie twardoplastycznym i plastycznym (VII seria geotech.). Przestrzenne ukształtowanie warstw geotechnicznych wydzielonych w podłożu projektowanej inwestycji przedstawiono na kartach dokumentacyjnych wierceń badawczych prezentowanych w załączniku 2.



2. W strefie głębokości do 3,0 m p.p.t. stwierdzono obecność jednego poziomu wód podziemnych. Warstwę wodonośną budują słabo wodoprzepuszczalne, sypkie grunty o genezie zastoiskowej, (III warstwa geotech.), podścielające przypowierzchniową serię nasypów i osadów organicznych. Swobodne zwierciadło wód podziemnych stabilizuje się na głębokości przekraczającej 1,4 – 1,7 m p.t., występując na rzędnej ok. 88,6 m n.p.m. Poziom zwierciadła wód gruntowych określony w wykonanych odwiertach badawczych jest zbliżony do stanu średniego. W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych a także podczas szybkiego topnienia pokrywy śniegowej poziom zwierciadła wód podziemnych może ulec podwyższeniu maksymalnie o ok. 0,3 – 0,4 m powyżej stanu rozpoznanego w kwietniu 2017 r. Uśredniona wartość współczynnika filtracji  $k_{10}$  piasków zastoiskowych budujących warstwę wodonośną osiąga ok. 2 - 4 m/d.
3. Sypkie grunty zastoiskowe (III warstwa geotech.) a także piaski morenowe (VI warstwa geotech.) charakteryzują się dobrą zagęszczalnością i powinny być wykorzystane do wypełnienia wykopów przebiegających w podłożu drogi. Zасыpywanie wykopów należy przeprowadzać warstwami o grubości dostosowanej do stosowanego sprzętu zagęszczającego. Nie należy wbudowywać do wykopów gruntów organicznych (II warstwa geotech.) a także spoistych osadów zastoiskowych (IV warstwa geotech.), plejstocenijskich utworów organicznych (V warstwa geotech.) oraz glin lodowcowych (VII seria 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 a projektowana sieć wodociągowa, zlokalizowana w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno może być zakwalifikowana do drugiej kategorii geotechnicznej.

*mgr Jarosław Przygoda*

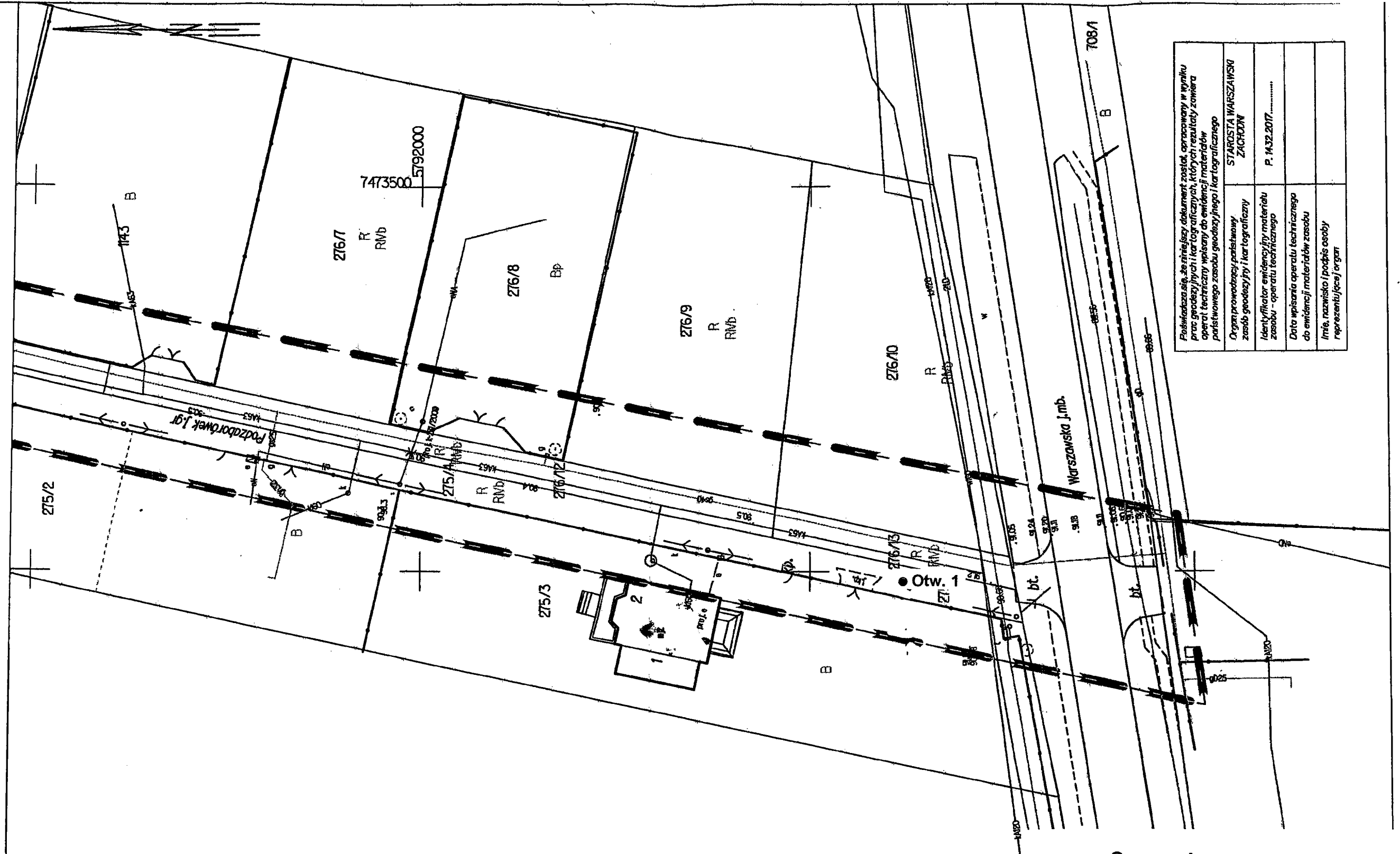
*upr. geol. nr VII-1722*

# Załączniki

- ZAŁĄCZNIK 1. - MAPY DOKUMENTACYJNE  
ZAŁĄCZNIK 2. - KARTY DOKUMENTACYJNE WIERCEŃ BADAWCZYCH

Województwo: mazowieckie  
Powiat: warszawski zachodni  
Jednostka ewidencyjna: LESZNO  
Obręb: Leszno

MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH  
SKALA 1:500



Oznaczenia:

● Otw. 1 - lokalizacja i numer wiercenia badawczego

Pobieża się, że niniejszy dokument został opracowany w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zawiera operat techniczny wpisany do ewidencji materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego	
Organ prowadzący państwowy zasob geodezyjny i kartograficzny	STAROSTA WARSZAWSKI ZACHODNI
Identyfikator ewidencyjny materiału zasobu - operatu technicznego	P. 1432.2017
Data wpisania operatu technicznego do ewidencji materiałów zasobu	
Imię, nazwisko i podpis osoby reprezentującej organ	

<b>P.B.G. „GEOBUD” S.C.</b> 05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4 Tel. kom. +48 603 894 776, e-mail: geobud@o2.pl			<b>Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektu budowlanego sieci wodociągowej w ul. Podzaborówek w miejscowości Wólka Leszno</b>	
Opracował:	Nazwisko Sz. Bąkowski	Data kwiecień 2017 r.		Podpis
Sprawdził:	Nazwisko J. Przygoda	Data kwiecień 2017 r.		
Skala: 1: 500	MAPA DOKUMENTACYJNA			Nr załącznika: 1 Nr rysunku: 1

Województwo: mazowieckie  
Powiat: warszawski zachodni  
jednostka ewidencyjna: LESZNO  
Obręb: Leszno

MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH  
SKALA 1:500



Oznaczenia:

● Otw. 2 - lokalizacja i numer wiercenia badawczego

Poświadczam się, że niniejszy dokument został, opracowany w wyniku prac geodezyjnych i kartograficznych, których rezultaty zawiera operat techniczny wpisany do ewidencji materiałów parastatowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego	
Organ prowadzący państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny	STAROSTA WARSZAWSKI ZACHODNI
Identyfikator ewidencji i materiału zasobu - operatoru technicznego	P. 432.2017
Data wpisania operatu technicznego do ewidencji materiałów zasobu	
Imię, nazwisko i podpis osoby reprezentującej organ	

<b>P.B.G. „GEOBUD” s.c.</b> 05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4 Tel. kom. +48 603 894 776, e-mail: geobud@o2.pl			
Opracował:	Nazwisko	Data	Podpis
Sprawdził:	Sz. Bąkowski	kwiecień 2017 r.	
	J. Przygoda	kwiecień 2017 r.	
Skala:	MAPA DOKUMENTACYJNA		
1: 500			

Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektu budowlanego sieci wodociągowej w ul. Podzaborówek w miejscowości Wólka Leszno	
Nr załącznika: 1	Nr rysunku: 2

P.B.G. "GEOBUD" s.c.  
Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4

# KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr: 2

Otw. nr 1

Wiertnica:

Miejscowość: Leszno  
Gmina: Leszno  
Powiat: warszawski zachodni  
Województwo: mazowieckie

Obiekt: Sieć wodociągowa  
Inwestor:  
Wiercenie: Sz. Bąkowski  
Dozór geologiczny: mgr J. Przygoda

System wiercenia: okrężny

Rzędna: 91.00 m n.p.m.

Skala 1 : 15

Data wiercenia: 2017-04-23

Wiercenie	Głębokość zwiarcadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Warstwa geotechniczna	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	Ilość walczków
			[m]	[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Nasypty Nasypt				Nasyt piaszczysto-gruzowy z domieszką humusu, brązowo-szary	I	NN			
					0.30	Piasek pyłasty, brązowo-żółty, zastoiskowy	III	P <sub>π</sub>		mw	
					0.80	Piasek drobny, zagliniony z domieszką żwiru, rdzawo-brązowy, morenowy			szg		
					1.10	Piasek drobny ze żwirem, szaro-żółty, morenowy	VI	Pd			
		Czwartorzęd Plejstocen			1.70	Gлина piaszczysta ze żwirem, brązowo-szara, morenowa	VIIa	Gp+Ż	tpl	w	1x2
					2.30	Piasek gliniasty ze żwirem, lokalnie z przewarstwieniami piasku drobnego, szary, morenowy	VIIb	Pg+Ż	pl		2x2
					3.00						

▼  
2.70

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

P.B.G. "GEOBUD" s.c.  
Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4

# KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr: 2

Otw. nr 2

Wiertnica:

Miejscowość: Leszno  
Gmina: Leszno  
Powiat: warszawski zachodni  
Województwo: mazowieckie

Obiekt: Sieć wodociągowa  
Inwestor:  
Wiercenie: Sz. Bąkowski  
Dozór geologiczny: mgr J. Przygoda

System wiercenia: okrężny

Rzędna: 90.00 m n.p.m.

Skala 1 : 20

Data wiercenia: 2017-04-23

Wiercenie	Głębokość zwiędadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przełot [m]	Opis litologiczny	Warstwa geotechniczna	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	Ilość walczkowań
			[m]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Holocen				Nasyp żużlowo-gruzowy, ciemnoszary	I	NN	szg	mw	
					0.50	Namuł organiczny pylasty, czarny	II	Nmg	tpl		
		Czwartorzęd			0.90	Piasek pylasty, zagliniony, żółto-szary, zastoiskowy	III	P <sub>π</sub>	szg	w	
	1.40				1.40	Piasek pylasty, żółto-szary, zastoiskowy				nw	
					2.00	Pył, szary, zastoiskowy	IV	II	tpl	w	1x1
		Pleistocen			2.20	Piasek pylasty, jasnoszary, zastoiskowy	III	P <sub>π</sub>	szg	nw	
					2.40	Torf, ciemnobrunatny	V	T			
					3.50	Gлина piaszczysta ze żwirem, ciemnobrązowa, morenowa	VIIa	Gp+Ż	tpl		
				4.00	4.00						

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

## Oznaczenia do profili i przekrojów

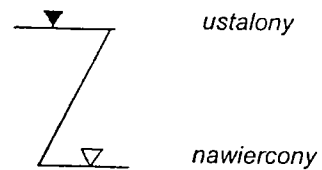
Rodzaj gruntu		
	KO	Otoczaki
	Ż	Żwir
	Po	Pospółka
	Pr	Piasek gruby
	Ps	Piasek średni
	Pd	Piasek drobny
	Pπ	Piasek pylasty
	Żg	Żwir gliniasty
	Pog	Pospółka gliniasta
	Pg	Piasek gliniasty
	Πp	Pył piaszczysty
	Π	Pył
	Gp	Głina piaszczysta
	G	Głina
	Gπ	Głina pylasta
	Gpz	Głina piaszczysta zwięzła
	Gz	Głina zwięzła
	Gπz	Głina pylasta zwięzła
	Ip	Il piaszczysty
	I	Il
	Iπ	Il pylasty
	H	Grunt próchniczny
	Nmp	Namuł piaszczysty
	Nmg	Namuł gliniasty
	T	Torf
	Gy	Gytia
	NN	Nasyp niekontrolowany
	NB	Nasyp budowlany

Stan gruntu		
wilgotność	suchy	s
	mało wilgotny	mw
	wilgotny	w
	zawodniony	nw
konsystencja	zwarty	zw
	półzwały	pzw
	twardoplastyczny	tpl
	plastyczny	pl
	miękkoplastyczny	mpl
	płynny	pł
zagęszczenie	luźny	ln
	średnio zagęszczony	szg
	zagęszczony	zg

Otw. 1  
155,7

numer otworu badawczego  
rzędna otworu badawczego

Poziom wody:



Symbole dodatkowe:

- + domieszki innego gruntu
- // drobne przewarstwienia
- / grunty na granicy rodzajów
- sączenia

**Pracownia Badań  
Geotechnicznych „GEObud” S.C.**

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

*02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A*

*Tel. +48 603 894 776*

*e-mail: geobud@o2.pl*

---

**Projekt geotechniczny  
sieci wodociągowej  
zlokalizowanej w ul. Podzaborówek  
w miejscowości Leszno**

Warszawa, maj 2017 r.



Pracownia Badań  
Geotechnicznych „**GEObud**” S.C.

05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4  
02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A  
Tel. kom. +48 603 894 776  
e-mail: geobud@o2.pl

---

**Tytuł opracowania:**

*Projekt geotechniczny sieci wodociągowej zlokalizowanej  
w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno*

**Wykonawcy:**

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



*Szymon Bąkowski*



**Prace rozpoczęto:**

*kwiecień 2017 r.*

**zakończono:**

*maj 2017 r.*

**Wykonano w ilości 4 egzemplarzy**

**Egzemplarz nr .....**

## **Spis treści**

1. Przedmiot opracowania.....	2
2. Podstawa opracowania.....	2
3. Ogólna charakterystyka terenu.....	2
4. Charakterystyka podłoża gruntowego .....	2
5. Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża .....	2
6. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie .....	4
7. Określenie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych .....	4
8. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych.....	4
9. Określenie oddziaływań od gruntu .....	5
10. Model obliczeniowy podłoża gruntowego.....	5
11. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego .....	6
12. Wykonawstwo robót ziemnych .....	6
13. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt .....	6
14. Monitoring projektowanego obiektu .....	6

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt geotechniczny sieci wodociągowej zlokalizowanej w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, powiat warszawski zachodni.

## 2. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- ✓ *Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektu budowlanego sieci wodociągowej zlokalizowanej w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno* opracowana przez „Geobud” s.c. w maju 2017 r.,
- ✓ obowiązujące normy określające warunki posadowienia obiektów budowlanych,
- ✓ wymagany zakres opracowania określony przez Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

## 3. Ogólna charakterystyka terenu

Projektowana sieć wodociągowa przebiega wzdłuż ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, powiat warszawski zachodni.

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski analizowany teren jest położony w obrębie 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

W strefie pasa drogowego ulicy pierwotna powierzchnia badanego obszaru została przekształcona w efekcie nadbudowy przypowierzchniowej warstwy nasypów.

## 4. Charakterystyka podłoża gruntowego

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych, których wyniki zestawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego w podłożu projektowanej sieci wodociągowej wyodrębniono następujące warstwy geotechniczne:

- I warstwę geotechniczną budują holocenijskie **grunty nasypowe**, nagromadzone w strefie przypowierzchniowej w formie ciągłej warstwy o grubości 0,3 – 0,5 m. Na nasypy składa się mieszanina piasków różnoziarnistych, okruchów gruzu, żużla oraz humusowej substancji organicznej. Utwory nasypowe są kwalifikowane do grupy gruntów o przeciętnej zagęszczalności.
- II warstwę geotechniczną stanowią holocenijskie **grunty organiczne**, podścielające lokalnie utwory nasypowe. Pod względem litologicznym są to pylaste namuły organiczne. Ich obecność stwierdzono jedynie w podłożu północnej części analizowanego terenu, gdzie zalegają w strefie głębokości 0,5 – 0,9 m. p.p.t. Z uwagi na dużą zawartość humusowej substancji organicznej osady organiczne są kwalifikowane do grupy gruntów nienośnych, wysadzinowych a także gruntów o małej przydatności do formowania nasypów.
- III warstwę geotechniczną tworzą **sypkie grunty zastoiskowe**, znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym. Sypkie osady o genezie zastoiskowej są reprezentowane przez piaski pylaste. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  wynosi 0,50. Piaski zastoiskowe nawiercono bezpośrednio pod przypowierzchniową warstwą utworów organicznych i nasypów a ich grubość waha się od 0,5 do 1,3 m. Sypkie utwory zastoiskowe charakteryzują się dobrą zagęszczalnością a także są kwalifikowane do grupy gruntów

o wątpliwej wysadzinowości. Poniżej głębokości 1,4 m p.p.t. piaski są nawodnione i budują warstwę wodonośną pierwszego poziomu wód podziemnych.

**IV warstwę geotechniczną stanowią spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe**, znajdujące się w stanie twardoplastycznym, dla których uogólniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  wynosi 0,20. Spoiste utwory o genezie zastoiskowej są wykształcone w postaci pyłów, które zalegają lokalnie w obrębie serii piasków zastoiskowych. Pyły cechują się małą przydatnością do formowania nasypów a ponadto są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych.

**V warstwę geotechniczną tworzą plejstoceniowe, interglacialne, jeziorne grunty organiczne**, wykształcone w postaci torfów. Ich obecność stwierdzono w otw. 2, na głębokości 2,4 – 3,5 m p.p.t. Interglacialne utwory organiczne podlegały w przeszłości geologicznej konsolidacji związanej z sedymentacją osadów nadległych, dzięki czemu ich odkształcalność jest znacznie mniejsza niż w przypadku analogicznych osadów holoceniowych. Skonsolidowane grunty organiczne mogą zalegać w podłożu projektowanego przewodu wodociągowego.

**VI warstwa geotechniczna jest zbudowana z sypkich gruntów morenowych**, występujących w stanie średnio zagęszczonym. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  jest równa 0,60. Sypkie osady lodowcowe są reprezentowane przez lokalnie zaglinione piaski drobnoziarniste, które zalegają miejscami w stropowych partiach kompleksu glin zwałowych. Piaski morenowe cechują się dobrą zagęszczalnością.

**VII serię geotechniczną budują spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe zlodowacenia Warty**, reprezentowane przez piaski gliniaste i gliny piaszczyste z domieszką żwirów. Obecność nieskonsolidowanych glin zwałowych stwierdzono na głębokości przekraczającej 1,7 – 3,5 m p.p.t. Spoiste utwory morenowe są zaliczane do gruntów półprzepuszczalnych, które tworzą naturalną warstwę izolacyjną. Gliny piaszczyste i piaski gliniaste są kwalifikowane do gruntów bardzo wysadzinowych. Jednocześnie są to grunty o małej przydatności do formowania nasypów. Ze względu na naturalne zróżnicowanie konsystencji w obrębie serii spoistych osadów lodowcowych wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- **VIIa warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, występujące w stanie twardoplastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  osiąga 0,15. Gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym rozpoznano w partiach stropowych kompleksu spoistych osadów lodowcowych a ich miąższość wynosi 0,6 m.
- **VIIb warstwa geotechniczna** obejmuje spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe, znajdujące się w stanie plastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  jest równa 0,40.

W podłożu analizowanego terenu, w strefie głębokości do 3,0 m p.p.t. stwierdzono obecność jednego poziomu wód podziemnych. Warstwę wodonośną budują słabo wodoprzepuszczalne, sypkie grunty o genezie zastoiskowej, podścielające przypowierzchniową serię nasypów i osadów organicznych. Swobodne zwierciadło wód podziemnych stabilizuje się na głębokości przekraczającej 1,4 – 1,7 m p.p.t., występując na rzędnej ok. 88,6 m n.p.m. Poziom zwierciadła wód gruntowych określony w wykonanych odwiertach badawczych jest zbliżony do stanu średniego. W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych a także podczas szybkiego topnienia pokrywy śniegowej poziom zwierciadła wód podziemnych może ulec podwyższeniu maksymalnie o ok. 0,3 – 0,4 m powyżej stanu rozpoznanego w kwietniu 2017 r. Uśredniona wartość współczynnika filtracji  $K_{10}$  piasków zastoiskowych budujących warstwę wodonośną osiąga ok. 2 - 4 m/d.

## **5. Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża**

Wyniki badań geotechnicznych przeprowadzonych na analizowanym terenie wskazują, że warstwy gruntowe zalegające w podłożu projektowanej sieci wodociągowej cechują się poziomym uwarstwieniem a ponadto nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

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 projektowana sieć wodociągowa, zlokalizowana w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno może być zakwalifikowana do drugiej kategorii geotechnicznej.

## **6. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

W warunkach normalnej eksploatacji projektowanych instalacji nie przewiduje się zmian właściwości gruntów zalegających poniżej dna wykopów pod warunkiem prawidłowego wykonania robót ziemnych. Przewód wodociągowy nie spowoduje pojawienia się dodatkowych naprężeń w ośrodku gruntowym. Zmianie ulegnie wykształcenie oraz struktura gruntów w strefie zasypek wykopów, co związane jest z wymieszaniem gruntów rodzimych zalegających w podłożu analizowanego terenu podczas prowadzenia prac ziemnych. W praktyce nie ma możliwości odtworzenia pierwotnego układu warstw gruntowych podczas formowania zasypek wykopów. Przekształcenia gruntów, które wystąpią powyżej wbudowanych przewodów nie spowodują istotnej zmiany kierunku infiltracji wód gruntowych jak również zmiany właściwości filtracyjnych osadów mineralnych.

## **7. Określenie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych**

Wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych przyjęto na podstawie parametrów geotechnicznych zestawionych w tabeli 1 prezentowanej w rozdziale 5 dokumentacji badań podłoża gruntowego, mnożonych przez odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa zgodnie z tabelami nr 1 ÷ 2 z punktu 8.

## **8. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych**

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa należy przyjąć zgodnie z załącznikiem B do normy EN 1997-1-2004.

Współczynniki częściowe  $\gamma$  do stanów granicznych nośności w trwałych i przejściowych sytuacjach obliczeniowych oraz współczynniki korelacyjne  $\xi$  we wszystkich sytuacjach obliczeniowych, należy przyjmować zgodnie z poniższymi tabelami.

Tabela nr 1 - Współczynniki częściowe  $\gamma_M$  do sprawdzania stanów granicznych konstrukcyjnego (STR) i geotechnicznego (GEO)

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego <sup>a</sup>	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

<sup>a</sup> Współczynnik ten stosuje się do wartości  $\tan \varphi'$

Tabela nr 2 - - Współczynniki częściowe  $\gamma_R$  dotyczące skarp i stateczności ogólnej

Opór	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Opór ścinania gruntu	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,1	1,0

### 9. Określenie oddziaływań od gruntu

Projektowana sieć wodociągowa zostanie wbudowana na głębokości przekraczającej maksymalną głębokość przemarzania, która na dokumentowanym terenie dochodzi do 1,0 m p.p.t., a tym samym nie występuje zagrożenie tworzenia się poniżej przedmiotowych instalacji wysadzin mrozowych. Oddziaływania od gruntu na projektowane instalacje po ich wbudowaniu, związane z obciążeniem zasypką gruntową, nie przekroczą wartości typowych i dopuszczalnych dla tego rodzaju przewodów a więc nie będą miały istotnego wpływu na warunki bezpiecznego użytkowania sieci wodociągowej.

### 10. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model podłoża gruntowego w rejonie lokalizacji projektowanej inwestycji został zilustrowany na profilu wiercenia badawczego prezentowanym w załączniku 2 dokumentacji badań podłoża gruntowego.

Uogólniony układ warstw gruntowych w miejscu lokalizacji sieci wodociągowej przedstawia się następująco:

0,0 – 0,5 m – grunty nasypowe	(warstwa I)
0,5 – 0,8 m – holocenijskie grunty organiczne	(warstwa II)
0,8 – 2,4 m – sypkie grunty zastoiskowe	(warstwa IV)
2,4 – 3,5 m – plejstocenijskie grunty organiczne	(warstwa V)
3,5 – 4,0 m – spoiste grunty morenowe	(seria VII)

Ustalone zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się na głębokości przekraczającej 1,4 – 1,7 m p.p.t.

### **11. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego**

Projektowana sieć wodociągowa, zlokalizowana w ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno nie spowodują pojawienia się dodatkowym naprężeń w otaczającym ośrodku gruntowym. Usunięty grunt, w miejsce którego zostanie wbudowany wodociąg cechuje się większą gęstością objętościową a tym samym nie występuje potrzeba wykonywania obliczeń nośności a także osiadań podłoża gruntowego.

### **12. Wykonawstwo robót ziemnych**

Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z regulacjami normy *PN-B-06050/1999 Geotechnika. Roboty ziemne*. Odstłonięte dno wykopu należy chronić przed zawilgoceniem przez wody opadowe. Zasyпка gruntowa projektowanej sieci wodociągowej powinna być wbudowywana warstwami o grubości uzależnionej od stosowanego sprzętu zagęszczającego (zwykle nie więcej niż 0,2 – 0,3 m), które każdorazowo należy dogęścić do uzyskania wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 1,0$ .

Kontrola zagęszczenia gruntów zasyпки może być prowadzona dla każdej uformowanej i zagęszczonej warstwy metodami laboratoryjnymi (metoda Proctora) lub po całkowitej likwidacji wykopów – za pomocą sondowań dynamicznych. Badania zagęszczenia podbudowy dróg należy przeprowadzić z wykorzystaniem płyty statycznej (metoda VSS) lub płyty dynamicznej.

### **13. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt**

Problem niekorzystnego oddziaływania wód gruntowych na projektowany przewód wodociągowy nie wystąpi. Projektowana instalacja zapewnia bezawaryjną eksploatację w warunkach pełnego nawodnienia ośrodka gruntowego.

### **14. Monitoring projektowanego obiektu**

W podłożu projektowanej sieci wodociągowej, przebiegającej wzdłuż ul. Podzaborówek w miejscowości Leszno, poniżej przypowierzchniowej warstwy gruntów nasypanych (I warstwa geotech.) oraz osadów organicznych (II warstwa geotech.) stwierdzono występowanie serii sypkich osadów zastoiskowych, znajdujących się w stanie średnio zagęszczonym (III warstwa geotech.), przewarstwionych lokalnie przez pyły zastoiskowe w stanie twardoplastycznym (IV warstwa geotech.) i podścielonych przez interglacialne, jeziorne osady organiczne (V warstwa geotech.) oraz kompleks gruntów morenowych zlodowacenia Warty, reprezentowanych przez średnio zagęszczone piaski lodowcowe (VI warstwa geotech.) i nieskonsolidowane grunty spoiste, występujące w stanie twardoplastycznym i plastycznym (VII seria geotech.). Wykopy pod planowany wodociąg znajdują się na tyle daleko od sąsiadujących obiektów budowlanych, że nie będą na nie oddziaływać. W związku z tym, nie przewiduje się specjalnych działań monitorujących. Powyższe zalecenie dotyczy robót ziemnych prowadzonych zgodnie ze sztuką budowlaną, co oznacza m.in. wykonywanie wykopów pod osłoną konstrukcji rozporowych oraz w warunkach odwodnienia wszędzie tam, gdzie poziom zwierciadła wód gruntowych stabilizuje się powyżej dna wykopów.

mgr Jarosław Przygoda

upr. geol. nr VII-1722