



Nazwa inwestycji:

## **Dokumentacja projektowa przebudowy drogi zbiorczej ul. Ks. Jerzego Popiełuszki**

Stadium: **Projekt budowlany**

Tom: **VIII – Projekt architektoniczno – budowlany**  
Rozdział 1 – Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną  
Rozdział 2 – Projekt geotechniczny

Egzemplarz: **1**

Inwestor: **Prezydent Miasta Koszalina**  
**ul. Rynek Staromiejski 6-7,**  
**75-007 Koszalin**

Zamawiający: **Gmina Miasto Koszalin**  
**ul. Rynek Staromiejski 6-7**  
**75-007 Koszalin**

Biuro projektów: **Polska Inżynieria sp. z o.o.,**  
**02-002 Warszawa, ul. Nowogrodzka 62B, lok. 19**

Adres inwestycji: woj. zachodniopomorskie, miasto Koszalin, ulica Ks. Jerzego Popiełuszki

Jednostka ewidencyjna: 326101\_1.0014 miasto Koszalin

Działki objęte liniami rozgraniczającymi obszar inwestycji:

**Obręb 0017, Dz. ew. nr: 566, 567, 5/5, 22/7, 670**

Kategoria obiektu budowlanego: **IV, XXII, XXV, XXVI**

Kategoria geotechniczna: **II**

Zespół projektowy	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Geolog:	<b>mgr Tomasz Piwowarski</b>	<b>VII-1521</b>	.....
Geolog:	<b>mgr Bogusława Kozanecka</b>	<b>VIII-0197</b>	.....

**Warszawa, 28 lutego 2018**

NIP: 701-00-52-522  
Regon: 140736729  
KRS: 0000265960

# **Dokumentacja projektowa przebudowy drogi zbiorczej ul. Ks. Jerzego Popiełuszki**

## **TOM VIII**

### **Spis zawartości:**

Rozdział 1 – Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną.....	3
Rozdział 2 – Projekt geotechniczny.....	34

## **Rozdział 1**

# **Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną**

## SPIS TREŚCI:

<b>1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA .....</b>	<b>3</b>
1.1. Podstawa opracowania .....	3
1.2. Przedmiot opracowania .....	3
1.3. Cel i zakres opracowania.....	3
<b>2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU .....</b>	<b>4</b>
<b>3. PRZEBIEG BADAŃ .....</b>	<b>5</b>
3.1. Prace geodezyjne .....	5
3.2. Wiercenia i badanie terenowe.....	5
3.3. Badania laboratoryjne.....	5
<b>4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO</b>	<b>6</b>
4.1. Budowa geologiczna.....	6
4.2. Warstwy konstrukcyjne nawierzchni.....	7
4.3. Warunki hydrogeologiczne.....	8
4.4. Charakterystyka wydzielonych warstw .....	9
<b>5. OCENA WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH.....</b>	<b>13</b>
<b>6. WNIOSKI.....</b>	<b>15</b>
<b>7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....</b>	<b>17</b>
7.1. Przepisy prawne.....	17
7.2. Normy państwowe i branżowe .....	17

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

### TABELE:

**Tabela nr 1** Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wg PN-81/B-03020

**Tabela nr 2** Zestawienie nawierconych wód gruntowych oraz sączeń

**Tabela nr 3** Tabela warunków budowlanych dla wydzielonych warstw geotechnicznych

### ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE:

<b>Załącznik nr 1</b>	Mapa topograficzna w skali 1:10 000
<b>Załącznik nr 2.1-2.3</b>	Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
<b>Załącznik nr 3.1-3.6</b>	Profile otworów geotechnicznych w skali 1:50
<b>Załącznik nr 4</b>	Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

## **1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA**

### **1.1. Podstawa opracowania**

Niniejszą opinię geotechniczną i dokumentację badań podłoża gruntowego opracowano w firmie GEO-MI Pracownia Geologiczna Michał Małuszyński, na zlecenie firmy: **Polska Inżynieria Sp. z o.o.**, z siedzibą przy **ul. Nowogrodzkiej 62B, lok. 19, 02-002 Warszawa**.

Opinię i dokumentację wykonano w oparciu o przepisy PN-EN-1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne część 2; PN-81/B-03020 „Posadowienie bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” i norm związanych oraz na podstawie wytycznych PN-98/B-02479 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”. Wykorzystano również mapy przedmiotowe i literaturę fachową.

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

### **1.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest opinia i dokumentacja określająca warunki geotechniczne oraz stopień złożoności budowy geologicznej do projektu budowy drogi zbiorczej ul. ks. Jerzego Popiełuszki oraz dróg lokalnych: ul. Prostej, ul. Bocznej, ul. Gajowej i ul. Krakowskiej wraz z infrastrukturą techniczną, w ramach zadania pn. „Osiedle Bukowe – drogi” w Koszalinie.

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

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków gruntowo – wodnych występujących w rejonie badań, w zakresie umożliwiającym przeprowadzenie projektowanych prac.

Opracowanie sporządzono na podstawie wykonanych wierceń i badań laboratoryjnych, oraz ilościowego i jakościowego określenia parametrów wiodących gruntów. Przy opracowywaniu niniejszej dokumentacji wykorzystano również mapy, literaturę geologiczną, polskie normy oraz branżowe przepisy prawne. W szczególności celem opracowania jest określenie:

- stopnia złożoności budowy geologicznej,
- zasięgu i głębokości występowania gruntów słabonośnych,
- głębokości występowania zwierciadła wód gruntowych,
- grup nośności podłoża nawierzchni.

## 2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU

Obszar badań zlokalizowany jest w północnej części Koszalina (gm. m. Koszalin, pow. m. Koszalin, woj. zachodniopomorskie), przy granicy gminy. Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest wzdłuż istniejących dróg: ul. ks. Jerzego Popiełuszki, ul. Prostej, ul. Bocznej, ul. Gajowej i ul. Krakowskiej. Na północ od obszaru badań biegnie linia kolejowa, natomiast na południowy wschód zlokalizowany jest obszar źródłowy bezimiennego ciek, stanowiącego dopływ rzeki Unieść. Szczegółowa lokalizacja przedstawiona została na Mapie topograficznej (Załącznik nr 1), oraz na Mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik nr 2.1 – 2.3.

Według fizycznogeograficznej regionalizacji Polski teren badań położony jest w obrębie **Równiny Białogardzkiej** (313.42) – mezoregionu geograficznego w północnej Polsce, będącego częścią Pobrzeża Koszalińskiego. Region ten stanowi glacytektonicznie spiętrzona morena czołowa, w której tkwią porwaki piasków i ilów trzeciorzędowych. Powierzchnię równiny tworzy lekko falista morena denna, rozczłonkowana przez dopływy Parsęty. Nad powierzchnią równiny, położonej od kilkunastu do 40,0 – 50,0 m n.p.m. w głębi ładu, wznoszą się pagórki morenowe o wysokości 60,0 – 70,0 m n.p.m. Na terenie tym liczne niewielkie zbiorniki bezodpływowe uległy zatorfieniu. W południowej części regionu przebiega fragment pradoliny pomorskiej. W podłożu zalegają głównie plejstocenijskie osady lodowcowe zlodowacenia Wisły – gliny morenowe oraz piaski wodnolodowcowe, a w obniżeniach dolinnych osady rzeczne.

Powierzchnia terenu pod względem hipsometrycznym, jest dość zróżnicowana. Deniwelacje w obrębie zbadanego obszaru sięgają 15,0 m. Rzędne niwelacyjne otworów badawczych wahają się między 29,0 a 39,0 m n.p.m.

### **3. PRZEBIEG BADAŃ**

#### **3.1. Prace geodezyjne**

W terenie wytyczono 12 otworów badawczych, metodą rzędnych i odciętych (domiarów), w oparciu o istniejącą sytuację, na podstawie mapy lokalizacyjnej (Załącznik nr 2.1-2.3). Rzędne wysokościowe zostały określone metodą interpolacji, na podstawie w/w mapy.

#### **3.2. Wiercenia i badanie terenowe**

Roboty wiertnicze prowadzono w dniu 04.10.2016 r. Odwiercono 12 otworów badawczych, do głębokości 3,0 m p.p.t. i 4,5 m p.p.t. (otwór nr 3). Łączny metraż wierceń wynosi 37,5 mb.

W otworach nr 3, 4, 5, 7 i 10 od powierzchni terenu natrafiono na płyty betonowe, stanowiące nawierzchnię dróg. Ze względu na ograniczenia techniczne sprzętu wiertniczego otwory te wykonane zostały w poboczu. Biorąc pod uwagę istniejące zagospodarowanie terenu (lokalizacja w obrębie skrzyżowania, niebezpieczeństwo kolizji), dokonano także korekty lokalizacji otworów nr 9 i 11.

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie, w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy PN-86/B-02480. Po zakończonych pracach polowych, otwory badawcze zlikwidowano wydobytym urobkiem z zachowaniem pierwotnych profili geologicznych.

#### **3.3. Badania laboratoryjne**

W trakcie wykonywania prac wiertniczych, z otworów badawczych nr 3, 7, 9, 10 i 12, z głębokości 1,2 – 2,8 m p.p.t., pobranych zostało 5 próbek gruntów spoistych do badań laboratoryjnych. Dla pobranych prób gruntów wykonano analizę konsystencji, dla 1 próby

5



gruntów wykonano oznaczenie zawartości części organicznych, zgodnie z wytycznymi normy PN-88/B-04481.

Wyniki wykonanych badań laboratoryjnych zestawiono w załączniku nr 4.

#### **4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO**

##### **4.1. Budowa geologiczna**

W podłożu czwartorzędowym w rejonie zbadanego obszaru występują głównie osady lodowcowe zlodowacenia północnopolskiego. Wierceniami do głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t. zbadano jedynie stropową partię podłoża gruntowego. Przyjęto następującą klasyfikację gruntów:

- **holoceńskie** – antropogeniczne nasypy (**Qhn**), grunty organiczne (**Qhh**), osady zastoiskowe (**Qhl**), piaski rzeczne (**Qhf**),
- **plejstocieńskie** – osady zastoiskowe (**Qpl**), piaski wodnolodowcowe (**Qpp**), oraz gliny zwałowe (**Qpg**).

W skład holocenu wchodzi:

**Antropogeniczne nasypy (Qhn)** – na badanym obszarze reprezentowane są przez **nasypy niekontrolowane**. Nawiercono je we wszystkich otworach badawczych (z wyjątkiem otworu nr 7), a ich stwierdzona miąższość wynosi 0,1 – 1,0 m. W skład gruntów nasypowych wchodzi żużel, gruz, domieszki piasku gliniastego, piasku średniego, piasku próchnicznego, żwiru, oraz antropogeniczne odpadki.

**Grunty organiczne (Qhh)** – reprezentowane są przez grunty rodzime organiczne, o genezie związanej z akumulacją w środowisku wodnym. Nawiercono je w otworach nr 4, 5 i 8 – 12, na głębokości 0,1 – 1,0 m p.p.t., a ich stwierdzona miąższość wynosi 0,2 – 1,5 m. Wykształcone są jako namuły gliniaste, torfy i gliny próchniczne.

**Osady zastoiskowe (Qhl)** – do grupy osadów zastoiskowych wieku holocenijskiego zaliczono pyły piaszczyste z wkładkami namułu i piaski gliniaste, nawiercone w otworach nr 5 i 11,

na głębokości 0,7 – 2,3 m p.p.t. Stwierdzona miąższość piasków gliniastych w otworze nr 11 wynosi 1,1 m, natomiast spągu pyłów piaszczystych w otworze nr 5 nie osiągnięto.

**Piaski rzeczne (Qhf)** – nawiercono je w otworze nr 11, na głębokości 1,8 m p.p.t., a ich miąższość nie jest znana, gdyż ich spągu nie osiągnięto. Litologicznie reprezentowane są przez piaski średnie z wkładkami namułu.

W skład plejstocenu wchodzi:

**Osady zastoiskowe (Qpl)** – do grupy plejstocenijskich osadów zastoiskowych zaliczono pyły piaszczyste, pyły i piaski gliniaste, nawiercone w otworach nr 1 i 4, na głębokości 0,8 – 1,2 m p.p.t. Miąższość tych osadów nie jest znana, gdyż ich spągu nie przewiercono.

**Piaski wodnolodowcowe (Qpfg)** – nawiercono je w otworach nr 2 i 9, na głębokości 0,9 m p.p.t., a ich stwierdzona miąższość wynosi 0,5 – 0,7 m. Litologicznie reprezentowane są przez piaski drobne.

**Osady zastoiskowe (Qpl)** – do grupy plejstocenijskich osadów zastoiskowych zaliczono pyły piaszczyste, pyły i piaski gliniaste, nawiercone w otworach nr 1 i 4, na głębokości 0,8 – 1,2 m p.p.t. Miąższość tych osadów nie jest znana, gdyż ich spągu nie przewiercono.

**Gliny zwałowe (Qpg)** – nawiercono je w otworach nr 1 – 3, 6 – 10, oraz 12, na głębokości 0,3 – 2,5 m p.p.t., oraz w otworze nr 7 od powierzchni terenu. Ich miąższość z reguły nie jest znana. Pod względem litologicznym wykształcone są jako gliny piaszczyste, gliny i piaski gliniaste.

#### 4.2. Warstwy konstrukcyjne nawierzchni

Istniejące drogi z reguły posiadają nawierzchnię wykonaną z płyt betonowych, częściowo z ażurowych płyt betonowych (ul. Boczna). W rejonie ul. Gajowej na niewielkim odcinku pokryte są warstwą bitumiczną. Zbadana grubość płyty betonowej przy otworze nr 3 wynosi 0,12 m.

Obecność asfaltowej nawierzchni stwierdzono jedynie na niewielkim odcinku ul. Prostej, natomiast ul. Krakowska stanowi drogę gruntową.

W rejonie projektowanych dróg od powierzchni terenu z reguły występują nasypy niekontrolowane, o miąższości 0,1 – 1,0 m p.p.t., w skład których wchodzi w różnych proporcjach żużel, gruz, piasek gliniasty, piasek średni, piasek próchniczny, żwir i odpadki.

W podłożu gruntowym występują głównie grunty spoiste (gliny zwałowe, osady zastoiskowe), oraz grunty organiczne i lokalnie osady piaszczyste.

#### 4.3. Warunki hydrogeologiczne

W trakcie wykonywania prac wiertniczych, w obrębie terenu badań, do głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t., stwierdzono występowanie wód gruntowych.

Wody o zwierciadle swobodnym nawiercono w otworze nr 11, na głębokości 2,1 m p.p.t. Wody o zwierciadle naporowym stwierdzono w otworach nr 3 i 12. Nawiercono je na głębokości 2,5 m p.p.t., a ustabilizowało się na głębokości 2,3 m p.p.t. Swobodne zwierciadło wód gruntowych w rejonie tych otworów ustabilizowane jest na rzędnych 29,5 – 31,7 m n.p.m.

Amplitudę sezonowych wahań zwierciadła wód gruntowych ocenia się na  $\pm 0,5$  m.

W otworach nr 1, 4, 5, 6 i 8, na głębokości 1,6 – 2,8 m p.p.t. stwierdzono występowanie sączeń śródglinowych. Po intensywne i długotrwałych opadach lub wiosennych roztopach, na stropie osadów spoistych i organicznych mogą pojawiać się sączenia o różnej intensywności, a istniejące mogą przybierać na sile. Nie wyklucza się występowania innych sączeń pomiędzy odwierconymi punktami rozpoznawczymi.

**Tabela nr 2.** Zestawienie nawierconych wód gruntowych oraz sączeń

Numer otworu	Zwierciadło nawiercone	Zwierciadło ustabilizowane	Sączenia
	m p. p. t.		
1	-	-	1,6; 2,5
3	2,5	2,3	-
4	-	-	2,3
5	-	-	2,6
6	-	-	2,8
8	-	-	2,0
11	2,1	2,1	-
12	2,5	2,3	-

#### 4.4. Charakterystyka wydzielonych warstw

Podłoże gruntowe terenu badań, do zbadanej głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t. charakteryzują na ogół **proste warunki gruntowo – wodne**. Jedynie w rejonie otworów nr 3, 5, 10 i 12 warunki gruntowo – wodne określono jako **złożone**, ze względu na obecność gruntów organicznych do znacznej głębokości, oraz obecność gruntów spoistych w stanie płynnym.

Z analizy przeprowadzonych wierceń oraz badań terenowych (badania makroskopowe gruntów), na zbadanym terenie można wydzielić cztery serie litologiczno-genetyczne (zgodnie z [7] na podstawie PN-81/B-03020). Dla warstw geotechnicznych podano charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych określone na podstawie badań makroskopowych i badań laboratoryjnych, metodami A, B i C wg p. 3.2. PN-81/B-03020. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia -  $I_D$ , a dla gruntów spoistych stopień plastyczności –  $I_L$ . Pod względem konsolidacji grunty serii **III** należą do grupy **C**, a grunty serii **IV** do grupy **B** (wg p. 1.4.6 PN-81/B-03020). Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw geotechnicznych zestawiono w **Tabeli nr 1** zamieszczonej w dokumentacji. Z podziału na warstwy wyłączono grunty antropogeniczne.

#### Charakterystyka wydzielonych serii i warstw geotechnicznych

##### I seria – grunty organiczne (Qhh)

Na zespół tych osadów składają się holocenijskie grunty rodzime organiczne, o genezie związanej z akumulacją w środowisku wodnym. W obrębie zbadanego terenu seria ta reprezentowana jest przez **namuły gliniaste** i **gliny próchniczne**, miejscami posiadające domieszki części organicznych (fragmentów drewna) i żwiru. Są to osady wilgotne, w stanie plastycznym. Obliczony na podstawie badań laboratoryjnych stopień plastyczności dla glin próchnicznych, występujących w otworze nr 12 wynosi  $I_L = 0,27$ . Są to grunty ściśliwe, klasyfikowane jako **nienośne** i z tego względu nie mogą stanowić bezpośredniego podłoża robót budowlanych. Zgodnie z normą PN-81/B-03020 dla w/w gruntów nie wyznaczono charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych, gdyż są to grunty nienośne.

## **- II seria – osady piaszczyste (Qhf/Qpfg)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime niespoiste, reprezentowane przez piaski średnie o genezie rzecznej i piaski drobne o genezie wodnolodowcowej. Na potrzeby niniejszego opracowania oraz zgodnie z PN-81/B-03020, ujęto je w jedną serię osadów piaszczystych. W obrębie tej serii wydzielono dwie warstwy geotechniczne:

- **IIA** – reprezentowana jest przez **piaski średnie**, posiadające wkładki żwiru, piasku gliniastego i namułu gliniastego. Wskaźnik skonsolidowania dla tych gruntów wynosi  $\beta = 0,90$ . Są to utwory wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Pod względem własności filtracyjnych należą one do średnio przepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków średnich wynoszą  $k = 10^{-2} - 2,5 \times 10^{-2}$  cm/s. Grunty tej warstwy należą do niewysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** – w każdych warunkach wodnych.

- **IIB** – reprezentowana jest przez **piaski drobne** zaglinione i przewarstwione piaskiem gliniastym, o wskaźniku skonsolidowania wynoszącym  $\beta = 0,80$ . Są to utwory mało wilgotne i wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym, o charakterystycznej przyjętej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Pod względem własności filtracyjnych należą one do mało przepuszczalnych, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji  $k$  wynoszących  $k = 10^{-3} - 10^{-2}$  cm/s. Piaski drobne stwierdzone w otworze nr 2 należą do niewysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Piaski występujące w otworze nr 9 zaliczono do gruntów wątpliwych i przyjęto dla nich grupę nośności podłoża nawierzchni **G2**, z uwagi na ich zagliniony charakter.

## **- III seria – osady zastoiskowe (Qhl/Qpl)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime spoiste. W obrębie zbadanego terenu seria ta reprezentowana jest przez pyły, pyły piaszczyste i piaski gliniaste, zaliczane do grupy osadów mało spoistych. Wskaźnik skonsolidowania dla tych gruntów wynosi  $\beta = 0,60$ . Utwory tej serii należą do słabo i bardzo słabo przepuszczalnych.

Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków gliniastych wynoszą  $k = 10^{-4} - 10^{-3}$  cm/s, dla pyłów piaszczystych wynoszą  $k = 10^{-5} - 10^{-4}$  cm/s, a dla pyłów wynoszą  $k = 10^{-6} - 10^{-5}$  cm/s. Ujęto je w trzy warstwy geotechniczne:

- **IIIA** – reprezentowana jest przez **pyły**, miejscami przewarstwione piaskiem drobnym, oraz **piaski gliniaste** ze żwirem. Są to utwory mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.

- **IIIB** – reprezentowana jest przez **pyły piaszczyste**, przewarstwione piaskiem pylastym, piaskiem drobnym i namulem gliniastym, oraz **piaski gliniaste**. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,30$ . Do warstwy tej włączono grunty mało wilgotne, na pograniczu wilgotnych, w stanie twardoplastycznym na pograniczu plastycznego, o stopniu plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,25$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** i **G4**, w zależności od stanu występowania.

- **IIIC** – reprezentowana jest przez **pyły piaszczyste** przewarstwione piaskiem drobnym. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,40$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**, ze względu na plastyczny stan występowania.

#### **- IV seria – gliny zwałowe (Qpg)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime spoiste. W obrębie zbadanego terenu seria ta reprezentowana jest przez piaski gliniaste, zaliczane do grupy osadów mało spoistych, oraz gliny piaszczyste i gliny, zaliczane do średnio spoistych. Wskaźnik skonsolidowania dla tych gruntów wynosi  $\beta = 0,75$ . Utwory tej serii należą do słabo i bardzo słabo przepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków gliniastych wynoszą  $k = 10^{-4} - 10^{-3}$  cm/s, a dla glin piaszczystych i glin wynoszą  $k = 10^{-6} - 10^{-5}$  cm/s. Ujęto je w cztery warstwy geotechniczne:

- **IVA** – reprezentowana jest przez **gliny, gliny piaszczyste** z wkładkami otoczków, żwiru lub gliny piaszczystej zwięzłej, oraz występujące lokalnie **piaski gliniaste**. Są to utwory mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej obliczonej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Do warstwy tej włączono grunty o stopniu plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,15$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.

- **IVB** – reprezentowana jest przez **gliny, gliny piaszczyste i piaski gliniaste**, z wkładkami żwiru, otoczków, oraz piaszczystymi lub pylastymi przewarstwieniami. Gliny piaszczyste występujące w obrębie tej warstwy lokalnie posiadają domieszki okruchów węgla kamiennego. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,26$ . Do warstwy tej włączono grunty mało wilgotne na pograniczu wilgotnych, w stanie twardoplastycznym na pograniczu plastycznego, oraz grunty w stanie plastycznym, o stopniu plastyczności w przedziale  $I_L^{(n)} = 0,25 - 0,30$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** i **G4**, w zależności od stanu występowania.

- **IVC** – reprezentowana jest przez **piaski gliniaste** z domieszką żwiru – wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,40$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**, ze względu na plastyczny stan występowania.

- **IVD** – reprezentowana jest przez **piaski gliniaste** przewarstwione piaskiem średnim. Są to grunty mokre, w stanie płynnym, o obliczonej na podstawie badań laboratoryjnych charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 1,18$ . Zgodnie z PN-81/B-03020 dla gruntów tych nie określono parametrów geotechnicznych. Grunty te, ze względu na występowanie w stanie płynnym, należy traktować jako **nienośne**. Biorąc pod uwagę wykształcenie litologiczne oraz ich stan występowania, zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

## 5. OCENA WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH

Podłoże gruntowe terenu badań, do zbadanej głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t. charakteryzują na ogół **proste warunki gruntowo – wodne** [1]. Jedynie w rejonie otworów nr 3, 5, 10 i 12 odnotowano **złożone** warunki gruntowo – wodne, ze względu na obecność gruntów nienośnych, do maksymalnej głębokości 1,8 – 2,5 m p.p.t.

Określenia generalnych warunków budowlanych dla potrzeb projektowania nawierzchni drogowych dokonano, uwzględniając rodzaj gruntów oraz warunki wodne. W przypadku braku jednoznaczności niektórych kryteriów podanych w opracowaniu, dokonano oceny własnej. Jako poziom niwelety przyjęto obecne rzędne terenu, a warunki określono dla gruntów występujących 0,5 – 1,0 m poniżej niwelety (orientacyjny poziom robót ziemnych pod nawierzchnie drogowe). Poszczególne warstwy podłoża przyporządkowano do poszczególnych warunków budowlanych zgodnie z tabelą. W zestawieniu tym nie ujęto gruntów antropogenicznych. Poniższe zestawienie ma charakter generalny.

**Tabela nr 3** Tabela warunków budowlanych dla wydzielonych warstw geotechnicznych

Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu - symbol	Stan gruntu		Warunki budowlane przy poziomie wód podziemnych poniżej planowanej niwelety		
		I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>	poniżej 3 m	od 3 do 2 m	mniej niż 2 m
I	Nmg, GH	-	-	ZŁE		
IIA	Ps	0,50	-	DOBRE		
IIB	Pd	0,50	-	DOBRE		
IIIA	$\pi$	-	0,20	DOBRE	ZŁE	
IIIB	$\pi_p$ , Pg	-	0,30	DOSTATECZNE	ZŁE	
IIIC	$\pi_p$	-	0,40	DOSTATECZNE	ZŁE	
IVA	G, Gp, Pg	-	0,20	DOBRE	DOSTATECZNE	
IVB	G, Pg, Gp	-	0,26	DOBRE	DOSTATECZNE	
IVC	Pg	-	0,40	DOSTATECZNE	ZŁE	
IVD	Pg	-	1,18	ZŁE		



W trakcie wykonywania prac wiertniczych, w rejonie badań odnotowano występowanie wód gruntowych o zwierciadle swobodnym na głębokości 2,1 m p.p.t. (otwór nr 11), oraz wód gruntowych o zwierciadle naporowym, na głębokości 2,5 m p.p.t., ustabilizowanym na głębokości 2,3 m p.p.t. (otwory nr 3 i 12). Warunki wodne oceniono na podstawie rozporządzenia [2]. Dla projektowanych dróg zaleca się przyjęcie dobrych warunków wodnych.

W otworach nr 1, 4, 5, 6 i 8, na głębokości 1,6 – 2,8 m p.p.t. stwierdzono sączenia. Po intensywnych opadach lub wiosennych roztopach, na stropie osadów spoistych i organicznych mogą okresowo pojawiać się sączenia, a istniejące mogą przybierać na sile.

Wszystkie zbadane grunty rodzime należą do czterech serii litologiczno – genetycznych. Wszystkie grunty serii **II**, oraz grunty warstw **IIIA** i **IVA** charakteryzują się **korzystnymi** wartościami parametrów geotechnicznych i będą stanowiły dobre podłoże robót budowlanych. Grunty warstw **IIIB**, **IIIC**, **IVB** i **IVC** posiadają obniżone wartości parametrów geotechnicznych, ze względu na plastyczny stan występowania. Należy zwrócić szczególną uwagę na obecność organicznych przewarstwień występujących lokalnie w obrębie gruntów warstw **IIA** i **IIIB**.

Grunty warstwy **IVD** występują w stanie płynnym i należy je traktować jako nienośne. **Nasypy niekontrolowane** oraz grunty organiczne serii **I** należą do gruntów **nienośnych** i nie mogą stanowić bezpośredniego podłoża robót budowlanych.

W przypadku prowadzenia robót ziemnych w obrębie gruntów nienośnych, zaleca się usunięcie tych gruntów z podłoża projektowanych robót drogowych.

W trakcie projektowania inwestycji należy zwrócić szczególną uwagę na obecność gruntów nienośnych do znacznej głębokości, w rejonie otworów nr 3, 5, 10 i 12. Z uwagi na znaczną miąższość gruntów nienośnych w rejonie tych otworów, oraz miejscami obecność zwierciadła wód gruntowych o charakterze naporowym (otwory nr 3 i 12), zabieg całkowitej wymiany gruntu może okazać się zbyt kosztowny. W związku z powyższym można także rozważyć częściową wymianę gruntu, oraz wykonanie wzmocnienia podłoża, np. za pomocą odpowiedniej podbudowy, poduszki piaszczystej, lub też wzmocnienie podłoża innymi zabiegami, np. przy pomocy geosyntetyku (np. geokrata, georuszt).

Należy pamiętać, że osady organiczne serii I należą do gruntów ściśliwych, które pod wpływem obciążenia podlegają osiadaniu. Wzmocnienie należy zaprojektować w taki sposób, aby nie dopuścić do nierównomiernego osiadania budowli.

W przypadku ewentualnej realizacji całkowitej wymiany gruntu, w rejonie otworów nr 3 i 12 konieczne będzie wykonanie tymczasowego odwodnienia na czas prowadzenia robót.

Wzrost wilgotności gruntów spoistych będzie prowadził do ich uplastycznienia, co spowoduje zmniejszenie wartości parametrów wytrzymałościowych tych gruntów. Zwiększy się również ich odkształcalność. Zmiana własności tych gruntów może prowadzić do znacznego obniżenia ich nośności. Wzrost wilgotności naturalnej gruntów spoistych może być spowodowany opadami atmosferycznymi, wodami roztopowymi lub wodami gruntowymi (sączenia na styku osadów spoistych i niespoistych, itp.).

W przypadku prowadzenia robót ziemnych w obrębie gruntów spoistych będą one narażone na bezpośrednie oddziaływanie opadów atmosferycznych. Oddziaływania wywołane pracującym sprzętem budowlanym, ruchem na placu budowy itp. będą ułatwiać i przyspieszać absorbowanie wody opadowej przez spoiste podłoże gruntowe, co w efekcie może prowadzić do jego uplastycznienia.

Podczas prowadzenia robót ziemnych w obrębie gruntów spoistych należy chronić je przed oddziaływaniem wody. W przypadku naruszenia struktury tych osadów lub dopuszczenia do ich istotnego zawodnienia, uplastycznione partie gruntu należy usunąć z podłoża i zastąpić np. warstwą gruntu niespoistego (piasku) lub chudego betonu.

## 6. WNIOSKI

1. Podłoże gruntowe terenu badań, do zbadanej głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t., charakteryzują na ogół **proste warunki gruntowo – wodne**. Jedynie w rejonie otworów nr 3, 5, 10 i 12 warunki gruntowo – wodne określono jako **złożone**.
2. W obrębie projektowanej inwestycji wydzielić można dwie kategorie geotechniczne. Projektowane drogi zaliczyć można do **I** kategorii geotechnicznej, natomiast dla sieci kanalizacyjnej przyjęto **II** kategorię geotechniczną. Zgodnie z Rozporządzeniem [1], ostateczna kwalifikacja inwestycji lub jej poszczególnych części do kategorii

geotechnicznej należy do Projektanta i powinna uwzględniać charakterystykę terenu badań i podłoża gruntowego, parametry fizyko-mechaniczne gruntów, założenia projektowe i ostateczne rozwiązania konstrukcyjne.

3. Wszystkie zbadane grunty rodzime zostały ujęte w warstwy geotechniczne. Wyznaczono dla nich charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, które winny stać się podstawą do obliczeń statycznych przy projektowaniu (Tabela nr 1).
4. Zbadane grunty serii **II**, oraz grunty warstw **IIIA** i **IVA** charakteryzują się **korzystnymi** parametrami geotechnicznymi i stanowić będą dobre podłoże dla projektowanej inwestycji.
5. Grunty warstw **IIIB**, **IIIC**, **IVB** i **IVC** posiadają obniżone wartości parametrów geotechnicznych, ze względu na plastyczny stan występowania.
6. Grunty warstwy **IVD** występują w stanie płynnym i należy je traktować jako **nienośne**.
7. **Nасыpy niekontrolowane**, oraz grunty organiczne serii **I** należą do gruntów **nienośnych** i nie mogą stanowić bezpośredniego podłoża robót budowlanych.
8. W trakcie wykonywania prac wiertniczych, do gł. 3,0 – 4,5 m p.p.t. stwierdzono występowanie wód gruntowych o zwierciadle swobodnym (otwór nr 11), na głębokości 2,1 m p.p.t. i naporowym (otwory nr 3 i 12), ustabilizowanym na głębokości 2,3 m p.p.t.
9. W przypadku ewentualnego prowadzenia robót poniżej poziomu wód gruntowych zachodzi może konieczność tymczasowego odwodnienia terenu.
10. W otworach nr 1, 4, 5, 6 i 8, na głębokości 1,6 – 2,8 m p.p.t. stwierdzono sączenia. Po intensywnych opadach lub wiosennych roztopach na stropie osadów spoistych i organicznych mogą pojawiać się sączenia, a istniejące mogą przybierać na sile.
11. Podczas prowadzenia robót ziemnych w obrębie gruntów spoistych należy chronić je przed oddziaływaniem wody.
12. Przy projektowaniu oraz prowadzeniu robót ziemnych, należy brać pod uwagę wytyczne przedstawione w rozdziale 5.
13. W trakcie wykonywania robót ziemnych zajdzie konieczność wykonywania nasypów, zasypek i podsypek. Materiał do budowy należy dobierać z uwzględnieniem postanowień normy [10]. Nasyp można formować zarówno z gruntów spoistych jak i niespoistych.

14. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy, zasypki, podsypki itp., jest ich prowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w_{opt}$ ), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
15. Podstawowym miarodajnym parametrem do odbioru zasypek, podsypek itp., jest wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  (a nie stopień zagęszczenia  $I_D$ ). Odbiór zagęszczanego podłoża powinien odbywać się warstwami. Do wykonania kolejnej warstwy powinno się przystąpić po dokonaniu odbioru warstwy poprzedniej.
16. Przy końcowym odbiorze robót ziemnych należy posługiwać się wartościami pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia ( $E_1$  i  $E_2$ ) oraz wskaźnikiem odkształcenia ( $I_o$ ), uzyskanymi z badań płytą VSS.

## **7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI**

### **7.1. Przepisy prawne**

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).
- [2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430).
- [3]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2011 nr 282 poz. 1657).
- [4]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie geologii (Dz.U. 2016 poz. 266).
- [5]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800).

## **7.2. Normy państwowe i branżowe**

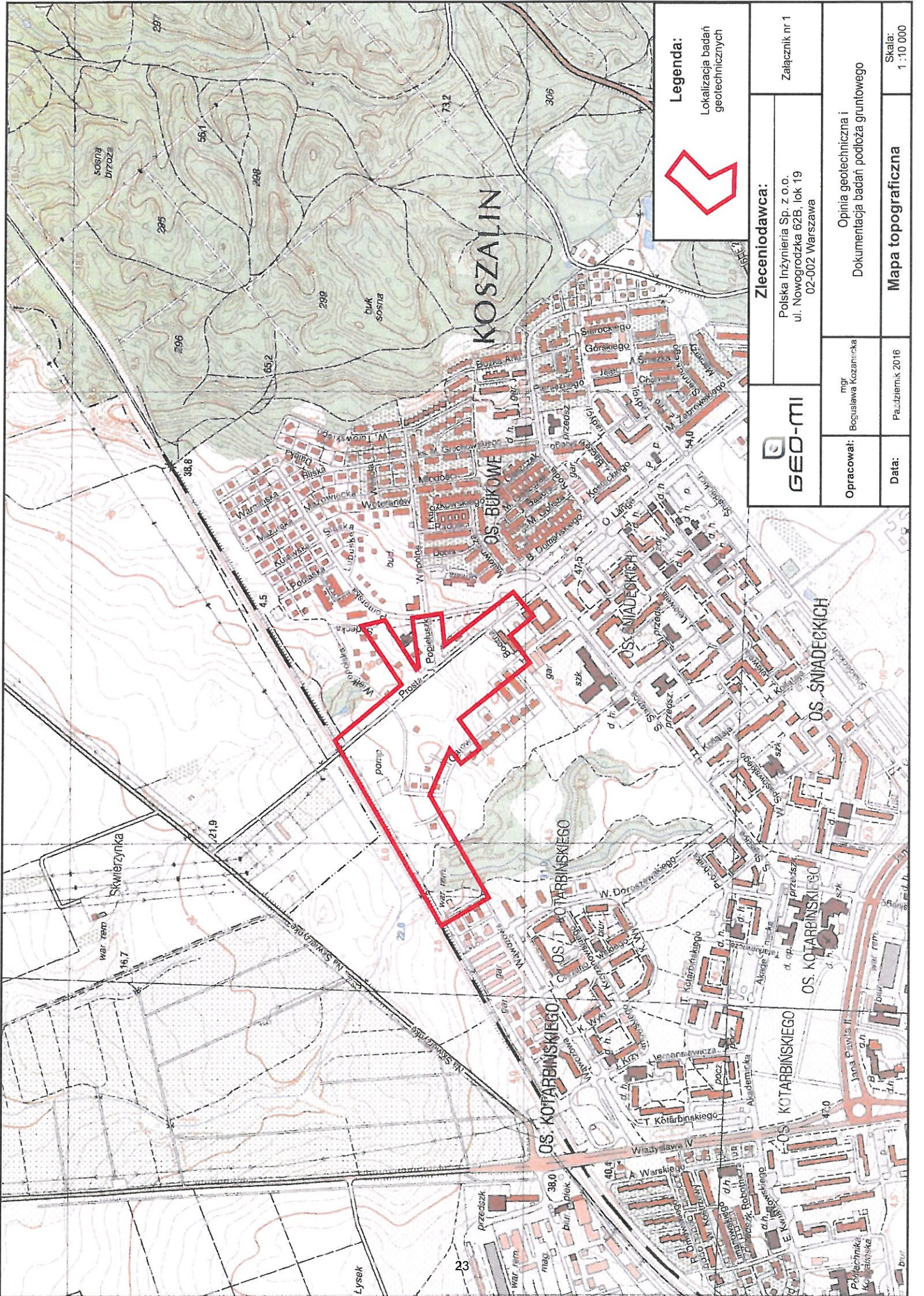
- [6]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [7]. PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2 Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [8]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [9]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [10]. PN-98/S-02205. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [11]. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.

**Tabela nr 1**

CHARAKTERYSTYCZNE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH wg PN-81/B-03020																
Seria litologiczno-stratygraficzna	Symbol	Nr serii	Rodzaj gruntu	Symbol (wg pkt. 1.4.6)	Stan gruntu			Wilgotność naturalna [%]	Gęstość objętościowa [t/m <sup>3</sup> ]	kąt tarcia wewnętrzznego [°]	Spójność [kPa]	pierwotnego odkształcenia [MPa]	edometryczny ściśnięcie pierwotnej [MPa]	Wskaźnik skonsolidowania $\beta$	Współczynnik materiałowy (wg pkt. 3.2)	Grupa nosności podłoża nawierzchni
					Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	$I_L(n)$									
					$I_D(n)$	$I_L(n)$	$W_n(n)$									
grunty ściśliwe, klasyfikowane jako nienośne																
grunty w stanie płynnym, klasyfikowane jako nienośny																
Qhh	I		Nmg, GH	-												
Qhl/ Qpl	IIA		Ps	-			w-14,0 nw-22,0	w-1,85 nw-2,00	33,0	-	79,90	94,69	0,90	1±0,10	G1	
	IIB		Pd	-			mw-6,0 w-16,0	mw-1,65 w-1,75	30,4	-	46,20	61,91	0,80	1±0,10	G1/G2	
Qhl/ Qpl	IIIA		$\pi$	-	0,20		22,0	2,05	14,8	16,96	20,58	29,40	0,60	1±0,10	G3	
	IIIB		$\pi$ p, Pg	-	0,30		20,0	2,05	13,2	13,33	16,55	23,64	0,60	1±0,10	G3/G4	
	IIIC		$\pi$ p	-	0,40		20,0	2,05	11,6	10,65	13,44	19,20	0,60	1±0,10	G4	
Qpg	IV A		G, Gp, Pg	-	0,20*		15,50*	2,15	18,3	31,54	28,07	36,93	0,75	1±0,10	G3	
	IV B		G, Pg, Gp	-	0,26*		15,30*	2,05	17,1	29,38	24,33	32,02	0,75	1±0,10	G3/G4	
	IV C		Pg	-	0,40		16,0	2,10	14,5	24,76	17,97	23,64	0,75	1±0,10	G4	
	IV D		Pg	-	1,18*		21,83*						0,75	1±0,10	G4	

mw – mało wilgotne, w – wilgotne, nw – nawodnione


\* parametry określone metodą „A”



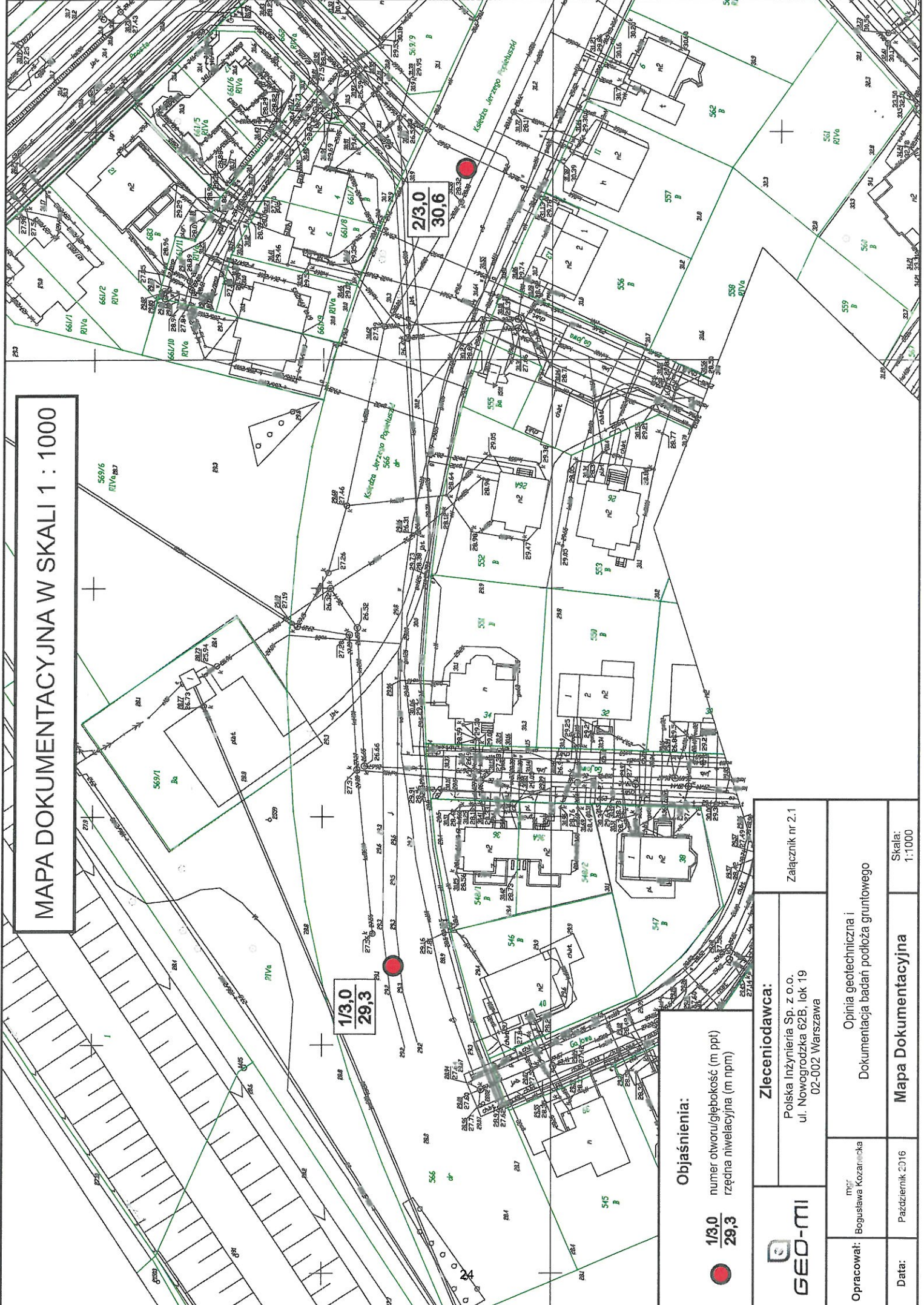
**Legenda:**

Lokalizacja badań geotechnicznych



	<b>Zleceniodawca:</b> Polska Inżynieria Sp. z o.o. ul. Nowogrodzka 62B, lok 19 02-002 Warszawa		Załącznik nr 1
	<b>Opracował:</b> mgr Bogusława Kozamirka	<b>Opinia geotechniczna i Dokumentacja badań podłoża gruntowego</b>	
<b>Data:</b> Październik 2016	<b>Mapa topograficzna</b>		Skala: 1 : 10 000

MAPA DOKUMENTACYJNA W SKALI 1 : 1000



**Objaśnienia:**


**113,0**  
**29,3**

numer otworu/głębokość (m ppt)  
 rzędna niwelacyjna (m npm)



**Zleceniodawca:**

Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 ul. Nowogrodzka 62B, lok 19  
 02-002 Warszawa

Załącznik nr 2.1

Opracował: mjr Bogusław Kozarocki

Opinia geotechniczna i Dokumentacja badań podłoża gruntowego

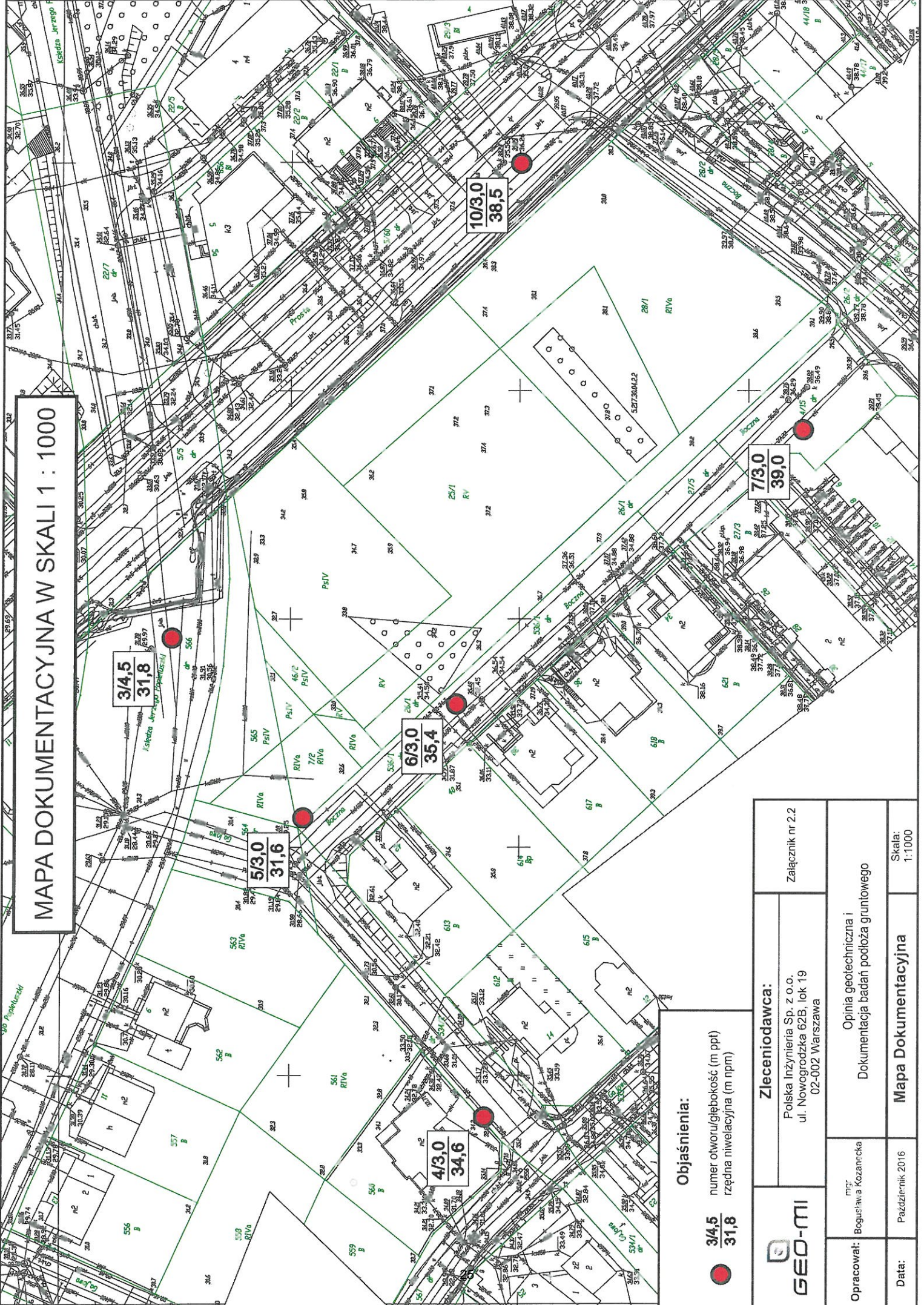
Data: Październik 2016

Mapa Dokumentacyjna

Skala: 1:1000



MAPA DOKUMENTACYJNA W SKALI 1 : 1000

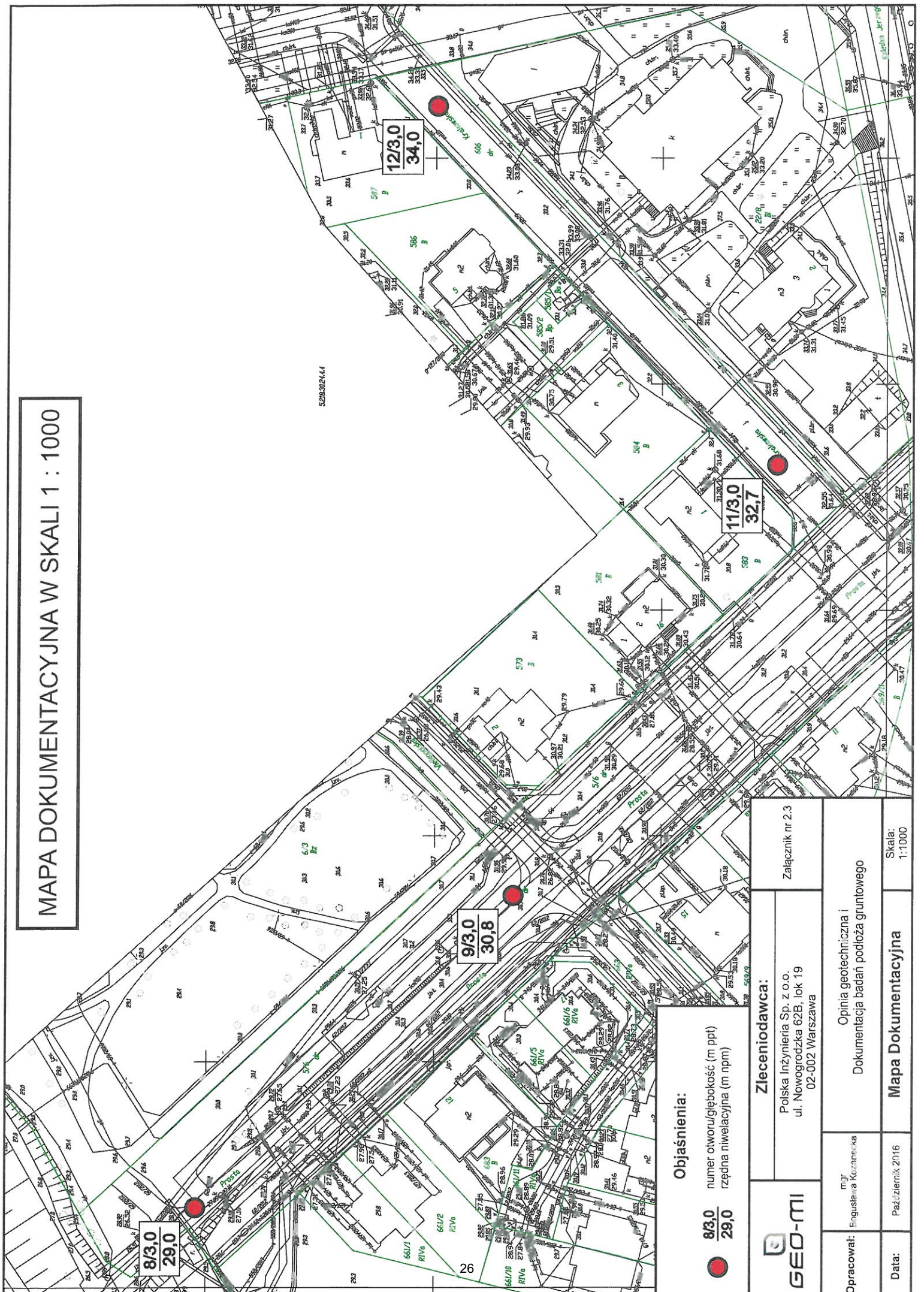


**Objaśnienia:**



- 3/4,5** numer otworu/głębokość (m ppt)
- 31,8** rzędna niwelacyjna (m npm)

	<b>Zleceniodawca:</b>	Załącznik nr 2.2
	Polska Inżynieria Sp. z o.o. ul. Nowogrodzka 62B, lok 19 02-002 Warszawa	
Opracował: mgr Bogusław A. Kozan-czka	Opinia geotechniczna i Dokumentacja badań podłoża gruntowego	
Data: Październik 2016	<b>Mapa Dokumentacyjna</b>	
		Skala: 1:1000

MAPA DOKUMENTACYJNA W SKALI 1 : 1000



Objaśnienia:

-  8/3,0 / 29,0 numer otworu/głębokość (m ppt)
-  9/3,0 / 30,8 rzędna niwelacyjna (m npm)



Zleceniodawca:  
Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
ul. Nowogrodzka 62B, lok 19  
02-002 Warszawa

Załącznik nr 2.3

Opracował:  
mgr  
Eugenia Kucanaka

Opinia geotechniczna i  
dokumentacja badań podłoża gruntowego

Data:  
Październik 2016

Mapa Dokumentacyjna

Skala:  
1:1000


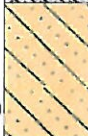


Rejon: ul. ks. Jerzego Popiełuszki  
 Miejscowość: Koszalin  
 Gmina: m. Koszalin  
 Województwo: zachodniopomorskie

 Obiekt: droga  
 Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Małuszyński

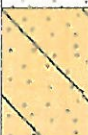
System wiercenia: mechaniczno-obrotowy

Rzędna: 29.30 m n.p.m.    Głębokość: 3.00 m

Skala 1 : 50    Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Holocen			0.30	nasyp niekontrolowany, czarny (żużel + gruz)	nN						
		Czwartorzęd Plejstocen			1.00	głina piaszczysta, żółto-brązowa na pograniczu gliny piaszczystej zwięzłej	Gp/Gpz	IVA	mw	tpl		0.20	G3
					1.20	pył piaszczysty, szaro-brązowy przewarstwiony piaskiem drobnym	Πp//Pd	IIIC	w	pl		0.40	G4
						2.50	pył, szary	Π	IIIA	mw	tpl		0.20
					3.00								

### Profil numer 2    Rzędna: 30.60 m n.p.m.    Data: 2016-10-04

		Holocen				nasyp niekontrolowany, czarny (żużel)	nN							
		Czwartorzęd Plejstocen			0.30	głina piaszczysta, ciemnobrązowa przewarstwiona gliną piaszczystą zwięzłą	Gp//Gpz	IVA	mw	tpl		0.20	G3	
					0.90	piasek drobny, brązowy przewarstwiony piaskiem gliniastym	Pd//Pg	IIB		szg	0.50			G1
						1.60	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej z domieszką żwiru	Pg/Gp+Ż	IVC	w	pl		0.40	G4
						2.50	głina piaszczysta, szara z domieszką otoczków	Gp+KO	IVB	mw/w			0.25	G3
					3.00									







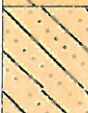
Rejon: ul. ks. Jerzego Popiełuski  
 Miejscowość: Koszalin  
 Gmina: m. Koszalin  
 Województwo: zachodniopomorskie

Objekt: droga  
 Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Małuszyński






System wiercenia: mechaniczno-obrotowy

Rzędna: 31.80 m n.p.m.      Głębokość: 4.50 m

Skala 1 : 50      Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Holocen				nasyp niekontrolowany, brązowy (Pg + gruz)	nN						
		Czwartorzęd Plejstocen			0.40	glina piaszczysta, szaro-brązowa na pograniczu piasku gliniastego	Gp/Pg	IVB	mw/w	pl		0.25	G3
					0.90	glina piaszczysta, brązowa	Gp	IVA	mw	tpl		0.20	
					1.30	piasek gliniasty, szary na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego)	Pg/Pd(g)	IVB	mw/w	pl		0.25	
					1.60	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg//Ps	IVD	m	pt		1.18	G4
					2.50	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru przewarstwiony piaskiem średnim	Pg+Ż//Ps	IVB	w	pl		0.30	
					3.30	glina piaszczysta, szara na pograniczu piasku gliniastego z domieszką żwiru	Gp/Pg+Ż	IVA	mw	tpl		0.15	G3
					4.50								

### Profil numer 4    Rzędna: 34.60 m n.p.m.    Data: 2016-10-04

		Holocen			0.10	nasyp niekontrolowany, szary (Ż)	nN						
		Czwartorzęd Plejstocen				namuł gliniasty, czarny	Nmg	I	w	pl			
					0.80	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru	Pg+Ż	IIIA	mw	tpl		0.20	G3
					1.40	pył piaszczysty, brązowo-szary na pograniczu piasku gliniastego przewarstwiony piaskiem pylastym	Πp/Pg//Pπ	IIIB	w	pl		0.30	G4
					2.30	pył, szary na pograniczu pyłu piaszczystego przewarstwiony piaskiem drobnym	Π/Πp//Pd	IIIA	mw	tpl		0.20	G3
					3.00								

Rejon: ul. Boczna  
Miejscowość: Koszalin  
Gmina: m. Koszalin  
Województwo: zachodniopomorskie

Objekt: droga  
Zleceńodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Maluszyński

System wiercenia: mechaniczno-obrotowy

Rzędna: 31.60 m n.p.m.      Głębokość: 3.00 m

Skala 1 : 50      Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	▼ 2.60	Czwartorzęd Holocen		-1.0	1.00	nasyp niekontrolowany, brązowy (Pg + gruz)	nN						
				-2.0	1.60	torf, czarny	T	I					
				-2.30	2.30	namuł gliniasty, ciemnoszary	Nmg		w				
				-3.0	3.00	pył piaszczysty, szary przewarstwiony piaskiem drobnym i namulem gliniastym	Πp//Pd//Nmg	IIIB		pl		0.30	G4

#### Profil numer 6    Rzędna: 35.40 m n.p.m.    Data: 2016-10-04

	▼ 2.80	Czwartorzęd Plejstocen		-1.0	0.40	nasyp niekontrolowany, szary (gruz + PH)	nN						
				-1.40	1.40	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru	Pg+Ż		mw/w			0.25	G3
				-2.0	2.00	piasek gliniasty, szary przewarstwiony gliną piaszczystą, pyłem piaszczystym i piaskiem grubym	Pg//Gp//Πp//Pr	IVB		pl		0.30	G4

Rejon: ul. Boczna  
 Miejscowość: Koszalin  
 Gmina: m. Koszalin  
 Województwo: zachodniopomorskie

 Obiekt: droga  
 Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Maluszyński

System wiercenia: mechaniczno-obrotowy

Rzędna: 39.00 m n.p.m.    Głębokość: 3.00 m

Skala 1 : 50    Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przełot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Czwartorzęd Plejstocen				piasek gliniasty, szary	Pg	IVA	mw	tpl		0.20	G3
			1.0	1.00	głina piaszczysta, brązowa na pograniczu gliny piaszczystej zwięzłej przewarstwiona piaskiem gliniastym	Gp/Gpz//Pg		mw/w			0.25		
			2.0	1.40	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej z domieszką żwiru i otoczków	Pg/Gp+Ż+KO	IVB	w	pl		0.30	G4	
			3.0	2.30	głina, brązowa z domieszką żwiru przewarstwiona piaskiem drobnym	G+Ż//Pd		mw/w			0.25	G3	
			3.0	3.00									

**Profil numer 8 Rzędna: 29.00 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

		Czwartorzęd Plejstocen				nasyp niekontrolowany, brązowy (gruz + Pg)	nN						
			0.50	0.70	namuł gliniasty, czarny	Nmg	I	w					
			1.0		piasek gliniasty, brązowy na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego) przewarstwiony gliną piaszczystą	Pg/Pd(g)//Gp	IVB	mw/w	pl		0.25	G3	
			2.0	2.00	piasek gliniasty, ciemnożółto-brązowy na pograniczu gliny piaszczystej przewarstwiony piaskiem drobnym	Pg/Gp//Pd		w			0.30	G4	
			3.0	2.80	głina piaszczysta, szara z domieszką otoczków	Gp+KO	IVA	mw	tpl		0.20	G3	
			3.0	3.00									

Rejon: ul. Prosta  
 Miejscowość: Koszalin  
 Gmina: m. Koszalin  
 Województwo: zachodniopomorskie







 Obiekt: droga  
 Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Maluszyński

System wiercenia: mechaniczno-obrotowy


Rzędna: 30.80 m n.p.m.    Głębokość: 3.00 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przełot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, brązowy (gruz + Pg)	nN						
					0.60	namuł gliniasty, czarny	Nmg	I		pl			
					0.90	piasek drobny, brązowy (zagliniony) na pograniczu piasku gliniastego	Pd(g)/Pg	IIB	w	szg	0.50		G2
			Plejstocen		1.40	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej	Pg/Gp	IVB		pl		0.30	G4
					2.00	glina piaszczysta, ciemnobrązowa z domieszką otoczków	Gp+KO	IVA	mw	tpl		0.20	G3
				2.80	glina, ciemnoszara	G							
				3.00									

**Profil numer 10 Rzędna: 38.50 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

		Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, żółty (gruz + Pg + Ps)	nN						
					0.50	namuł gliniasty, szary z domieszką cz. organicznych	Nmg+H	I					
			Plejstocen		1.80	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg//Ps		w	pl		0.30	
				2.00	glina piaszczysta, szaro-brązowa z domieszką otoczków, żwiru i okr. węgla kamiennego	Gp+KO+Ż+wk	IVB				0.26	G4	
				3.00									

Rejon: ul. Krakowska  
 Miejscowość: Koszalin  
 Gmina: m. Koszalin  
 Województwo: zachodniopomorskie



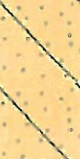

 Obiekt: droga  
 Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Maluszyński

System wiercenia: mechaniczno-obrotowy




Rzędna: 32.70 m n.p.m. Głębokość: 3.00 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, czarny (żużel + gruz)	nN						
					0.30	namuł gliniasty, ciemnoszary na pograniczu piasku gliniastego z domieszką cz. organicznych	Nmg/Pg+H	I	w				
					0.70	piasek gliniasty, jasnoszary na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego)	Pg/Pd(g)	IIIB	mw/w	pl		0.25	G3
					1.80	piasek średni, szary z domieszką żwiru przewarstwiony piaskiem gliniastym i namulem gliniastym	Ps+Ż/Pg//Nmg	IIA	w/nw	szg	0.50		G1
			3.0		3.00								

**Profil numer 12 Rzędna: 34.00 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

		Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, ciemnoszary (Pg/Nmg + Ż + odpadki)	nN						
					1.00	Gлина próchniczna, szara z domieszką żwiru i cz. organicznych	GH+Ż+H	I	w	pl			
			Plejstocen			2.50	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg/Ps	IVB			0.30	G4
				3.0	3.00								



**Załącznik nr 4**

Wyniki badań laboratoryjnych w celu oznaczenia granic konsystencji gruntów spoistych.

Lp.	Oznaczenie próby	Wilgotność naturalna $W_n$ [%]	Granica plastyczności $W_p$ [%]	Granica płynności $W_L$ [%]	Wskaźnik plastyczności $I_p$	Stopień plastyczności $I_L$	Zawartość części organicznych $I_{om}$ [%]	Opis makroskopowy
1	Otw. 3 P1 - 2,1	21,83	12,71	20,45	7,74	1,18	-	Pg, Piasek gliniasty, brązowy, mokry, płynny.
2	Otw. 7 P2 - 2,5	16,29	14,10	22,69	8,59	0,25	-	G + ż // Pd, Gлина ze żwirem przewarstwiona piaskiem drobnym, ciemnobrązowa, wilgotna, twardoplastyczna.
3	Otw. 9 P3 - 2,8	15,50	13,01	25,40	12,39	0,20	-	G, Gлина, brązowoszara, wilgotna, twardoplastyczna.
4	Otw. 10 P4 - 2,5	14,31	12,20	20,38	8,18	0,26	-	G + ż, Gлина ze żwirem, ciemnobrązowa, wilgotna, plastyczna.
5	Otw. 12 P5 - 1,2	18,90	14,94	29,62	14,69	0,27	3,04	G <sub>H+ż</sub> , Gлина próchnicza ze żwirem i kawałkami drewna, ciemnoszara, wilgotna, plastyczna.

Analizy wykonano zgodnie z normą PN-88/B-04481.

Badania wykonał i zestawił:


 mgr inż. Szymon Bednarz

 GEO-MI Pracownia Geologiczna Michał Matuszyński  
 ul. Socjalna 5 lok. 6  
 93-324 Łódź

 Biuro :  
 ul. Rzgowska 92  
 93-148 Łódź

 e-mail: [biuro@geo-mi.pl](mailto:biuro@geo-mi.pl)  
[www.geo-mi.pl](http://www.geo-mi.pl)  
 tel. 515 590 677

## **Rozdział 2**

### **Projekt geotechniczny**

## SPIS TREŚCI

<b>1. WYKORZYSTANE MATERIAŁY .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 PRZEPISY PRAWNE .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 NORMY PAŃSTWOWE I BRANŻOWE .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 LITERATURA I GEOLOGICZNE MATERIAŁY ARCHIWALNE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW .....</b>	<b>3</b>
<b>4. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. REJONY PROBLEMOWE .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. SUGEROWANY SPOSÓB POSTĘPOWANIA Z GRUNTAMI     SŁABONOŚNYMI .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3. WARUNKI WODNE .....</b>	<b>11</b>
<b>4.4. KORPUS DROGOW W NASYPIE .....</b>	<b>12</b>
<b>4.4.1. MATERIAŁ DO BUDOWY NASYPÓW .....</b>	<b>12</b>
<b>4.5. KORPUS DROGOW W WYKOPIE .....</b>	<b>12</b>
<b>4.5.1. PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW Z WYKOPÓW DO BUDOWY NASYPÓW .....</b>	<b>12</b>
<b>4.6. POCHYLENIE SKARP NASYPÓW I WYKOPÓW .....</b>	<b>11</b>
<b>4.7. MOŻLIWE ZMIANY WŁASNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W     CZASIE .....</b>	<b>11</b>
<b>4.8. WARUNKI GEOTECHNICZNE ORAZ GRUPY NOŚNOŚCI PODŁOŻA     GRUNTOWEGO POD NAWIERZCHNIĘ DROGOWE .....</b>	<b>13</b>
<b>4.9. URZĄDZENIA I OBIEKTY INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ .....</b>	<b>14</b>
<b>4.9.1. ZALECENIA DOTYCZĄCE OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA         OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ .....</b>	<b>16</b>

## SPIS TABEL

**Tabela nr 1.** Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych

**Tabela nr 2.** Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

**Tabela nr 3.** Tabela warunków budowlanych dla wydzielonych warstw geotechnicznych

**Tabela nr 4.** Zestawienie odcinków problemowych

**Tabela nr 5.** Klasyfikacja warunków wodnych podłoża konstrukcji nawierzchni

**Tabela nr 6.** Przydatność gruntów do budowy nasypów

**Tabela nr 7.** Charakterystyka warunków geotechnicznych wraz z określeniem grupy nośności podłoża gruntowego

## ZAŁĄCZNIKI

**Załącznik nr 1.** Mapa lokalizacyjna w skali 1:1000

**Załącznik nr 2.** Profile otworów geotechnicznych w skali 1:50

## **1. WYKORZYSTANE MATERIAŁY**

### **1.1. PRZEPISY PRAWNE**

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

[2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430).

### **1.2. NORMY PAŃSTWOWE I BRANŻOWE**

[3]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

[4]. PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2 Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

[5]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia symbole podział i opis gruntów.

[6]. PN-98/S-02205. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

[7]. PN-99/B-06050. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

### **1.3. LITERATURA I GEOLOGICZNE MATERIAŁY ARCHIWALNE**

[8]. Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, GDDP – Warszawa 1998;

[9]. Kłosiński B., Bażyński J., Frankowski Zb., Kaczyński R., Wierzbicki St. – Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa 1998 r.

[10]. Kondracki J., Geografia regionalna Polski, PWN, Warszawa 2011.

[11]. Piwowarski T., Kozanecka B., „Dokumentacja projektowa drogi zbiorczej ul. ks. Jerzego Popiełuszki oraz dróg lokalnych ul. Prostej, Bocznej, Gajowej i Krakowskiej wraz z infrastrukturą techniczną realizowaną w ramach zadania pn.: „Osiedle Bukowe – drogi” w Koszalinie” – Opinia geotechniczna i Dokumentacja badań podłoża gruntowego, GEO-MI, Łódź, Październik 2016.

## 2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

Projektowana inwestycja obejmuje budowę drogi zbiorczej ul. ks. Jerzego Popiełuszki oraz dróg lokalnych: ul. Prostej, ul. Bocznej, ul. Gajowej i ul. Krakowskiej.

Projektowane roboty wzdłuż przedmiotowej inwestycji będą polegały na budowie dróg na Osiedlu Bukowym w Koszalinie (nowa nawierzchnia, budowa chodników, ścieżek rowerowych, zjazdów, krawężników, przejazdów rowerowych, oraz zaprojektowanie zieleni), wraz z infrastrukturą techniczną (kanalizacja deszczowa i sanitarna). W ramach inwestycji uwzględniono także ewentualne wzmocnienie podłoża, zaprojektowanie skarp, itp.

Poszczególne odcinki projektowanej inwestycji dostosowano wysokościowo i dowiązano do istniejącego ukształtowania terenu, istniejącej sieci infrastruktury technicznej, oraz istniejących elementów komunikacyjnych.

Celem dostosowania do istniejącego ukształtowania terenu, zaprojektowano korektę niwelety ul. Prostej i ul. Bocznej. Wysokość projektowanych nasypów oraz głębokość wykopów drogowych nie przekroczy 1,0 m.

## 3. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

### 3.1. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW

W rejonie projektowanej inwestycji podłoże czwartorzędowe zbudowane jest głównie z osadów lodowcowych zlodowacenia północnopolskiego, oraz z plejstocenijskich i holocenijskich osadów rzeczno – zastoiskowych i organicznych.

Z analizy przeprowadzonych wierceń i badań terenowych (badania makroskopowe gruntów) na zbadanym terenie wydzielono cztery serie litologiczno-genetyczne. Wydzielone serie zostały ujęte w warstwy geotechniczne (na podstawie PN-81/B-03020). Dla warstw geotechnicznych podano charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych określone na podstawie badań makroskopowych i badań laboratoryjnych, metodami A, B i C wg p. 3.2. PN-81/B-03020. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia –  $I_D$ , a dla gruntów spoistych stopień plastyczności –  $I_L$ . Pod względem konsolidacji grunty serii III należą do grupy konsolidacji gruntów C, a grunty serii IV do grupy B (wg p. 1.4.6. PN-81/B-03020).

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw geotechnicznych zestawiono w tabeli nr 1 zamieszczonej poniżej (stanowiącej załącznik do opinii geotechnicznej i dokumentacji badań podłoża gruntowego). Z podziału na serie i warstwy wyłączono grunty antropogeniczne.

**Tabela nr 1.** Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych

CHARAKTERYSTYCZNE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH wg PN-81/B-03020														
Seria litologiczno-stratygraficzna		Rodzaj gruntu	Symbol (wg pkt. 1.4.6)	Stan gruntu				Moduły				Wskaźnik skonsolidowania	Współczynnik materiałowy (wg pkt. 3.2)	Grupa nośności podłoża nawierzchni
				Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Wilgotność naturalna [%]	Gęstość objętościowa [t/m <sup>3</sup> ]	kąt tarcia wewnętrzznego [°]	Spójność [kPa]	pierwotnego odkształcenia [MPa]	edometryczny ściśliwości pierwotnej [MPa]			
Symbol	Nr serii			$I_p^{(n)}$	$I_L^{(n)}$	$w_n^{(n)}$	$\rho^{(n)}$	$\Phi_u^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$E_0^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	$\beta$	kPa	Gi
grunty ściśliwe, klasyfikowane jako nienośne														
Qhf/ Qpfg	IIA	Ps	-	0,50	-	w-14,0 nw-22,0	w-1,85 nw-2,00	33,0	-	79,90	94,69	0,90	1±0,10	G1
	IIIB	Pd	-	0,50	-	mw-6,0 w-16,0	mw-1,65 w-1,75	30,4	-	46,20	61,91	0,80	1±0,10	G1/G2
Qhl/ Qpl	IIIA	$\pi$	C	-	0,20	22,0	2,05	14,8	16,96	20,58	29,40	0,60	1±0,10	G3
	IIIB	$\pi p, Pg$	C	-	0,30	20,0	2,05	13,2	13,33	16,55	23,64	0,60	1±0,10	G3/G4
	IIIC	$\pi p$	C	-	0,40	20,0	2,05	11,6	10,65	13,44	19,20	0,60	1±0,10	G4
Qpg	IVA	G, Gp, Pg	B	-	0,20*	15,50*	2,15	18,3	31,54	28,07	36,93	0,75	1±0,10	G3
	IVB	G, Gp, Gp	B	-	0,26*	15,30*	2,05	17,1	29,38	24,33	32,02	0,75	1±0,10	G3/G4
	IVC	Pg	B	-	0,40	16,0	2,10	14,5	24,76	17,97	23,64	0,75	1±0,10	G4
	IVD	Pg	B	-	1,18*	21,83*						0,75	1±0,10	G4
grunty w stanie płynnym, klasyfikowane jako nienośne														

\* parametry określone metodą „A”

mw – mało wilgotne, w – wilgotne, nw – nawodnione

Parametry geotechniczne dla poszczególnych wydzielonych warstw podłoża zestawione tabelarycznie, są parametrami wyprowadzonymi w oparciu o zależności korelacyjne. Wilgotność naturalną i parametry stanu gruntów (stopień plastyczności) określono dla gruntów warstw IVA, IVB i IVD metodą „A”, na podstawie badań laboratoryjnych. Analizy wykonano zgodnie z PN-88/B-04481. Przy wyznaczaniu parametrów gruntowych wg. PN-81/B-03020 wartości wyprowadzone są równoważne wartościom charakterystycznym.

Dla wydzielonych gruntów serii II, III i IV przyjęto współczynnik materiałowy, zgodnie z pkt. 3.2. PN-81/B-3020, na poziomie  $1 \pm 0,10$ , przy czym należy przyjmować wartość bardziej niekorzystną.

**Tabela nr 2.** Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

Lp.	Oznaczenie próby	Wilgotność naturalna $W_n$ [%]	Granica plastyczności $W_p$ [%]	Granica płynności $W_L$ [%]	Wskaźnik plastyczności $I_p$	Stopień plastyczności $I_L$	Zawartość części organicznych $I_{om}$ [%]	Opis makroskopowy
1	Otw. 3 P1 - 2,1	21,83	12,71	20,45	<b>7,74</b>	<b>1,18</b>	-	Pg, Piasek gliniasty, brązowy, mokry, płynny.
2	Otw. 7 P2 - 2,5	16,29	14,10	22,69	<b>8,59</b>	<b>0,25</b>	-	G + z // Pd, Głina ze żwirem przewarstwiona piaskiem drobnym, ciemnobrązowa, wilgotna, twaroplastyczna.
3	Otw. 9 P3 - 2,8	15,50	13,01	25,40	<b>12,39</b>	<b>0,20</b>	-	G, Głina, brązowoszara, wilgotna, twaroplastyczna.
4	Otw. 10 P4 - 2,5	14,31	12,20	20,38	<b>8,18</b>	<b>0,26</b>	-	G + z, Głina ze żwirem, ciemnobrązowa, wilgotna, plastyczna.
5	Otw. 12 P5 - 1,2	18,90	14,94	29,62	<b>14,69</b>	<b>0,27</b>	3,04	G <sub>II</sub> +z, Głina próchnicza ze żwirem i kawałkami drewna, ciemnoszara, wilgotna, plastyczna.

## **WYDZIELONE SERIE I WARSTWY GEOTECHNICZNE**

### **I seria – grunty organiczne (Qhh)**

Na zespół tych osadów składają się holocenijskie grunty rodzime organiczne, w obrębie zbadanego terenu reprezentowane przez **namuły gliniaste** i **gliny próchniczne**, miejscami posiadające domieszki części organicznych (fragmentów drewna) i żwiru. Są to osady wilgotne, w stanie plastycznym. Obliczony na podstawie badań laboratoryjnych stopień plastyczności dla glin próchnicznych, występujących w otworze nr 12 wynosi  $I_L = 0,27$ . Lokalnie odnotowano także **torfy**. Są to grunty ściśliwe, klasyfikowane jako **nienośne** i z tego względu nie powinny stanowić bezpośredniego podłoża robót budowlanych. Grunty organiczne są nieklasyfikowane pod względem grupy nośności podłoża nawierzchni.

### **- II seria – osady piaszczyste (Qhf/Qpfg)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime niespoiste, reprezentowane przez piaski średnie o genezie rzecznej i piaski drobne o genezie wodnolodowcowej. W obrębie tej serii wydzielono dwie warstwy geotechniczne:

- **IIA** – reprezentowana jest przez **piaski średnie** z wkładkami żwiru, piasku gliniastego i namułu gliniastego. Są to utwory wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Pod względem własności filtracyjnych należą one do średnio przepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków średnich wynoszą  $k = 10^{-2} - 2,5 \times 10^{-2}$  cm/s. Należą do niewysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** – w każdych warunkach wodnych.

- **IIB** – reprezentowana jest przez **piaski drobne** zaglinione i przewarstwione piaskiem gliniastym. Są to utwory mało wilgotne i wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym, o charakterystycznej przyjętej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Pod względem własności filtracyjnych należą one do mało przepuszczalnych, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji  $k = 10^{-3} - 10^{-2}$  cm/s. Piaski drobne stwierdzone w otworze nr 2 należą do niewysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Piaski

występujące w otworze nr 9 zaliczono do gruntów wątpliwych i przyjęto dla nich grupę nośności podłoża nawierzchni **G2**, z uwagi na ich zagliniony charakter.

### **- III seria – osady zastoiskowe (Ohl/Qpl)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime spoiste o genezie zastoiskowej, wykształcone jako pyły, pyły piaszczyste i piaski gliniaste, zaliczane do grupy osadów mało spoistych. Utwory tej serii należą do słabo i bardzo słabo przepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków gliniastych wynoszą  $k = 10^{-4} - 10^{-3}$  cm/s, dla pyłów piaszczystych wynoszą  $k = 10^{-5} - 10^{-4}$  cm/s, a dla pyłów wynoszą  $k = 10^{-6} - 10^{-5}$  cm/s. Ujęto je w trzy warstwy geotechniczne:

- **IIIA** – reprezentowana jest przez **pyły**, miejscami przewarstwione piaskiem drobnym, oraz **piaski gliniaste** ze żwirem. Są to utwory mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.

- **IIIB** – reprezentowana jest przez **pyły piaszczyste**, przewarstwione piaskiem pylastym, piaskiem drobnym i namulem gliniastym, oraz **piaski gliniaste**. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,30$ . Do warstwy tej włączono grunty o stopniu plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,25$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** i **G4**, w zależności od stopnia plastyczności.

- **IIIC** – reprezentowana jest przez **pyły piaszczyste** przewarstwione piaskiem drobnym. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,40$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**, ze względu na plastyczny stan występowania.

### **- IV seria – gliny zwałowe (Qpg)**

Na zespół tych osadów składają się grunty mineralne rodzime spoiste, reprezentowane przez piaski gliniaste (grunty mało spoiste), oraz gliny piaszczyste i gliny (grunty średnio



spoiste). Utwory tej serii należą do słabo i bardzo słabo przepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków gliniastych wynoszą  $k = 10^{-4} - 10^{-3}$  cm/s, a dla glin piaszczystych i glin  $k = 10^{-6} - 10^{-5}$  cm/s. Ujęto je w cztery warstwy geotechniczne:

- **IVA** – reprezentowana jest przez **gliny, gliny piaszczyste** z wkładkami otoczków, żwiru lub gliny piaszczystej zwięzłej, oraz występujące lokalnie **piaski gliniaste**. Są to utwory mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej obliczonej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Do warstwy tej włączono grunty o stopniu plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,15$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.

- **IVB** – reprezentowana jest przez **gliny, gliny piaszczyste i piaski gliniaste**, z wkładkami żwiru, otoczków, lokalnie węgla kamiennego, oraz piaszczystymi lub pylastymi przewarstwieniami. Są to utwory wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,26$ . Do warstwy tej włączono grunty o stopniu plastyczności mieszczącym się w przedziale  $I_L^{(n)} = 0,25 - 0,30$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3 i G4**, w zależności od stopnia plastyczności.

- **IVC** – reprezentowana jest przez **piaski gliniaste** z domieszką żwiru – wilgotne, w stanie plastycznym, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,40$ . Grunty tej warstwy należą do bardzo wysadzinowych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**, ze względu na plastyczny stan występowania.

- **IVD** – reprezentowana jest przez **piaski gliniaste** przewarstwione piaskiem średnim. Są to grunty mokre, w stanie płynnym, o obliczonej na podstawie badań laboratoryjnych charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 1,18$ . Zgodnie z PN-81/B-03020 dla gruntów tych nie określono parametrów geotechnicznych. Grunty te, ze względu na występowanie w stanie płynnym, należy traktować jako **nienośne**. Zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

*Profile otworów geotechnicznych wraz z ich lokalizacją, zamieszczono w załączniku nr 1 i 2 niniejszego projektu.*

### **Warstwy konstrukcyjne nawierzchni**

Istniejące drogi z reguły posiadają nawierzchnię wykonaną z płyt betonowych, częściowo z ażurowych płyt betonowych (ul. Boczna). W rejonie ul. Gajowej na niewielkim odcinku pokryte są warstwą bitumiczną. Zbadana grubość płyty betonowej przy otworze nr 3 wynosi 0,12 m. Obecność asfaltowej nawierzchni stwierdzono jedynie na niewielkim odcinku ul. Prostej. Ul. Krakowska stanowi drogę gruntową.

W podłożu gruntowym występują głównie grunty spoiste (gliny zwałowe, osady zastoiskowe), oraz grunty organiczne i lokalnie osady piaszczyste.

### **Antropogeniczne nasypy**

Antropogeniczne grunty nasypowe występują w rejonie projektowanych dróg, w przypowierzchniowych partiach podłoża.

**Nasypy niekontrolowane** o miąższości 0,1 – 1,0 m p.p.t., występują we wszystkich otworach badawczych (z wyjątkiem otworu nr 7). W ich skład wchodzi w różnych proporcjach żużel, gruz, piasek gliniasty, piasek średni, piasek próchniczny, żwir i odpadki.

Nasypy niekontrolowane generalnie klasyfikuje się jako nienośne i powinny zostać usunięte spod projektowanych obiektów i nawierzchni drogowych.

Określenia generalnych warunków budowlanych dokonano zgodnie z opracowaniem [8], uwzględniając rodzaj gruntów oraz warunki wodne występujące wzdłuż badanych dróg. W przypadku braku jednoznaczności niektórych kryteriów podanych w opracowaniu, dokonano oceny własnej. Warunki przyjęto dla gruntów występujących 1,0 m p.p.t., bez uwzględnienia gruntów antropogenicznych. Poszczególne warstwy podłoża przyporządkowano do poszczególnych warunków budowlanych zgodnie z poniższą tabelą. Przedstawione poniżej warunki budowlane mają charakter ogólny i generalny.

**Tabela nr 3.** Tabela warunków budowlanych dla wydzielonych warstw geotechnicznych

Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu - symbol	Stan gruntu		Warunki budowlane przy poziomie wód podziemnych poniżej planowanej niwelety		
		I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>	poniżej 3 m	od 3 do 2 m	mniej niż 2 m
I	Nmg, T, GH	-		ZŁE		
IIA	Ps	0,50	-	DOBRE		
IIB	Pd	0,50	-	DOBRE		
IIIA	π	-	0,20	DOBRE		ZŁE
IIIB	πp, Pg	-	0,30	DOSTATECZNE		ZŁE
IIIC	πp	-	0,40	DOSTATECZNE		ZŁE
IVA	G, Gp, Pg	-	0,20	DOBRE		DOSTATECZNE
IVB	G, Pg, Gp	-	0,26	DOBRE	DOSTATECZNE	
IVC	Pg	-	0,40	DOSTATECZNE		ZŁE
IVD	Pg	-	1,18	ZŁE		

## 4. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

### 4.1. REJONY PROBLEMOWE

Znajomość warunków geotechnicznych pozwoliła na wytypowanie rejonów problemowych, związanych z realizacją projektowanej inwestycji. Z uwagi na punktowe rozpoznanie podłoża, wyznaczono cztery rejon problemowe w sąsiedztwie czterech otworów badawczych. Miejsca te wiążą się z występowaniem nasypów niekontrolowanych, gruntów organicznych, oraz gruntów spoistych w stanie płynnym, do głębokości przekraczającej 1,0 m, oraz z występowaniem wód gruntowych o zwierciadle naporowym.

Nasypy niekontrolowane, grunty próchniczne oraz grunty spoiste w stanie płynnym generalnie nie mogą stanowić bezpośredniego podłoża budowlanego, zarówno dla korpusu drogowego, jak i w przypadku innych poszczególnych elementów przedmiotowej inwestycji (ścieżki rowerowe, chodniki, kanalizacja, itp.).

**Tabela nr 4** Zestawienie rejonów problemowych

numer otworu	lokalizacja	Rejony problemowe – przyczyna
3	ul. ks. Jerzego Popiełuszki	grunty spoiste w stanie płynnym na głębokości 1,6 – 2,5 m p.p.t., zwierciadło wód gruntowych o charakterze naporowym
5	ul. Boczna	nasypy niekontrolowane, grunty organiczne do głębokości 2,3 m p.p.t.
10	ul. Prosta	nasypy niekontrolowane, grunty organiczne do głębokości 1,8 m
12	ul. Krakowska	nasypy niekontrolowane, grunty próchniczne do głębokości 2,5 m p.p.t., zwierciadło wód gruntowych o charakterze naporowym

9

#### **4.2. SUGEROWANY SPOSÓB POSTĘPOWANIA Z GRUNTAMI SŁABONOŚNYMI**

Na przedmiotowym obszarze grunty organiczne i nasypy niekontrolowane z reguły posiadają niewielką miąższość. Jedynie w rejonie czterech punktów badawczych (otwory nr 3, 5, 10 i 12) występują nasypy niekontrolowane, grunty organiczne i grunty spoiste w stanie płynnym, do głębokości przekraczającej 1,0 m. W dwóch przypadkach (punkty nr 3 i 12) bezpośrednio pod warstwą tych osadów występują wody gruntowe o zwierciadle naporowym.

Nasypy niekontrolowane, ze względu na obecność w ich składzie gruntów próchnicznych oraz antropogenicznych domieszek (żużlu, gruzu i odpadków), klasyfikowane są jako grunty nienośne i jako takie nie powinny być wykorzystywane jako bezpośrednie podłoże robót budowlanych.

Grunty organiczne serii I należą do gruntów ściśliwych, o zmiennych i trudnych do ustalenia wartościach parametrów geotechnicznych, a pod wpływem obciążenia podlegają osiadaniu.

Grunty spoiste w stanie płynnym należą do gruntów nienośnych, o niekorzystnych i trudnych do oszacowania wartościach parametrów geotechnicznych.

W rejonach występowania niekorzystnych warunków gruntowych można rozważyć wymianę gruntu i zastąpienie gruntów nienośnych. Biorąc pod uwagę charakter inwestycji i rodzaj projektowanych dróg (droga zbiorcza, drogi lokalne), zabieg całkowitej wymiany gruntu może okazać się zbyt kosztowny. Z uwagi na znaczną miąższość gruntów nienośnych w rejonie tych otworów, oraz obecność zwierciadła wód gruntowych w otworach nr 3 i 12, można także rozważyć częściową wymianę gruntu, oraz wykonanie wzmocnienia podłoża, np. za pomocą odpowiedniej podbudowy, poduszki piaszczystej, lub też wzmocnienie podłoża innymi zabiegami, np. przy pomocy geosyntetyku (np. geokrata, georuszt).

Należy pamiętać, że osady organiczne serii I należą do gruntów ściśliwych. Ewentualne wzmocnienie należy zaprojektować w taki sposób, aby nie dopuścić do nierównomiernego osiadania drogi.

W przypadku gruntów próchnicznych występujących w otworze nr 12, z uwagi na stosunkowo niewielką zawartość części organicznych ( $I_{om} = 3,04\%$ ) podczas obliczeń

projektowych może okazać się, że nie będą miały negatywnego wpływu na inwestycję, a ich wymiana nie będzie konieczna.

Zaleca się indywidualne podejście do postępowania z gruntami słabonośnymi, w zależności od przyjętej technologii prac.

#### 4.3. WARUNKI WODNE

Warunki wodne na obszarze dokumentowanego obszaru oceniono w oparciu o rozporządzenie [2]. Przyjęto jednocześnie następujące kryteria oceny:

**Tabela nr 5** Klasyfikacja warunków wodnych podłoża konstrukcji nawierzchni

Charakterystyka przebiegu drogi	Warunki wodne w przypadku występowania swobodnego zwierciadła wody podziemnej na głębokości poniżej niwelety		
	poniżej 1 m	między 1 m a 2 m	większej niż 2 m
Wykopy do 1 m	złe	przeciętne	dobre
Nasywy do 1 m	przeciętne	przeciętne	dobre
Wykopy powyżej 1 m	złe	przeciętne	dobre
Nasywy powyżej 1 m	przeciętne	dobre	dobre

Z uwagi na występowanie wód gruntowych jedynie w otworach nr 3, 11 i 12 (wschodnia część ul. Popiełuszki, ul. Krakowska), o zwierciadle ustabilizowanym na głębokości 2,3 – 2,1 m p.p.t., dla projektowanych nawierzchni drogowych należy przyjąć **dobre warunki wodne**.

*Generalnie, w obrębie przedmiotowej inwestycji nie przewiduje się szkodliwych oddziaływań wód gruntowych na obiekty budowlane.*

Należy zwrócić uwagę na obecność sączeń śródglinowych w otworach nr 1, 4, 5, 6 i 8, na głębokości 1,6 – 2,8 m p.p.t. Po intensywnych i długotrwałych opadach lub wiosennych roztopach, na stropie osadów spoistych mogą pojawiać się sączenia o różnej intensywności, a istniejące mogą przybierać na sile.

## **4.4. KORPUS DROGOWY W NASYPIE**

### **4.4.1. MATERIAŁ DO BUDOWY NASYPÓW**

Materiał do budowy nasypów należy dobierać z uwzględnieniem postanowień normy [6]. Nasyp można formować zarówno z gruntów spoistych jak i niespoistych.

Przy stosowaniu gruntów spoistych zwraca się uwagę, że grunty te występują w stanie naturalnym powyżej wilgotności optymalnej. Wilgotność optymalna gruntów spoistych zbliżona jest bowiem do granicy plastyczności lub jest nieco mniejsza. Zastosowanie tych gruntów wymagać więc będzie albo uprzedniego ich przesuszenia albo ustabilizowania wapnem lub cementem. Grunty niespoiste przeznaczone do formowania nasypów powinny posiadać wskaźnik różnoziarnistości  $C_u$  powyżej wartości 3 [6]. Norma [6] dopuszcza stosowanie gruntów niespoistych o mniejszej wartości wskaźnika różnoziarnistości, lecz tylko w przypadku gdy wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia.

Zwraca się uwagę, że wymagane zagęszczenie jest charakteryzowane dwoma parametrami - wartością wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  oraz wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  i oba parametry powinny być zbadane na poletku próbnym. Badanie jedynie wartości wskaźnika zagęszczenia i uzyskanie pozytywnych rezultatów tego parametru nie gwarantuje uzyskania wymaganej wartości wtórnego modułu odkształcenia. Bardzo duże trudności w uzyskaniu właściwej wartości  $E_2$ , pomimo wysokich i zgodnych z oczekiwaniami wartości  $I_s$ , bardzo często występują w „źle” uziarnionych piaskach drobnych. Zalecenia dotyczące formowania nasypów, jak i odbioru robót ziemnych, określono ponadto w rozdziale 6 „Dokumentacji badań podłoża gruntowego” [11].

## **4.5. KORPUS DROGOWY W WYKOPIE**

### **4.5.1. PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW Z WYKOPÓW DO BUDOWY NASYPÓW**

Na podstawie występujących rodzajów gruntów, dokonano wg normy [6] generalnej oceny przydatności gruntów występujących w rejonie projektowanej inwestycji, pochodzących z wykopów do wykonania nasypów.

**Tabela nr 6** Przydatność gruntów do budowy nasypów

Rodzaj gruntu	przydatność do budowy nasypów
Ps	Przydatne na górne i dolne warstwy nasypów
Pd	Przydatne na dolne partie nasypów. Mogą być również przydatne na górne partie nasypów gdy ich wskaźnik nośności będzie większy niż 10 ( $w_{nos} > 10$ ); gdy ten warunek nie będzie spełniony grunty te przydatne są na górne warstwy pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami
Пp, П, Pg	Przydatne na dolne warstwy nasypów gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych. Przydatne również na górne warstwy, pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami
G, Gp	Przydatne na dolne warstwy nasypów gdy będą wbudowane w miejsca suche lub tylko przejściowo zawilgocone. Przydatne również na górne warstwy, pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami

Grunty spoiste występujące w stanie naturalnym mają wilgotność wyższą od wilgotności optymalnej. Wniosek ten można również wyprowadzić z samej oceny stanu gruntów spoistych, gdyż dla nich wilgotność optymalna jest bardzo zbliżona do granicy plastyczności. Oznacza to, że wymaganą wilgotność do zagęszczania posiadają grunty spoiste znajdujące się na pograniczu stanu półzwarłego i twardoplastycznego. Zastosowanie gruntów spoistych pochodzących z wykopów do wykonania nasypów będzie więc wymagało ich przesuszenia albo stabilizacji wapnem lub cementem.

#### **4.6. POCHYLENIE SKARP NASYPÓW I WYKOPÓW**

Zgodnie z § 42. ust. 3 Rozporządzenia [2] pochylenie skarp nasypów dla drogi klasy Z i L, powinno wynosić 1:1,5.

Pochylenie skarp może być mniejsze, jeżeli za zmianą pochylenia przemawiają względy bezpieczeństwa ruchu, utrzymania, ekonomiczne lub estetyczne. Generalnie pochylenie i konstrukcja urządzeń wzmacniających skarpy nasypów i wykopów dróg powinny być poparte odpowiednimi obliczeniami. Zgodnie z § 42 ust. 4 Rozporządzenia [2], przy braku niekorzystnych zjawisk geodynamicznych, oraz w korzystnych warunkach gruntowo – wodnych, obliczenia stateczności nie są obligatoryjne.

#### **4.7. MOŻLIWE ZMIANY WŁASNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE**

Na obszarze projektowanej inwestycji, z reguły występują grunty spoiste o znacznej miąższości, reprezentowane przez pyły piaszczyste, pyły, piaski gliniaste, gliny i gliny piaszczyste (seria III i IV). Wzrost wilgotności tych gruntów będzie prowadził do ich

uplastycznienia, co spowoduje zmniejszenie wartości parametrów wytrzymałościowych gruntu. Zwiększy się również ich odkształcalność. Zmiana własności tych gruntów może prowadzić do znacznego obniżenia ich nośności.

Wzrost wilgotności naturalnej gruntów spoistych może być spowodowany opadami atmosferycznymi, wodami roztopowymi lub wodami gruntowymi (sączenia na styku osadów spoistych i niespoistych, śródglinowe, itp.). Podczas prowadzenia robót ziemnych w obrębie gruntów spoistych, będą one narażone na bezpośrednie oddziaływanie opadów atmosferycznych. Oddziaływania wywołane pracującym sprzętem budowlanym, ruchem na placu budowy itp. mogą ułatwiać i przyspieszać absorbowanie wody opadowej przez spoiste podłoże gruntowe co w efekcie może prowadzić do jego uplastycznienia.

W związku z powyższym, w przypadku prowadzenia robót w obrębie gruntów spoistych, należy chronić je przed oddziaływaniem wody. W przypadku naruszenia struktury tych osadów lub dopuszczenia do ich istotnego zawodnienia, uplastycznione partie gruntu należy usunąć z podłoża i zastąpić np. warstwą chudego betonu.

Występujące na badanym obszarze grunty organiczne pod wpływem obciążenia podlegają osiadaniu. Fakt ten należy brać pod uwagę przy projektowaniu inwestycji, gdyż obecność tych gruntów może powodować nierównomierne osiadania drogi.

#### **4.8. WARUNKI GEOTECHNICZNE ORAZ GRUPY NOŚNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO POD NAWIERZCHNIE DROGOWE**

Grupy nośności podłoża pod nawierzchnie drogowe określono dla pierwszej serii gruntów rodzimych, występującej od powierzchni terenu, lub poniżej gruntów antropogenicznych.



**Tabela nr 7.** Charakterystyka warunków geotechnicznych wraz z określeniem grupy nośności podłoża gruntowego

rejon	Charakterystyka występujących warunków gruntowo-wodnych	Warunki wodne	Grupy nośności podłoża
otwory nr 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11	<b>proste warunki gruntowo – wodne</b> , głównie osady spójne serii III i IV, w stropowych partiach podłoża grunty organiczne i nasypowe o niewielkiej miąższości, lokalnie w otworach nr 2, 9 i 11 grunty niespójne	<b>dobre warunki wodne</b>	I – nieklasyfikowane IVA, IVB – G3
otwór nr 3 – ul. ks. Jerzego Popiełuszki	<b>złożone warunki gruntowo – wodne</b> , głównie grunty spójne w stanie twardoplastycznym i plastycznym, na głębokości 1,6 – 2,5 m p.p.t. grunty w stanie płynnym	<b>dobre warunki wodne</b>	IVB – G3
otwór nr 5 – ul. Boczna	<b>złożone warunki gruntowo – wodne</b> , od powierzchni terenu nasypy niekontrolowane o miąższości 1,0 m, grunty organiczne do głębokości 2,3 m p.p.t. Poniżej tej głębokości grunty mało spójne w stanie plastycznym	<b>dobre warunki wodne</b>	I - nieklasyfikowane
otwór nr 10 – ul. Prosta	<b>złożone warunki gruntowo – wodne</b> , od powierzchni terenu nasypy niekontrolowane o miąższości 0,5 m, grunty organiczne do głębokości 1,8 m p.p.t. Poniżej tej głębokości grunty spójne w stanie plastycznym	<b>dobre warunki wodne</b>	I - nieklasyfikowane
otwór nr 12 – ul. Krakowska	<b>złożone warunki gruntowo – wodne</b> , od powierzchni terenu nasypy niekontrolowane o miąższości 1,0 m, grunty próchniczne do głębokości 2,5 m p.p.t. Poniżej tej głębokości grunty mało spójne w stanie plastycznym	<b>dobre warunki wodne</b>	I - nieklasyfikowane

Grupy nośności podłoża określono na podstawie rozporządzenia [2] dla utwardzonego i szczelnego pobocza oraz dobrego odprowadzenia wód powierzchniowych.

Grupy nośności podłoża nawierzchni przyjęto na podstawie danych z dokumentacji badań podłoża gruntowego, a w szczególności zgodnie z poziomem wód podziemnych występującym w okresie badań. Przyjmowanie grup nośności dla potrzeb projektowania nawierzchni uzależnione jest od występujących rodzajów gruntów podłoża oraz stwierdzonych warunków wodnych rozpoznanych do właściwej głębokości.

Warunki gruntowe generalnie nie ulegają zmianie w czasie. Natomiast poziom występowania wód podziemnych jest zmienny. W przypadku dopuszczenia do istotnego zawodnienia podłoża przez wody opadowe lub roztopowe, klasyfikacja gruntów spójnych może ulec zmianie. Aby do tego nie dopuścić, konieczne jest właściwe odwodnienie projektowanych dróg, uniemożliwiające gromadzenie się wód w obrębie korpusu drogowego.

#### 4.9. URZĄDZENIA I OBIEKTY INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ

W ramach inwestycji projektuje się rozbudowę sieci kanalizacji deszczowej i kanalizacji sanitarnej. Na podstawie przeprowadzonych badań [11] na większości

przedmiotowego obszaru przyjęto prosty model budowy geologicznej. Jedynie w punktach nr 3, 5, 10 i 12 warunki gruntowo – wodne określono jako złożone. Występowanie wód gruntowych o zwierciadle ustabilizowanym na głębokości 2,1 – 2,3 m p.p.t., stwierdzono jedynie w otworach nr 3, 11 i 12.

W związku z powyższym, oraz z uwagi na projektowaną głębokość posadowienia (około 2 – 3 m p.p.t.) warunki gruntowo – wodne dla potrzeb projektowania urządzeń infrastruktury technicznej, w ramach przedmiotowej inwestycji, generalnie należy określić jako korzystne.

Jedynie w rejonie otworów nr 3 i 12 wody gruntowe o zwierciadle naporowym występują bezpośrednio pod warstwą gruntów nienośnych (grunty spoiste w stanie płynnym, grunty próchniczne). W przypadku realizacji wymiany gruntu, w rejonie tych otworów zachodzić może konieczność tymczasowego odwodnienia terenu na czas prowadzenia robót. W przypadku realizacji częściowej wymiany gruntu konieczne może okazać się wykonanie wzmocnienia podłoża.

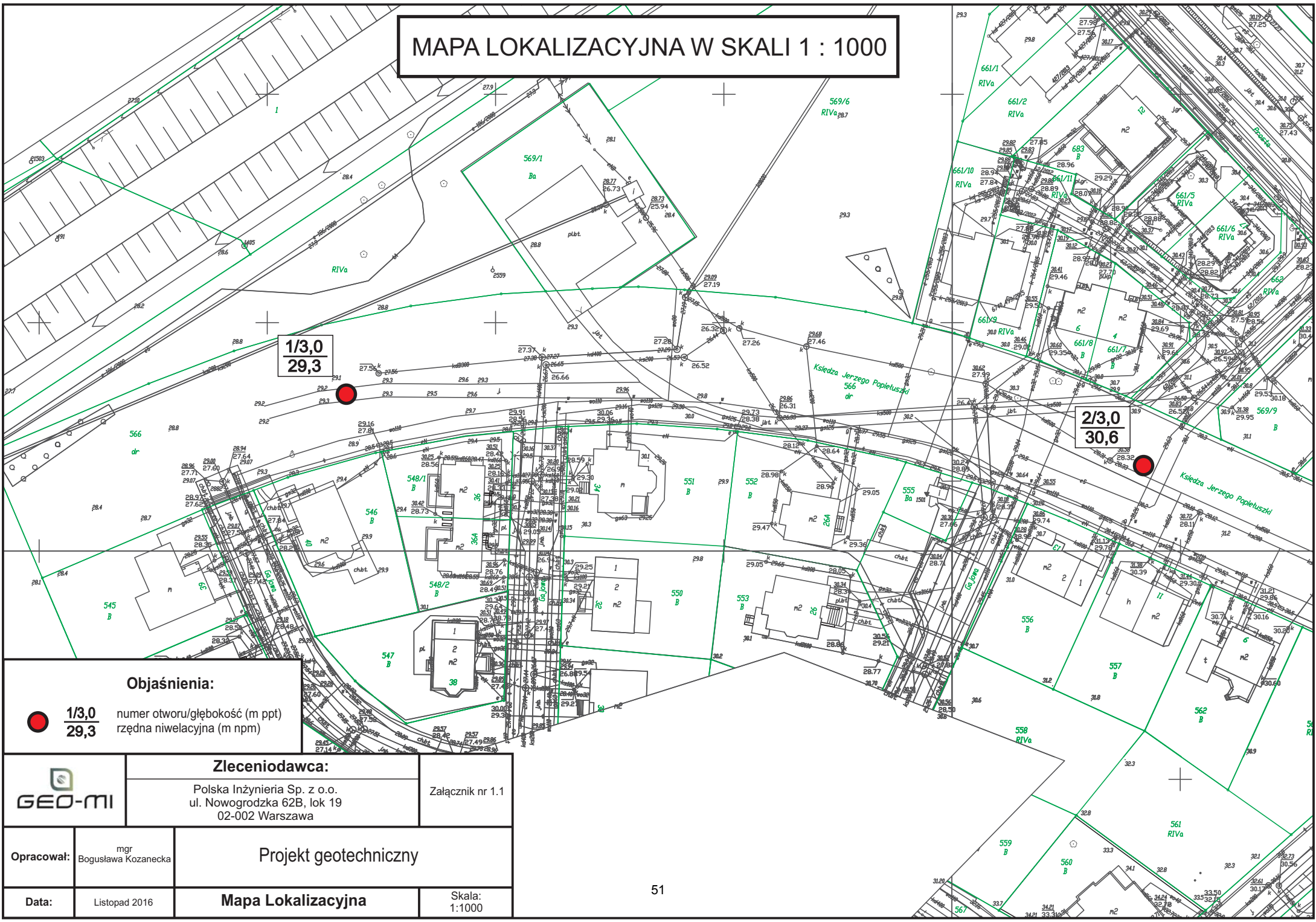
#### **4.9.1. ZALECENIA DOTYCZĄCE OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ**

Przy obliczeniach należy uwzględnić:

- własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu,
- rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłoże,
- wytyczne technologiczne i konstrukcyjne.

Do obliczeń można wykorzystać wartości cech fizycznomechanicznych gruntów zawartych w dokumentacji badań podłoża gruntowego [11]. Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować bardziej niekorzystną, zapewniającą większe bezpieczeństwo budowli. Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego zaleca się wykonywać według normy [3].

# MAPA LOKALIZACYJNA W SKALI 1 : 1000



1/3,0  
29,3

2/3,0  
30,6

### Objaśnienia:



1/3,0  
29,3 numer otworu/głębokość (m ppt)  
rzędna niwelacyjna (m npm)

### Zlecniodawca:

Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
ul. Nowogrodzka 62B, lok 19  
02-002 Warszawa

Załącznik nr 1.1

Opracował: mgr Bogusława Kozanecka

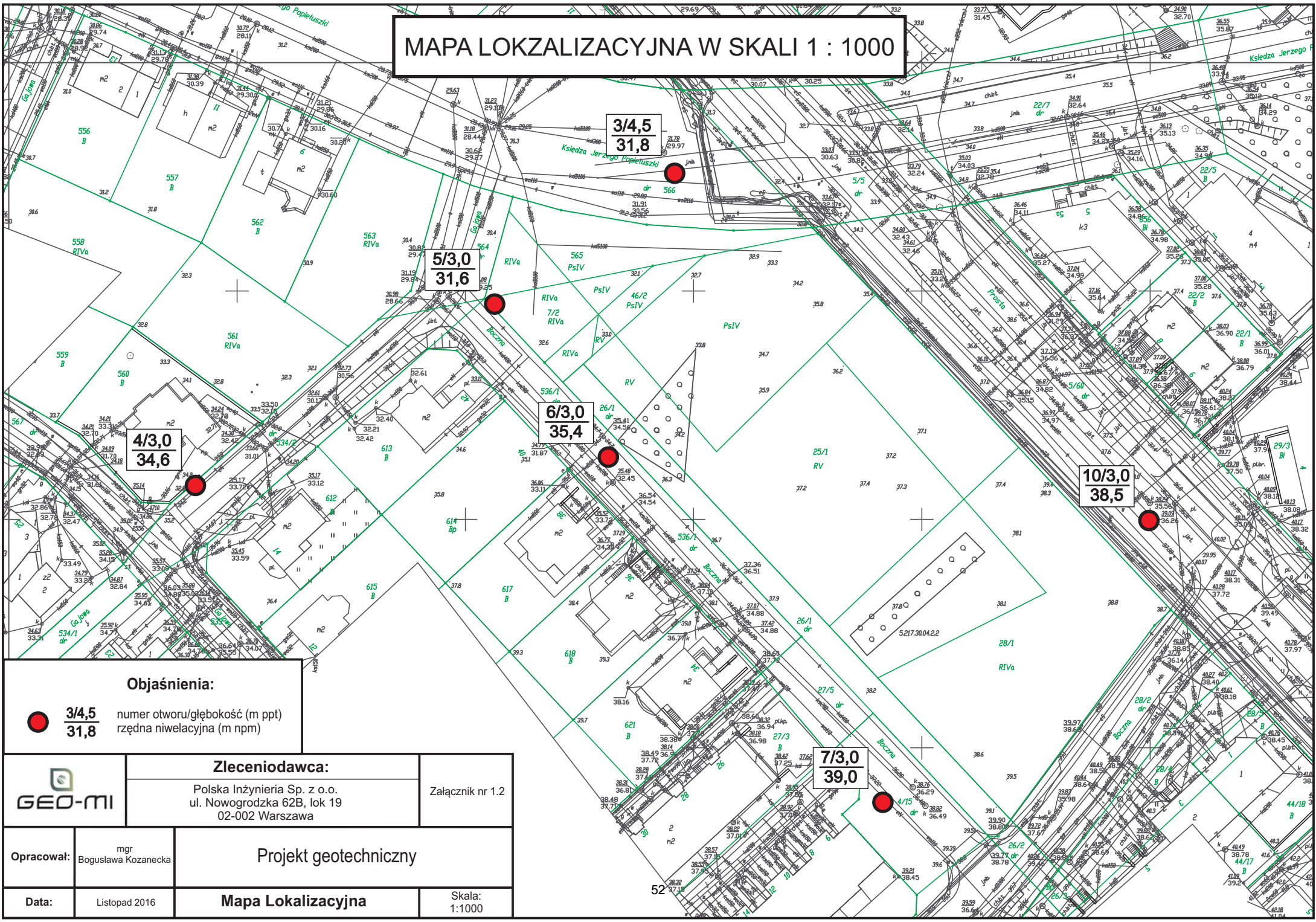
Projekt geotechniczny

Data: Listopad 2016


Mapa Lokalizacyjna

Skala:  
1:1000

# MAPA LOKALIZACYJNA W SKALI 1 : 1000



**Objaśnienia:**


**3/4,5** numer otworu/głębokość (m ppt)  
**31,8** rzędna niwelacyjna (m npm)



**Zleceniodawca:**

Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
 ul. Nowogrodzka 62B, lok 19  
 02-002 Warszawa

Załącznik nr 1.2

Opracował: mgr Bogusława Kozanecka

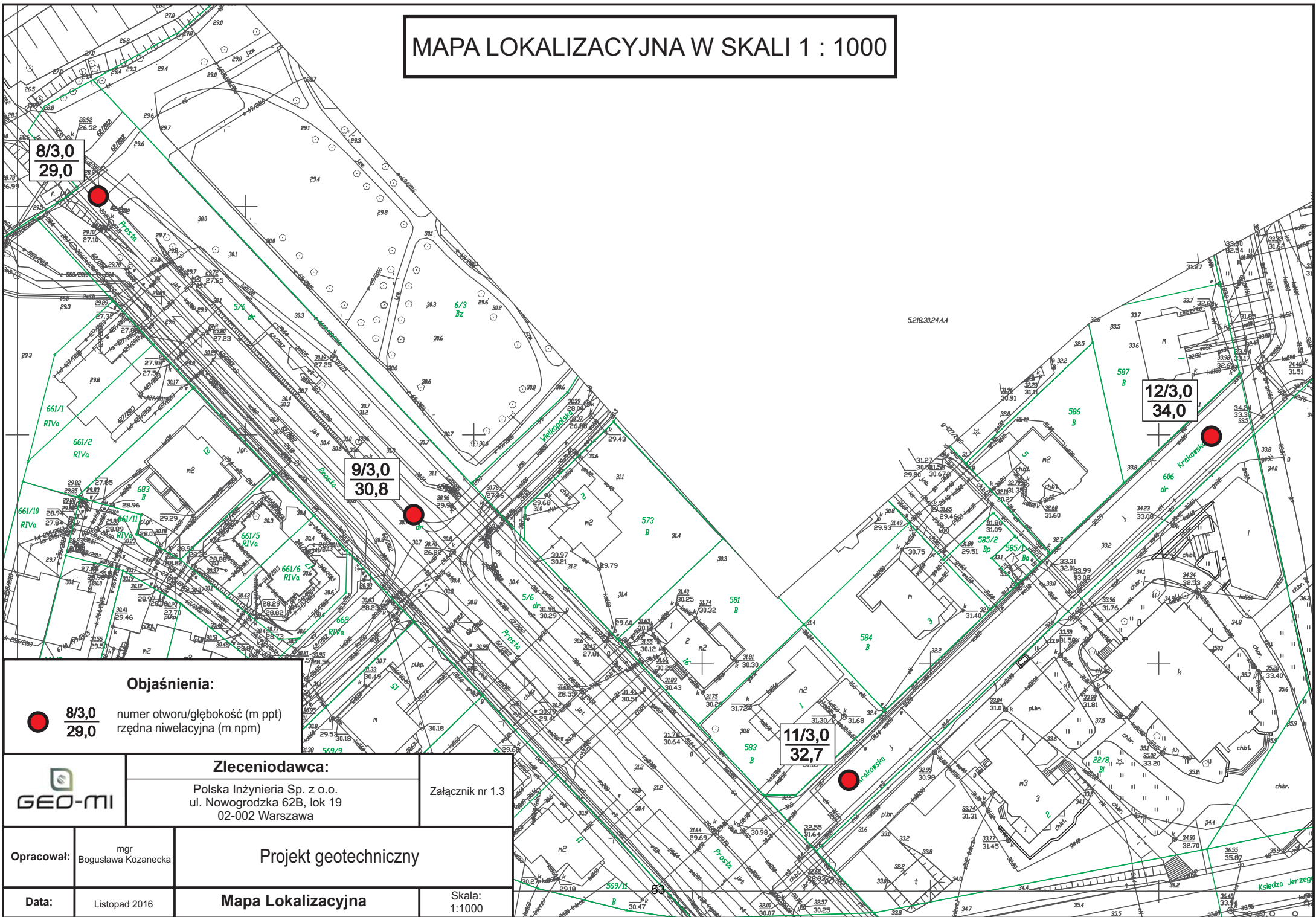
**Projekt geotechniczny**

Data: Listopad 2016

**Mapa Lokalizacyjna**

Skala: 1:1000

# MAPA LOKALIZACYJNA W SKALI 1 : 1000



### Objaśnienia:



**8/3,0** numer otworu/głębokość (m ppt)  
**29,0** rzędna niwelacyjna (m npm)

### Zleceniodawca:

Polska Inżynieria Sp. z o.o.  
ul. Nowogrodzka 62B, lok 19  
02-002 Warszawa

Załącznik nr 1.3



Opracował: mgr Bogusława Kozanecka


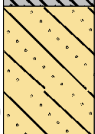
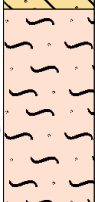

Projekt geotechniczny

Data: Listopad 2016




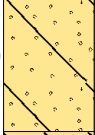

Mapa Lokalizacyjna

Skala: 1:1000








Rejon: ul. ks. Jerzego Popiełuszki Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
	Rzędna: 29.30 m n.p.m.		Głębokość: 3.00 m	
	Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2016-10-04	

Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Holocen			0.30	nasyp niekontrolowany, czarny (żużel + gruz)	nN						
	▼ 1.60	Czwartorzęd Plejstocen			1.0	głina piaszczysta, żółto-brązowa na pograniczu gliny piaszczystej zwięzłej	Gp/Gpz	IVA	mw	tpl		0.20	G3
	▼ 2.50				1.20	pył piaszczysty, szaro-brązowy przewarstwiony piaskiem drobnym	Πp//Pd	IIIC	w	pl		0.40	G4
					2.50	pył, szary	Π	IIIA	mw	tpl		0.20	G3
					3.00								






**Profil numer 2 Rz dna: 30.60 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

		Holocen				nasyp niekontrolowany, czarny (żużel)	nN						
		Czwartorzęd Plejstocen			0.30	głina piaszczysta, ciemnobrązowa przewarstwiona gliną piaszczystą zwięzłą	Gp//Gpz	IVA		tpl		0.20	G3
					0.90	piasek drobny, brązowy przewarstwiony piaskiem gliniastym	Pd//Pg	IIB	mw	szg	0.50		G1
					1.60	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej z domieszką żwiru	Pg/Gp+Ż	IVC	w	pl		0.40	G4
					2.50	głina piaszczysta, szara z domieszką otoczków	Gp+KO	IVB	mw/w			0.25	G3
					3.00								





Rejon: ul. ks. Jerzego Popiełuszki Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
			Rzędna: 31.80 m n.p.m.	Głębokość: 4.50 m
			Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwiarcia dla wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Holocen				nasyp niekontrolowany, brązowy (Pg + gruz)	nN						
		Czwartorzęd			0.40	głina piaszczysta, szaro-brązowa na pograniczu piasku gliniastego	Gp/Pg	IVB	mw/w	pl		0.25	G3
					0.90	głina piaszczysta, brązowa	Gp	IVA	mw	tpl		0.20	
					1.30	piasek gliniasty, szary na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego)	Pg/Pd(g)	IVB	mw/w	pl		0.25	
					1.60	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg//Ps	IVD	m	pl		1.18	G4
					2.50	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru przewarstwiony piaskiem średnim	Pg+Ż//Ps	IVB	w	pl		0.30	
						3.30	głina piaszczysta, szara na pograniczu piasku gliniastego z domieszką żwiru	Gp/Pg+Ż	IVA	mw	tpl		0.15
					4.50								




### Profil numer 4 Rz dna: 34.60 m n.p.m. Data: 2016-10-04

		Holocen			0.10	nasyp niekontrolowany, szary (Ż)	nN						
		Czwartorzęd				namuł gliniasty, czarny	Nmg	I	w	pl			
					0.80	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru	Pg+Ż	IIIA	mw	tpl		0.20	G3
					1.40	pył piaszczysty, brązowo-szary na pograniczu piasku gliniastego przewarstwiony piaskiem pylistym	Πp/Pg//Pπ	IIIB	w	pl		0.30	G4
					2.30	pył, szary na pograniczu pyłu piaszczystego przewarstwiony piaskiem drobnym	Π/Πp//Pd	IIIA	mw	tpl		0.20	G3
					3.00								

Rejon: ul. Boczna Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
	Rzędna: 31.60 m n.p.m.		Głębokość: 3.00 m	
	Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2016-10-04	


Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przełot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	▼ 2.60	Czwartorzęd Holocen	1.0		1.00	nasyp niekontrolowany, brązowy (Pg + gruz)	nN						
			1.6		1.60	torf, czarny	T	I					
			2.0		2.30	namuł gliniasty, ciemnoszary	Nmg		w	pl			
			3.0		3.00	pył piaszczysty, szary przewarstwiony piaskiem drobnym i namulem gliniastym	IIP//Pd//Nmg	IIIB				0.30	G4

**Profil numer 6 Rz dna: 35.40 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

	▼ 2.80	Czwartorzęd Plejstocen	0.4		0.40	nasyp niekontrolowany, szary (gruz + PH)	nN						
			1.0		1.40	piasek gliniasty, szary z domieszką żwiru	Pg+Z		mw/w			0.25	G3
			2.0		3.00	piasek gliniasty, szary przewarstwiony gliną piaszczystą, pyłem piaszczystym i piaskiem grubym	Pg//Gp//IIP//Pr	IVB	w	pl		0.30	G4




Rejon: ul. Boczna Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
			Rzędna: 39.00 m n.p.m.	Głębokość: 3.00 m
			Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-10-04

Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Czwartorzęd Pleistocen				piasek gliniasty, szary	Pg	IVA	mw	tpl		0.20	G3
			1.00	1.00	głina piaszczysta, brązowa na pograniczu gliny piaszczystej zwięzłej przewarstwiona piaskiem gliniastym	Gp/Gpz//Pg		mw/w				0.25	
			1.40	1.40	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej z domieszką żwiru i otoczków	Pg/Gp+Ż+KO	IVB	w	pl			0.30	G4
			2.00	2.00									
			2.30	2.30	głina, brązowa z domieszką żwiru przewarstwiona piaskiem drobnym	G+Ż//Pd		mw/w				0.25	G3
		3.00	3.00										


**Profil numer 8 Rz dna: 29.00 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody [m p.p.t.]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Czwartorzęd Pleistocen				nasyp niekontrolowany, brązowy (gruz + Pg)	nN						
			0.50	0.50	namuł gliniasty, czarny	Nmg	IVB	l	w	pl			
			0.70	0.70									
			1.00	1.00	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego) przewarstwiony gliną piaszczystą	Pg/Pd(g)//Gp		mw/w				0.25	G3
			2.00	2.00	piasek gliniasty, ciemnożółto-brązowy na pograniczu gliny piaszczystej przewarstwiony piaskiem drobnym	Pg/Gp//Pd		w				0.30	G4
		2.80	2.80	głina piaszczysta, szara z domieszką otoczków	Gp+KO	IVB	mw	tpl			0.20	G3	
		3.00	3.00										





Rejon: ul. Prosta Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
	Rzędna: 30.80 m n.p.m.		Głębokość: 3.00 m	
	Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2016-10-04	

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
		Czwartorzęd	1.0		0.60	nasyp niekontrolowany, brązowy (gruz + Pg)	nN									
					0.90	namuł gliniasty, czarny	Nmg	I		pl						
					1.40	piasek drobny, brązowy (zagliniony) na pograniczu piasku gliniastego	Pd(g)/Pg	IIB	w	szg	0.50			G2		
					2.00	piasek gliniasty, brązowy na pograniczu gliny piaszczystej	Pg/Gp	IVB		pl				0.30	G4	
					2.80	głina piaszczysta, ciemnobrązowa z domieszką otoczków	Gp+KO	IVA	mw	tpl				0.20	G3	
		3.00	głina, ciemnoszara	G												




### Profil numer 10 Rz dna: 38.50 m n.p.m. Data: 2016-10-04

		Czwartorzęd	1.0		0.50	nasyp niekontrolowany, żółty (gruz + Pg + Ps)	nN								
					1.80	namuł gliniasty, szary z domieszką cz. organicznych	Nmg+H	I		pl				0.30	
					2.00	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg//Ps		w						
		3.00	głina piaszczysta, szaro-brązowa z domieszką otoczków, żwiru i okr. węgla kamiennego	Gp+KO+Ż+wk	IVB						0.26	G4			

Rejon: ul. Krakowska Miejscowość: Koszalin Gmina: m. Koszalin Województwo: zachodniopomorskie	Obiekt: droga Zleceniodawca: Polska Inżynieria Sp. z o.o. Wiercenie: GEO-MI Pracownia Geologiczna M. Matuszyński		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy	
			Rzędna: 32.70 m n.p.m.	Głębokość: 3.00 m
			Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-10-04

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody [m p.p.t]	Stratygrafia	Skala [m]	Profil	Przelot [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	ID	IL	Gi
	2.10	Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, czarny (żużel + gruz)	nN						
					0.30	namuł gliniasty, ciemnoszary na pograniczu piasku gliniastego z domieszką cz. organicznych	Nmg/Pg+H	I	w				
					0.70	piasek gliniasty, jasnoszary na pograniczu piasku drobnego (zaglinionego)	Pg/Pd(g)	IIIB	mw/w	pl		0.25	G3
					1.80	piasek średni, szary z domieszką żwiru przewarstwiony piaskiem gliniastym i namulem gliniastym	Ps+Ż//Pg//Nmg	IIA	w/nw	szg	0.50		G1
					3.00								

**Profil numer 12 Rz dna: 34.00 m n.p.m. Data: 2016-10-04**

	2.50	Czwartorzęd Holocen				nasyp niekontrolowany, ciemnoszary (Pg/Nmg + Ż + odpadki)	nN						
					1.00	Gлина próchnicza, szara z domieszką żwiru i cz. organicznych	GH+Ż+H	I	w	pl			
			Pleistocen		2.50	piasek gliniasty, szary przewarstwiony piaskiem średnim	Pg//Ps	IVB				0.30	G4
					3.00								