

## *Geotechniczne warunki posadowienia*

*dla przebudowy mostu na rzece Dłubnia  
w ciągu drogi gminnej na działkach nr 422, 423 i 424  
w miejscowości Iwanowice Dworskie, gmina Iwanowice*

Opracowanie zawiera:  
- Opinię geotechniczną  
- Dokumentację badań podłoża gruntowego  
- Projekt geotechniczny

|                        |   |                                      |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| Miejscowość            | : | Iwanowice Dworskie                   |
| Gmina                  | : | Iwanowice                            |
| Powiat                 | : | krakowski                            |
| Województwo            | : | małopolskie                          |
| Inwestor               | : | Gmina Iwanowice                      |
| Zamawiający – Inwestor | : | M-Plan Projekty Budowlane Jerzy Boho |
| Zlewnia                | : | Wiśła                                |

### **OPRACOWAŁ:**

**Mgr inż. Grzegorz Palka**

mgr inż. Grzegorz Palka  
GEOLOG  
upr. geol. nr VII-1529



## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| Spis załączników.....   | 3  |
| Spis tabel .....  | 3  |
| OPINIA GEOTECHNICZNA .....  | 4  |
| 1. Wstęp.....   | 4  |
| 2. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych i pomocniczych.....   | 4  |
| 2.1. Wykaz wykorzystanej literatury i materiałów archiwalnych.....  | 4  |
| 2.2. Wykaz wykorzystanych materiałów pomocniczych .....   | 5  |
| 3. Charakterystyka rejonu prac i projektowanej inwestycji.....  | 5  |
| 3.1. Lokalizacja terenu .....   | 5  |
| 3.2. Morfologia i hydrografia .....   | 5  |
| 4. Wykonane prace .....   | 6  |
| 4.1. Zakres rzeczowy .....  | 6  |
| 4.2. Prace geodezyjne.....  | 7  |
| 4.3. Roboty wiertnicze .....  | 7  |
| 4.4. Zasady likwidacji wyrobisk.....  | 7  |
| 5. Warunki gruntowe .....   | 7  |
| 6. Warunki hydrogeologiczne .....   | 7  |
| DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....   | 8  |
| 7. Wstęp.....   | 8  |
| 8. Budowa geologiczna .....   | 8  |
| 9. Warunki hydrogeologiczne .....   | 9  |
| 10. Dodatkowe prace i badania terenowe .....  | 10 |
| 11. Prace kameralne .....   | 10 |
| 12. Ocena warunków geotechnicznych .....  | 10 |
| 13. Ocena możliwości realizacji inwestycji i jej uwarunkowania.....   | 11 |
| 14. Propozycja dalszych koniecznych badań .....   | 13 |
| 15. Podsumowanie.....   | 13 |
| PROJEKT GEOTECHNICZNY .....   | 14 |
| 16. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.....   | 14 |
| 17. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych (wg Dokumentacji badań<br>podłoża gruntowego)..... | 14 |
| 18. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych                        | 14 |
| 19. Określenie oddziaływań od gruntu.....   | 14 |
| 20. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego .....  | 15 |
| 21. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności .....                      | 15 |
| 22. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów .....                                       | 15 |

|  |    |
|--|----|
| 23. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych ..... | 15 |
| 24. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposoby przeciwdziałania tym zagrożeniom .....        | 15 |
| 25. Określenie zakresu monitoringu wybudowanego obiektu budowlanego .....  | 15 |
| 25.1 Faza budowy .....   | 15 |
| 25.2 Faza eksploatacji.....  | 16 |

## Spis załączników

|              |  |
|--------------|--|
| zał. 1       | Mapa lokalizacyjna w skali 1:10 000  |
| zał. 2       | Mapa dokumentacyjna 1:500  |
| zał. 3.1-3.2 | Karty dokumentacyjne otworów badawczych  |
| zał. 4       | Przekrój geotechniczny   |
| zał. 5       | Zestawienie charakterystycznych parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych |
| zał. 6       | Objaśnienia znaków i symboli zastosowanych w opracowaniu                       |

## Spis tabel

|             |  |
|-------------|--|
| Tabela 4.1  | Zestawienie prac zrealizowanych  |
| Tabela 12.1 | Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względów na wysadzinowość |

## OPINIA GEOTECHNICZNA

### 1. Wstęp

Przedmiotowe opracowanie wykonano na zlecenie firmy M-Plan Projekty Budowlane Jerzy Boho. Firma projektuje obiekt mostowy nad rzeką Dłubnią, na działce nr 422, 423, 424 w miejscowości Iwanowice Dworskie.

Liczba, rozstaw i głębokość projektowanych otworów została ustalona w porozumieniu z Projektantem i jest wystarczająca dla prawidłowego określenia warunków geotechnicznych.

Szczegółowe rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych, konieczne dla uwzględnienia rozwiązań projektowych inwestycji, było możliwe po wykonaniu prac geotechnicznych, na które złożyły się:

- wiercenia otworów badawczych,
- badania makroskopowe,
- badania terenowe,
- badania laboratoryjne

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) na omawianym terenie w podłożu występują proste warunki gruntowe.

Ze względu na konstrukcję obiektu oraz głębokość posadowienia, obiekt będzie zaliczony do drugiej kategorii geotechnicznej.

### 2. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych i pomocniczych

#### 2.1. Wykaz wykorzystanej literatury i materiałów archiwalnych

Przy wykonywaniu niniejszego opracowania korzystano z następujących materiałów archiwalnych:

1. Kondracki J., Geografia regionalna Polski - Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998 r.,
2. Paczyński B. (red.) - Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1 : 500 000 - Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1995 r.,
3. Stupnicka E. - Geologia regionalna Polski - Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1989 r.,
4. Skrzypczyk L. - Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w skali 1 : 500 000 - Zakład Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007 r.

5. Skrzypczyk L. - Objąsnienia do Mapy Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w skali 1 : 500 000 - Zakład Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007 r.

## **2.2. Wykaz wykorzystanych materiałów pomocniczych**

Przy wykonywaniu niniejszego opracowania korzystano z następujących materiałów pomocniczych:

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 Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. nr 257, poz. 2573),
3. Normy gruntowe: PN-80/B-01800, PN-02/B-04452, PN-88/B-04481, PN-86/B-02480, PN-81/B-03020, BN-66/2320-01, PN-98/B-02479, PN-98/B-02481, BN-85-2320-01,

## **3. Charakterystyka rejonu prac i projektowanej inwestycji**

### **3.1. Lokalizacja terenu**

Teren objęty niniejszym opracowaniem, znajduje się w północnej części miejscowości Iwanowice Dworskie i obejmuje działki, na których położony jest most nad rzeką Dłubnią.

Administracyjnie działka leży w miejscowości Iwanowice Dworskie, leżącej w gminie Iwanowice, powiecie ziemskim krakowskim i województwie małopolskim.

Istniejący most jest obiektem o nawierzchni drewnianej z metalowymi barierkami, o konstrukcji w formie stalowych profili wspartych na dwóch betonowych przyczółkach. Przyczółki są w średnim stanie technicznym, miejscami wyerodowane i podmyte przez wodę. Projektowane jest posadowienie bezpośrednie.

Lokalizację terenu prac przedstawiono na mapie lokalizacyjnej w skali 1:10 000 stanowiącej załącznik nr 1. Natomiast szczegółowe miejsca wierceń naniesiono na dostarczonej przez inwestora mapie do celów projektowych w skali 1:500 stanowiącej załącznik nr 2 niniejszego opracowania.

### **3.2. Morfologia i hydrografia**

Obszar gminy Iwanowice ma wyraźnie zróżnicowaną geomorfologię terenu, co ma związek z budową geologiczną i tektoniką Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i Niecki Nidziańskiej.

Zachodnie fragmenty Gminy leżą w obrębie Wyżyny Olkuskiej, mającej charakter rozległego płaskowyżu opadającego w kierunku południowym, w stronę Krakowa. Wierzchowina wyżyny jest na ogół wyrównana lub lekko falista (300-400 m n.p.m.). Podobną rzeźbą wierzchowiny charakteryzuje się Wyżyna Miechowska, będąca częścią Niecki Nidziańskiej.

Na terenie Gminy, płaskowyż Wyżyny Miechowskiej rozcięty jest biegnącą z północy na południe, miejscami dość szeroką doliną Dłubni. Rzeźba doliny wyróżnia się dobrze widocznymi krawędziami teras rzecznych. W płaskim dnie doliny występują terasy zalewowe i nadzalewowe. Wzdłuż doliny ciągną się zbocza wzniesień wyżyny, w przeważającej części o stromych spadkach lokalnie przekraczających 20%. Przełomowy odcinek doliny Dłubni, pomiędzy Iwanowicami a Maszkowem, jest najbardziej charakterystycznym elementem rzeźby terenu i krajobrazu Gminy. W Iwanowicach od doliny Dłubni odchodzi dolina głównego dopływu Minożki, nieco mniejsza, ale o podobnym charakterze rzeźby. Ponadto płaskowyże Wyżyny Olkuskiej i Wyżyny Miechowskiej poprzecinane są licznymi głębokimi dolinami o charakterze jarów i parowów, uchodzących do doliny Dłubni i Minożki. U wylotów tych bocznych dolin utworzyły się liczne stożki napływowe. Zarówno w dolinie Dłubni jak i

w dolinach jego dopływów występują liczne odsłonięcia skał wapiennych stanowiące charakterystyczny element rzeźby terenu.

Wysokości bezwzględne wahają się od ok. 250 m n.p.m. do ok. 400 m n.p.m.

Wody opadowe z badanej działki są odprowadzane bezpośrednio do Dłubni, która z kolei jest dopływem Wisły. Można zatem powiedzieć, że badany obszar należy do zlewni Wisły.

## 4. Wykonane prace

### 4.1. Zakres rzeczowy

Jak podano we wstępie zakres prac został uzgodniony ze Zlecającym i obejmował wykonanie prac terenowych oraz opracowanie niniejszej dokumentacji. Zakres zrealizowanych prac ujęto w poniższej tabeli 4.1.

**Tabela 4.1.** Zestawienie prac zrealizowanych

| Lp. | Wyszczególnienie | Jed. | Ilość |
|-----|------------------|------|-------|
| 1   | Otworki badawcze | szt. | 2     |

Lokalizację otworów przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:500 stanowiącej załącznik nr 2.

#### **4.2. Prace geodezyjne**

Prace geodezyjne objęły wyznaczenie w terenie projektowanych otworów badawczych oraz ich zaniwelowanie dla potrzeb niniejszej dokumentacji.

#### **4.3. Roboty wiertnicze**

Dla projektowanego obiektu inżynierskiego wykonano 2 otwory o głębokości 3,0 m p.p.t. Otwory badawcze wykonano udarowym zestawem do wierceń firmy Wacker, stosując próbnyki o średnicy 36-60 mm.

Lokalizację otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:500 stanowiącej załącznik nr 2.

Wiercenia prowadzono zgodnie z wymaganiami normy PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.

Zbiorcze zestawienie wyników wiercenia otworów badawczych przedstawiono na kartach dokumentacyjnych otworów badawczych stanowiących zał. nr 3.1-3.2.

#### **4.4. Zasady likwidacji wyrobisk**

Otwory badawcze zlikwidowano bezpośrednio po wykonaniu urobkiem, ubijając go warstwowo, starając się zachować następstwo litologiczne i stratygraficzne przewierconych warstw.

### **5. Warunki gruntowe**

Na podstawie wykonanych otworów, których profile przedstawiono na załączniku nr 3 określono warunki gruntowe badanego terenu. Warunki te określono poprzez wydzielenie naturalnych warstw gruntu różniących się parametrami fizyczno-mechanicznymi. Dokonując podziału brano pod uwagę genezę, rodzaj oraz stan gruntu.

W dokumentowanym podłożu nawiercono czwartorzędowe utwory zastoiskowe wykształcone w postaci pyłów z humusem na pograniczu namulów pylastych oraz jurajskie utwory wykształcone w postaci zwietrzliny wapienia.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. „W sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych”. Na omawianym terenie występują „proste warunki gruntowe”.

### **6. Warunki hydrogeologiczne**

W trakcie wiercenia otworów badawczych nawiercono czwartorzędowe zwierciadło swobodne połączone bezpośrednio ze stanem wody w Dłubni i stabilizujące się na głębokości 0,2 m p.p.t.

## **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

### **7. Wstęp**

Celem badań podłoża gruntowego było rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych na analizowanym obszarze, określenie parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw oraz określenie przydatności podłoża gruntowego do posadowienia projektowanej inwestycji.

### **8. Budowa geologiczna**

Budowa geologiczna i tektonika podłoża skalnego występującego na terenie gminy Iwanowice jest wynikiem długotrwałych, skomplikowanych procesów geologicznych, takich jak sedymentacja oraz ruchy tektoniczne, zachodzących na terenie Monokliny Śląsko-Krakowskiej i Niecki Miechowskiej. Obszar Gminy jest położony na pograniczu tych dwóch jednostek geologicznych.

W budowie geologicznej omawianego obszaru reprezentowane są utwory jury, kredy, trzeciorzędu i czwartorzędu. Monoklina Śląsko-Krakowska, obejmująca wschodnie fragmenty Gminy, charakteryzuje się tym, że budujące ją warstwy jury i kredy są nachylone w kierunku wschodnim. Niecka Miechowska, obejmująca pozostałą część Gminy, zbudowana jest z osadów wieku kredowego. Na wymienionych warstwach jury i kredy zalegają utwory czwartorzędowe. Najstarsze osady odsłaniające się na powierzchni pochodzą z okresu górnej jury. Są to odporne wapienie płytowe. Znajdujące się na terenie gminy odsłonięcia wapieni górnjurajskich w dolinie Dłubni pomiędzy Iwanowicami a Maszkowem stanowią najdalej na wschód wysunięte odsłonięcia wapieni Wyżyny Śląsko-Krakowskiej.

Na obszarze Gminy nie zachowały się żadne skały, które moglibyśmy uznać za utwory dolnokredowe. Osady górnej kredy wykształcone są jako wapienie, margle i opoki, miejscami z czertami. Można je zaobserwować w licznych odsłonięciach występujących w dolinach cieków wodnych, zwłaszcza w dolinie Dłubni.

Okres czwartorzędu dzielony jest na dwie części: plejstocen i holocen. Większa część osadów czwartorzędowych pochodzi z plejstocenu i ściśle związana jest z działaniem lądolodu skandynawskiego. Z okresu plejstocenu pochodzą również lessy górne zlodowacenia północnopolskiego, pokrywające rozległe wierzchowiny na przeważającej części Gminy.

Utwory holocenne to najmłodsze współcześnie spotykane osady czwartorzędu budujące dzisiejsze doliny rzeczne. Stanowią je mułki, gliny i piaski (mady) wypełniające dolinę Dłubni, oraz namuły, piaski i żwiry den rzecznych wypełniające dna dolin mniejszych cieków wodnych.



Podczas prac terenowych w podłożu stwierdzono obecność czwartorzędowych utworów zastoiskowych wykształconych w postaci pyłów z humusem na pograniczu namulów pylastych oraz jurajskie utwory wykształcone w postaci zwietrzeliny wapienia.

Szczegółowo profil litologiczno - stratygraficzny został przedstawiony na kartach dokumentacyjnych otworów badawczych stanowiących zał. nr 3.1. - 3.2.

## **9. Warunki hydrogeologiczne**

Występujące w podłożu uszczelnione wapienie skaliste i płytowe oraz margle mogą gromadzić duże ilości wody opadowej, a przepuszczalne lessy zalegające w nich ułatwiają infiltrację w szczeliny skalnego podłoża i stanowią obfity zbiornik wód podziemnych. W utworach górnej Jury wydajność otworów studziennych może dochodzić do wielkości 120 m<sup>3</sup>/h. W pozostałej części, obrębie regionu nidziańskiego, z głównym szczelinowym poziomem użytkowym, w utworach górnej kredy, wydajność otworów studziennych wynosi przeważnie 10-70 m<sup>3</sup>/h.

Główny poziom wodonośny zaliczony został do głównych zbiorników wód podziemnych, stanowiących najważniejszą rezerwę dla zaopatrzenia ludności. Charakterystyczną cechą warunków hydrogeologicznych gminy Iwanowice jest piętrowość wód podziemnych. Obszar położony jest na terenie jednostki hydrogeologicznej Rejon Nidziański, jedynie niewielkie fragmenty zachodniej części Gminy położone są na pograniczu z Podregionem Krakowsko-Częstochowskim, Regionu Wieluńsko-Krakowskiego. Wody podziemne występują w szeregu zbiorników, w poziomach wodonośnych: kredowym, jurajskim i czwartorzędowym.

Jurajski poziom wód podziemnych występuje wzdłuż zachodniej granicy Gminy, wśród wapieni skalistych i uławiconych górnej jury. W ramach tego poziomu wydzielony został Główny Zbiornik Wód Podziemnych GZWP nr 326, Częstochowa E (Kleczkowski, red., 1990) wyróżniany także jako GZWP Krzeszowice – Pilica (Rózkowski i in., 1997). Jest to zbiornik typu szczelinowo-krasowego, o średniej głębokości ujęć 160 m i szacunkowych zasobach dyspozycyjnych 1020 tys. m<sup>3</sup>/d. GZWP jest odsłonięty i drenowany lokalnie przez dopływy Wisły.

Głównym poziomem użytkowym jest poziom górnokredowy. Obejmuje zasadniczo całą Gminę i jest związany z utworami budującymi Nieckę Miechowską. Występuje on w osadach wykształconych jako wapienie, margle i opoki. W ramach tego poziomu wydzielony został górnokredowy zbiornik GZWP nr 409 Niecka Miechowska SE. Jest to zbiornik typu szczelinowo-porowego o średniej głębokości ujęć 50-100 m i szacunkowych zasobach dyspozycyjnych 325 tys. m<sup>3</sup>/d. Występujące tu zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny. Wydajności tego poziomu wynoszą od kilku do 120 m<sup>3</sup>/h, przeważnie 10-70 m<sup>3</sup>/h.

Wody czwartorzędowe, które mają znaczenie z punktu widzenia możliwości pozyskania wody dla potrzeb komunalnych, występują w dolinie Dłubni i jego dopływów. Zasobność występujących tu zbiorników jest nieduża i pozwala jedynie na lokalne wykorzystanie do celów gospodarczych. Zbiorniki występują tu w utworach piasków i żwirów, rozdzielonych przez gliny deluwialne i są zasilane bezpośrednio z cieków wodnych. Miąższość czwartorzędowych utworów wodonośnych jest zmienna od 0,5 do 5,0 m. Zwierciadło wód podziemnych jest tu swobodne.

Wykonanymi otworami nawiercono czwartorzędowe zwierciadło swobodne połączone bezpośrednio ze stanem wody w Dłubni i stabilizujące się na głębokości 0,2 m p.p.t.

## **10. Dodatkowe prace i badania terenowe**

W trakcie przeprowadzania prac geologicznych wykonano:

- badania makroskopowe gruntów,
- badania penetrometrem wciskowym PW-1.

## **11. Prace kameralne**

Wykonane prace kameralne swoim zakresem obejmowały następujące zagadnienia:

- analizę wyników z otworów łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi,
- obliczenie, na podstawie uzyskanych wyników badań terenowych wartości średnich, poszczególnych parametrów geotechnicznych w wydzielonych warstwach gruntu,
- ustalenie wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów na podstawie przeprowadzonych badań, zależności korelacyjnych, literatury oraz praktycznego doświadczenia,
- opracowanie tabeli wybranych wartości cech fizycznomechanicznych gruntów,
- opracowanie map obejmujących teren wykonanych prac geotechnicznych,
- sporządzenie części opisowej dokumentacji,
- sformułowanie wniosków końcowych zawierających również podsumowanie z wykonanych badań.

## **12. Ocena warunków geotechnicznych**

Klasyfikację i charakterystykę gruntów podłoża przeprowadzono na podstawie prac polowych (wiercenia, badania makroskopowe), badań laboratoryjnych oraz analizy i obliczeń inżynierskich zgodnie PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Na omawianym terenie wyznaczono 2 warstwy geotechniczne, a kryteriami podziału był rodzaj gruntów, geneza oraz stan konsystencji. Charakterystyczne parametry wydzielonych warstw geotechnicznych ustalono metodami A i B w rozumieniu normy PN-81/B-03020. Metodą bezpośrednią A zostały oznaczone parametry wiodące, tj. wartości stopnia

plastyczności  $I_L$ . Natomiast kąt tarcia wewnętrznego, spójność i gęstość objętościowa, moduł odkształcenia oraz edometryczny moduł ścisłości pierwotnej ustalono za pomocą związków korelacyjnych (metoda B). Zdecydowano się na wykorzystanie zależności korelacyjnych, gdyż posiadana wiedza o typowości budujących podłoże gruntów rozciągających się na dużym obszarze i poddanych badaniom dla podobnego typu obiektów inżynierskich pozwala na minimalizację błędu przy obliczaniu parametrów w ten sposób.

Grunty rodzime, na badanym terenie podzielono na 2 warstwy geotechniczne.

**Warstwa 1** - są to utwory rodzime wykształcone w postaci pyłów z humusem na pograniczu namułu w stanie **plastycznym** –  $I_L = 0,49$ .

**Warstwa 2** - są to utwory rodzime wykształcone w postaci zwietrzliny wapienia o **wytrzymałości na ściskanie  $R_c < 5,0$  MPa**.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych (fizyczno - mechanicznych) dla wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w załączniku 5.

Podczas budowy obiektów inżynierskich, 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 ppt, 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):

Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względu na wysadzinowość przedstawiono w tabeli 12.1.

**Tabela 12.1** Zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych ze względów na wysadzinowość

| Grupa A | Grupa B | Grupa C |
|---------|---------|---------|
| 1       | -       | 2       |

### 13. Ocena możliwości realizacji inwestycji i jej uwarunkowania

W ramach prac geologicznych wykonane zostały wszystkie przewidziane prace umożliwiające rozpoznanie warunków geotechnicznych podłoża budowlanego dla projektowanego obiektu. Przeprowadzone prace umożliwią prawidłowe zaprojektowanie

posadowienia, oszacowanie zakresu robót i ich kosztów ze względu na warunki geologiczne i geotechniczne w następnych etapach projektowanej inwestycji w fazie opracowywania dokumentacji projektowej.

W zakres niniejszego opracowania weszły wiercenia otworów badawczych, analiza materiałów archiwalnych a także analiza dostępnych map geologicznych w zakresie budowy geologicznej, warunków geotechnicznych.

Analizując wykonane prace w podłożu stwierdzono obecność czwartorzędowych utworów spoistych wykształconych w postaci pyłów z humusem na pograniczu namułu w stanie plastycznym oraz zwietrzelinę wapienia, której spągu nie przewiercono.

Wykonując otwory badawcze, nawiercono czwartorzędowe zwierciadło swobodne połączone bezpośrednio ze stanem wody w Dłubni i stabilizujące się na głębokości 0,2 m p.p.t.

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) na omawianym terenie w podłożu, występują proste warunki geologiczne.

W związku z konstrukcją oraz posadowieniem zgodnie z powyższym rozporządzeniem obiekt ten zostaje zaliczony do drugiej kategorii geotechnicznej.

Wykonana interpretacja wyników badań była wykonana z uwzględnieniem rodzaju gruntu, metod wiercenia, poboru i postępowania z próbami i ich przygotowaniem. Jednocześnie odległości między punktami badawczymi były wystarczająco małe, aby granice między warstwami podłoża oraz poziomy wód gruntowych wyinterpolować liniowo.

Nawiercone utwory są gruntami mającymi tendencję to zmiany stanu pod wpływem wilgotności. W związku z tym należy zachować szczególną ostrożność podczas prowadzenia prac ziemnych i nie dopuszczać do zawilgnienia tych gruntów w wykopie.

Bezwzględnie należy ochraniać wykopy przed czynnikami atmosferycznymi. Czas pomiędzy wykonaniem wykopów a pracami fundamentowymi powinien być możliwie jak najkrótszy. Prace ziemne najlepiej wykonywać w okresie bez opadów atmosferycznych, aby dodatkowo nie nawadniać gruntów, a co za tym idzie pogorszenie parametrów wytrzymałościowych.

Na czas trwania prac ziemnych należy ustanowić nadzór geologiczny. Zadaniem nadzoru w trakcie prowadzenia robót budowlanych będzie m.in. ocena zgodności rzeczywistych warunków geotechnicznych w podłożu oraz w razie potrzeby wykonania dodatkowych badań gruntów w zakresie niezbędnym do określenia warunków geologiczno-inżynierskich.

Nadzór geologiczny powinien być prowadzony przez autorów niniejszej Dokumentacji.

## 14. Propozycja dalszych koniecznych badań

W świetle uzyskanych informacji geotechnicznych nie zachodzi potrzeba prowadzenia dalszych badań.

## 15. Podsumowanie

1. Przedmiotowe opracowanie wykonano na zlecenie firmy M-Plan Projekty Budowlane Jerzy Boho. Firma projektuje obiekt mostowy nad rzeką Dłubnią, na działce nr 422, 423, 424 w miejscowości Iwanowice Dworskie.
2. W celu rozwiązania postawionego zadania geologicznego wykonano 2 otwory badawcze o głębokości 3,0 m p.p.t.
3. Wykonanymi otworami w podłożu nawiercono czwartorzędowe utwory zastoiskowe wykształcone w postaci pyłów z humusem na pograniczu namulów pylastych oraz jurajskie utwory wykształcone w postaci zwietrzeliny wapienia.
4. W trakcie prowadzenia prac nawiercono czwartorzędowe zwierciadło swobodne połączone bezpośrednio ze stanem wody w Dłubni i stabilizujące się na głębokości 0,2 m p.p.t.
5. 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) na omawianym terenie w podłożu, występują proste warunki gruntowe.
6. Ze względu na swoją konstrukcję, zgodnie z powyższym rozporządzeniem projektowany obiekt zostaje zaliczony do drugiej kategorii geotechnicznej.
7. Nawiercone utwory rodzime warstwy 2 stanowią nośne podłoże, na którym może zostać posadowiony projektowany obiekt.
8. Na czas trwania prac ziemnych oraz robót związanych z posadowieniem należy ustanowić nadzór geologiczny. Zadaniem nadzoru w trakcie prowadzenia robót budowlanych będzie m.in. ocena zgodności rzeczywistych warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu z ich opisem znajdującym się w niniejszej oraz w razie potrzeby wykonania dodatkowych badań gruntów w zakresie niezbędnym do określenia warunków geotechnicznych.
9. Nadzór geologiczny powinien być prowadzony przez autorów niniejszej Dokumentacji
10. Niniejszą dokumentację wykonano w 3 egzemplarzach, które przekazano Inwestorowi.

## PROJEKT GEOTECHNICZNY

### 16. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie

Nie przewiduje się zmian właściwości podłoża gruntowego, poza niewielkim osiadaniem wynikającym z faktem obciążenia warstw gruntu projektowaną budowlą. Przewidywane osiadania będą rozpatrzone zgodnie z załącznikiem F do normy EN-1997-1:2004.

### 17. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych (wg Dokumentacji badań podłoża gruntowego)

Główne parametry geotechniczne zestawiono na załączniku nr 5

### 18. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa określono na podstawie normy PN-EN 1997-1 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne.

| Oddziaływanie                         |              | Symbol           | Wartość |
|---------------------------------------|--------------|------------------|---------|
| Stałe                                 | Niekorzystne | $\gamma_G$       | 1,0     |
|                                       | Korzystne    |                  | 1,0     |
| Zmienne                               | Niekorzystne | $\gamma_Q$       | 1,3     |
|                                       | Korzystne    |                  | 1,0     |
| Parametr gruntu                       |              | Symbol           | Wartość |
| Kąt tarcia wewnętrznego               |              | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0     |
| Spójność efektywna                    |              | $\gamma_{c'}$    | 1,0     |
| Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  |              | $\gamma_{cu}$    | 1,0     |
| Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie |              | $\gamma_{qu}$    | 1,0     |
| Ciężar objętościowy                   |              | $\gamma_r$       | 1,0     |
| Nośność                               |              | Symbol           | Wartość |
| Nośność podłoża                       |              | $\gamma_{R,v}$   | 1,0     |
| Przesunięcie (poślizg)                |              | $\gamma_{R,h}$   | 1,0     |

### 19. Określenie oddziaływań od gruntu

Przyjęte rozwiązania projektowe, wykonane obliczenia inżynierskie oraz zastosowane materiały (dopuszczone do obrotu na terenie Unii Europejskiej) jak również zgodna z

projektem oraz obowiązującym prawem realizacja inwestycji eliminuje niekorzystne oddziaływanie gruntu na konstrukcję (parcie gruntu, przemieszczenia, wypieranie, korozja).

## **20. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego**

Model pracy podłoża przy sprawdzeniu oporu granicznego podłoża wg EN 1997-1:2004, należy rozpatrywać w warunkach „z odpływem ” jak i „bez odpływu ”. Model podłoża jest to sprężysty model Winklera .

## **21. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności**

Osiadanie należy rozpatrywać zgodnie z załącznikiem F do normy EN-1997-1:2004.

## **22. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów**

Dane niezbędne do zaprojektowania fundamentów zawiera tabela charakterystycznych parametrów geotechnicznych.

## **23. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych**

Nad jakością robót ziemnych będzie czuwał Kierownik budowy oraz ewentualnie wyznaczony przez Inwestora Inspektor nadzoru inwestorskiego.

## **24. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposoby przeciwdziałania tym zagrożeniom**

W związku z faktem, iż poziom posadowienia może znajdować się poniżej zwierciadła wód podziemnych, należy fundament wykonać z betonu wodoszczelnego.

## **25. Określenie zakresu monitoringu wybudowanego obiektu budowlanego**

### **25.1 Faza budowy**

Na czas trwania prac ziemnych oraz robót związanych z polepszeniem parametrów gruntu należy ustanowić nadzór geologiczny. Zadaniem nadzoru w trakcie prowadzenia robót budowlanych będzie m.in. ocena zgodności rzeczywistych warunków geotechnicznych

w podłożu z ich opisem znajdującym się w niniejszej dokumentacji oraz w razie potrzeby wykonania dodatkowych badań gruntów w zakresie niezbędnym do określenia warunków geotechnicznych.

Nadzór geologiczny powinien być prowadzony przez autorów niniejszej Dokumentacji.

W trakcie budowy należy zachować szczególną uwagę, aby wyeliminować wszelkie możliwości zanieczyszczenia wód gruntowych i wód powierzchniowych.

## **25.2 Faza eksploatacji**

Monitoring wykonanej inwestycji powinien obejmować typowy nadzór i przeglądy eksploatacyjne. W uzasadnionych przypadkach, gdy przegląd obiektu wykaże nieprawidłowości należy przeprowadzić konsultacje z nadzorem geotechnicznym.

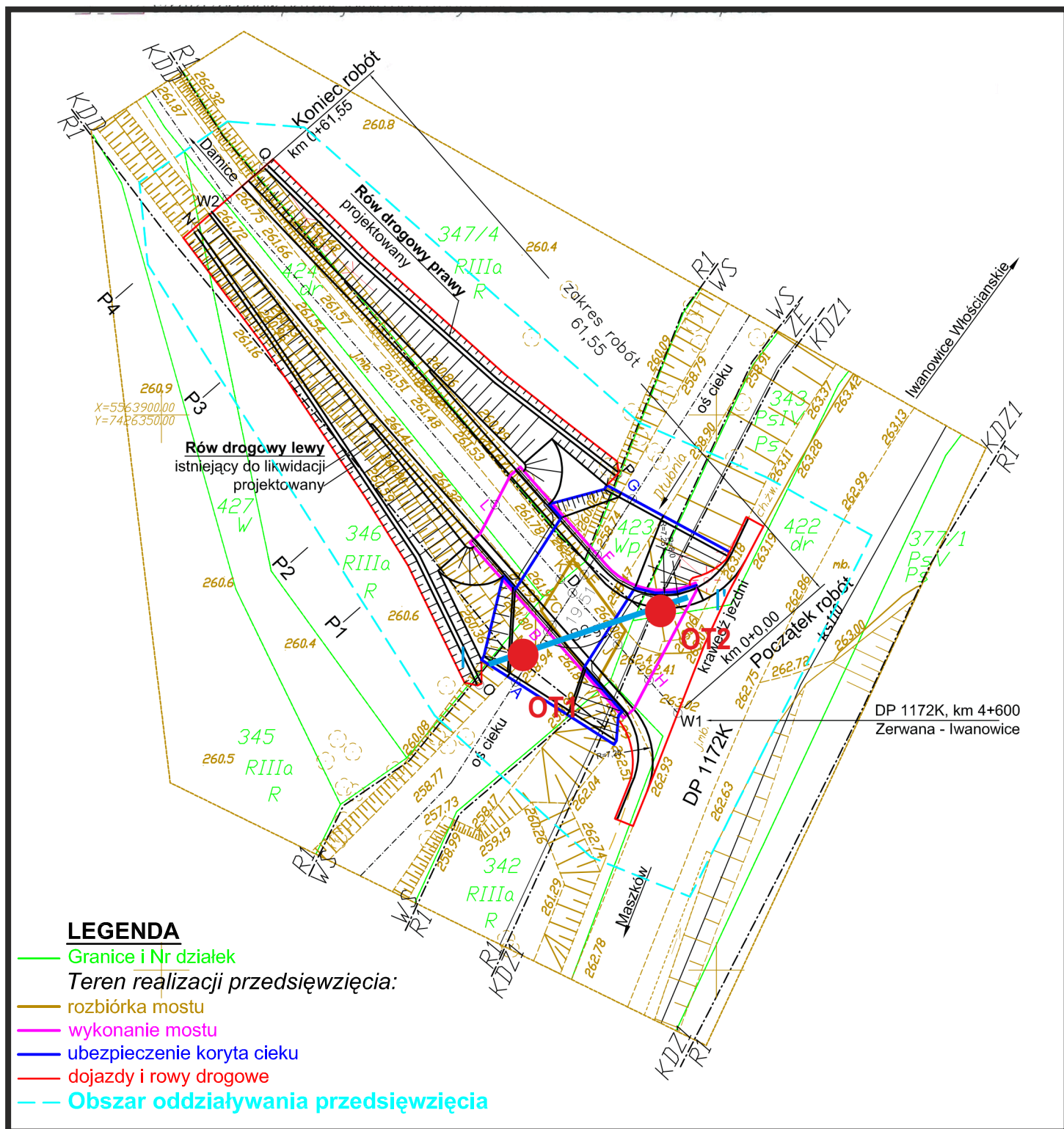
*listopad, 2022*





|                |   |                  |
|----------------|---|------------------|
| WYKONAWCA:     | mgr inż. Grzegorz Palka   |                  |
| TEMAT:         | Geotechniczne warunki posadowienia<br>dla działki nr 422, 423, 424 w miejscowości Iwanowice |                  |
| OBIEKT:        | Projektowana przebudowa mostu na rzece Dłubnia<br>w ciągu drogi gminnej                     |                  |
| LOKALIZACJA:   | miejscowość Iwanowice Dworskie, gmina Iwanowice, powiat krakowski, województwo małopolskie  |                  |
| NAZWA RYSUNKU: | Mapa lokalizacyjna  | skala 1 : 10 000 |
| ŹRÓDŁO:        | <a href="http://geoportal.gov.pl">http://geoportal.gov.pl</a>                               | zał. 1           |





## LEGENDA:


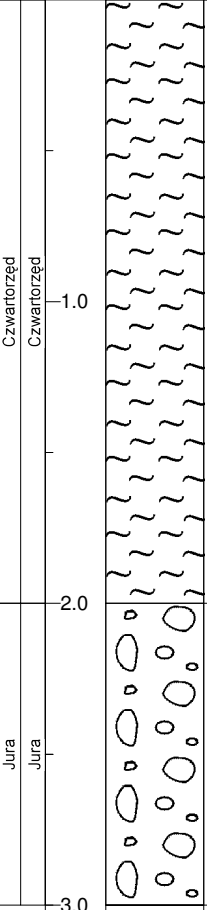



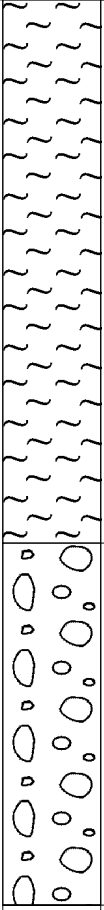
- otwór geotechniczny

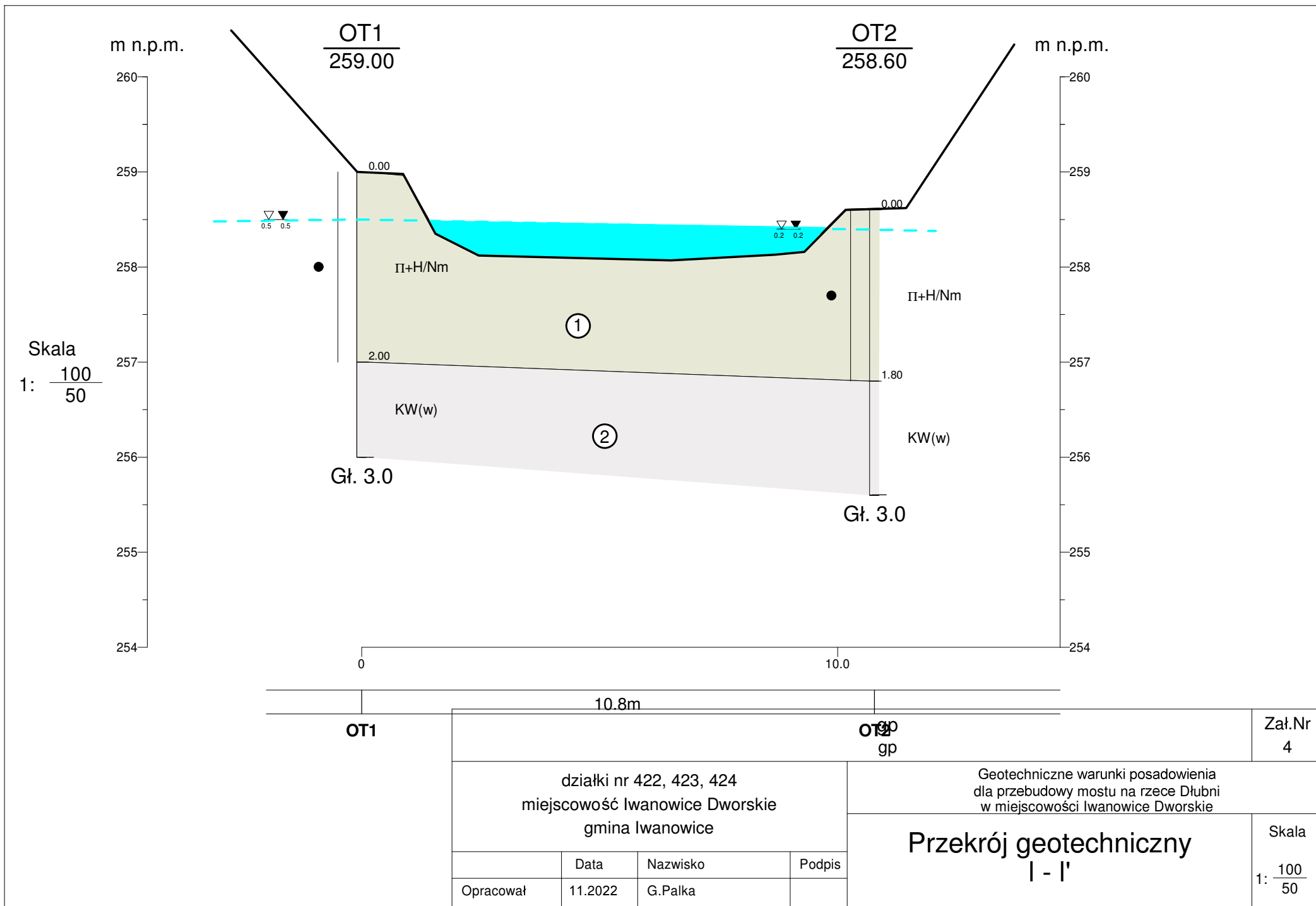


- przekrój geotechniczny

|                |  |               |
|----------------|--|---------------|
| WYKONAWCA:     | mgr inż. Grzegorz Palka  |               |
| TEMAT:         | Geotechniczne warunki posadowienia dla działki nr 422, 423, 424 w miejscowości Iwanowice   |               |
| OBIEKT:        | Projektowana przebudowa mostu na rzece Dłubnia w ciągu drogi gminnej                       |               |
| LOKALIZACJA:   | miejscowość Iwanowice Dworskie, gmina Iwanowice, powiat krakowski, województwo małopolskie |               |
| NAZWA RYSUNKU: | Mapa dokumentacyjna  | skala 1 : 500 |
|                |  | zał. 2        |

|   |  |  |   |                              |         |                           |                              |                          |            |             |
|---|--|--|---|------------------------------|---------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| gp  |  | <b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b><br><b>Profil numer OT1</b> |   |                              |         |                           | Zał.Nr: 3.1                  |                          |            |             |
|   |  |  |   |                              |         |                           | Wiertnica: RKS               |                          |            |             |
|   |  |  |   |                              |         |                           | X: 260352.00<br>Y: 569104.00 |                          |            |             |
| Rejon: działki nr 422 423 424   |  |  | Obiekt: most na Dłubni                    |                              |         | System wiercenia: Udarowy |                              |                          |            |             |
| Miejscowość: Iwanowice Dworskie   |  |  | Inwestor: Geocentra Rafał Wojtaszek       |                              |         | Rzędna: 259.00 m n.p.m.   |                              |                          |            |             |
| Powiat: krakowski   |  |  | Wiercenie: mgr inż Grzegorz Palka         |                              |         | Skala 1 : 25              |                              |                          |            |             |
| Województwo: małopolskie  |  |  | Dozór geologiczny: mgr inż Grzegorz Palka |                              |         | Data wiercenia: 2022-11   |                              |                          |            |             |
| 1   | Głębokość<br>zwiarcia<br>wody  | Stratygrafia   | Profil<br>litologiczny                    |                              | Przelot | Opis litologiczny         | Symbol gruntu                | Warstwa<br>geotechniczna | Wilgotność | Stan gruntu |
|   | [m.p.p.t]  |  | [m]                                       | [m]                          |         |                           |                              |                          |            |             |
| 2   | 3  | 4  | 5   | 6                            | 7       | 8                         | 9                            | 10                       | 11         |             |
| <br>0.50 |  | 1.0  | 2.00                                      | pył z humusem/namuł, szary   | Π+H/Nm  | 1                         | w                            | pl                       |            |             |
|   |  | 2.0  |   |                              |         |                           |                              |                          |            |             |
|   |  | 3.0  | 3.00                                      | zwietrzelina wapienia, biała | KW(w)   | 2                         | Ss                           |                          |            |             |
|   |  |  |   |                              |         |                           |                              |                          |            |             |

|   |   |  |   |  |                               |   |                              |               |                          |            |             |
|---|---|--|---|--|-------------------------------|---|------------------------------|---------------|--------------------------|------------|-------------|
| gp  |   | <b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b><br><b>Profil numer OT2</b> |   |  |                               |   | Zał.Nr: 3.2                  |               |                          |            |             |
|   |   |  |   |  |                               |   | Wiertnica: RKS               |               |                          |            |             |
|   |   |  |   |  |                               |   | X: 260356.00<br>Y: 569114.00 |               |                          |            |             |
| Rejon: działki nr 422 423 424<br>Miejscowość: Iwanowice Dworskie<br>Powiat: krakowski<br>Województwo: małopolskie |   |  | Obiekt: most na Dłubni<br>Inwestor: Geocentra Rafał Wojtaszek<br>Wiercenie: mgr inż Grzegorz Palka<br>Dozór geologiczny: mgr inż Grzegorz Palka |  |                               | System wiercenia: Udarowy<br>Rzędna: 258.60 m n.p.m.<br>Skala 1 : 25      Data wiercenia: 2022-11 |                              |               |                          |            |             |
| 1   | Głębokość<br>zwiędziadła<br>wody<br>[m.p.p.t]                                     | 2  | 3   | Stratygrafia<br>[m]  | Profil<br>litologiczny<br>[m] | Przelot<br>[m]  | Opis litologiczny            | Symbol gruntu | Warstwa<br>geotechniczna | Wilgotność | Stan gruntu |
| 1   | 2   | 3  | 4   | 5  | 6                             | 7   | 8                            | 9             | 10                       | 11         |             |
|   |  |  |   |  |                               | pył z humusem/namuł, szary  | Π+H/Nm                       | 1             | w                        | pl         |             |
|   |   |  |   | 1.80   |                               | zwietrzelina wapienia, biała  | KW(w)                        | 2             |                          | Ss         |             |
|   |   |  |   | 3.00   |                               |   |                              |               |                          |            |             |



## ZESTAWIENIE CHARAKTERYSTYCZNYCH PARAMETRÓW WYDZIELONYCH WARSTW

*„Geotechniczne warunki posadowienia dla przebudowy obiektu mostowego w Iwanowicach Dworskich”*

| Numer warstwy geotechnicznej | Rodzaj gruntów | Stratygrafia | Gęstość objętościowa $\rho$ [T/m <sup>3</sup> ] | Symbol konsolidacji wg PN-81/B-03020 | Charakterystyczny (średni) stopień zagęszczenia $I_D$ | Charakterystyczny (średni) stopień plastyczności $I_L$ | Spójność $c_u$ [kPa] | Kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$ [°] | Moduł pierwotnego odkształcenia $E_o$ [MPa] | Edometryczny moduł ścisłości $M_o$ [MPa] |
|------------------------------|----------------|--------------|---|--------------------------------------|---|--|----------------------|--------------------------------------|---|--|
| 1                            | Π+H/Nm         | Czwartorzęd  | 1,60  | -                                    | -   | 0,49   | 5,0                  | 3,0                                  | 1,42  | 2,04                                     |
| 2                            | KW(wapień)     |              | $R_c < 5,0$ MPa                                 |                                      |   |  |                      |                                      |   |  |

Przed zastosowaniem do obliczeń parametry charakterystyczne należy pomnożyć przez współczynnik materiałowy  $\gamma_m$ , który wynosi:

- § dla nasypów - 0,8 lub 1,2 w zależności od zastosowanych obliczeń,
- § dla gruntów rodzimych - 0,9 lub 1,1 w zależności od zastosowanych obliczeń.

Opracował: mgr inż. Grzegorz Palka

# OBJAŚNIENIA ZNAKÓW I SYMBOLI ZASTOSOWANYCH W OPRACOWANIU

## Grunty mineralne

### nieskaliste (rodzime)

|     |                           |                            |
|-----|---------------------------|----------------------------|
| KV  | zwietrzelina              | gruboziarniste             |
| KWg | zwietrzelina gliniasta    |                            |
| KR  | rumosz                    |                            |
| KRg | rumosz gliniasty          |                            |
| K   | kamienie                  | kamieniste                 |
| KO  | otoczaki                  |                            |
| Ż   | żwir                      | drobnoziarniste niespoiste |
| Żg  | żwir gliniasty            |                            |
| Po  | pospółka                  |                            |
| Pog | pospółka gliniasta        |                            |
| Pr  | piasek grubzy             | drobnoziarniste niespoiste |
| Ps  | piasek średni             |                            |
| Pd  | piasek drobny             |                            |
| Pπ  | piasek pyłasty            |                            |
| Pg  | piasek gliniasty          | spoiste                    |
| IIp | pył piaszczysty           |                            |
| II  | pył                       |                            |
| Gp  | głina piaszczysta         |                            |
| G   | głina                     | drobnoziarniste            |
| Gπ  | głina pylasta             |                            |
| Gpz | głina piaszczysta zwięzła |                            |
| Gz  | głina zwięzła             |                            |
| Gπz | głina pylasta zwięzła     | drobnoziarniste            |
| Ip  | il piaszczysty            |                            |
| I   | il                        |                            |
| Iπ  | il pylasty                |                            |

## Grunty nasypowe

|     |                       |
|-----|-----------------------|
| nB  | nasyp budowlany       |
| nN  | nasyp niekontrolowany |
| Tł  | tluczeń               |
| Żu  | żużel                 |
| P   | popioły               |
| Gr  | gruz                  |
| Cg  | cegły                 |
| Mw  | miel węglowy          |
| B   | beton                 |
| SM  | skala miękka          |
| ST  | skala twarda          |
| Pc  | piaskowiec            |
| Iłp | ilołupek              |
| W   | wapień                |
| M   | margiel               |

## Grunty skaliste

|     |              |
|-----|--------------|
| SM  | skala miękka |
| ST  | skala twarda |
| Pc  | piaskowiec   |
| Iłp | ilołupek     |
| W   | wapień       |
| M   | margiel      |

## Grunty organiczne (rodzime)

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Gb                     | gleba                    |
| H                      | grunty próchnicze        |
| Nmp                    | namuły piaszczyste       |
| Nm                     | namuły                   |
| Gy                     | gyłie                    |
| T                      | torfy                    |
| Znaki dodatkowe        |                          |
| dotyczące opisu gruntu |                          |
| +                      | domieszki                |
| //                     | przewarstwienia, wkładki |
| /                      | pogranicze innego gruntu |
| ( )                    | określenia uzupełniające |
|                        | dotyczące składu gruntu  |

## Opróbowanie otworu

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| • | próbka o zachowanej strukturze (NNS) |
| • | próbka o zachowanej wilgotności (NW) |
| • | próbka wody gruntowej (WG)           |

## Oznaczenie wody

### w wierceniu

|     |  |
|-----|--|
| —   | grunt suchy lub mało wilgotny  |
| --- | grunt wilgotny   |
| --- | grunt mokry  |
| --- | grunt nawodniony   |
| --- | piezometryczny poziom wody ustalony w czasie wiercenia i rzędna nawiercony poziom wody |
| --- | ścężenie wody  |
| --- | otwór suchy  |

## Oznaczenie rodzaju badań i sondowań

|   |   |
|---|---|
| • | penetrometr tłoczkowy (PP)                  |
| × | ściematka obrotowa (TV)                     |
| + | sonda cylindryczna (SPT)                    |
| + | sonda obrotowa (VT)                         |
| + | rodzaj sondowania i strefa przebadana sondą |
| + | DPL - lekka dynamiczna                      |
| + | DPSH - ciężka dynamiczna                    |

## Inne oznaczenia

|                   |   |
|-------------------|---|
| $\frac{5}{122,3}$ | numer wiercenia                                 |
| 122,3             | rzędna wylotu otworu                            |
| (Ilb-a)           | numer warstwy geotechnicznej                    |
| —                 | podstawowe granice litologiczno-stratigraficzne |
| ▼ - - -           | zwierciadło wody gruntowej z okresu wierceń     |

## Stan gruntów niespoistych

|     |    |                     |                        |
|-----|----|---------------------|------------------------|
| ln  | ∴  | luźny               | $I_0 \leq 0,33$        |
| szg | ☉  | średnio zagęszczony | $0,33 < I_0 \leq 0,67$ |
| zg  | ☺  | zagęszczony         | $0,67 < I_0 \leq 0,80$ |
| bzg | ☺☺ | bardzo zagęszczony  | $I_0 > 0,80$           |

## Stan gruntów spoistych

|     |   |                  |                        |
|-----|---|------------------|------------------------|
| zw  | ⊗ | zwarty           | $I_0 < 0,00$           |
| pzw | ○ | półzwarty        | $I_0 \leq 0,00$        |
| tpl | ● | twardoplastyczny | $0 < I_0 \leq 0,25$    |
| pl  | ● | plastyczny       | $0,25 < I_0 \leq 0,50$ |
| mpl | ● | miękkoplastyczny | $0,50 < I_0 \leq 1,00$ |
| pl  | ● | plynny           | $I_0 > 1,00$           |

## Wilgotność gruntu

|    |                     |
|----|---------------------|
| s  | grunt suchy         |
| mw | grunt mało wilgotny |
| w  | grunt wilgotny      |
| m  | grunt mokry         |
| nw | grunt nawodniony    |