

**Inwestor:** Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych  
i Autostrad Oddział w Zielonej Górze  
ul. Bohaterów Westerplatte 31  
65 – 950 Zielona Góra

**Zlecniodawca:** Biuro Inżynierskie TRAKT  
Sędziszów 50  
58-410 Marciszów

**Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża  
gruntowego określająca warunki gruntowo-wodne podłoża terenu  
dla zadania pod nazwą „Rozbudowa drogi krajowej nr 12  
na odcinku od km 46+300 do km 46+706 w m. Marszów”**

**Lokalizacja:**

Miejscowość: Marszów  
Gmina: Żary  
Powiat: żarski  
Województwo: lubuskie

**Wykonawca:**

GEOSKOP Sp. z o. o. Sp. k.  
ul. Krakowska 29c  
50 – 424 Wrocław

**Prezes Zarządu:**

mgr Piotr Borysewicz

**Opracował:**

mgr Marcin Kościk  
geolog inżynierski  
upr. nr VII – 1262

mgr inż. Iwona Gajewska  
geolog

**Wrocław – luty 2017 r.**

## Spis treści

<b>1WSTEP.....</b>	<b>2</b>
1.1PODSTAWY FORMALNE .....	2
1.2CEL I ZAKRES.....	2
1.3MATERIAŁY WYJŚCIOWE.....	4
<b>2OPIS ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH.....</b>	<b>4</b>
2.1OTWORY BADAWCZE.....	4
2.2SONDOWANIE GEOTECHNICZNE SONDĄ DYNAMICZNĄ DPL.....	5
2.3SONDOWANIE GEOTECHNICZNE SONDĄ KRZYŻAKOWĄ SLVT.....	5
2.4OPRÓBOWANIE.....	5
2.5BADANIA LABORATORYJNE.....	6
2.5.1BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO - MECHANICZNYCH GRUNTÓW.....	6
2.6PRACE GEODEZYJNE.....	6
2.7WYDZIELENIE WARSTW GEOTECHNICZNYCH.....	7
<b>3WYNIKI PRAC TERENOWYCH I BADAŃ LABORATORYJNYCH.....</b>	<b>7</b>
3.1BUDOWA GEOLOGICZNA.....	7
3.2WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.....	9
3.3WARUNKI GEOTECHNICZNE.....	9
3.3.1USTALENIE RODZAJU WARUNKÓW GRUNTOWYCH ORAZ KATEGORII GEOTECHNICZNEJ.....	9
3.3.2WYSADZINOWOŚĆ GRUNTÓW.....	17
3.3.3KATEGORIE GRUNTÓW ZE WZGLĘDU NA ODSPAJANIE I ŁADOWANIE.....	18
3.3.4OCENA JAKOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO.....	18
<b>4PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....</b>	<b>21</b>

## Spis załączników

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1:25000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500
3. Karty otworów badawczych
4. Karty sondowań sondą dynamiczną DPL i sondą krzyżakową SLVT
5. Przekroje geotechniczne I - I' i II - II' w skali 500/50 i 1-1' ÷ 7-7' w skali 1:100/50
6. Objaśnienia do kart otworów i przekrojów geotechnicznych
7. Wyniki badań laboratoryjnych parametrów fizyko - mechanicznych
8. Tabela wyprowadzonych parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw
9. Tabela charakterystycznych parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw

# 1 Wstęp

## 1.1 Podstawy formalne

Opracowanie zostało wykonane na podstawie zlecenia, wystawionego przez **BIURO INŻYNIERSKIE TRAKT** z siedzibą w miejscowości Sędziszów 50 firmie **Geoskop Sp. z o.o. Sp. k.** z siedzibą przy ul. Krakowskiej 29c we Wrocławiu.

Niniejsza opinia została wykonana na podstawie następujących przepisów:

- a) Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. **w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych** (Dz. U. 2012 Nr 81, poz. 463).
- b) Ustawa z dnia 5 grudnia 2003 r. „**Prawo budowlane**” (Dz. U. Nr 207, poz. 2016 wraz z późniejszymi zmianami);
- c) **Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.** Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. ;
- d) Instrukcja badań podłoża budowli drogowych i mostowych (GDDP 1998).
- e) Nowelizacja opracowania - Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań. GDDKiA, listopad 2005.

## 1.2 Cel i zakres

Przeprowadzone prace i badania miały na celu rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych i geotechnicznych terenu dla zadania pod nazwą „Rozbudowa drogi krajowej nr 12 na odcinku od km 46+300 do km 46+706 w miejscowości Marszów” – Zał. nr 1 i 2. Zakres prac został określony przez Zleceniodawcę.

Niniejsza opinia geotechniczna opracowana została na potrzeby posadowienia obiektów budowlanych, dlatego też została wykonana według Eurokodów 7 - *PN-EN 1997-1:2008 [5]* i *PN-EN 1997-2:2009 [6]*. Nazewnictwo gruntów przedstawione w niniejszej opinii zostało również dostosowane do norm europejskich i określone na podstawie normy *PN-EN ISO 14688-2:2006 [7]*. W nawiasach zostało podane nazewnictwo oraz symbole wg starej normy PN-B/86-04481.

Parametry gruntów przedstawione w niniejszej opinii geotechnicznej, oparte zostały na wykonanych w terenie geotechnicznych otworach badawczych,

sondowaniach geotechnicznych sondą dynamiczną DPL, sondą krzyżakową SLVT, wynikach badań laboratoryjnych, normy PN-EN 1997-2:2009 [ 6] i literatury [ 1].

Zestawienie wyprowadzonych i charakterystycznych parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w tabeli – Zał. nr 8 i 9.

W celu udokumentowania postawionego zadania wykonano:

**1) prace terenowe:**

- wytyczenie 19 geotechnicznych otworów badawczych,
- 22 geotechniczne otwory badawcze do głębokości 0,6 ÷ 7,0 m ppt - łącznie 59 mb,
- 9 geotechnicznych sondowań dynamicznych DPL do gł. 1,5 ÷ 3,0 m ppt,
- 4 sondowania sondą krzyżakową SLVT do gł. 1,2 ÷ 4,0 m ppt,
- pobór 7 próbek gruntu do badań parametrów fizyko-mechanicznych,
- badania makroskopowe gruntów.

**2) prace laboratoryjne:**

- oznaczenie parametrów fizyko – mechanicznych gruntów,

**3) prace kameralne:**

- mapa lokalizacyjna,
- mapa dokumentacyjna,
- karty dokumentacyjne otworów badawczych,
- karta dokumentacyjna sondowania DPL i SLVT,
- przekrój geotechniczny,
- karty badań laboratoryjnych,
- tekst opracowania z wnioskami.

Pierwotnie planowano wykonanie 19 otworów badawczych O-1 ÷ O-19 do głębokości 3,0 m ppt. Ze względu na występowanie w podłożu nawierzchni utwardzonych (kostka granitowa, asfalt) oraz gruntów antropogenicznych nasypowych, bruk kamienny i bardzo duże opory podczas wiercenia nie osiągnięto projektowanej głębokości oraz nie wykonano otworu O-8 i O-17. W związku z powyższym wykonano dodatkowe otwory badawcze O-1A, O-3A, O-5A, O-10A, O-12A.

Wywiercono łącznie 22 otwory badawcze O-1 ÷ O-7, O-9 ÷ O-19, O-1A, O-3A, O-5A, O-10A, O-12A o łącznym metrażu wierceń 59 mb, wykonano 9 sondowań sondą dynamiczną DPL oraz 4 sondowania sondą krzyżakową SLVT.

### 1.3 Materiały wyjściowe

1. *Zarys geotechniki* – Z. Witun, Warszawa 1987 r.
2. *Wytyczne wydzielania warstw geotechnicznych* – Geoprojekt, Warszawa 1987 r.
3. *PN-B-03020:1981. Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie*. Warszawa 1981 r.
4. *PN-B-04481:1988. Grunty budowlane – Badania próbek gruntu*. Warszawa 1988 r.
5. *PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne*. Warszawa 2008 r.
6. *PN-EN 1997-2:2009. Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*. Warszawa 2009 r.
7. *PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne - Oznaczanie gruntów klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania*. Warszawa 2012 r.
8. *Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7*. L. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski, ITB Warszawa 2011 r.

## 2 Opis zastosowanych metod badawczych

### 2.1 Otwory badawcze

Otwory badawcze zostały wykonane za pomocą urządzenia MWG-6. Były to wiercenia mechaniczno – obrotowe, na sucho, o średnicy  $\phi$  110 mm.

Wykonano w sumie 22 otwory badawcze o łącznym metrażu 59,0 mb:

- 1 otwór badawczy do głębokości 7,0 m ppt – O-2,
- 16 otworów badawczych do głębokości 3,0 m ppt – O-1A, O-3A, O-4, O-5A, O-6, O-7, O-9, O-10A, O-11, O-12A, O-13 ÷ O-16, O-18 i O-19,
- 1 otwór badawczy do głębokości 1,6 m ppt – O-5,
- 4 otwory badawcze do głębokości 0,6 m ppt – O-1, O-3, O-10 i O-12.

W trakcie prowadzenia robót badawczych na bieżąco prowadzono opis geotechniczny gruntów i wykonywano ich makroskopowe badania. Po opróbowaniu otwory zostały zlikwidowane z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw.

Lokalizację otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 2), a ich profile geotechniczne zamieszczono na

Załącznik nr 3. Na podstawie profili otworów oraz sondowań geotechnicznych wykreślono przekroje geotechniczne (Załącznik nr 5), określono budowę geologiczną (p. 3.1), warunki hydrogeologiczne (p. 3.2) i geotechniczne (p. 3.3) podłoża terenu badań.

## 2.2 Sondowanie geotechniczne sondą dynamiczną DPL

Dla oceny stopnia zagęszczenia gruntów gruboziarnistych (niespoistych) oraz określenia edometrycznego modułu ścisłości ( $E_{eod}$ ) dla naprężeń efektywnych  $s_{v0}$  od warstw gruntów zalegających powyżej w pobliżu otworów badawczych O-1A, O-3A, O-4, O-6, O-7, O-10A, O-12A, O-15 i O-19 wykonano 9 sondowań geotechnicznych sondą lekką typu DPL, zgodnie z PN-EN 1997-2:2009 [6].

Wykonano 9 sondowań geotechnicznych DPL-1A, DPL-3A, DPL-4, DPL-6, DPL-7, DPL-10A, DPL-12A, DPL-15 i DPL-19 do głębokości 1,5 ÷ 3,0 m ppt. Lokalizację sondowań przedstawiono na Załącznik nr 2 a karty sondowań geotechnicznych stanowi Załącznik nr 4.

Na podstawie sondowań DPL określono także efektywny kąt tarcia wewnętrznego  $\phi'$  wg normy PN-EN-1997-2:2007 [6].

## 2.3 Sondowanie geotechniczne sondą krzyżakową SLVT

Dla określenia wytrzymałości na ścinanie  $\tau_{fu}$  oraz stopnia plastyczności  $I_L$  gruntów spoistych podłoża, wykonano 4 sondowania geotechniczne sondą krzyżakową SLVT w pobliżu otworów badawczych O-2, O-14, O-15 i O-16, zgodnie z PN-EN 1997-2:2009. Sondowania SLVT-2, SLVT-14, SLVT-15 i SLVT-16 wykonano do głębokości 1,2 ÷ 4,0 m ppt w trakcie wykonywania otworów badawczych. Lokalizację sondowania przedstawiono na Załącznik nr 2 a jego wyniki stanowi Załącznik nr 4.

Sondowania geotechniczne, łącznie z wynikami badań laboratoryjnych (Załącznik nr 7) posłużyły do wydzielenia warstw geotechnicznych w podłożu, przedstawionych na Załącznik nr 8, a tym samym do określenia warunków geotechnicznych.

## 2.4 Opróbowanie

W trakcie wierceń pobrano, zgodnie z normą PN-EN 1997-2:2009 [6], 7 próbek gruntów kat. B (o naturalnej wilgotności NW). Próbki pobrane zostały w ilości umożliwiającej przeprowadzenie badań parametrów fizyko – mechanicznych (Załącznik nr 7).

## 2.5 Badania Laboratoryjne

### *2.5.1 Badania właściwości fizyko - mechanicznych gruntów*

Badania laboratoryjne próbek gruntu pobranych z otworów badawczych przeprowadzone zostały w następującym zakresie:

- skład granulometryczny (analiza areometryczna, analiza sitowa),
- granice konsystencji,
- gęstość właściwa,
- gęstość objętościowa,
- wilgotność naturalna
- wskaźnik piaskowy,
- kapilarność bierna.

Badania składu uziarnienia gruntów niespoistych zostały wykonane poprzez rozdzielenie poszczególnych frakcji za pomocą odsiewania ich na sitach, wg normy PN-59/B-04483. W przypadku gruntów spoistych wykonana była analiza areometryczna wg normy PN-88/B-04481.

W pobliżu otworów O-2 i O-14 podczas wierceń badawczych występowały intensywne sączenia pochodzące z roztopów, które wlewały się do otworów i doprowadziły do uplastycznienia się tych gruntów. W związku z powyższym stopień plastyczności określony na podstawie badań laboratoryjnych w próbkach gruntu pobranych z otworu O-2 (6,5 m ppt) oraz O-14 (1,3 m ppt) nie jest miarodajny. Ze względu na występujące roztopy oraz przyjętą technikę wiercenia (świder ślimakowy bez rur osłonowych) stopień plastyczności  $I_L$  został skorygowany wykonanymi sondowaniami geotechnicznymi (SLVT, DPL) i badaniami makroskopowymi.

## 2.6 Prace geodezyjne

Prace geodezyjne polegały na wyznaczeniu w terenie projektowanych otworów badawczych i sondowań geotechnicznych (Zał. nr 2) oraz ich pomiarze wysokościowym w dowiązaniu do reperów roboczych (studzienek kanalizacyjnych).

## 2.7 Wydzielenie warstw geotechnicznych

Na podstawie wykonanych otworów badawczych (p. 2.1), sondowań geotechnicznych (p. 2.2, 2.3) oraz badań laboratoryjnych (p. 2.5) wydzielono warstwy geotechniczne w gruntach rodzimych i antropogenicznych podłoża. Wydzielenie warstw, jednorodnych pod względem cech fizycznych i mechanicznych, przeprowadzono zgodnie z „Wytycznymi ...” [2]. Parametry geotechniczne poszczególnych warstw określono na podstawie badań polowych i laboratoryjnych oraz na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 i literatury [1].

Wyprowadzone wartości parametrów fizyko - mechanicznych wydzielonych warstw geotechnicznych podłoża przedstawiono w formie tabelarycznej na Zał. nr 8.

W niniejszej opinii przedstawiono parametry wyprowadzone (Zał. nr 8) na podstawie różnych metod badawczych (sondowania sondą dynamiczną DPL, sondą krzyżakową SLVT i badań laboratoryjnych), parametry określone na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 i literatury [1] (Zał. nr 9).

Na dalszych etapach projektowania geotechnicznego określone zostaną parametry obliczeniowe zgodnie z PN-EN 1997-2:2009 [6].

## 3 Wyniki prac terenowych i badań laboratoryjnych

### 3.1 Budowa geologiczna

Na podstawie wierceń, wykonanych dla potrzeb niniejszej opinii w styczniu 2017 r., rozpoznano budowę geologiczną obszaru badań 22 otworami badawczymi do głębokości  $0,6 \div 7,0$  m ppt. W budowie podłoża udział biorą czwartorzędowe grunty gruboziarniste (niespoiste), drobnoziarniste (spoiste) oraz trzeciorzędowe grunty drobnoziarniste (spoiste) przykryte od góry warstwą gruntów antropogenicznych (nasypów niebudowlanych i budowlanych) oraz powierzchniami utwardzonymi (kostka granitowa, asfalt) lub miejscami warstwą humusu (gleby).

W otworach badawczych O-1 ÷ O-3, O-5, O-5A, O-10, O-12 i O-14 bezpośrednio od powierzchni terenu stwierdzono występowanie powierzchni utwardzonych (kostka granitowa, asfalt) o grubości  $0,1 \div 0,2$  m.

W otworach badawczych O-1A, O-4, O-6, O-9 ÷ O-11, O-13, O-15, O-16, O-18 i O-19 bezpośrednio od powierzchni terenu stwierdzono występowanie warstwy humusu (gleby) o miąższości  $0,2 \div 0,3$  m.

Na głębokości 0,1 ÷ 0,5 m ppt w otworach badawczych O-1 ÷ O-3, O-5, O-5A, O-10, O-12 i O-14 nawiercono grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z piasku średniego ze żwirem, tłucznia lub bruku kamiennego. Miąższość warstwy tych gruntów w O-1, O-2, O-5A, O-6, O-15, O-16, O-18 i O-19 wynosi 0,2 ÷ 1,0 m. W otworach badawczych O-3, O-5, O-10 i O-12 ze względu na występowanie na głębokości 0,4 ÷ 1,4 bruku kamiennego, spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 0,6 ÷ 1,6 m ppt. Bruk kamienny został przewiercony w otworze O-2 i O-14, jego grubość wynosi 0.2 m.

Na głębokości 0,2 ÷ 0,6 m ppt w otworach O-1A, O-2, O-4, O-6, O-9, O-10A, O-11, O-13 ÷ O-16, O-18 i O-19 oraz bezpośrednio od powierzchni terenu w O-3A i O-12 stwierdzono występowanie gruntów antropogenicznych, nasypów niebudowlanych składających się z mieszaniny humusu (gleby), piasku średniego, kamieni, żwiru, gliny pylastej i fragmentów cegieł. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,3 ÷ 1,7 m.

W otworach badawczych O-1A, O-3A, O-4, O-5A, O-6, O-7, O-9, O-15, O-16, O-18 i O-19 na głębokości 0,7 ÷ 2,3 m ppt nawiercono czwartorzędowe grunty gruboziarniste (niespoiste) reprezentowane przez piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), piaski średnie, piaski średnie z kamieniami, piaski grube (pospółki gliniaste) i piaski grube z kamieniami. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,3 ÷ 1,6 m. W otworach O-3A, O-4, O-5A, O-7, O-9, O-18 i O-19 spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Na głębokości 0,6 ÷ 2,0 m ppt w otworach badawczych O-1A, O-2, O-3A, O-5A, O-7, O-9, O-10A, O-11 ÷ O-16 stwierdzono występowanie czwartorzędowych gruntów drobnoziarnistych (spoistych) reprezentowanych przez gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste), piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem i pyły ilaste (gliny pylaste). Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,3 ÷ 1,0 m. W otworach badawczych O-1A, O-2, O-11, O-13 ÷ O-16 spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 ÷ 7,0 m ppt.

Na głębokości 2,0 ÷ 2,7 m ppt w otworach badawczych O-6, O-10A i O-12 stwierdzono występowanie trzeciorzędowych gruntów drobnoziarnistych (spoistych) reprezentowanych przez łu pylaste (gliny pylaste zwarte). Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

### 3.2 Warunki hydrogeologiczne

Podczas prowadzonych prac w styczniu 2017 r., na badanym terenie do głębokości 0,6 ÷ 7,0 m ppt nie stwierdzono występowania zwierciadła wody podziemnej w żadnym z otworów badawczych.

W otworach badawczych O-6, O-10A, O-15 i O-16 na głębokości 1,6 ÷ 2,2 m ppt (tj. na rzędnej 131,62 ÷ 135,12 m npm) stwierdzono jedynie sączenia wód podziemnych.

### 3.3 Warunki geotechniczne

#### 3.3.1 Ustalenie rodzaju warunków gruntowych oraz kategorii geotechnicznej

Podłoże terenu charakteryzuje się występowaniem gruntów zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym natomiast po analizie warunków geotechnicznych stwierdzić należy, zgodnie z Rozporządzeniem *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*, że badany obszar charakteryzuje się **prostymi warunkami gruntowymi** a projektowany obiekt proponuje się zaliczyć do **I kategorii geotechnicznej**.

#### Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych

Zgodnie z przyjętą metodyką (p. 2.7), w podłożu wydzielono **8** warstw geotechnicznych:

- **2** w gruntach rodzimych gruboziarnistych (niespoistych) – **Ia, Ib**,
- **4** w gruntach rodzimych drobnoziarnistych (spoistych) – **B1a, B1b, B1c, D**,
- **2** w gruntach antropogenicznych (nasypowych) – **nN, nB**.

Wyprowadzone i charakterystyczne wartości obliczeniowe parametrów fizyko – mechanicznych, wyznaczone na podstawie prac terenowych, badań laboratoryjnych oraz normy PN-EN-1997-2:2007 i literatury [1] przedstawiono w tabeli - Zał. nr 8 i 9. Poniżej w sposób syntetyczny scharakteryzowano każdą z wydzielonych warstw geotechnicznych:

**Warstwa nN – grunty antropogeniczne - nasypy niebudowlane** zbudowane z mieszaniny **humusu (gleby), gliny pylastej, fragmentów cegieł, kamieni i piasku średniego**. Nasypy te zostały stwierdzone na głębokości 0,2 ÷ 0,6 m ppt w otworach O-1A, O-2, O-4, O-6, O-9, O-10A, O-11, O-13 ÷ O-O-16, O-18 i O-19

oraz bezpośrednio od powierzchni terenu w O-3A i O-12. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi  $0,3 \div 1,7$  m. Ze względu na niejednorodny skład nie wyznaczono dla nich parametrów geotechnicznych.

**Warstwa nB – grunty antropogeniczne - nasypy budowlane** w stanie średniozagęszczonym składające się z **piasku średniego ze żwirem, tłucznia lub bruku kamiennego**. Nasypy te zostały stwierdzone na głębokości  $0,1 \div 0,5$  m ppt w otworach badawczych O-1  $\div$  O-3, O-5, O-5A, O-10, O-12 i O-14. Miąższość warstwy tych gruntów w O-1, O-2, O-5A, O-6, O-15, O-16, O-18 i O-19 wynosi  $0,2 \div 1,0$  m. W otworach badawczych O-3, O-5, O-10 i O-12 ze względu na występowanie na głębokości  $0,4 \div 1,4$  bruku kamiennego, spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości  $0,6 \div 1,6$  m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień zagęszczenia  $I_D$  wyznaczony na podstawie oporów podczas wiercenia = 0,40,
- gęstość właściwa  $\rho_s$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $2,65 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $1,70 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 5,0%,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 0 kPa,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $32,0^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$ :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 79 MPa,
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 20 MPa.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy nB** to:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,40$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,65 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,70 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n = 5 \%$ ,
- spójność  $c_u = 0 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 32^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 20 \text{ MPa}$ .

Warstwa Ia – piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), piaski średnie, piaski średnie z kamieniami, piaski grube (pospółki gliniaste) w stanie średniozagęszczonym, stwierdzone w otworach badawczych O-1A, O-3A, O-5A, O-6, O-15, O-16, O-18 i O-19 na głębokości 0,7 ÷ 2,3 m ppt. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,5 ÷ 1,5 m. W otworach badawczych O-3A i O-5A spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień zagęszczenia  $I_D$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL = 0,56,
- gęstość właściwa  $\rho_s$ :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 2,65 g/cm<sup>3</sup>,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 2,66 g/cm<sup>3</sup>,
- gęstość objętościowa  $\rho$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 1,70 g/cm<sup>3</sup> dla gruntów mało wilgotnych, 1,85 g/cm<sup>3</sup> dla gruntów wilgotnych,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 1,82 g/cm<sup>3</sup>,
- wilgotność naturalna  $w_n$ :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 5% dla gruntów mało wilgotnych, 14% dla gruntów wilgotnych,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 6,75%,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 0 kPa,
- kąt tarcia wewnętrznego :
  - całkowity  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 33,5°,
  - efektywny  $\phi'$  wyznaczony na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 = 34°,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 105 MPa,
  - $E_{oed}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających powyżej = 19 MPa.
- wskaźnik piaskowy wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych  $WP = 73$ ,
- kapilarność bierna wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych  $H_{KB} = 53$  m.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy Ia** to:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,56$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,66$  g/cm<sup>3</sup> dla gruntów mało wilgotnych, 2,65 g/cm<sup>3</sup>

dla gruntów wilgotnych,

- gęstość objętościowa  $\rho = 1,82 \text{ g/cm}^3$  dla gruntów mało wilgotnych,  $1,85 \text{ g/cm}^3$  dla gruntów wilgotnych,
- wilgotność naturalna  $w_n = 6,75\%$  dla gruntów mało wilgotnych,  $14\%$  dla gruntów wilgotnych,
- spójność  $c_u = 0 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 33,5^\circ$ ,
- efektywny kąt tarcia wewnętrznego  $\phi' = 34^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 19 \text{ MPa}$ ,
- wskaźnik piaskowy  $WP = 73$ ,
- kapilarność bierna  $H_{KB} = 53 \text{ m}$ .

**Warstwa Ib – piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), piaski średnie i piaski grube z kamieniami** w stanie zagęszczonym, stwierdzone w otworach badawczych O-4, O-7, O-9, O-18 i O-19 na głębokości  $1,3 \div 2,5 \text{ m}$  ppt. Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości  $3,0 \text{ m}$  ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień zagęszczenia  $I_D$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL =  $0,72$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s$ :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $2,65 \text{ g/cm}^3$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $2,66 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $1,80 \text{ g/cm}^3$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $2,00 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n$ :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $4\%$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $11,73\%$ ,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $0 \text{ kPa}$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego :
  - całkowity  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $34,5^\circ$ ,
  - efektywny  $\phi'$  wyznaczony na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 =  $38^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $136 \text{ MPa}$ ,
  - $E_{oed}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających

powyżej = 26 MPa.

- wskaźnik piaskowy wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych **WP** = 71,
- kapilarność bierna wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych **H<sub>KB</sub>** = 61 m.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy Ib** to:

- stopień zagęszczenia **I<sub>D</sub>** = 0,72,
- gęstość właściwa **ρ<sub>s</sub>** = 2,66 g/cm<sup>3</sup>,
- gęstość objętościowa **ρ** = 2,00 g/cm<sup>3</sup>,
- wilgotność naturalna **w<sub>n</sub>** = 11,73%,
- spójność **c<sub>u</sub>** = 0 kPa,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego **φ<sub>u</sub>** = 34,5°,
- efektywny kąt tarcia wewnętrznego **φ'** = 38°,
- moduł ścisłości pierwotnej **M<sub>0</sub>** = 26 MPa,
- wskaźnik piaskowy **WP** = 71,
- kapilarność bierna **H<sub>KB</sub>** = 61 m.

**Warstwa B1a – piaski zailone (gliny piaszczyste) i gliny pylaste (gliny)** w stanie zwartym. Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-5A, O-11, O-13 ÷ O-15 na głębokości 1,4 ÷ 2,2 m ppt. Miąższość warstwy tych gruntów w O-5A wynosi 0,5 m, w pozostałych otworach badawczych spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności **I<sub>L</sub>** wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych = 0,0,
- gęstość właściwa **ρ<sub>s</sub>** wyznaczona na podstawie literatury [ 1] i badań laboratoryjnych = 2,67 g/cm<sup>3</sup>,
- gęstość objętościowa **ρ** :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 2,15 g/cm<sup>3</sup>,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 1,91 g/cm<sup>3</sup>,
- wilgotność naturalna **w<sub>n</sub>**:
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 16,0%,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 9,19%,
- spójność **c<sub>u</sub>** wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 40 kPa,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego **φ<sub>u</sub>** wyznaczony na podstawie literatury

$$[1] = 22^\circ,$$

- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury  $[1] = 66 \text{ MPa}$ ,
  - $E_{\text{oed}}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających powyżej  $= 12 \text{ MPa}$ .

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1a** to:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,0$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,67 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,91 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n = 9,19 \%$ ,
- spójność  $c_u = 40 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 22^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 12 \text{ MPa}$ .

**Warstwa B1b – piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem, gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste) i pyły ilaste (gliny pylaste) w stanie twaroplastycznym.** Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-1A, O-2, O-3A, O-7, O-9, O-10A, O-11 ÷ O-14 i O-16 na głębokości  $0,6 \div 3,5 \text{ m}$  ppt. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi  $0,3 \div 1,0 \text{ m}$ . W otworach O-1A, O-2 i O-16 spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości  $3,0 \div 7,0 \text{ m}$  ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności  $I_L$  :
  - wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych  $= 0,34 \div 0,85$  (0,59 wynik uśredniony),
  - wyznaczony na podstawie sondowań SLVT  $= 0,22$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury  $[1] = 2,67 \text{ g/cm}^3$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych  $= 2,68 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury  $[1] = 2,15 \text{ g/cm}^3$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych  $= 2,06 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n$ :

- wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 16,0%,
- wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 23,2%,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 31 kPa,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 18°,
- wytrzymałość gruntów na ścinanie  $\tau_{fu}$  wyznaczony na podstawie sondowań SLVT = 90 kPa,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 35 MPa,
  - $E_{oed}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających powyżej = 7 MPa.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1b** to:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,22$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,68 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 2,06 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n = 23,2\%$ ,
- spójność  $c_u = 31 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 18^\circ$ ,
- wytrzymałość gruntów na ścinanie  $\tau_{fu} = 90 \text{ kPa}$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 7 \text{ MPa}$ .

Stopień plastyczności wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych został skorygowany wykonanymi sondowaniami geotechnicznymi. W związku z powyższym jako wartość charakterystyczną przyjęto  $I_L = 0,22$ .

**Warstwa B1c – gliny pylaste (gliny)** w stanie plastycznym. Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-2 i O-15 na głębokości 1,5 ÷ 1,6 m ppt. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,6 ÷ 2,0 m.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności  $I_L$  wyznaczony na podstawie sondowań SLVT = 0,31,
- gęstość właściwa  $\rho_s$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 2,67 g/cm<sup>3</sup>,

- wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $2,68 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $2,05 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $21,0\%$ ,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $28 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $16^\circ$ ,
- wytrzymałość gruntów na ścinanie  $\tau_{fu}$  wyznaczony na podstawie sondowań SLVT =  $71 \text{ kPa}$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $29 \text{ MPa}$ ,
  - $E_{oed}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających powyżej =  $5 \text{ MPa}$ .

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1c** to:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,31$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,68 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 2,05 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n = 21\%$ ,
- spójność  $c_u = 28 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 16^\circ$ ,
- wytrzymałość gruntów na ścinanie  $\tau_{fu} = 71 \text{ kPa}$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 5 \text{ MPa}$ .

**Warstwa D – łył pylaste (gliny pylaste zwięzłe)** w stanie twaroplastycznym. Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-6, O-10A i O-12 na głębokości  $2,0 \div 2,7 \text{ m}$  ppt. Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości  $3,0 \text{ m}$ .

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności  $I_L$  wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych =  $0,21$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $2,67 \text{ g/cm}^3$ ,

- - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $2,72 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho$  :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] =  $2,15 \text{ g/cm}^3$ ,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych =  $2,04 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n$ :
  - wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 16,0%,
  - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 26,65%,
- spójność  $c_u$  wyznaczona na podstawie literatury [ 1] = 49 kPa,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u$  wyznaczony na podstawie literatury [ 1] =  $10^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0$  :
  - wyznaczony na podstawie literatury [ 1] = 24 MPa,
  - $E_{\text{oed}}$  wyznaczony na podstawie sondowań DPL wg normy PN-EN 1997-2:2009 dla naprężeń efektywnych od warstw gruntów zalegających powyżej = 10 MPa.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy D** to:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,21$ ,
- gęstość właściwa  $\rho_s = 2,72 \text{ g/cm}^3$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 2,04 \text{ g/cm}^3$ ,
- wilgotność naturalna  $w_n = 26,65 \%$ ,
- spójność  $c_u = 49 \text{ kPa}$ ,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_u = 10^\circ$ ,
- moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 10 \text{ MPa}$ .

### 3.3.2 Wysadzinowość gruntów

Na podstawie normy PN-S-02205: 1998, *Instrukcji Badań Podłoża Gruntowego (Tablica Z-2.16.)* oraz *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*, określono wysadzinowość gruntów.

Stwierdzono, że na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt występują grunty niewysadzinowe, wątpliwe, mało wysadzinowe i bardzo wysadzinowe:

- piaski średnie, piaski średnie z kamieniami i piaski grube z kamieniami (**warstwy Ia, Ib**) zaliczono do **gruntów niewysadzinowych**,
- piaski średnie z domieszką iltu (średnie zaglinione), piaski grube (pospółki gliniaste) (**warstwy Ia, Ib**) zaliczono do **gruntów wątpliwych**,

- gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste), piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem i pyły ilaste (gliny pylaste) (**warstwy B1a, B1b, B1c**) zaliczono do **gruntów bardzo wysadzinowych**,
- łąy pylaste (gliny pylaste zwięzłe) (**warstwy D**) zaliczono do **gruntów mało wysadzinowych**.

### 3.3.3 Kategorie gruntów ze względu na odpajanie i ładowanie

Na podstawie KNR 2-01, określono kategorię gruntów podłóża ze względu na ich odpajanie i ładowanie:

- łąy pylaste (gliny pylaste zwięzłe), grunty nasypowe - łłuczeń (**warstwy D, nB**) zaliczono do **gruntów kategorii IV**,
- gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste), piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem i pyły ilaste (gliny pylaste) oraz łąy pylaste (gliny pylaste zwięzłe), piaski łrednie z kamieniami i piaski grube z kamieniami (**warstwy B1a, B1b, B1c, D, Ia, Ib**) zaliczono do **gruntów kategorii III**,
- piaski łrednie (**warstwa Ia, Ib, nB**) zaliczono do **gruntów kategorii I**,
- piaski łrednie z domieszką łłu, piaski grube (pospółki gliniaste) (**warstwa Ia, Ib**) zaliczono do **gruntów kategorii II**,
- grunty nasypowe - kostka granitowa (**warstwa nB**) zaliczono do **kategorii V**.

### 3.3.4 Ocena jakołci podłóża gruntowego

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podłóże terenu charakteryzuje się występowaniem gruntów zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym. Stanowią je grunty rodzime **gruboziarniste (niespoiste)** reprezentowane przez piaski łrednie z domieszką łłu (łrednie zaglinione), piaski łrednie, piaski łrednie z kamieniami, piaski grube (pospółki gliniaste) i piaski grube z kamieniami, **rodzime grunty drobnoziarniste (spoiste)** w postaci gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste), piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem, pyły ilaste (gliny pylaste), łąy pylaste (gliny pylaste zwięzłe) oraz **grunty antropogeniczne** (nasypy niebudowlane i budowlane).

**Klasyfikację gruntów i ich przydatność do budowy**, podano na podstawie uziarnienia i cech fizyko – mechanicznych [ 1]:

- **Warstwa nN** – grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane) zbudowane z mieszaniny humusu (gleby), gliny pylastej, fragmentów cegieł, kamieni i piasku średniego. Grunty te ze względu na ich niejednorodny skład należy traktować jako **słabonośne i ściśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] grupa nośności podłoża znajduje się poza klasyfikacją.
- **Warstwa nB** – grunty antropogeniczne (nasypy budowlane) składające się z piasku średniego ze żwirem, tłucznia lub bruku kamiennego. Grunty te ze względu na skład należy uznać jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G1**.
- **Warstwa Ia** – grunty gruboziarniste (niespoiste) w stanie średniozagęszczonym, reprezentowane przez piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), piaski średnie, piaski średnie z kamieniami, piaski grube (pospółki gliniaste). Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G1 ÷ G2**.
- **Warstwa Ib** – grunty gruboziarniste (niespoiste) w stanie zagęszczonym, reprezentowane przez piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), piaski średnie i piaski grube z kamieniami. Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G1 ÷ G2**.
- **Warstwa B1a** – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie zwartym, reprezentowane przez piaski zailone (gliny piaszczyste) i gliny pylaste (gliny). Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.
- **Warstwa B1b** – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie twar doplastycznym, reprezentowane przez pyły ilaste (gliny pylaste). Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.
- **Warstwa B1c** – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie twar doplastycznym, reprezentowane przez piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem, gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste) i pyły ilaste (gliny pylaste). Grunty te należy traktować jako **średnionośne i średniościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.

- **Warstwa D – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie twardoplastycznym, reprezentowane przez ility pylaste (gliny pylaste zwięzłe).** Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [c] należą one do grupy nośności podłoża **G3**.

Do bezpośredniego posadowienia projektowanej budowli nadają się wszystkie **grunty rodzime** drobnoziarniste (spoiste) i gruboziarniste (niespoiste) oraz grunty antropogeniczne – nasypy budowlane budujące warstwy **la, lb, B1a, B1b, B1c, nB**. Traktować należy je jako **nośne i średnionośne** oraz **mało i średniościśliwe**.

Należy jednak zwrócić uwagę, że grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste) należące do warstw **B1a, B1b i B1c** są gruntami bardzo wysadzinowymi zakwalifikowanymi do grupy nośności **G4**. Ponadto należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia większych osiadań na obszarze występowania gruntów **średnionośnych i średniościśliwych** należących do warstwy **B1c**.

Do bezpośredniego i pośredniego posadowienia projektowanych budowli nie nadają się natomiast **grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane) nN**, ze względu na ich niejednorodny skład traktować je należy jako **słabonośne i ściśliwe**. Grunty te należy usunąć i zastąpić warstwą o dobrej zagęszczalności np. pospółkami czy piaskiem różnoziarnistym lub zastosować odpowiednie wzmocnienie podłoża.

Prowadzenie prac budowlanych w gruntach drobnoziarnistych (spoistych) należących do warstwy **B1a, B1b i B1c** wiąże się z ich zabezpieczeniem przed kontaktem z wodą, który może doprowadzić do uplastycznienia a nawet upłynnienia budujących je gruntów, a tym samym do pogorszenia ich parametrów geotechnicznych.

Należy zwrócić uwagę, że pod istniejącą nawierzchnią drogi krajowej nr 12 na głębokości 0,4 ÷ 0,5 m ppt oraz w otworze O-5 na głębokości 1,4 m ppt stwierdzono występowanie bruku kamiennego. Jego grubość wynosi ok 0,2 m.

## 4 Podsumowanie i wnioski

1. „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego określająca warunki gruntowo-wodne podłoża terenu dla zadania pod nazwą „Rozbudowa drogi krajowej nr 12 na odcinku od km 46+300 do km 46+706 w m. Marszów” została wykonana na podstawie zlecenia wystawionego przez BIURO INŻYNIERSKIE TRAKT z siedzibą w miejscowości Sędziszów 50.
2. 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. 2012 Nr 81, poz. 463)*, stwierdzić należy, że badany obszar charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi a projektowany obiekt proponuje się zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.
3. Podłoże terenu charakteryzuje się występowaniem gruntów zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym. Stanowią je grunty rodzime gruboziarniste (niespoiste) reprezentowane przez piaski średnie z domieszką iłu (średnie zaglinione), piaski średnie, piaski średnie z kamieniami, piaski grube (pospółki gliniaste) i piaski grube z kamieniami, rodzime grunty drobnoziarniste (spoiste) w postaci gliny pylaste (gliny), piaski zailone (gliny piaszczyste), piaski ilaste (gliny piaszczyste) ze żwirem, pyły ilaste (gliny pylaste), iły pylaste (gliny pylaste zwięzłe) oraz grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane i budowlane).
4. Na badanym terenie do głębokości 0,6 ÷ 7,0 m ppt nie stwierdzono występowania zwierciadła wody podziemnej w żadnym z otworów badawczych. W otworach badawczych O-6, O-10A, O-15 i O-16 na głębokości 1,6 ÷ 2,2 m ppt (tj. na rzędnej 131,62 ÷ 135,12 m npm) stwierdzono jedynie sączenia wód podziemnych.
5. W podłożu badanego terenu wydzielono 8 warstw geotechnicznych: 2 w gruntach rodzimych gruboziarnistych (niespoistych) – Ia, Ib, 4 w gruntach rodzimych drobnoziarnistych (spoistych) – B1a, B1b, B1c, D, 2 w gruntach antropogenicznych (nasypanych) – nN, nB.

6. Na podstawie *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* stwierdzono, że na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt występują grunty niewysadzinowe, wątliwe, mało wysadzinowe i bardzo wysadzinowe.
7. Na podstawie KNR 2-01, określono kategorię gruntów podłoża ze względu na ich odspajanie i ładowanie. Na badanym obszarze występują grunty zaliczone do kategorii IV (warstwa D), kategorii III (warstwy B1a, B1b, B1c, Ia, Ib), kategorii II (warstwa Ia, Ib) i kategorii I (warstwa Ia, Ib).
8. Do bezpośredniego posadowienia projektowanej budowli nadają się wszystkie grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste) i gruboziarniste (niespoiste) oraz grunty antropogeniczne – nasypy budowlane budujące warstwy Ia, Ib, B1a, B1b, B1c, nB. Traktować należy je jako nośne i średnio-nośne oraz mało i średniościśliwe.
9. Należy zwrócić uwagę, że grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste) należące do warstw B1a, B1b i B1c są gruntami bardzo wysadzinowymi zakwalifikowanymi do grupy nośności G4. Ponadto należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia większych osiadań na obszarze występowania gruntów średnio-nośnych i średniościśliwych należących do warstwy B1c.
10. Do bezpośredniego i pośredniego posadowienia projektowanych budowli nie nadają się natomiast grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane) nN, ze względu na ich niejednorodny skład traktować je należy jako słabonośne i ściśliwe. Grunty te należy usunąć i zastąpić warstwą o dobrej zagęszczalności np. pospótkami czy piaskiem różnoziarnistym lub zastosować odpowiednie wzmocnienie podłoża.
11. Prowadzenie prac budowlanych w gruntach drobnoziarnistych (spoistych) należących do warstwy B1a, B1b i B1c wiąże się z ich zabezpieczeniem przed kontaktem z wodą, który może doprowadzić do uplastycznienia a nawet upłynnienia budujących je gruntów, a tym samym do pogorszenia ich parametrów geotechnicznych.

12. Należy zwrócić uwagę, że pod istniejącą nawierzchnią drogi krajowej nr 12 na głębokości 0,4 ÷ 0,5 m ppt oraz w pobliżu otworu O-5 na głębokości 1,4 m ppt stwierdzono występowanie bruku kamiennego. Jego grubość wynosi ok 0,2 m.