

Dokumentacja z badań podłoża wraz z opinią geotechniczną i projektem geotechnicznym

**z rozpoznania warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb projektu
rozbudowy Drogi Wojewódzkiej nr 461 w miejscowościach
Dąbrówka Łubniańska i Łubniany**

Inwestor:

**Zarząd Dróg Wojewódzkich w Opolu
ul. Oleska 127, 45-231 Opole**

Zlecniodawca:

**DMK Inżynieria Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 64/7, 44-200 Rybnik**

Opracował:

.....

mgr inż. Jarosław Łukasiński

Rybnik, czerwiec 2020 r.

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| I. DOKUMENTACJA Z BADAŃ PODŁOŻA I OPINIA GEOTECHNICZNA | 3 |
| 1. WSTĘP | 3 |
| 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ | 5 |
| 3. ZAKRES WYKONANYCH PRAC | 5 |
| 4. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA TERENU BADAŃ | 7 |
| 5. OCENA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH | 13 |
| 6. WNIOSKI I ZALECENIA | 15 |
| 7. SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH | 16 |
| II. PROJEKT GEOTECHNICZNY | 17 |

Spis załączników:

- Załącznik nr 1 Mapa orientacyjna obszaru badań
- Załącznik nr 2 Mapy dokumentacyjne
- Załącznik nr 3 Karty otworów badawczych
- Załącznik nr 4 Karty sondowań dynamicznych
- Załącznik nr 5 Przekroje geotechniczne
- Załącznik nr 6 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych
- Załącznik nr 7 Sprawozdania z badań CBR
- Załącznik nr 8 Zestawienie wyników badań wskaźnika piaskowego
- Załącznik nr 9 Tabela normowych parametrów geotechnicznych
- Załącznik nr 10 Objaśnienie symboli i znaków

I. DOKUMENTACJA Z BADAŃ PODŁOŻA I OPINIA GEOTECHNICZNA

1. Wstęp

Niniejszą dokumentację opracowano:

| | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Inwestor: | Zarząd Dróg Wojewódzkich w Opolu ul. Oleska 127, 45-231 Opole |
| Zleceniodawca: | DMK Inżynieria Sp. z o.o. ul. Kościuszki 64/7, 44-200 Rybnik |
| Wykonawca: | BIO – GEO Wioleta Małecka ul. Łączna 99E, 44-200 Rybnik |

Podstawę prawną opracowania stanowi Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).

Do opracowania niniejszej dokumentacji wykorzystano również:

- Szczegółową Mapę Geologiczną Polski – arkusz Jełowa w skali 1:50000;
- dane z wizji terenu i własne materiały archiwalne (opracowania geotechniczne);
- wyniki wierceń i badań terenowych;
- badania laboratoryjne;
- obowiązujące normy.

1.1. Cel prac badawczych

Prace wiertnicze, badania laboratoryjne i wszelkie obserwacje terenowe wykonano w celu ustalenia warunków gruntowo-wodnych w podłożu terenu przewidzianego pod inwestycję.

Rozpoznanie warunków geotechnicznych (geologicznych i hydrogeologicznych) panujących w podłożu projektowanej inwestycji dostarczy Projektantowi niezbędnej wiedzy o poziomach wód gruntowych oraz o układzie warstw gruntów wraz z ich uogólnionymi parametrami fizyko-mechanicznymi.

1.2. Charakterystyka techniczna projektowanego obiektu

Inwestycja, zlokalizowana w miejscowościach Dąbrówka Łubniańska i Łubniany, obejmuje:

- rozbudowę drogi wojewódzkiej nr 461 na odcinku ok. 0,65 km (9+780÷10+431) tj. od skrzyżowania z ul. Powstańców Śląskich do mostu JN1 11180052 w km 10+431
- przebudowę obiektu mostowego nr JN1 11180052 w km 10+431 wraz z rozbudową DW 461 za mostem w kierunku m. Dąbrówka Łubniańska

- przebudowę obiektu mostowego nr JN1 11180053 w km 10+920 wraz z rozbudową DW 461 (kontynuacja rozbudowy ww. odcinka DW 461 tj. od mostu JN1 11180052 do skrzyżowania z ul. Szkolną)
- rozbudowę drogi wojewódzkiej nr 461 na odcinku ok. 1,2 km (11+114÷12+292) tj. od skrzyżowania z ul. Szkolną (dz. nr 179 am 2 obr. Dąbrówka Łubniańska) do zjazdu na dz. nr 287 am 4 obr. Dąbrówka Łubniańska.
- budowę ciągu pieszo – jezdnego na odcinkach wymagających zabezpieczenia ruchu pieszych i rowerzystów.
- przebudowę i budowę chodników.
- budowę i przebudowę zatok autobusowych.
- przebudowę i budowę zatok postojowych.
- budowę poboczy gruntowych.
- przebudowę skrzyżowań z drogami podporządkowanymi.
- przebudowę obiektów inżynierskich do klasy nośności A:
 - most nr JN1 11180053 - dł. przęsła 8,5 m, szer. przęsła 7,7 m; jednoprzęsłowy; rodzaj konstrukcji dźwigarów: belki prefabrykowane; materiał konstrukcji dźwigarów: stal-beton (konstrukcja zespolona)
 - most nr JN1 11180052 - dł. przęsła 5,2 m, szer. przęsła 12,25 m; schemat statyczny ustroju niosącego: łukowy z przegłębami; rozpiętość w świetle podpór 4,60/3,80 m; materiał konstrukcji dźwigarów: beton niezbrojony; materiał konstrukcji pomostu: beton niezbrojony.
- przebudowę innych obiektów inżynierskich pod koroną drogi - zinwentaryzowanych przez Jednostkę Projektową na podstawie wizji w terenie
- przebudowę i budowę zjazdów publicznych i indywidualnych.
- odwodnienie drogi poprzez: kompleksową budowę i przebudowę kanalizacji deszczowej – w miejscach tego wymagających, renowację i odbudowę rowów przydrożnych oraz zapewnienie odwodnienia terenów przyległych.

Wielkość przenoszonych obciążeń na grunt zostanie dostosowana do parametrów geotechnicznych podłoża po wykonaniu badań geologicznych.

Na podstawie danych uzyskanych od Projektanta oraz w odniesieniu do warunków geologiczno-inżynierskich, zgodnie z obowiązującymi przepisami, projektowany obiekt zalicza się do II kategorii geotechnicznej.

2. Ogólna charakterystyka terenu badań

2.1. Lokalizacja

Pod względem administracyjnym teren projektowanej inwestycji zlokalizowany jest:

- miejscowość – Dąbrówka Łubniańska, Łubniany;
- gmina – Łubniany;
- powiat – opolski;
- województwo – opolskie.

Orientacyjną lokalizację przedstawia załącznik nr 1.

2.2. Morfologia i hydrografia

Pod względem fizycznogeograficznym miejsce badań położone jest w obrębie mezoregionu Równina Opolska, należącego do makroregionu Nizina Śląska.

Teren znajduje się dorzeczu rzeki Odry. Odwadniany jest przez rzekę Brynicę, która przepływa przez obszar badań.

Teren opada w kierunku Brynicy. Rzędne terenu w miejscu wykonanych odwiertów zawierają się w przedziale 165,8-169,2 m n.p.m.

2.3. Zagospodarowanie terenu badań

Obszar badań znajduje się w ciągu drogi wojewódzkiej. Przebiega głównie przez obszary o zabudowie jednorodzinnej. W ciągu drogi występują dwa obiekty mostowe.

Na analizowanym terenie nie występują obszary i obiekty przyrody chronionej. Nie występują również obszary Natura 2000.

3. Zakres wykonanych prac

3.1. Wiercenia badawcze

Zgodnie ze zleceniem w miejscach uzgodnionych z Projektantem w podłożu projektowanej inwestycji odwiercono 43 otwory badawcze: piętnaście do głębokości 2,5 m p.p.t., dwanaście do głębokości 3,0 m p.p.t., dwanaście do głębokości 4,0 m p.p.t. i cztery do głębokości 20 m p.p.t. Łączna długość wykonanych otworów wynosi 201,5 mb. Lokalizację wykonanych odwiertów przedstawiono na mapach dokumentacyjnych (załącznik nr 2).

Otwory wytyczono ręcznym urządzeniem GPS na podstawie współrzędnych geograficznych, a następnie sprawdzono poprawność wytyczenia metodą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do najbliższych istniejących szczegółów sytuacyjnych.

Wysokość otworów badawczych określono drogą niwelacji technicznej, w dowiązaniu do rzędnych odczytanych z planu sytuacyjno-wysokościowego otrzymanego od Zleceniodawcy.

Otwory wykonano wiertnicą mechaniczną WG-1, metodą na sucho, przy użyciu świdra ślimakowego o średnicy 82 mm. W trakcie prowadzonych prac badawczych wykonano analizę makroskopową występujących w otworach gruntów, określając ich stratygrafię, genezę i litologię oraz podstawowe cechy fizyczne (barwę, wilgotność, stan).

Pobrano próby NU z gruntów niespoistych oraz NW z gruntów spoistych.

W otworach przeprowadzono obserwację występowania zwierciadła wód gruntowych.

Po przeprowadzeniu badań terenowych otwory zasypano urobkiem własnym z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw. Wykonane wiercenia badawcze i sposób likwidacji otworów nie wpłynęły na zmianę parametrów geotechnicznych podłoża jak również na zmianę środowiska naturalnego.

Ponadto przy otworach wykonano 6 sondowań dynamicznych:

- dwa badania sondą ciężką (DPH) - do głębokości 11,4 m p.p.t. (przy otworze M2) i 9,6 m p.p.t. (przy otworze M3);
- cztery badania sondą lekką (DPL) - do głębokości 4,0 m p.p.t. (przy otworach 12, 18, 27 i 37).

Łącznie wykonano 37 m sondowań.

Prace terenowe prowadzono pod stałym dozorem uprawnionego geologa mgr inż. Marcina Małeckiego.

3.2. Prace laboratoryjne

Próby gruntu poddano badaniom laboratoryjnym zgodnie z normą PN-88/B-04481.

Na próbach gruntu NU i NW wykonano następujące oznaczenia:

- analiza makroskopowa gruntu ze wszystkich prób;
- analiza granulometryczna;
- badania wilgotności naturalnej i granic konsystencji;
- badania wskaźnika nośności CBR;
- badania wskaźnika piaskowego.

3.3. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych zapoznano się z istniejącymi materiałami archiwalnymi i mapami geologicznymi, zebrano i przestudiowano informacje uzyskane na miejscu przeprowadzonych badań oraz informacje zawarte w Internecie.

Drugi etap prac kameralnych to analiza wyników badań terenowych oraz graficzne, obliczeniowe i tekstowe opracowanie niniejszej dokumentacji.

Na podstawie wykonanych wierceń badawczych, badań laboratoryjnych i obserwacji terenowych wykonano i opracowano:

- karty dokumentacyjne otworów badawczych [zał. nr 3];
- karty sondowań dynamicznych [zał. nr 4];
- przekroje geotechniczne [zał. nr 5];
- tekst dokumentacji wraz z wnioskami.

4. Charakterystyka geotechniczna terenu badań

4.1. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną scharakteryzowano na podstawie wykonanych prac, posiłkując się Szczegółową Mapą Geologiczną Polski.

Konstrukcję jezdni stanowi nawierzchnia asfaltowa o grubości 10-19 cm, ułożona na podbudowie z kostki granitowej i kamienia o grubości 15-45 cm. W rejonach poza nawierzchnią teren pokrywa warstwa nasypu niekontrolowanego o grubości od 0,5 do 1,1 m, lokalnie gleba.

Podłoże rodzime w rejonie otworów 7-18 i M1-M4 budują holocenyjskie utwory rzeczne tarasów zalewowych - piaski i gliny rzeczne. Utwory te zostały przewiercone w otworach M1-M4 - na głębokości 9,2-11,3 natrafiono na mioceńskie iły, a głębiej, na głębokości 10,0-13,8 m p.p.t. na triasowe iłowce.

Podłoże rodzime w rejonie otworów 01-06 i 19-39 budują utwory plejstocenyjskie - utwory lodowcowe i wodnolodowcowe - piaski i gliny. W otworach tych utwory plejstocenyjskie nie zostały przewiercone.

4.2. Warunki wodne

Wierceniami wykonanymi w maju 2020 roku stwierdzono, że w podłożu występuje zwierciadło wód gruntowych o charakterze swobodnym, lokalnie napiętym. Nawiercono je w 25 z 43 otworów, na głębokości 1,1-3,2 m p.p.t., stabilizuje się na głębokości 1,1-2,6 m p.p.t. Ponadto zaobserwowano lokalne sączenia wód.

Wyniki obserwacji hydrogeologicznych zestawiono w tabeli:

| Nr otworu | Głębokość nawierconego zwierciadła wód gruntowych [m p.p.t.] | Głębokość ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych [m p.p.t.] | Rzędna nawierconego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.] | Rzędna ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych [m n.p.m.] | Głębokość horyzontu sączeń wód [m p.p.t.] |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 01 | - | - | - | - | - |

| | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-------|----------|
| 02 | - | - | - | - | 1,1; 2,5 |
| 03 | - | - | - | - | - |
| 04 | - | - | - | - | 1,2 |
| 05 | - | - | - | - | - |
| 06 | 2,1 | 1,2 | 164,1 | 165,0 | 1,2 |
| 07 | - | - | - | - | - |
| 08 | 1,6 | 1,6 | 164,3 | 164,3 | - |
| 09 | 1,3 | 1,3 | 164,8 | 164,8 | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| M1 | 2,4 | 2,4 | 164,1 | 164,1 | - |
| M2 | 2,9 | 2,3 | 163,6 | 164,2 | - |
| 11 | 1,6 | 1,6 | 164,4 | 164,4 | - |
| 12 | 1,6 | 1,6 | 164,2 | 164,2 | - |
| 13 | 1,6 | 1,6 | 164,3 | 164,3 | - |
| 14 | 1,6 | 1,6 | 164,4 | 164,4 | - |
| 15 | 1,7 | 1,7 | 164,5 | 164,5 | - |
| 16 | 2,0 | 1,8 | 164,3 | 164,5 | - |
| 17 | - | - | - | - | - |
| M3 | 1,6 | 1,6 | 164,2 | 164,2 | - |
| M4 | 1,1 | 1,1 | 164,3 | 164,3 | - |
| 18 | 2,1 | 2,1 | 164,5 | 164,5 | 1,4 |
| 19 | - | - | - | - | - |
| 20 | 1,7 | 1,7 | 165,2 | 165,2 | - |
| 21 | 1,6 | 1,6 | 165,4 | 165,4 | - |
| 22 | - | - | - | - | - |
| 23 | 1,7 | 1,7 | 165,7 | 165,7 | - |
| 24 | - | - | - | - | - |
| 25 | - | - | - | - | 1,8 |
| 26 | 2,2 | 2,2 | 165,6 | 165,6 | - |
| 27 | 3,2 | 2,4 | 164,4 | 165,2 | - |
| 28 | 2,5 | 2,5 | 165,1 | 165,1 | - |
| 29 | - | - | - | - | - |
| 30 | 1,8 | 1,8 | 166,1 | 166,1 | - |
| 31 | 1,9 | 1,9 | 165,8 | 165,8 | - |
| 32 | 2,4 | 2,4 | 165,8 | 165,8 | - |
| 33 | 1,4 | 1,4 | 167,1 | 167,1 | - |
| 34 | - | - | - | - | - |
| 35 | 2,6 | 2,6 | 166,0 | 166,0 | - |
| 36 | - | - | - | - | - |
| 37 | - | - | - | - | - |
| 38 | - | - | - | - | - |
| 39 | - | - | - | - | - |

Należy mieć na uwadze, że w zależności od pory roku i warunków pogodowych możliwe są okresowe wahania poziomu zwierciadła wód gruntowych. W porach mokrych (intensywne opady, roztopy śniegu) poziom ten może wzrastać, natomiast w porach suchych opadać.

4.3. Warunki geotechniczne

W dokumentowanym podłożu wydzielono pięć grup genetycznych utworów:

- grupę I – w skład której zaliczono nawierzchnie i grunty nasypowe;
- grupę II – w obejmującą holocenijskie utwory rzeczne tarasów zalewowych;
- grupę III – do której zaliczono plejstocenijskie utwory lodowcowe i wodnolodowcowe;
- grupę IV – w obejmującą miocenijskie iły;
- grupę V – w skład której zaliczono triasowe iłowce.

Podziału gruntów podłoża na odpowiednie warstwy geotechniczne dokonano na podstawie wierceń badawczych, sondowań i prac laboratoryjnych, stosując normy PN-81/B03020 oraz PN-86-B-02480. Grupy nośności podłoża dla potrzeb konstrukcji nawierzchni wyznaczono zgodnie z Katalogiem Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych na podstawie wysadzinowości.

Parametry geotechniczne określono metodą „B”, przez wykorzystanie zależności korelacyjnych parametrów geotechnicznych w oparciu o normę PN/B-03020, biorąc pod uwagę stopień zagęszczenia I_D dla gruntów niespoistych oraz stopień plastyczności I_L .

Zalegające w podłożu grunty ze względu na zróżnicowanie parametrów fizyko-mechanicznych i genezę podzielono na następujące warstwy geotechniczne:

- **Warstwa Ia:**

Obejmuje nawierzchnię asfaltową o grubości 10-19 cm, ułożoną na podbudowie z kostki granitowej i kamienia o grubości 15-45 cm.

- **Warstwa Ib:**

Obejmuje grunty nasypowe - nasyp niekontrolowany o grubości 0,5-1,1 m, zbudowany z humusu, piasku, gliny, gruzu, łupka i kruszywa. Występują w stanie luźnym i średnio zagęszczonym. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych. Do warstwy tej zaliczono także glebę.

- **Warstwa IIa:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są nawodnione, w stanie bardzo zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,88$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IIb:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są nawodnione, w stanie zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,80$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IIc:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są nawodnione, w stanie zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,70$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IId:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,60$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IIe:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są wilgotne, mokre i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,48$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa II f:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są wilgotne, w stanie luźnym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,28$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IIg:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski drobne (lokalnie zaglinione). Grunty są wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1), a w rejonach zaglinionych do wątpliwie wysadzinowych (grupa nośności G2).

- **Warstwa IIh:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski drobne. Grunty są wilgotne i mokre, w stanie luźnym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,28$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa Ili:**

Obejmuje rodzime grunty mało i zwięzłe spoiste – piaski gliniaste i gliny pylaste zwięzłe. Grunty są mało wilgotne, w stanie półzwałym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,00$. Gliny pylaste zwięzłe zaliczono do gruntów mało wysadzinowych (grupa nośności G4 z uwagi na występowanie poniżej zwierciadła wód gruntowych), a piaski gliniaste do bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIj:**

Obejmuje rodzime grunty mało i średnio spoiste – piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Grunty są mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,15$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIk:**

Obejmuje rodzime grunty średnio spoiste – gliny piaszczyste. Grunty są wilgotne, w stanie twardoplastycznym na pograniczu z plastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,25$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIl:**

Obejmuje rodzime grunty mało, średnio i zwięźło spoiste – piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny piaszczyste zwięzłe. Grunty są wilgotne, w stanie plastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,35$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIm:**

Obejmuje rodzime grunty mało spoiste – piaski gliniaste. Grunty są wilgotne, w stanie miękkoplastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,53$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych. Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIa:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie (lokalnie zaglinione). Grunty są wilgotne i nawodnione, w stanie zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,70$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1), a w rejonach zaglinionych do wątpliwie wysadzinowych (grupa nośności G3 z uwagi na występowanie poniżej zwierciadła wód gruntowych).

- **Warstwa IIIb:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie. Grunty są wilgotne, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,60$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1).

- **Warstwa IIIc:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie (lokalnie zaglinione i z przewarstwieniami gruntów spoistych) oraz piaski grube. Grunty są wilgotne, mokre i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1), w rejonach zaglinionych do wątpliwie wysadzinowych (grupa nośności G2 powyżej i G3 poniżej

zwierciadła wód), a w rejonach z przewarstwieniami gruntów spoistych do mało wysadzinowych (grupa nośności G3 powyżej i G4 poniżej zwierciadła wód).

- **Warstwa IIId:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski średnie (lokalnie zaglinione i z przewarstwieniami gruntów spoistych). Grunty są wilgotne i mokre, w stanie luźnym na pograniczu średnio zagęszczonego, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,33$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1), a w rejonach zaglinionych i z przewarstwieniami gruntów spoistych do mało wysadzinowych (grupa nośności G3).

- **Warstwa IIIf:**

Obejmuje rodzime grunty niespoiste – piaski drobne (lokalnie zaglinione). Grunty są mało wilgotne, wilgotne, mokre i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętym ogólnie stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$. Zaliczono je do gruntów niewysadzinowych (grupa nośności G1), a w rejonach zaglinionych do wątpliwie wysadzinowych (grupa nośności G2).

- **Warstwa IIIg:**

Obejmuje rodzime grunty średnio spoiste – gliny piaszczyste. Grunty są mało wilgotne, w stanie półzwałym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,00$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIh:**

Obejmuje rodzime grunty średnio i zwięzłe spoiste – gliny piaszczyste i gliny zwięzłe. Grunty są mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,15$. Gliny piaszczyste zaliczono do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4), a gliny zwięzłe do mało wysadzinowych (grupa nośności G3). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIi:**

Obejmuje rodzime grunty mało i średnio spoiste – piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Grunty są wilgotne, w stanie twardoplastycznym na pograniczu z plastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,25$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIj:**

Obejmuje rodzime grunty mało i średnio spoiste – piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Grunty są wilgotne, w stanie plastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,35$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIk:**

Obejmuje rodzime grunty mało i średnio spoiste – piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Grunty są wilgotne, w stanie plastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,45$.

Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych (grupa nośności G4). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IIIk:**

Obejmuje rodzime grunty mało spoiste – piaski gliniaste. Grunty są wilgotne, w stanie miękkoplastycznym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,62$. Zaliczono je do gruntów bardzo wysadzinowych. Przyjęto dla nich grupę konsolidacji C.

- **Warstwa IV:**

Obejmuje rodzime grunty bardzo spoiste – ily. Grunty są mało wilgotne, w stanie półzwałym, o przyjętym ogólnie stopniu plastyczności $I_L = 0,00$. Zaliczono je do gruntów mało wysadzinowych (grupa nośności G4 z uwagi na występowanie poniżej zwierciadła wód gruntowych). Przyjęto dla nich grupę konsolidacji D.

- **Warstwa V:**

Obejmuje rodzime skaliste – iłowce. Grunty są nośne, niewysadzinowe. Zaliczono je do skał miękkich, $R_c > 0,2$ MPa.

Uzupełnieniem opisu warstw geotechnicznych są załączone karty otworów badawczych (załącznik nr 3), karty sondowań (załącznik nr 4) i przekroje geotechniczne (załącznik nr 5). Wartości parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw zawiera załącznik nr 9 – tabela normowych parametrów geotechnicznych.

5. Ocena warunków geotechnicznych

Grupy nośności dla podłoża wyznaczono w oparciu o:

- badania wskaźnika nośności CBR (przyjmuje się G1 dla wartości większej niż 10%, G2 dla 5-10%, G3 dla 3-5%, G4 dla 2-3%);
- badania wskaźnika piaskowego (przyjmuje się G1 dla wartości większej niż 35%, G2 dla 25-35% i G3-G4 dla wartości poniżej 25%);
- wysadzinowości gruntu zgodnie z Katalogiem Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych.

W przypadkach, gdy wyniki klasyfikacji podłoża gruntowego nawierzchni według tych sposobów wyszły różne, przyjęto gorszą grupę nośności podłoża gruntowego.

Rodzaj gruntu oceniono do głębokości 1 m od spodu projektowanej konstrukcji nawierzchni. Przypowierzchniowych gruntów nasypowych nie zakwalifikowano do grupy nośności. Po ich usunięciu proponuje się przyjąć:

- w rejonie otworów 01-03, 05-07, 13, 14, - grupę nośności G4

- w rejonie otworu 04 - grupę nośności G2 (przy czym należy zwrócić uwagę, że w rejonie tym na głębokości 1,3-1,7 m p.p.t. nawiercono słabo nośne grunty miękkoplastyczne – podczas projektowania należy ocenić, czy grunty nie będą miały negatywnego wpływu na konstrukcję nawierzchni i czy rejon ten wymaga indywidualnego projektowania);
- w rejonie otworów 08, 10-12, 15-29, 32-39 - grupę nośności G1
- w rejonie otworu 09 - grupę nośności G1 (przy czym należy zwrócić uwagę, że w rejonie tym na głębokości 1,6-3,0 m p.p.t. nawiercono słabo nośne grunty miękkoplastyczne – podczas projektowania należy ocenić, czy grunty nie będą miały negatywnego wpływu na konstrukcję nawierzchni i czy rejon ten wymaga indywidualnego projektowania);
- w rejonie otworów 30, 31 - grupę nośności G2

Zaleca się, aby po przygotowaniu koryta pod projektowaną nawierzchnię zbadać moduł wtórny odkształcenia podłoża E2, co pozwoli ocenić, czy podłoże spełnia wymagania dla projektowanej kategorii drogi, oraz czy jest zgodne z założeniami przyjętymi na etapie projektowania. Badanie wtórnego modułu odkształcenia można wykonać przy użyciu płyty statycznej VSS lub płyty dynamicznej. Jeżeli badania kontrolne wykażą, że nośność podłoża gruntowego określona w czasie robót jest gorsza od przyjętej do projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża to należy przeprojektować dolne warstwy konstrukcji nawierzchni i warstwę ulepszanego podłoża z uwzględnieniem niższej nośności podłoża. W przypadku występowania w wykopie piasków w stanie luźnym, konieczne będzie ich dogęszczenie.

Głębokość i sposób posadowienia obiektów mostowych należy tak dobrać, aby nie przekraczać stanów granicznych nośności warstw. Zaleca się posadowienie w dobrze zagęszczonych gruntach piaszczystych,

Wierceniami wykonanymi w maju 2020 roku stwierdzono, że w podłożu występuje zwierciadło wód gruntowych o charakterze swobodnym, lokalnie napiętym. Nawiercono je w 25 z 43 otworów, na głębokości 1,1-3,2 m p.p.t., stabilizuje się na głębokości 1,1-2,6 m p.p.t. Ponadto zaobserwowano lokalne sączenia wód.

W miejscu posadowienia dwóch obiektów mostowych (rejon otworów M1, M2, M3 i M4) - zaleca się przyjąć **złożone** warunki gruntowo-wodne z uwagi na płytkie zaleganie zwierciadła wód gruntowych.

Dla pozostałego obszaru, gdzie planuje się wykonanie rozbudowy drogi, warunki gruntowo-wodne w świetle wykonanego rozpoznania można przyjąć jako **proste** - podłoże budują głównie grunty nośne, a warunki wodne pozwalają na posadowienie powyżej poziomu zwierciadła wód gruntowych.

5.1 Warunki prowadzenia robót ziemnych

W podłożu zalegają grunty o kategorii urabialności: I (gleba), II (piaski), III (nasypy, gliny), IV (gliny zwieżłe, ily) i V-VI (iłowce) (wg Katalogu Nakładów Rzeczowych nr 2-01 – Budowle i roboty ziemne – Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, 1997).

Wierceniami wykonanymi w maju 2020 roku stwierdzono, że w podłożu występuje zwierciadło wód gruntowych o charakterze swobodnym, lokalnie napiętym. Nawiercono je na głębokości 1,1-3,2 m p.p.t., stabilizuje się na głębokości 1,1-2,6 m p.p.t. Ponadto zaobserwowano lokalne sączenia wód.

Stwierdzone w podłożu wszystkie grunty spoiste zalicza się do gruntów tiksotropowych, czyli bardzo wrażliwych na zawilgocenia oraz wstrząsy od sprzętu budowlanego (zagęszczarki), pod wpływem których mogą się one uplastyczniać i pogarszać swoją nośność. Zaleca się, aby wszelkie prace ziemne, instalacyjne i fundamentowe prowadzone były w okresie możliwie suchym, bez opadów atmosferycznych, z pominięciem okresu zimowego. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby zrealizowany wykop nie był zalewany przez wody opadowe i powierzchniowe oraz należy unikać wykonywania wykopów na długo przed przystąpieniem do dalszych prac.

Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi w PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

6. Wnioski i zalecenia

1. W wyniku przeprowadzonych prac badawczych dla rozpoznania warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb projektowanej inwestycji w maju 2020 r. odwiercono 43 otwory badawcze i wykonano 6 sondowań dynamicznych. Szczegółowe wykształcenie litologiczne badanego terenu przedstawiono na kartach otworów (załącznik nr 3), kartach sondowań (załącznik nr 4) i przekrojach geotechnicznych (załącznik nr 5).
2. Podłoże budują grunty nasypowe, holocenijskie utwory rzeczne tarasów zalewowych, plejstocenijskie utwory lodowcowe i wodnolodowcowe, mioceńskie ily i triasowe iłowce. W podłożu występuje zwierciadło wód gruntowych o charakterze swobodnym, lokalnie napiętym. Nawiercono je w 25 z 43 otworów, na głębokości 1,1-3,2 m p.p.t., stabilizuje się na głębokości 1,1-2,6 m p.p.t.
3. Inwestycja zalicza się do II kategorii geotechnicznej. Warunki gruntowo-wodne można przyjąć jako proste z wyłączeniem rejonu przepraw przez cieki wodne (rejon otworów M1, M2, M3 i M4), gdzie warunki kwalifikują się do złożonych. Ostatecznej oceny

warunków gruntowo-wodnych dokona Projektant w odniesieniu do przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych.

4. Ocenę warunków geotechnicznych przedstawiono w rozdziale 5 niniejszej dokumentacji.

5. Zaleca się na etapie realizacji inwestycji nadzór prac ziemnych przez uprawnionego geologa.

6. Normowa głębokość przemarzania gruntów dla tego rejonu wynosi 1,0 m p.p.t.

7. Spis literatury i materiałów archiwalnych

1. Mapa Geologiczna Polski - skala 1: 500 000;
2. E. Stupnicka „Geologia regionalna Polski”;
3. A. Wieczysty „Hydrogeologia inżynierska”;
4. Z. Pazdro „Hydrogeologia ogólna”;
5. Z. Wiłun „Zarys geotechniki”;
6. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 ;
7. Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463);
8. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych - opracowany na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad;
9. Katalog Nakładów Rzeczowych nr 2-01 – Budowle i roboty ziemne – Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, 1997;
10. Normy: PN – 81/B – 03020, PN – 86/B – 02480, PN – 74/B – 04452, PN – B – 06050, PN-80 B-01800.

II. PROJEKT GEOTECHNICZNY

1. Prognoza zmian właściwości gruntów w czasie

Okresowych zmian parametrów wytrzymałościowych gruntów należy spodziewać się głównie w strefie przypowierzchniowej. Na skutek prowadzenia prac ziemnych może dojść do odprężenia podłoża i jego rozluźnienia. W przypadku prowadzenia prac ziemnych w złych warunkach atmosferycznych, może dojść do zniszczenia struktury gruntów spoistych (uplastycznienie) poprzez działanie sprzętu budowlanego. Nie wolno doprowadzać do długotrwałego gromadzenia się wody w wykopach i przemarzania podłoża.

2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Zestawienie parametrów geotechnicznych podłoża zawiera załącznik nr 9. Podane parametry geotechniczne należy skorelować zgodnie z Załącznikiem A do normy EN 1997-1:2004.

3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa należy przyjąć zgodnie z Załącznikiem B do normy EN-1997-1:2004.

4. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model obliczeniowy podłoża gruntowego przyjęto na podstawie wykonanych odwiertów badawczych oraz badań laboratoryjnych gruntów, zebranych w dokumentacji z badań podłoża i opinii geotechnicznej.

5. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Analizę pod kątem osiadań i nośności podłoża gruntowego proponuje się przeprowadzić w oparciu o założenia normy PN – 81/03020 posadowienie bezpośrednie budowli. Osiadania należy sprawdzić zgodnie z Eurokodem. Nośność i osiadania oblicza Projektant obiektu.

6. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania obiektu

Dane niezbędne do zaprojektowania posadowienia (karty otworów wiertniczych, karty sondowań, przekroje geotechniczne, parametry geotechniczne, ocena warunków gruntowo-wodnych) zostały zebrane w dokumentacji z badań podłoża.

7. Prowadzenie prac ziemnych

Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

8. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt

Projektowane elementy betonowe należy odpowiednio zabezpieczyć odpowiednią izolacją. Kanalizację deszczową należy zabezpieczyć przed korodującym działaniem infiltrujących wód opadowych.

9. Monitoring obiektu

Monitoring obiektu podczas budowy i eksploatacji powinien obejmować obserwację wizualną i pomiary geodezyjne. Obiekt w czasie użytkowania powinien być poddawany przez właściciela lub zarządcę okresowej kontroli celem określenia jego technicznej sprawności zwłaszcza w zakresie elementów budowli narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne. Konieczne jest monitorowanie stanu wód gruntowych podczas realizacji inwestycji.