



# **Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego**

dla zadania: „Przebudowa obiektów mostowych w ul. Cyraneczki wraz z przebudową drogi „

**ZAMAWIAJĄCY: XXXXXXXXXXXXX**

Opracowanie :

mgr Jan Nowak  
nr uprawnień geologicznych  
XII-0000

Sierpień 2016 r.

## Spis treści

1. WSTĘP .....	3
1.1. Przedmiot i cel opracowania.....	3
1.2. Podstawy prawne .....	3
2. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.....	3
3. CHARAKTERYSTYKA TERENU POD BUDOWĘ INWESTYCJI.....	4
3.1. Lokalizacja .....	4
3.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia .....	5
3.3. Budowa geologiczna .....	5
3.4. Warunki hydrogeologiczne .....	6
4. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ I OPIS ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH.....	7
4.1. Otwory geotechniczne.....	7
4.2. Badania polowe .....	7
4.2.1. Profilowanie wyrobisk i badania makroskopowe próbek gruntu <i>in situ</i> .....	7
4.2.2. Pobór próbek gruntu.....	8
4.2.3. Obserwacja przejawów wód gruntowych.....	8
4.2.4. Sondowania statyczne i dynamiczne .....	8
4.3. Pomiary geodezyjne.....	10
4.4. Badania laboratoryjne.....	11
5. OPIS WARUNKÓW GRUNTOWO- WODNYCH.....	11
6. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCHWARSTW GEOTECHNICZNYCH.....	14
7. STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH.....	14
8. KATEGORIA GEOTECHNICZNA INWESTYCJI.....	14
9. PODSUMOWANIE.....	14
10. WYKORZYSTANE MATERIAŁY.....	16

## **Spis załączników**

**Załącznik nr 1.** Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500

**Załącznik nr 2.** Karta otworu geotechnicznego

**Załącznik nr 3.1.** Sondowanie statyczne CPTU

**Załącznik nr 3.2.** Wyniki badań sondą dynamiczną

**Załącznik nr 4.** Wyniki badań laboratoryjnych

**Załącznik nr 5.** Parametry geotechniczne

**Załącznik nr 6.** Objaśnienie znaków i symboli zastosowanych w opracowaniu

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest *Opinia geotechniczna* wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego sporządzona dla potrzeb przebudowy obiektów mostowych wraz z przebudową ul. Cyraneczki. Celem opracowania jest weryfikacja założeń projektowych dla wyżej wymienionego zadania.

### 1.2. Podstawy prawne

Niniejsza *Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego* została sporządzona przez Biuro Badań Geotechnicznych na zlecenie XXXXXXXXXXXXXXXX

Inwestorem przedmiotowego przedsięwzięcia jest Miasto Y.

Niniejsze opracowanie sporządzono w nawiązaniu do wytycznych z Rozporządzenia Ministra

Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania

*geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 r., poz. 463).

## 2. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Przedmiotem inwestycji jest rozbiórka i budowa nowych konstrukcji dwóch obiektów mostowych wraz z rozbudową ul. Cyraneczki. na odcinkach pomiędzy tymi obiektami oraz od tych obiektów do najbliższych skrzyżowań. Długość drogi przewidzianej do realizacji wynosi 260 m. Zakres inwestycji w związku z realizacją obiektów mostowych i rozbudową drogi obejmuje zatem: - rozbiórkę i budowę nowych obiektów mostowych, rozbiórkę istniejącej konstrukcji nawierzchni jezdni ul. Cyraneczki i budowę nawierzchni bitumicznej na nowej podbudowie ograniczonej krawężnikami kamiennymi - przebudowę istniejących chodników ul. Cyraneczki

### Projektowana przebudowa drogi

- klasa drogi Z
- kategoria ruchu KR-3
- przekrój poprzeczny 1x2
- szerokość pasa ruchu 3,5m
- szerokość chodników zmienna min. 2,0m

### Projektowane obiekty inżynierskie

#### **Most :**

- ilość przęseł 1
- rozpiętość mostu 6,63m

- długość całkowita mostu	19,27m
- długość ustroju nośnego	7,81m
- światło pionowe	1,90m
- światło poziome	5,52m
- nośność:	klasa „A” 500 kN
- konstrukcja	żelbetowa
- rodzaj posadowienia	wzmocnienie podłoża poprzez kolumny cemento-gruntowe jet grouting Ø 120cm
- rzędna posadowienia	22,10 – 22,21 m n.p.m.
- rzędna zagłębienia kolumn	18,11 – 18,22 m n.p.m.

### **Most na kanale:**

- ilość przęseł	1
- rozpiętość mostu	4,85m
- długość całkowita mostu	5,86m
- długość ustroju nośnego	5,02m
- światło pionowe	1,90m
- światło poziome	4,72m
- nośność:	klasa „A” 500 kN
- konstrukcja	stalowa łukowa konstrukcja powłokowa z blachy falistej
- rodzaj posadowienia	wzmocnienie podłoża poprzez kolumny cemento-gruntowe jet grouting Ø 120cm
- rzędna posadowienia	24,11 m n.p.m.
- rzędna zagłębienia kolumn	20,24 m n.p.m.

## **3. CHARAKTERYSTYKA TERENU POD BUDOWĘ INWESTYCJI**

### **3.1. Lokalizacja**

Dokumentowany teren położony jest w centrum i stanowi część ul. Cyranczki o całkowitej długości 260 m.

### **3.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia**

#### **Pod względem geograficznym i morfologicznym**

Omawiany obszar badań, wg regionalizacji fizyczno – geograficznej J. Kondrackiego (2011 r. [4])

położony jest w obrębie prowincji Niż Środkowoeuropejski, podprowincji Pojezierze Południowobałtyckie, w rejonie makroregionu Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka. Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka to szerokie obniżenie o płaskim dnie powstałe na przedpolu

lodowca w fazie pomorskiej w wyniku działalności topniejących wód lodowcowych oraz wód rzecznych płynących z południa. Wody te stworzyły ogromne rzeki roztokowe płynące w kierunku zachodnim.

W rejonie badań rzeźna terenu oscyluje w granicach 20,0 do około 25,0 m n.p.m.

### **Pod względem hydrograficznym**

Sieć hydrograficzną w rejonie badań stanowi rz. A, poprzez jej prawobrzeżny dopływ jakim jest rzeka B.

Obszar objęty badaniami znajduje się poza terenem zaliczanym do „obszarów zagrożonych podtopieniami” (geoportal e-PSH). Jednakże należy zaznaczyć, iż w wyniku nawalnych opadów może dochodzić do lokalnych wystąpień rzeki B z jej brzegów.

Badany obszar nie znajduje się na terenie zaliczanym do obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony (PSH, 2014 r.).

### **3.3. Budowa geologiczna**

Pod względem geologicznym obszar Y zlokalizowany jest w obrębie monokliny przedsudeckiej w jednostce P. W części południowej teren miasta ograniczony jest strefą dyslokacyjną dolnej A o przebiegu równoleżnikowym.

Najstarsze rozpoznane na terenie miasta utwory permskie należą do czerwonego spągowca i cechsztynu a wykształcone są w postaci kompleksów iłó, soli, anhydrytu i dolomitów.

Na osadach permu zalegają utwory triasu, jury dolnej i środkowej oraz kredy górnej reprezentowane przez margle i wapienie o miąższości około 600m.

Osady paleogenu (o miąższości do 400m) reprezentowane są przez piaski i mułki oraz mułowce z glaukonitem (oligocen dolny), ily toruńskie (oligocen środkowy) oraz piaski drobne i pylaste (oligocen górny). Neogeńskie utwory miocenu stanowi seria piaszczysto-ilasta oraz mułki z wkładkami węgla brunatnego. Powyżej występują w sposób nieciągły plioceńskie utwory ilasto-piaszczyste.

Na północ od doliny A w czwartorzędzie w wyniku działalności lądolodu doszło do zaburzeń glacitektonicznych utworów neogeńskich. Utwory te zostały sfałdowane i łuskowato ponasuwane na siebie.

Na osadach paleogenu zalegają utwory czwartorzędowe o zróżnicowanej miąższości od 8 do nawet ponad 200m. Zlodowacenie południowopolskie reprezentowane jest przez trzy poziomy glin zwałowych oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe. W okresie interglacjału wielkiego powstawały osady rzeczne w postaci piasków i żwirów wypełniających obniżenie pradoliny.

Zlodowacenie środkowopolskie reprezentowane jest przez trzy poziomy glin zwałowych oraz utwory

wodnolodowcowe i zastoiskowe. Zlodowacenie północnopolskie reprezentują tu gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz rzeczne. W holocenie w wyniku procesów sedymentacyjnych i erozyjnych powstawały liczne formy akumulacyjne w postaci taras zalewowych, wydm i torfowisk oraz liczne formy erozyjne w postaci głęboko wciętych dolinek.

### **Analiza materiałów archiwalnych**

Na podstawie materiałów archiwalnych rozpoznanie geologiczne, w rejonie inwestycji wykonano otworami geotechnicznymi do głębokości 12m p.p.t. Stwierdzono występowanie utworów holocenijskich oraz plejstocenijskich. Do warstw utworów holocenijskich zaklasyfikowano zalegające powierzchniowo utwory antropogeniczne - nasypy niekontrolowane zbudowane z mieszaniny rodzimych piasków, z domieszkami humusu, gruntów organicznych oraz fragmentów cegieł. Miąższość nasypów osiągnęła od około 0,7 do około 3,8 m. Głębsze podłoże budują rzeczne osady wykształcone w postaci piasków różnoziarnistych (drobne, średnie i grube) oraz pospółek i żwirów. Na stropie utworów klastycznych stwierdzono występowanie osadów akumulacji bagiennie-rzeczne tj. gruntów organicznych wykształconych w postaci namułów, gytii i torfów. Holocenijskie piaski rzeczne podścielone są postglacjalnymi osadami rzeczno-łodowcowymi zdeponowanymi w okresie zlodowacenia północnopolskiego.

### **3.4. Warunki hydrogeologiczne**

Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym Polski (Paczyński, 1993, 1995), obszar badań należy do makroregionu TT i znajduje się w subregionie pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej. Użytkowe poziomy wodonośne występują w dwóch piętrach: czwartorzędowym i mioceńskim.

Wodonośność utworów czwartorzędowych związana jest z piaskami i żwirami plejstocenu i holocenu. Można wyróżnić tu poziom wód gruntowych pradoliny, poziom wód gruntowych na wysoczyźnie oraz poziomy międzyglinowe na wysoczyźnie.

*Poziom wód gruntowych pradoliny* występuje w przedziale od 14 do -18 m n.p.m. Jego występowanie związane jest w części spągowej z utworami piasków i żwirów pradolinnych, w części środkowej i górnej

- z osadami rzeczno-łodowcowymi tarasów akumulacyjnych A i B. Zwierciadło wody jest swobodne, zalega płytko. Brak jest ciągłego pakietu utworów izolujących od powierzchni. Miąższość strefy zawodnionej lokalnie przekracza 50 m.

*Poziom wód gruntowych na wysoczyźnie* związany jest z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi zlodowacenia północnopolskiego. Jest zasilany przez opady atmosferyczne, o swobodnym zwierciadle wody. Warstwa wodonośna ma niewielką miąższość. Ze względu na niekorzystne parametry hydrogeologiczne i złą jakość poziom ma znikomy charakter użytkowy. Drenaż odbywa się poprzez rzeki i cieki powierzchniowe, natomiast zasila niżej położone poziomy wodonośne.

Poziomy międzyglinowe na wysoczyźnie związane są z utworami piaszczysto-żwirowymi zlodowacenia

środkowopolskiego. Występują jedna lub nawet lokalnie cztery warstwy wodonośne o różnym zasięgu, parametrach hydrogeologicznych, wodonośności i stopniu izolacji. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, lokalnie swobodny, a warstwy wodonośne występują na głębokości 15–50 m. W związku z tym kontakty hydrauliczne pomiędzy warstwami wodonośnymi są o różnym stopniu złożoności. Na północ od miasta w tej strukturze wodonośnej zlokalizowane jest ujęcie komunalne.

Wodonośność utworów mioceńskich jest eksploatowany lokalnie w północnej i północnozachodniej

części Miasta. Na wschód od miasta występuje lokalnie poziom wodonośny w złuskowaconym fragmencie utworów mioceńskich, ale wody związane są z czwartorzędowym systemem krążenia. Poziom użytkowy o naporowym zwierciadle wody występuje na głębokości około 130 m w kompleksie warstw piaszczystych o miąższości od 20 do 30 m.

### **Analiza materiałów archiwalnych**

Na podstawie dokumentacji archiwalnej, w rejonie projektowanej inwestycji stwierdzono wody gruntowe piętra czwartorzędowego występujące na rzędnej od około 14 do 18 m n.p.m. Zwierciadło wodonośne ma charakter swobodny oraz naporowy związany ze słabo przepuszczalnymi warstwami gruntów organicznych. Zwierciadło wodonośne w rejonie badań występuje w stałym kontakcie hydraulicznym z rzeką B, jego poziom jest silnie związany ze stanem wody w rzece.

Na podstawie analizy chemicznej wody pobranej z otworów geotechnicznych wynika, iż nie wykazuje ona agresywności ługującej, magnezowej, amonowej, węglanowej, siarczanowej ani kwasowej.

## **4. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ I OPIS ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH**

### **4.1. Otwory geotechniczne**

W celu weryfikacji rozpoznania podłoża gruntowego pod projektowaną inwestycję wykonano

5 otworów badawczych, do głębokości od 3,00 do 9,00 m p.p.t., o całkowitym metrażu 35 mb.

Wiercenia badawcze wykonano metodą mechaniczno-obrotową wiertnicą AA typu b, przy użyciu świdrów ślimakowych o średnicy  $\varnothing$  115 mm.

Po wykonaniu niezbędnych obserwacji, wiercenia badawcze zostały zlikwidowane wydobytym urobkiem z zachowaniem układu warstw w pionie: strefy gruntów spoistych – gruntem spoistym, natomiast strefy gruntów niespoistych – gruntem niespoistym, a powierzchnie terenu doprowadzono do stanu pierwotnego. Lokalizację wykonanych wierceń badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Załącznik nr 1).



## **4.2. Badania polowe**

### **4.2.1. Profilowanie wyrobisk i badania makroskopowe próbek gruntu *in situ***

W trakcie wykonywanych wierceń prowadzona była stała obserwacja urobku. Przy każdej zmianie

warstwy lub co 1,00 m odwiertu przeprowadzono pełną analizę makroskopową gruntu, która obejmowała oznaczenie następujących cech: rodzaju, stanu, wilgotności, barwy, zawartości węgla i wapnia i części organicznych.

Wyniki z przeprowadzonych badań zamieszczono na kartach otworów geotechnicznych (Załącznik nr 2).

### **4.2.2. Pobór próbek gruntu**

Z każdej warstwy gruntu różniące się rodzajem, stanem, wilgotnością i barwą lub co 1,00 m odwiertu pobrano próbkę gruntu kategorii B, w celu weryfikacji badań polowych. Na wybranych, reprezentatywnych próbkach przeprowadzono badania laboratoryjne. Próbki pobrano zgodnie z normą PN-B-04452:2002 do worków z tworzywa, zabezpieczając je przed utratą wilgotności naturalnej.

### **4.2.3. Obserwacja przejawów wód gruntowych**

W trakcie wierceń prowadzono obserwację przejawów wód gruntowych. W otworach wiertniczych, w których nawiercono wody gruntowe.

Wyniki z przeprowadzonych pomiarów zamieszczono na kartach otworów geotechnicznych oraz na zestawieniu tabelarycznym (Tabela nr 4).

### **4.2.4. Sondowania statyczne i dynamiczne**

W celu oceny parametrów geotechnicznych warstw gruntów występujących w podłożu inwestycji wykonano łącznie 3 sondowania statyczne i 2 dynamiczne.

#### Sondowania statyczne CPTU

Sondowania przeprowadzono do głębokości 9,0 ÷ 10,0 m p.p.t. w 3 punktach badawczych.

Całkowity metraż sondowań statycznych CPTU zrealizowanych na badanym terenie wyniósł 29,0 mb.

Lokalizację wykonanych sondowań statycznych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej –

Załącznik nr 1.

Badania geotechniczne przeprowadzono 22 tonową sondą statyczną o sile wcisku 200 kN (CPT).

Badania terenowe metodą statycznego sondowania realizowano piezostożkami, których konstrukcja spełnia wymagania standardu testu CPTU i charakteryzuje następująca geometria: powierzchnia podstawy stożka 10 cm<sup>2</sup> lub 15 cm<sup>2</sup>, odpowiednio powierzchnia tulei czarnej 150 cm<sup>2</sup> lub 225 cm<sup>2</sup>, kąt wierzchołkowy

stożka 60°, i filtr wbudowany bezpośrednio za ostrzem stożka (wg standardu lokalizacja pomiaru u2). Sondowania prowadzono ze stałą prędkością penetracji, równą 2 cm/s. Sprzęt geotechniczny jest zgodny z normą ISO 22476-1 i Eurokod 7.

Podstawą do interpretacji wykresów charakterystyk testów statycznego sondowania były dane zapisane w oryginalnej formie elektronicznej. Do wyznaczenia parametrów geotechnicznych, wydzielonych w podłożu warstw gruntów niezbędna jest standaryzacja i normalizacja zarejestrowanych parametrów sondowania do postaci współczynników i wskaźników, które wykorzystuje się w systemach klasyfikacyjnych i procedurach interpretacyjnych (International Test Procedure for Cone Penetration Test – ISSMGE).

W procedurze interpretacyjnej wykorzystano następujące parametry sondowania:

- $q_c$  – pomierzony opór stożka,
- $R_f$  – współczynnik tarcia, uzyskany z charakterystyk:  $f_s$  - tarcia na tulei ciernej i oporu stożka,  
parametr ten identyfikuje uziarnienie gruntów, wzór:

$$R_f = (f_s/q_c) * 100\% [\%],$$

Rozkłady tych parametrów z głębokością posłużyły do wyznaczenia budowy podłoża gruntowego

w następującym zakresie:

- budowy stratygraficzno – litologicznej, budujących wydzielone w podłożu warstwy geotechniczne,
- wyznaczenia wartości parametrów stanu:  $I_D$  – stopnia zagęszczenia i  $I_L$  – stopnia plastyczności.

Badania przeprowadzono stożkiem elektrycznym, pozwalającym na ciągłe mierzenie i zapisywanie dwóch charakterystyk penetracji tj. zmiany z głębokością oporu stożka –  $q_c$ , tarcia na tulei ciernej –  $f_s$ .

Dodatkowo powyższe charakterystyki penetracji uzupełniono współczynnikiem tarcia –  $R_f$  zmiennym

z głębokością w zależności od  $q_c$  i  $f_s$ , który stanowił podstawowe danych dla ustalenia rodzaju i stanu

gruntów występujących w podłożu. W interpretacji krzywych penetracji wykorzystano system klasyfikacyjny Marra (wg PN-B-04452). W analizie statystycznej charakterystyk penetracji wykorzystano 8-stopniową procedurę Hardera-Bloha, konsekwentnie z którą parametry sondowania przefiltrowano, a wykresy danych penetracji zostały wygładzone procesie ustalenia poszczególnych warstw podłoża gruntowego w analizowanym profilu oraz ustalaniu rodzaju i stanu gruntów budujących te warstwy badano rozkład trzech charakterystyk sondowania z głębokością

tj.:  $q_c^*$  – skorygowanego oporu stożka ( $q_c^* = (q_c - \sigma_{v0})$ ),  $f_s$  – tarcie na tulei ciernej,

$R_f$  – współczynnik

tarcia.

Klasyfikowanie danych dla wydzielenia jednorodnych geotechnicznie warstw gruntów w podłożu przeprowadzono w dwóch etapach. Danymi, które podlegały klasyfikacji były w pierwszym etapie

$q_c$  - opór stożka i  $R_f$  - współczynnik tarcia. W tym etapie zastosowano procedurę Hardera-Bloha, która pozwoliła rozdzielić warstwy zgodnie z kryteriami statystycznymi zlokalizować je w systemie klasyfikacyjnym Marra. Grupowanie przeprowadzono metodami teorii skupień, traktując zadanie jako jednoosiowe, wzdłuż drogi penetracji podłoża stożkiem, w miejscu sondowania.

Do określenia parametrów stanu gruntów wykorzystano wyznaczone następujące związki empiryczne, w których uwzględniono aktualne rozwiązania teoretyczne oraz publikacje oraz obszerny materiał dokumentacyjny (korelacje wyników badań CPT, CPTU z wynikami laboratoryjnymi).

Dla określenia  $I_L$  - stopnia plastyczności gruntów spoistych wykorzystano lokalne związki empiryczne, w których współczynniki regresji równania uwzględniają genezę osadu i stopnia prekonsolidacji podłoża :

$$I_L = a - b * \ln(q_c^*)$$

gdzie: a, b - współczynniki regresji ( $a = 0,500-0,244$ ,  $b = 0,333-0,213$ )

Przy wyznaczaniu parametrów stanu gruntów niespoistych czyli stopnia zagęszczenia -  $I_D$ , w pierwszym etapie określono stopień prekonsolidacji OCR, zastosowano procedurę Jamiołkowskiego (2001). Na podstawie której ustalono, czy grunt jest NC - normalnie skonsolidowany, czy też OC - przekonsolidowany. Następnie w drugim etapie wykorzystano monogramy  $I_D$  ( $D_r$ ) dla gruntów niespoistych w zależności od NC lub OC według metody (za Baldi i in., 1986). Wykresy te opisywane są przez wzory:

- dla gruntów niespoistych NC

$$I_D = (1/C_2) * \ln [q_c / (C_0 * (\sigma'_{vo})^{C_1})]$$

gdzie:  $C_0 = 157$ ,  $C_1 = 0,55$ ,  $C_2 = 2,41$

- dla gruntów niespoistych OC

$$I_D = (1/C_2) * \ln [q_c / (C_0 * (\sigma'_m)^{C_1})]$$

gdzie:  $C_0 = 181$ ,  $C_1 = 0,55$ ,  $C_2 = 2,61$ ,  $\sigma'_m = (\sigma'_{vo} * (1 + 2K_0)) / 3$ ,  $K_0$  - współczynnik parcia boczego.

W kolejnym etapie otrzymane wartości  $I_D$  w zależności od zawartości frakcji pyłowej zostały skorygowane (jeżeli zawartość frakcja pyłowa > 5%) lub nieskorygowane (jeżeli zawartość frakcji pyłowej ≤ 5%). Współczynniki korelacyjne dla powyższych gruntów o zawartości frakcji pyłowej > 5% zostały ustalone na podstawie szczegółowych badań przeprowadzonych w NGI przez T. Lunne:

- jeżeli  $I_D < 0,4$ , wtedy stopień zagęszczenia należy pomnożyć przez 1,2

- jeżeli  $0,4 < I_D < 0,6$ , wówczas  $I_D$  należy pomnożyć przez 1,4

- jeżeli  $I_D > 0,6$ , wtedy  $I_D$  trzeba pomnożyć przez 1,5.

Do opisu wytrzymałości warstw gruntów spoistych, wykorzystano parametr, taki jak niedrenowaną wytrzymałość

na ścinanie SU:

$$S_u = (q_c - \sigma_{v0}) / N_k$$

gdzie:  $N_k$  – współczynnik stożka zależny od wskaźnika plastyczności  $I_p$

Dla gruntów niespoistych ustalenie wartości wytrzymałości na ścinanie zostało poprzedzone oceną stopnia prekonsolidacji osadów w profilu. W ten sam sposób, jak powyżej dla stopnia zagęszczenia wykorzystano procedurę Jamiołkowskiego (2001). W wyborze zależności uwzględniono typ mineralogiczny ziaren wymienionych wyżej gruntów.

W ostatecznym etapie wyznaczono wartość kąta tarcia wewnętrznego dla gruntów typu NC według

zależności Schmertmanna (1978) z monogramu, natomiast dla gruntów OC z monogramów, zgodnie

ze zmodyfikowaną przez Jamiołkowskiego teorią Boltona (1986).

Wyniki z przeprowadzonych sondowań przedstawiono w Załączniku nr 3.1.

#### Sondowania dynamiczne DPL

Sondowania wykonano, w celu określenia zagęszczenia gruntów niespoistych, w 2 punktach do głębokości 4,5 mp.p.t., o łącznym metrażu 9,0 mb.

Parametrem sondowania dynamicznego była liczba uderzeń młota sondy potrzebna na wprowadzenie końcówki stożkowej w grunt na głębokości 0,10 m.

Podstawą do interpretacji wyników sondowań był wykres zmian oporów sondowania, który przed interpretacją ilościową uśredniono. Interpretację przeprowadzono zgodnie z normą PN-B-04452 *Geotechnika. Badania polowe*.

Karty z wynikami sondowań dynamicznych przedstawiono w Załączniku nr 3.2.

#### **4.3. Pomiary geodezyjne**

Punkty badawcze wytyczono w terenie metodami geodezyjnymi. Pomiary wysokościowe zostały wykonane na podstawie mapy sytuacyjno-wysokościowej dostarczonej przez Zamawiającego.

#### **4.4. Badania laboratoryjne**

Badania laboratoryjne próbek gruntu przeprowadzono na reprezentatywnych próbkach w celu weryfikacji wyników badań terenowych oraz ustalenia wybranych parametrów gruntu. Przy typowaniu próbek gruntów do badań przeprowadzono ponowną analizę makroskopową wszystkich próbek gruntu.

Podczas analizy makroskopowe gruntów (wyznaczania wartości stopnia plastyczności  $I_L$  gruntów spoistych) uzupełniano badaniami prowadzonymi przy pomocy penetrometru wciskowego PW-1.

Zgodnie z „Penetrometr Wciskowy PW-1, Dokumentacja techniczno - ruchowa, Instrukcja obsługi i użytkowania” opracowaną przez Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Techniki Geologicznej w Warszawie, penetrometr mierzy wytrzymałość gruntów spoistych na ściskanie jednoosiowe. Wyniki uzyskane w trakcie badań są dobrym przybliżeniem zależności stopnia plastyczności  $I_L$  od oporu wciskania  $q_u$  w przedziale od 50 do 350 kPa wartości  $q_u$ .

Celem badania ścinarką obrotową jest szybki pomiar wytrzymałości na ścinanie gruntu.

Wytrzymałość na ścinanie gruntu  $\tau_f$  wyznacza się na podstawie oznaczonej wartości momentu granicznego  $M_f$  przy ścinaniu gruntu, tzn. momentu w chwili osiągnięcia wytrzymałości gruntu na ścinanie.

Zakres szczegółowych badań laboratoryjnych obejmował oznaczenie:

☐ granic konsystencji Atterberga wg normy PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu,*

☐ badania zawartości części organicznych wg normy PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane.*

*Badania próbek gruntu,*

☐ składu granulometrycznego - analiza sitowa wg normy PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane.*

*Badania próbek gruntu,*

Zestawienie wyników badań laboratoryjnych przedstawiono w przedstawiono w Załączniku nr 4.

## 5. OPIS WARUNKÓW GRUNTOWO -WODNYCH

Klasyfikacji grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od warunków wodnych

(Tabela nr 2) i wysadzinowości gruntu (Tabela nr 3) wykonano w oparciu o „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” (Politechnika Gdańska, 2013r.). Podłoże zaklasyfikowano do grupy nośności podłoża gruntowego  $G_i$  przy założeniu, że teren został odhumusowany. Ocena dotyczy części profilu gruntowego, poniżej wykonanego koryta konstrukcji.

Tabela nr 2. Klasyfikacja warunków wodnych podłoża gruntowego nawierzchni					
Lp.	Charakterystyka korpusu drogowego		Warunki wodne, gdy najwyższy poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej występuje na głębokości poniżej spodu konstrukcji nawierzchni		
			< 1 m	1 ÷ 2 m	> 2 m
3.	Wykopy > 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	złe	przeciętne	dobre
4.	Nasypy > 1 m	a	złe	przeciętne	dobre
		b	przeciętne	dobre	dobre

a – pobocza nieutwardzone

b – pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych

Tabela nr 3. Grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od wysadzinowości gruntu i warunków wodnych				
Lp.	Rodzaj gruntów podłoża	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
		Dobre	Przeciętne	Złe
1	Grunty niewysadzinowe (WP > 35) - żwiry, pospółki, - piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste, - rumosze skalne (niegliniaste), żużle nierozpadowe	G1	G1	G1
2	Grunty wątpliwe (WP= 25 ÷ 35) - piaski pylaste - żwiry gliniaste, pospółki gliniaste, - rumosze i zwietrzliny gliniaste	G2	G2	G3
3	Grunty wysadzinowe (WP < 25) a) grunty mało wysadzinowe* - gliny zwarte, gliny piaszczyste i pylaste zwarte, iły, iły piaszczyste i pylaste; b) grunty bardzo wysadzinowe* – piaski gliniaste, pyły piaszczyste, pyły, gliny, gliny piaszczyste i pylaste, iły warwowe	G3	G4	G4
		G4	G4	G4
4	Grunty organiczne – torfy, namuły Grunty nasypowe – hałdy odpadów, nasypy niebudowlane Grunty sypkie w stanie luźnym Grunty spoiste w stanie plastycznym i miękkoplastycznym	Grunty nienośne**		
* - w stanie zwartym, półzwartym lub twar doplastycznym ( $I_L < 0,25$ )				
** - wymagają indywidualnej oceny				

Na rozpatrywanym obszarze do głębokości rozpoznania stwierdzono występowanie wód gruntowych. Poziom zaobserwowanego zwierciadła wód gruntowych przedstawiono w formie tabelarycznej (Tabela nr 4).

Położenie poziomego zwierciadła wód gruntowych oraz intensywność sączeń są związane z wahaniami sezonowymi, uzależnionymi od intensywności opadów atmosferycznych, występowania wiosennych roztopów oraz stanu wód w rzece B. Zwierciadło wód gruntowych w okresie roku hydrologicznego może wahać się  $\pm 1,20$  m.

Tabela nr 4. Zestawienie pomiarów zwierciadła wód gruntowych					
Otwór	RZĘDNA PUNKTU BADAWCZEGO [m n.p.m.]	OBSERWACJE PRZEJAWÓW WÓD GRUNTOWYCH			RZĘDNA USTABILIZOWANEGO ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH (SĄCZENIA) [m n.p.m.]
		ZWIERCIADŁO WODY		SĄCZENIE [m p.p.t.]	
		NAWIERCONE [m p.p.t.]	USTABILIZOWANE [m p.p.t.]		
GW-1	29,3	-	-	-	-
GW-2	27,3	3,5	3,5	-	23,8
		4,4			
GW-3	26,2	2,7	2,7	-	23,5
		6,0			
GW-4	25,9	3,8	3,8	-	22,1
GW-5	26,3	-	-	-	-

Opis występujących warunków gruntowo-wodnych na rozpatrywanym obszarze dla przebudowywanej drogi przedstawiono w formie tabelarycznej (Tabela nr 5).

<b>Tabela nr 5.</b> Charakterystyka warunków gruntowo – wodnych dla drogi							
Otwór	Rzędna punktu badawczego [m n.p.m.]	Rzędna spodu projektowanej nawierzchni [m n.p.m.]	Poziom wód gruntowych	Warunki wodne	Litologia	Stan gruntu	Grupa nośności podłoża
GW-1	29,3	28,5	> 2.0m	dobrze	nB (Ps+Cg)	szg	G1
GW-2	27,3	26,3			Nm	pl	Grunty nienośne
GW-3	26,2	25,2	1 – 2 m	przeciętne	nB(Ps+Gπ)	szg	G2
GW-4	25,9	25,4	> 2.0m	dobrze	nB(Ps+Cg+Pπ+Ż)	zg	G1
GW-5	26,3	25,7			nB(Ps)	szg	G1

Opis występujących warunków gruntowo-wodnych na rozpatrywanym obszarze dla obiektów inżynierskich przedstawiono w formie tabelarycznej (Tabela nr 6).

<b>Tabela nr 6.</b> Charakterystyka warunków gruntowo – wodnych dla przebudowywanych obiektów inżynierskich					
OBIEKT	POZIOM POSADOWIENIA ŁAWY FUNDAMENTOWEJ [m n.p.m.]	POZIOM POSADOWIENIA KOLUMN jet grouting [m n.p.m.]	POZIOM PIERWSZEGO POZIOMU WODONOŚNEGO [m n.p.m.]	WARUNKI GRUNTOWE W POZIOMIE BEZPOŚREDNIEGO POSADOWIENIA	WARUNKI GRUNTOWE W POZIOMIE POŚREDNIEGO POSADOWIENIA
Most na rzece B	22,10 – 22,21	18,11 – 18,22	23,5	W poziomie bezpośredniego posadowienia obiektu występują grunty organiczne nienośne	W poziomie pośredniego posadowienia obiektu występują nawodnione nośne grunty piaszczyste
Most na kanale	24,11	20,24	23,8	W poziomie bezpośredniego posadowienia obiektu występują grunty organiczne nienośne	W poziomie pośredniego posadowienia obiektu występują nawodnione nośne grunty piaszczyste

## **6. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW GEOTECHNICZNYCH**

Parametry wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w zestawieniu tabelarycznym

stanowiącym załącznik nr 5.

Przed zastosowaniem do obliczeń podane parametry charakterystyczne należy pomnożyć przez współczynnik materiałowy  $\gamma_m$ , który wynosi 0,9 lub 1,1 w zależności od zastosowanych obliczeń przy czym należy przyjmować wartość bardziej niekorzystną.

## **7. STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012, poz. 463), na podstawie analizy materiałów archiwalnych i wykonanego rozpoznania warunków

gruntowo-wodnych stwierdza się, że na przedmiotowym terenie, z uwagi na występowanie warstw gruntów niejednorodnych, zmiennych genetycznie i litologicznie, występowanie gruntów nienośnych (gruntów organicznych w rejonach rzeki B i kanału), poziom wód gruntowych w rejonie przebudowy obiektów inżynierskich **warunki gruntowe podłoża uznaje się za złożone.**

## **8. KATEGORIA GEOTECHNICZNA INWESTYCJI**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012, poz. 463) ze względu na stwierdzone złożone warunki gruntowo - wodne w poziomie posadowienia obiektów inżynierskich oraz drogi w rejonie rzeki i kanału oraz głębokość posadowienia obiektów (>1,2 m p.p.t.) **projektowaną inwestycję zaliczono do II kategorii geotechnicznej.**

## **9. PODSUMOWANIE**

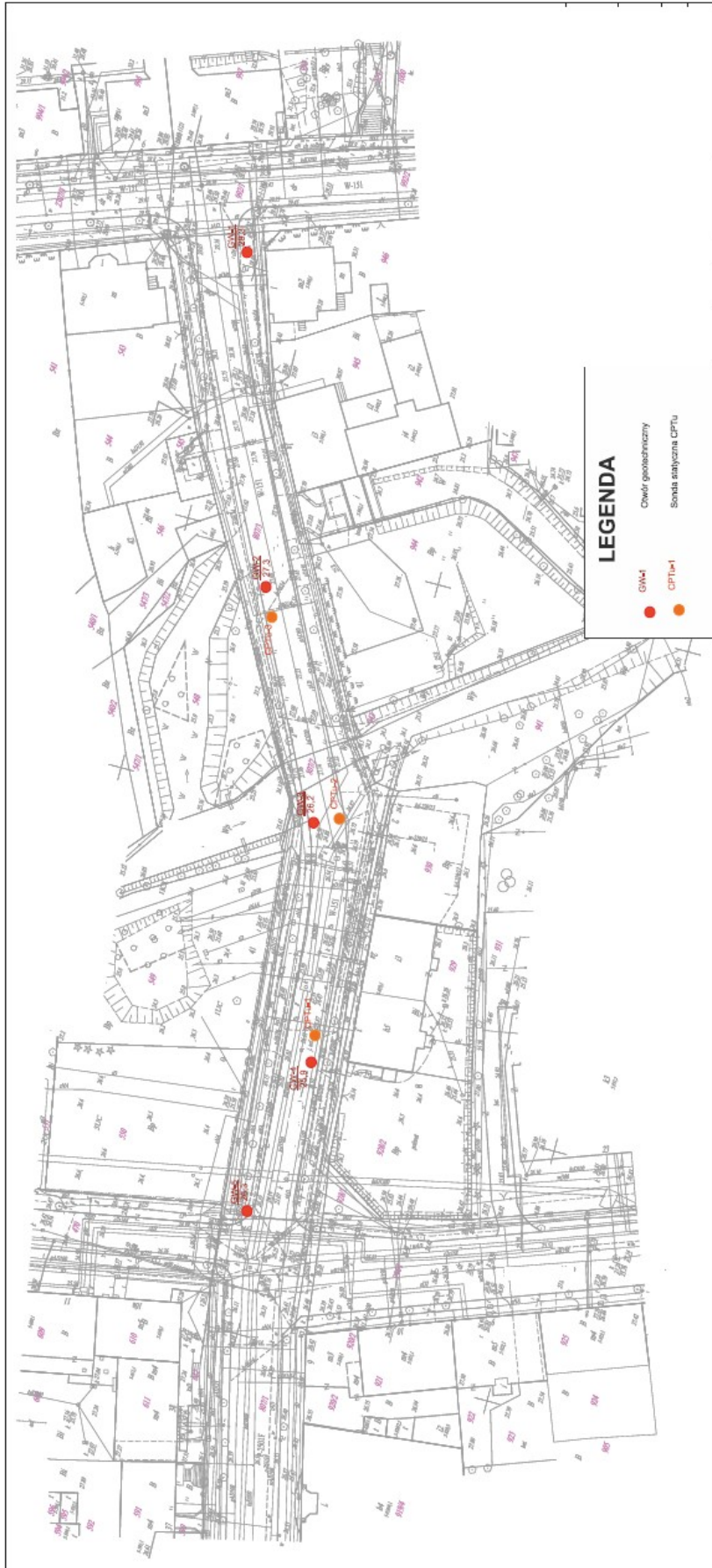
1. Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie Generalnego Wykonawcy przebudowy wraz z obiektami mostowymi.  
Zakres rzeczowy zawarty w niniejszym opracowaniu tj. zakres przeprowadzonych badań, ilość otworów badawczych i sondowań CPTu oraz ich lokalizacja został ściśle podyktowany przez Zleceniodawcę.
2. Na badanym obszarze, do głębokości rozpoznania podłoża gruntowe budują grunty nasypowe oraz czwartorzędowe osady rzeczne i rzeczno-lodowcowe, które pod względem parametrów geotechnicznych zostały zaklasyfikowane do trzynastu warstw geotechnicznych:
  - n1a-2 to warstwa gruntów antropogenicznych stanowiących nasyp budowlany w stanie luźnym – jest to warstwa słabonośna,
  - n1b-2a, n1b-2b to warstwy gruntów antropogenicznych stanowiących nasyp budowlany w stanie średnio zagęszczone – są to warstwy nośne,
  - n1c-2 to warstwa gruntów antropogenicznych stanowiących nasyp budowlany w stanie zagęszczonym – jest to warstwa nośna,
  - n1lc to warstwa gruntów antropogenicznych stanowiących nasyp budowlany w stanie twardoplastycznym – jest to warstwa nośna,
  - 1a-2 to warstwa gruntów wykształcona w postaci czwartorzędowych utworów niespoistych w stanie luźnym – jest to warstwa słabonośna,
  - 1b-2a, 1b-2b to warstwy gruntów wykształcone w postaci czwartorzędowych utworów niespoistych w stanie średnio zagęszczone – są to warstwy nośne,
  - 11b to warstwa gruntów wykształcona w postaci czwartorzędowych utworów spoistych w stanie plastycznym – jest to warstwa słabonośna,
  - 11c to warstwa gruntów wykształcona w postaci czwartorzędowych utworów spoistych w stanie twardoplastycznym – jest to warstwa nośna,
  - O1a, O1a, O11b to warstwy gruntów wykształcone w postaci czwartorzędowych utworów organicznych – są to warstwy nienośne.
3. Podczas prowadzenia prac terenowych, do głębokości rozpoznania, stwierdzono występowanie wód gruntowych na rzędnej 15 - 18 m n.p.m. Położenie poziomu zwierciadła wód gruntowych oraz intensywność sączenia są

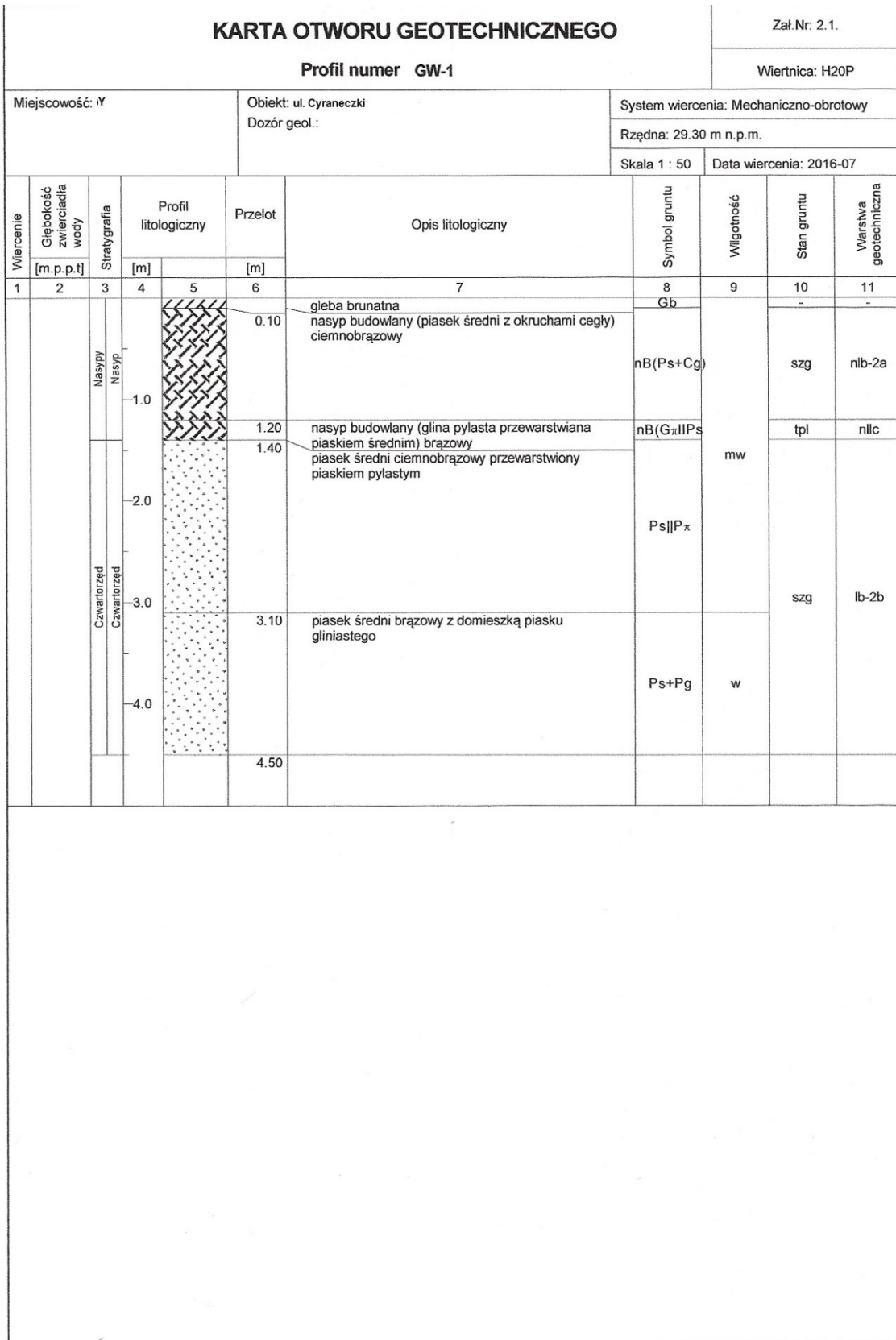


- związane z wahaniami sezonowymi, uzależnionymi od intensywności opadów atmosferycznych, występowania wiosennych roztopów oraz stanu wód w rzece. Zwierciadło wód gruntowych w okresie roku hydrologicznego może wahać się  $\pm 1,20$  m.
4. Normowa głębokość przemarzania dla rejonu będącego przedmiotem badań wynosi  $h_z=0,8$  m.
  5. Nie stwierdzono niekorzystnych zjawisk i procesów destabilizujących podłoże gruntowe. Obszar objęty badaniami znajduje się poza terenem zaliczanym do „obszarów zagrożonych podtopieniami” (geoportal e-PSH). Jednakże należy zaznaczyć, iż w wyniku nawalnych opadów może dochodzić do lokalnych wystąpień rzeki B z jej brzegów.
  6. Grunty organiczne pochodzące z wykopów fundamentowych (warstwa geotechniczna O1a, O1a, O11b) należy usunąć z terenu budowy, jest to materiał nie nadający się do ponownego wykorzystania.
  7. W poziomie posadowienia ławy fundamentowej projektowanej inwestycji występują miękkoplastyczne namuły gliniaste, namuły piaszczyste i torfy (grunty nienośne) oraz poziom wody gruntowej powyżej poziomu bezpośredniego posadowienia mostu na rzece. Należy zabezpieczyć wykopy fundamentowe przed napływem wód gruntowych (np. poprzez obniżenie zwierciadła wód gruntowych). Wykonawstwo robót fundamentowych należy dostosować do panujących warunków gruntowo-wodnych. W momencie odstonięcia dna wkopu na poziomie projektowanego posadowienia dojdzie do odprężenia ośrodka gruntowego a pod wpływem działania wód gruntowych może dochodzić do dodatkowego rozluźnienia podłoża gruntowego.
  8. Wykop fundamentowy powinien być zabezpieczony przed wodami gruntowymi i sączeniami skarpowymi poprzez zastosowanie np. ścianki szczelnej typu berlińskiego wraz z drenażem przyskarpowy w dnie wykopu z możliwością bezpośredniego odpompowania gromadzącej się wody.
  9. Prace ziemne należy wykonywać w odpowiednim czasie, tak aby nie dopuścić do zamknięcia oraz przemarzania gruntów. Wszelkie prace ziemne powinny być prowadzone pod nadzorem uprawnionego geologa.
  10. Na podstawie danych z wykonanych otworów badawczych z uwagi na występowanie warstw gruntów niejednorodnych, zmiennych genetycznie i litologicznie, występowanie gruntów nienośnych (gruntów organicznych w rejonach rzeki i kanału), poziom wód gruntowych w rejonie przebudowy obiektów inżynierskich warunki gruntowo-wodne występujące w obrębie inwestycji kwalifikuje się jako **złożone**.
  11. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012, poz. 463) ze względu na stwierdzone złożone warunki gruntowo - wodne oraz głębokość wykopów pod obiekty inżynierskie ( $> 1,2$  m p.p.t.) rzeczowa inwestycja klasyfikuje się do **II kategorii geotechnicznej**.

## 10. WYKORZYSTANE MATERIAŁY

1. Borowczyk, M., Frankowski, Z. (1981). An improvement in dynamic and static sounding results interpretation. Proceedings of 10th International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering. (Stockholm, 1981).
2. Filipowicz, A. (1995). Projektowanie posadowień na podstawie badań sondą statyczną CPTU. In 50 lat geotechniki w ITB (pp. 192-199). ITB. (Warszawa, 1995).
3. Grabowska-Olszewska B. - Metody badań gruntów spoistych (Warszawa, 1990).
4. Kondracki J. - *Geografia Regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN. (Warszawa, 2009).
5. Lunne, T., Robertson, P. K., Powell, J. J. (1997). Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. London and New York: Blackie Academic and Professional.
6. Młynarek, Z., Tschuschke, W., Niedzielski, A. (1997). Ocena stanu konsystencji gruntów spoistych metodą statycznego sondowania. XI Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania. Geotechnika w budownictwie i transporcie. (Gdańsk, 1997).
7. Myślińska E. - Laboratoryjne badania gruntów. (Warszawa, 2006).
8. Paczyński B. - *Hydrogeologia Regionalna Polski*. PIG. (Warszawa, 2007).
9. Pazdro Z. - *Hydrogeologia ogólna*. (Warszawa 1983).
10. Pisarczyk S. - Gruntoznawstwo inżynierskie. PWN. (Warszawa, 2001).
11. Robertson, P., Campanella, R. G., Grieg, J. (1986). Use of piezometer cone data. Proceedings of the ASCE Specialty Conference In Situ '86: Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering (pp.1263-1280). American Society of Engineers (ASCE). (Blacksburg, 1986).





KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO							Zał.Nr: 2.2.			
Profil numer GW-2							Wiertnica: H20P			
Miejscowość: Y			Obiekt: ul. Cyranecki Dozór geol.:		System wiercenia: Mechaniczno-obrotowy					
					Rzędna: 27.30 m n.p.m.					
					Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-07				
Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	Stan gruntu	Warstwa geotechniczna
			[m]	[m]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Nasyp			0.60	nasyp budowlany (piasek średni z domieszką fragmentów cegły) brązowy	nB(Ps+Cg)		szg	nlb-2b
		Nasyp			1.10	nasyp budowlany (głina pylasta z domieszką humusu, fragmentów cegły oraz piasku średniego) brązowy	nB(Gπ+H+Cg+Ps)	mw	tpl	nlc
					1.60	namuł ciemnobrązowa	Nm		pl	Olib
					2.10	namuł piaszczysty czarny	Nmp		ln	Ola
					2.50	namuł pylasty czarny	Nmπ		pl	Olib
					3.10	namuł gliniasty czarny	Nmg	w		
					3.10	namuł pylasty czarny przewarstwiony namulem piaszczystym z wkładkami torfy	Nmπ  Nmp+T	w/m	mpl	Olla
					4.20	piasek średni humusowy ciemnoszary	PsH		ln	la-2
					4.70	piasek średni + żwir brązowy	Ps(+Ż)			lb-2b
					5.20	piasek średni brązowo-żółty	Ps		szg	lb-2a
					6.40	piasek średni + żwir brązowo-żółty	Ps(+Ż)	nw	ln	la-2
					7.00	piasek gruby + żwir brązowo-żółty			szg	lb-2b
					8.40	piasek gruby + żwir brązowo-żółty	Pr(+Ż)		ln	la-2
					9.00					

KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO							Zał.Nr: 2.3.				
Profil numer GW-3							Wiertnica: H20P				
Miejscowość: Y			Obiekt: ul. Cyranecki Dozór geol.:		System wiercenia: Mechaniczno-obrotowy						
					Rzędna: 26.20 m n.p.m.						
					Skala 1 : 50	Data wiercenia: 2016-07					
Wiercenie	Głębokość zwiędziadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	Stan gruntu	Warstwa geotechniczna	
			[m.p.p.t]	[m]							[m]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		Nasyt				nasyp budowlany (piasek średni z domieszką glin pylastej) ciemnobrązowy	nB (Ps+Gπ)	mw	szg	n1b-2a	
		Nasyt			1.90	nasyp budowlany (piasek średni z domieszką glin pylastej i fragmentami cegły)ciemnobrązowy	nB(Ps+Gπ+Cg)	w		n1a-2	
	2.70				2.70	namuł piaszczysty czarny	Nmp	nw	ln	O1a	
					3.30	namuł gliniasty czarny przewarstwiony torfem brązowy	Nmg  T		w	mpl	O1a
					5.20	namuł gliniasty czarny	Nmg			pl	O11b
		Czwartorzęd			6.00	namuł piaszczysty czarny	Nmp			ln	O1a
		Czwartorzęd			6.80	Piasek gruby + żwir szary	Pr(+Z)	nw	szg		1b-2b
					9.00						

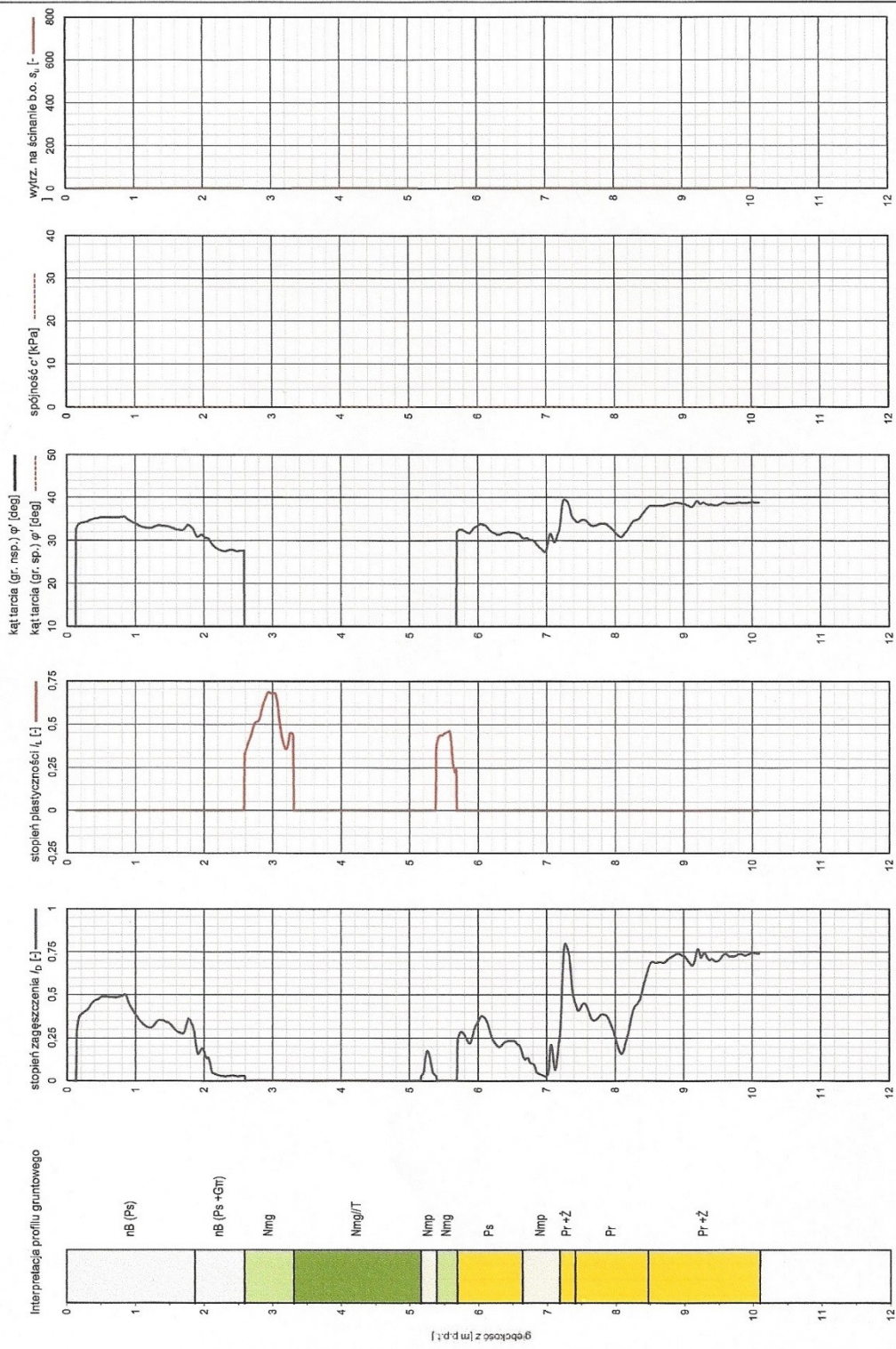
# SONDOWANIE STATYCZNE CPTU INTERPRETACJA WYNIKÓW BADANIA

Nr badania: **CPTu-2**

Data wykonania badania: **27-07-2016**

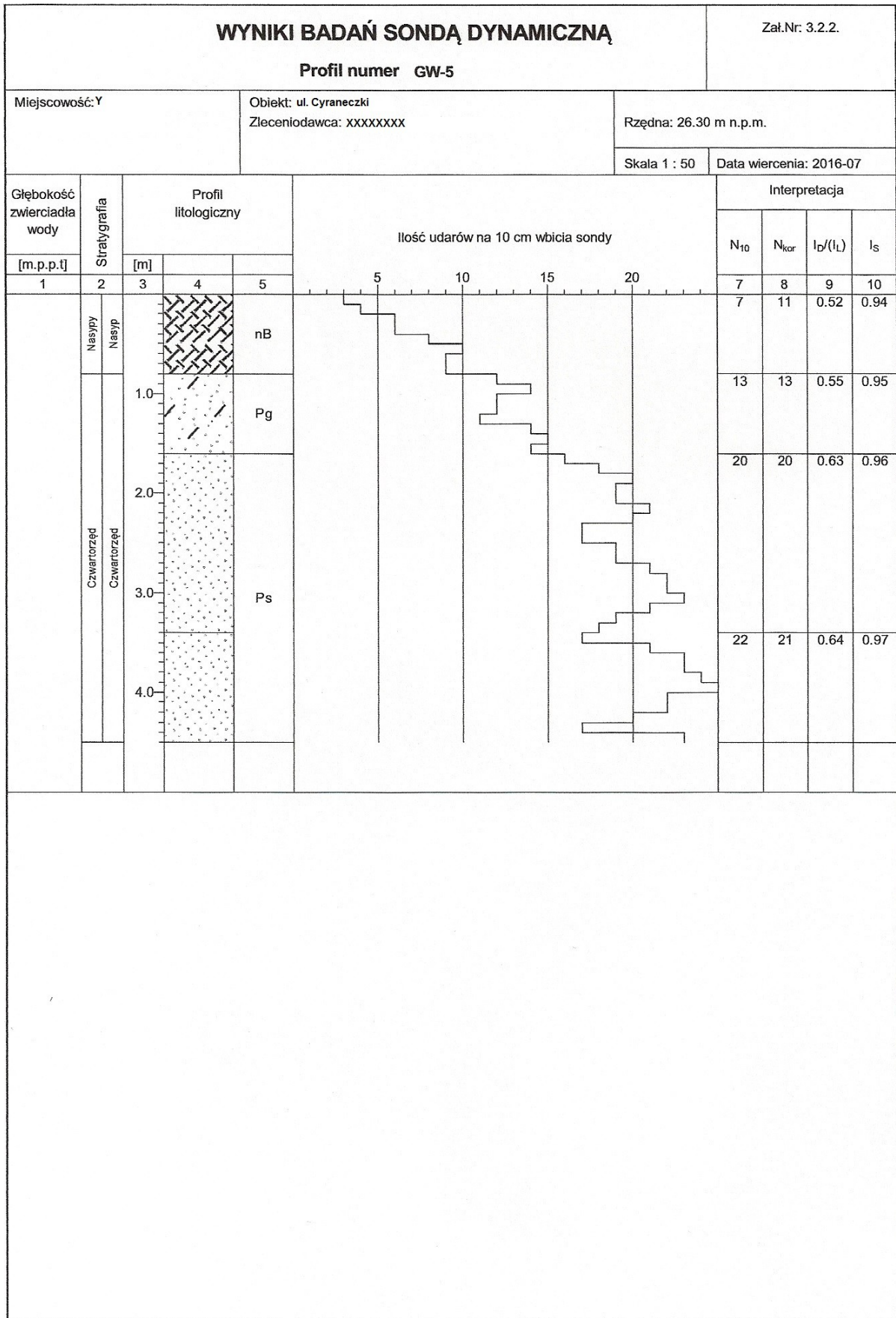
Temat / lokalizacja: **m. Y. ul. Cyranecki**

Zlecniodawca: **XXXXXXXXXX**



Operator: \_\_\_\_\_  
 Opracował: \_\_\_\_\_  
 Uwagi: \_\_\_\_\_

Numer użytego stożka: **S15-CFIP-046**  
 Data ostatniej kalibracji stożka: **03-06-2016**





WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH

Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego

Temat: dla zadania: „Przebudowa obiektów mostowych w ul. Cyranecki wraz z przebudową drogi

PN/B-02.480:1986

Wyniki badań laboratoryjnych

Lp.	Otwór	Głębokość pobrania	Analiza makroskopowa					Wyniki badań laboratoryjnych											
			Symbol gruntu	Wilgotność	Liczba wateczków	Stan gruntu	Zawartość CaCO <sub>3</sub> [%]	Symbol gruntu	Frakcja żwirowa [%]	Frakcja piaskowa [%]	Frakcja ilowa i pyłowa [%]	Wskaźnik filtracji [m/s]	Wskaźnik filtracji k [m/d]	Wskaźnik plastyczności Ip [%]	Stopień plastyczności I <sub>p</sub>	Konsystencja Stan gruntu	Wilgotność naturalna w <sub>n</sub> [%]	Zawartość części organicznych lom [%]	
1	GW-1	0,1-1,2	nB(Ps+Cg)	mw														4,52	
2	GW-2	1,1-1,6	Nm	mw	3/4	pl	>5											89,32	18,2
3	GW-2	5,2-6,4	Ps	nw														13,85	
4	GW-3	1,9-2,7	nB(Ps+Gπ+Cg)	w														9,23	
5	GW-3	3,4-5,0	Nmg/IT	w	5/5	pl	>5											136,44	36,7
6	GW-3	6,8-9,0	Pr+Ż	nw														10,47	
7	GW-4	0,0-1,7	nB(Ps+Cg+Pπ+Ż)	mw														6,48	
8	GW-5	1,6-3,4	Ps	mw														6,67	

Załącznik nr 4.

L.p.		Wiek		Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla zadania: „Przebudowa obiektów mostowych w ul. Cyraneckiej wraz z przebudową drogi										PARAMETRY GEOTECHNICZNE				
				Wyznaczone metodą B oraz C wg PN-51/B-03020		Wyznaczone metodą A na podstawie charakterystyk penetracji z testu statycznego sondowań CPTU		Wyznaczone metodą B oraz C wg PN-51/B-03020		Wyznaczone metodą B oraz C wg PN-51/B-03020		Wyznaczone metodą B oraz C wg PN-51/B-03020		Wyznaczone metodą B oraz C wg PN-51/B-03020				
				Symbol warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu wg PN-66/B-02480	Symbol gruntu	Stan gruntu	$I_D / I_L$	Wilgotność naturalna $W_n$ [%]	Gęstość objętościowa gruntu $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	Parametry wytrzymałości na ścinanie		Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej $M_o$ [MPa]	Spójność gruntu $c_u$ (n) [kPa]	Kąt tarcia wewnętrzznego $\phi_u$ (n) [°]	Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_o$ (n) [MPa]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej $M_o$ (n) [MPa]	
1		nia-2	nasyt budowlany (Piasek średni)	nB(PS)	In	0,17	6,00	1,65	-	31,6	-	31,1	46,1	55,4				
2		nib-2a	nasyt budowlany (Piasek średni)	nB(PS)	szg	0,38	5,00	1,70	-	36,7	-	32,3	64,5	76,5				
3	QnB	nib-2b	nasyt budowlany (Piasek średni)	nB(PS)	szg	0,56	5,00	1,70	-	60,7	-	33,4	86,5	105				
4		nlic-2	nasyt budowlany (Piasek średni)	nB(PS)	zg	0,79	4,00	1,80	-	95,1	-	34,8	127,3	152				
5		nlic	nasyt budowlany (Gлина пыlasta)	nB(Gn)	tpl	0,18	20,00	2,10	7	152	17,8	15,1	21,5	30,8				
6		la-2	Piasek średni	Ps	In	0,28	6,00 16,00* 25,00**	1,65 1,80* 1,95**	-	45,1	-	31,6	53,6	63,9				
7	Ch Cp	lb-2a	Piasek średni	Ps	szg	0,42	5,00 14,00* 22,00**	1,70 1,85* 2,00**	-	62,9	-	32,5	69,4	82,2				
8		lb-2b	Piasek średni Piasek gruby	Ps Pr	szg	0,56	5,00 14,00* 22,00**	1,70 1,85* 2,00**	-	98,1	-	33,5	91,5	103,6				
9		lib	Gлина piaszczysta humusowa	GpH	pl	0,26	17,00	2,10	5	78	13,8	14,6	18	25,7				
10		lic	Piasek gliniasty	Pg	tpl	0,07	13,00	2,15	12	244	24,1	16,9	28,1	40,1				
11		Olla	Namul	Nm	mpl	0,55	-	15,00	-	-	3,0	9,0	2,0	-				
12	Ch	Ollb	Namul	Nm	pl	0,36	-	16,50	-	-	5,0	12,0	5,0	-				
13		Ola	Namul piaszczysty	Nmp	In	0,11	-	16,50	-	-	22,0	14,6	5,0	-				

\* grunty wilgotne  
\*\* grunty mokre

ZALĄCZNIK NR 5.