

## Spis treści

Spis załączników .....	3
Spis tabel .....	3
1. Wstęp.....	4
2. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych, pomocniczych.....	4
2.1. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych.....	4
2.2. Wykaz wykorzystanych materiałów pomocniczych.....	4
3. Charakterystyka rejonu robót.....	5
4. Wykonane roboty badawcze.....	5
4.1. Zakres wykonanych robót .....	5
4.2. Wykonane roboty geotechniczne .....	6
4.2.1. Prace geodezyjne.....	6
4.2.2. Roboty wiertnicze .....	6
4.2.3. Zasady likwidacji wyrobisk .....	6
4.2.4. Sondowania geotechniczne .....	6
4.2.5. Prace i badania terenowe.....	8
6. Budowa geologiczna .....	8
7. Warunki hydrogeologiczne .....	9
8. Ocena warunków gruntowo-wodnych .....	9
9. Proponowane zalecenia i wytyczne do projektowania .....	12
10. Podsumowanie .....	13

## Spis załączników

zał. 1	Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500
zał. 2.1 - 2.4	Karty dokumentacyjne otworów badawczych
zał. 3	Przekrój geotechniczny
zał. 4.1.1 - 4.2.3	Wyniki sondowań sondą statyczną CPT-u
zał. 5	Zestawienie parametrów wydzielonych warstw na podstawie sondowania CPT
zał. 6	Zestawienie charakterystycznych parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych
zał. 7	Objaśnienia znaków i symboli zastosowanych w opracowaniu

## Spis tabel

Tabela 4.1	Zestawienie prac zrealizowanych na potrzeby niniejszego opracowania
Tabela 7.1	Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względów na wysadzinowość
Tabela 7.2	Odporność gruntów na mróz oraz zdolność gruntów do skurczu lub pęcznienia (wg PN-B-06050)

## 1. Wstęp

Niniejszą Opinię geotechniczną z Dokumentacją badań podłoża gruntowego wykonano na zlecenie firmy PROinżynieria Sp. z o.o., 49-300 Brzeg, ul. Armii Krajowej 4/3, która jako biuro projektowe bierze udział w zadaniu pt. " Przebudowa mostu w ciągu drogi wojewódzkiej nr 421 w km5+307 w m. Dzielawy wraz z dojazdami ". Inwestorem jest Zarząd Dróg Wojewódzkich, 45-231 Opole, ul. Oleska 127.

Liczba, rozstaw i głębokość wykonanych otworów została ustalona w porozumieniu ze Zleceniodawcą tj. firmą PROinżynieria Sp. z o.o. i obejmowała:

- **wykonanie prac geotechnicznych (otwory badawcze i sondowania)** dla rozpoznania warunków geotechnicznych
- **prace i pomiary dodatkowe** (pomiary geodezyjne, analiza laboratoryjna).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 poz. 463), na omawianym terenie wstępnie zakłada się proste warunki gruntowe oraz zakłada się przyjęcie obiektów II kategorii geotechnicznej dla projektowanej inwestycji.

## 2. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych, pomocniczych

### 2.1. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych

Przy opracowywaniu opinii geotechnicznej z dokumentacją badań podłoża gruntowego wykorzystane zostały następujące materiały wyjściowe i archiwalne:

1. Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500
2. Wiłun Z. - Zarys geotechniki - WKŁ, Warszawa, 2001 r.

### 2.2. Wykaz wykorzystanych materiałów pomocniczych

Podczas opracowywania niniejszej Opinii geotechnicznej wykorzystane zostały następujące materiały pomocnicze:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 poz. 463).
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 282 poz. 1657),

3. Normy gruntowe: PN-80/B-01800, PN-02/B-04452, PN-88/B-04481, PN-86/B-02480, PN-81/B-03020, PN-98/B-02479, PN-98/B-02481, PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2, PN-EN-ISO-22476-2,

### 3. Charakterystyka rejonu robót

Teren na którym projektuje się budowę mostu znajduje się w miejscowości Dzielawy w powiecie kędzierzyńsko-kozielskim. Od północy omawiany teren graniczy z budynkami mieszkalnymi natomiast od południa i zachodu znajdują się pola łąki oraz pola uprawne.

Rzędna wysokościowa w okolicy najwyższej położonego otworu O3 wynosi około 210,00m n.p.m. idąc w kierunku południowym teren delikatnie opada do rzędnej 209,00m n.p.m.

Lokalizacja terenu prac została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 500 stanowiącej załącznik nr 1.

### 4. Wykonane roboty badawcze

#### 4.1. Zakres wykonanych robót

Celem wykonanych robót było rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych dla projektowanej budowy mostu w ciągu drogi wojewódzkiej nr 421 w miejscowości Dzielawy. Projektowane roboty określiły między innymi budowę geologiczną oraz warunki geotechniczne.

Zakres projektowanych robót, w tym lokalizacja i głębokość otworów badawczych został określony po uzgodnieniu ze Zlecającym, tj. firmą PROInżynieria Sp. z o.o., 49-300 Brzeg, ul. Armii Krajowej 4/3. Dla rozpoznania warunków gruntowo - wodnych wykonano 4 otwory badawcze o głębokościach od 2,5m do 15,0m p.p.t.

Zakres prac obejmował wykonanie prac terenowych, sondowań oraz opracowanie niniejszego opracowania. W poniższej tabeli 4.1 podano zestawienie projektowanych i wykonanych robót geotechnicznych.

**Tabela 4.1 Zestawienie prac zrealizowanych na potrzeby niniejszego opracowania**

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość			
		Projektowane		Wykonane	
		szt.	m	szt.	m
1	Otwory badawcze	4	39,5	4	39,5
2	Sondowania geotechniczne	2	30,0	2	28,4
3	Badania laboratoryjne	-	-	-	-

Lokalizację i głębokość wykonanych otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 500, stanowiącej załącznik nr 1.

## **4.2. Wykonane roboty geotechniczne**

### **4.2.1. Prace geodezyjne**

Prace geodezyjne obejmowały wyznaczenie w terenie projektowanych otworów badawczych oraz ich domierzenie.

W wyniku przeprowadzonych prac kartograficznych nie stwierdzono w bezpośrednim sąsiedztwie planowanych obiektów inżynierskich odsłoneń, odkrywek jak i wyrobisk, których analiza mogłaby być wykorzystana w niniejszej dokumentacji.

### **4.2.2. Roboty wiertnicze**

Dla projektowanych inwestycji wykonano 4 otwory o głębokości od 2,5 do 15,0 m p.p.t.

Dla projektowanej inwestycji otwory zostały wykonane zestawem udarowym do poboru prób geologicznych 04.19.SD” (sondą okienkową). Zastosowano próbники o średnicy 40 mm, 60 mm. Próbniki były wbijane udarowo młotem Wacker BH55 o sile udaru 55J (KGF). Dla obiektu inżynierskiego otwory zostały wykonane wiertnicą mechaniczną WH30 za pomocą świdrów spiralnych o średnicy  $\Phi 100\text{mm}$ .

Lokalizację i głębokość wykonanych otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 500 stanowiącej załącznik 1.

Karty otworów badawczych przedstawiono na załącznikach nr 2.1 - 2.4.

Prace wiertnicze prowadzone były z pełną obsługą geotechniczną dokonującą bieżącego profilowania otworów.

### **4.2.3. Zasady likwidacji wyrobisk**

Otwory badawcze zlikwidowano urobkiem bezpośrednio po ich wykonaniu i pobraniu próbek. Urobek ubijano warstwowo, starając się zachować następstwo litologiczne i stratygraficzne przewierconych warstw.

### **4.2.4. Sondowania geotechniczne**

Sondowania statyczne zostały wykonane w sąsiedztwie otworów badawczych O1, O2. W trakcie pograżania końcówki stożkowej sondy rejestrowane były wartości parametrów takich jak: opór stożka (qc) tarcie na tulei ciernej (fs). Charakterystyka penetracji stożka zostanie

uzupełniona krzywą zmian współczynnika tarcia ( $R_f$ ) oraz pomiar ciśnienia porowego ( $U_2$ ).

Krok pomiarowy sondy CPT-u wynosi 1cm.

Wykonano 2 sondowania statyczne sondą CPT-u o łącznym metrażu 28,4mb.

Wyniki badań sondą statyczną CPT-u przedstawiono na załącznikach 3.7.1 - 3.9.3.

### Przebieg sondowania

Badanie wykonano przy zastosowaniu urządzenia hydraulicznego PAGANI 63 – 200, pozwalającego prowadzić pomiary zgodnie ze standardami międzynarodowymi (Swedish Standard, Dutch Standard, ISSMFE).

W trakcie pograżania stożkowej końcówki sondy rejestrowane są wartości następujących parametrów: oporu stożka ( $q_c$ ) oraz tarcia na tulei ciernej ( $f_s$ ). Charakterystyka penetracji stożka uzupełniona jest krzywą zmian współczynnika tarcia ( $R_f$ ), opisującego stosunek oporu na tulei ciernej do oporu na stożku –  $f_s/q_c$ , wyrażony w procentach.

Krok pomiarowy sondy CPTu wynosi 1 cm.

### Interpretacja wyników

Otrzymane bezpośrednio z badań wykresy parametrów sondowań zostały poddane wstępnej weryfikacji, polegającej na identyfikacji stref nagłych przyrostów oporu sondowania, które mogą mieć związek z pokonywaniem przez sondę lokalnych przeszkód oraz na wyodrębnieniu interwałów o podobnych, możliwych do uśrednienia wartościach parametrów sondowań – grupowanie danych do wydzielenia jednorodnych geotechnicznie warstw gruntu.

Interpretację wyników sondowań wykonano przy użyciu oprogramowania: CPT-Star 3.0.

### Klasyfikacja sondowanych gruntów

Warstwom wydzielonym na podstawie analizy zmienności parametrów sondowania wstępnie przydzielono rodzaj gruntu zgodnie z klasyfikacją Robertsona adaptacją do warunków Polskich. Ostatecznie litologię skorelowano z otworami wiertniczymi.

#### **Stopień plastyczności ( $I_L$ )**

Stopień plastyczności gruntów spoistych oszacowano zgodnie z wzorami:

- $I_L = 0,242 - 0,427 \log q_c$  grunty ilaste oraz zwięzłe spoiste (1)
- $I_L = 0,518 - 0,653 \log q_c$  grunty średnio spoiste (2)
- $I_L = 0,729 - 0,736 \log q_c$  grunty mało spoiste (3)
- **Stopień zagęszczenia ( $I_D$ )**

Stopień zagęszczenia gruntów sypkich wyznaczono ( $I_D$  wg Borowczyka)

$$I_D = 0,709 \log q_c - 0,165$$



Nasypy zbudowane są z piasków średnich oraz piasków gliniastych, glin piaszczystych oraz pyłów z licznymi domieszkami kruszywa i gruzu w stanie średnio-zagęszczonym oraz plastycznym do twardoplastycznego. Spąg utworów nasypowych zalega na głębokości 1,1m p.p.t.

Poniżej zalegają rodzime grunty wykształcone w postaci mułków rzecznych reprezentowanych przez gliny piaszczyste i pylaste w stanie plastycznym i twardoplastycznym. Poda spoistymi mułkami występują grunty organiczne oraz deluwialne pyły zastoiskowe w stanie plastycznym oraz twardoplastycznym. Grunty organiczne reprezentowane są przez torfy i namuły w stanie plastycznym.

Najniżej stwierdzono występowanie niespoistych piasków drobnych i średnich w stanie od średnio-zagęszczonego do zagęszczonego.

Budowa geologiczna planowanej inwestycji zdeterminowana jest przez osady akumulacji rzecznej. Akumulacja rzeczna zdominowana jest przez osady frakcji pylastej wraz z osadami organicznymi i sięga do głębokości około 7m p.p.t. Natomiast głębiej zalegają piaski fluwioglacjalne.

## 7. Warunki hydrogeologiczne

Na omawianym terenie stwierdzono występowanie poziomego wodonośnego.

Zwierciadło o charakterze swobodnym zostało nawiercone i ustabilizowało się na głębokości od 1,7 do 1,9m p.p.t.

Grunty zaliczone do pakietu warstw I wykazują się parametrami filtracyjnymi o współczynniku filtracji zawierającym się od  $k_{10}=10^{-2}$  do  $10^{-4}$  cm/s.

Grunty zaliczone do warstwy nII, II oraz III charakteryzują się współczynnikami filtracji zawierającymi się w przedziale od  $k_{10}=10^{-7}$  do  $10^{-9}$  cm/s.

## 8. Ocena warunków gruntowo-wodnych

Klasyfikację i charakterystykę gruntów podłoża przeprowadzono na podstawie prac polowych (wiercenia, badania makroskopowe, sondowania), badań laboratoryjnych oraz analizy i obliczeń inżynierskich zgodnie z normami gruntowymi: PN-02/B-04452, PN-81/B-03020, PN-86/B-02480, PN-88/B-04481.

Na omawianym terenie wydzielono łącznie 9 warstw geotechnicznych w 5 pakietach. Kryteriami podziału był rodzaj gruntów, geneza oraz stan konsystencji.

Objaśnienia zastosowanych znaków i symboli wykorzystanych w dokumentacji przedstawiono na załączniku nr 7.



Poniżej przedstawiono wydzielone warstwy geotechniczne.

#### **Pakiet nI**

**Warstwa nI** - są to grunty nasypane w postaci piasków średnich z domieszkami kruszywa w stanie średnio-zagęszczonym o uśrednionym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,50$ .

#### **Pakiet nII**

**Warstwa nIIa** - są to grunty nasypane w postaci glin piaszczystych oraz pyłów w stanie twardoplastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności  $I_L=0,18$ .

**Warstwa nIIb** - są to grunty nasypane w postaci piasków gliniastych w stanie plastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności  $I_L=0,30$ .

#### **Pakiet I**

**Warstwa Ia** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci piasków drobnych w stanie średnio-zagęszczonym o uśrednionym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,59$ .

**Warstwa Ib** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci piasków średnich w stanie średnio-zagęszczonym o uśrednionym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,50$ .

**Warstwa Ic** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci piasków drobnych w stanie zagęszczonym o uśrednionym stopniu zagęszczenia  $I_D=0,69$ .

#### **Pakiet II**

**Warstwa IIa** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci glin piaszczystych, glin pylastych, pyłów oraz pyłów piaszczystych w stanie twardoplastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności  $I_L=0,20$ .

**Warstwa IIb** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci glin piaszczystych, glin pylastych, pyłów oraz pyłów piaszczystych w stanie plastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności  $I_L=0,35$ .

#### **Pakiet III**

**Warstwa III** - są to grunty rodzime wykształcone w postaci namulów oraz torfów w stanie plastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności  $I_L=0,39$ .

Podczas oceny obiektów, zwłaszcza dotyczy to górnych warstw podłoża, istotne znaczenie ma właściwa ocena podatności gruntów znajdujących się w strefie przemarzania ze względu na wysadzinowość. To czy grunt jest czy nie jest wysadzinowy zależy od składu granulometrycznego gruntu, położenia w jednostce klimatycznej oraz położenia (wysokości) zwierciadła wód gruntowych i kapilarności gruntu. Na badanym terenie średnia głębokość przemarzania gruntów wynosi 1,0 m p.p.t., toteż należy zwrócić uwagę na grunty podatne na wysadzinowość występujące do tej głębokości. Do gruntów wysadzinowych zalicza się wszystkie grunty zawierające więcej niż 10% cząstek

o średnicy zastępczej mniejszej niż 0,02 mm oraz wszystkie grunty organiczne wg (PN-81-/B-03020).

Grunty można podzielić na trzy grupy (Wiłun, 2001):

**Grupa A** (czyste żwiry, pospółki i piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste) - grunty niewysadzinowe o kapilarności biernej < 1m, bezpieczne w każdych warunkach wodno - gruntowych i klimatycznych; są to grunty zawierające mniej niż 20% cząsteczek mniejszych niż od 0,05 mm i mniej niż 3% cząstek mniejszych od 0,02 mm.

**Grupa B** (piaski pylaste, piaski z humusem, żwiry gliniaste, pospółki gliniaste) - grunty wątpliwe o kapilarności biernej < 1,3 m zawierające 20-30% cząstek mniejszych od 0,05 mm i 3-10% cząstek mniejszych od 0,02 mm.

**Grupa C** (wszystkie grunty spoiste i organiczne) - grunty wysadzinowe o kapilarności biernej > 1,3 m; są to grunty zawierające więcej niż 30% cząstek mniejszych od 0,05 mm i więcej niż 10% cząsteczek mniejszych od 0,02 mm. Grunty te wyjątkowo tylko nie są wysadzinowe, jeżeli zalegają wysoko ponad zwierciadłem wody gruntowej i nie są zawilgocone, a więc w stanie zwartym i półzwartym. W stanie twardoplastycznym tworzą małe wysadzinę stanowiące niewielkie zagrożenie dla inwestycji.

Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względu na wysadzinowość przedstawiono w tabeli 7.1.

**Tabela 7.1. Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względów na wysadzinowość**

Grupa A	Grupa B	Grupa C
Ia, Ib, Ic	nl	nIIa, nIIb, IIa, IIb, III

W tabeli 7.2. podano odporność gruntów na mróz oraz zdolność gruntów do skurczu lub pęcznienia według PN-B-06050.

**Tabela 7.2. Odporność gruntów na mróz oraz zdolność gruntów do skurczu lub pęcznienia(wg PN-B-06050)**

Rodzaj gruntów	Mrozoodporność	Zdolność do skurczu lub pęcznienia
piaski i piaski ze żwirem bez domieszek pylastych i ilastych	pełna	brak
piaski zawierające domieszki frakcji pylastej i ilastej (piaski pylaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste)	słabe	możliwa

Rodzaj gruntów	Mrozoodporność	Zdolność do skurczu lub pęcznienia
grunty spoiste o zawartości frakcji pylastej 30 % i ilastej do 10 % (nieorganiczne), (pyły i gliny pylaste)	mała	średnia
grunty spoiste (nieorganiczne), (gliny, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe)	słaba	duża
grunty spoiste z zawartością części organicznych (namuły, ily)	słaba	duża
grunty spoiste zwięzłe (nieorganiczne) (gliny zwięzłe i ily)	bardzo słaba	duża
grunty organiczne o bardzo dużej ściśliwości	słaba	bardzo duża

Grunty zaliczone do pakietu warstw I wykazują pełną odporność na mróz oraz brak zdolności do skurczu.

Grunty zaliczone do warstwy nI z domieszkami, wykazują słabą odporność na mróz oraz są potencjalnie zdolne do skurczu.

Grunty zaliczane do pakietu warstw nII oraz II wykazują słabą odporność na mróz oraz dużą zdolność do skurczu.

Grunty zaliczane do pakietu warstw III wykazują słabą odporność na mróz oraz bardzo dużą zdolność do skurczu.

## 9. Proponowane zalecenia i wytyczne do projektowania

W wyniku przeprowadzonych badań geotechnicznych stwierdzono, że w podłożu na omawianym terenie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 poz. 463) występują **proste warunki gruntowe**.

W wyniku wykonanego zakresu prac dla przedmiotowej inwestycji, proponuje się przyjęcie **II kategorii geotechnicznej**. Ostatecznie kategorię geotechniczną określi Projektant.

W wykonanych otworach geotechnicznych stwierdzono obecność czwartorzędowego poziomu wodonośnego.

Należy zwrócić szczególną uwagę na występowanie gruntów organicznych.

Należy rozważyć wykonanie posadowienia pośredniego projektowanego obiektu.

Prace ziemne zaleca się wykonywać w porze suchej tuż przed fundamentowaniem. Podłoże gruntowe dla posadowienia fundamentów powinno być w stanie rodzimym

nienaruszonym. Należy mieć na uwadze, że prowadzone badania mają charakter punktowy, w związku z czym, nie wyklucza się zaistnienia odmiennych warunków geotechnicznych niż podane w opracowaniu.

Każdorazowo należy zwracać uwagę na tzw. „higienę” prowadzonych prac modernizacyjnych, a prace ziemne należy prowadzić pod nadzorem uprawnionego geologa.

## 10. Podsumowanie

1. Niniejszą Opinię geotechniczną z Dokumentacją badań podłoża gruntowego wykonano na zlecenie firmy PROInżynieria Sp. z o.o., 49-300 Brzeg, ul. Armii Krajowej 4/3.
2. Celem wykonanych robót geotechnicznych było określenie warunków geotechnicznych dla zadania " Przebudowa mostu w ciągu drogi wojewódzkiej nr 421 w km5+307 w m. Dzielawy wraz z dojazdami ".
3. Inwestorem jest Zarząd Dróg Wojewódzkich, 45-231 Opole, ul. Oleska 127.
4. Na terenie projektowanego obiektu wykonano 4 otwory geotechniczne o łącznej głębokości 39,5m.
5. Wykonanymi otworami badawczymi dla obiektu w profilu litologiczno - stratygraficznym stwierdzono do osiągniętej głębokości, występowanie gruntów rodzimych pod nasypem. Grunty te występują w postaci utworów spoistych wykształconych w postaci glin pylastych, glin piaszczystych, pyłów oraz pyłów piaszczystych ponadto stwierdzono występowanie gruntów organicznych. Najniżej położone są wodnolodowcowe grunty niespoiste wykształcone w postaci piasków w stanie średnio-zagęszczonym oraz zagęszczonym. Natomiast grunty antropogeniczne zbudowane są generalnie z piasków średnich oraz gliniastych, a także glin piaszczystych i pyłów często z domieszkami.
6. W trakcie prowadzenia prac geotechnicznych stwierdzono występowanie w obrębie planowych prac budowlanych poziom wód gruntowych.
7. 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 r. poz. 463) określono dla projektowanego obiektu, warunki gruntowe jako proste. Proponuje się przyjęcie II kategorii geotechnicznej dla obiektów inżynierskich. Ostatecznie kategorię geotechniczną określi Projektant.
8. Wszelkie modernizacyjne prace ziemne zaleca się prowadzić w bezopadowych okresach pod nadzorem uprawnionego geologa.

maj 2023 r.