

## **SPIS TREŚCI:**

1. Wstęp.....	5
1.1. Podstawa opracowania.....	5
1.2. Przedmiot opracowania.....	5
1.3. Cel i zakres opracowania.....	5
2. Wykorzystane materiały.....	7
2.1. Przepisy prawne.....	7
2.2. Normy państwowe i branżowe.....	8
2.3. Literatura i geologiczne materiały archiwalne.....	9
3. Charakterystyka projektowanej inwestycji.....	10
3.1. Informacje ogólne.....	10
3.2. Lokalizacja i charakterystyka projektowanej trasy drogowej .....	12
3.3. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych towarzyszących dróg dojazdowych i poprzecznych .....	13
3.4. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych obiektów inżynierskich.....	15
3.5. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych przepustów drogowych i przejść dla pieszych.....	16
3.6. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych zbiorników retencyjnych.....	17
3.7. Lokalizacja projektowanego słupa wysokiego napięcia.....	18
4. Charakterystyka terenu badań.....	19
4.1. Lokalizacja, położenie administracyjne i użytkowanie terenu.....	19
4.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia terenu badań.....	20
5. Dane dotyczące właściwości podłoża budowlanego.....	21
5.1. Charakterystyka wydzielonych warstw.....	21
5.2. Warunki budowlane na poszczególnych odcinkach projektowanej obwodnicy.....	33
6. Geotechniczne warunki posadowienia.....	57
6.1. Korpus drogowy projektowanej obwodnicy.....	57
6.1.1. Odcinki problemowe.....	57
6.1.2. Sugerowany sposób postępowania z gruntami nienośnymi i słabonośnymi.....	59
6.1.3. Warunki wodne.....	60
6.2. Korpus drogowy w nasypie.....	61
6.2.1. Materiał do budowy nasypów.....	61
6.2.2. Pochylenie skarp zboczy nasypów.....	62
6.2.3. Podłoże gruntowe w podstawie nasypów.....	64
6.2.4. Możliwe zmiany własności podłoża gruntowego w podstawie nasypów.....	64
6.3. Korpus drogowy w wykopie.....	65
6.3.1. Podłoże gruntowe w dnach wykopów.....	65
6.3.2. Przydatność gruntów z wykopów do wykonania nasypów.....	65
6.4. Obniżenie poziomu wód podziemnych i odwodnienie podłoża gruntowego.....	66
6.5. Warunki geotechniczne oraz grupy nośności podłoża gruntowego pod nawierzchnie drogowe.....	67
6.6. Warunki geotechniczne w rejonie dróg dojazdowych i poprzecznych .....	68
6.7. Warunki geotechniczne w rejonie drogowych obiektów inżynierskich.....	77
6.7.1. Agresywność korozyjna środowiska wodno-gruntowego.....	88
6.7.2. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych posadowienia .....	88
6.8. Warunki geotechniczne w rejonie zbiorników retencyjnych.....	89
6.9. Warunki geotechniczne w rejonie przepustów drogowych.....	93
6.10. Warunki geotechniczne w rejonie słupa wysokiego napięcia.....	100
7. Metody wzmacniania podłoża gruntowego i stabilizacji zboczy skarp wykopów i nasypów...101	
8. Prognoza wpływu inwestycji na środowisko gruntowo-wodne.....	102

8.1. Faza budowy.....	102
8.2. Faza eksploatacji.....	103
8.3. Wzajemne oddziaływanie projektowanej obwodnicy z obiektami sąsiadującymi.....	105
8.4. Wzajemne oddziaływanie wód gruntowych i projektowanej obwodnicy.....	107
9. Zalecenia realizacyjne.....	109
9.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty.....	109
9.2. Dobór materiału do wykonania nasypów, zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania.....	109
9.3. Kontrola zagęszczenia podłoża.....	111
10. Wnioski z przeprowadzonych badań.....	111

### **SPIS RYCIN W TEKŚCIE:**

**Ryc. nr 1.** Plastyczność i pęcznienie gruntów podatnych na skurcz i pęcznienie, wg nomogramu Casagrande’a zmodyfikowanego przez B. Grabowską-Olszewską

**Ryc. nr 2.** Podział gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego

**Ryc. nr 3.** Zestawienie oddziaływań projektowanej drogi na elementy środowiska oraz ich charakterystyka

### **SPIS TABEL W TEKŚCIE:**

**Tabela nr 1.** Położenie projektowanej niwelety obwodnicy na tle ukształtowania terenu

**Tabela nr 2.** Zestawienie projektowanych dróg dojazdowych i poprzecznych

**Tabela nr 3.** Zestawienie projektowanych obiektów inżynierskich

**Tabela nr 4.** Zestawienie podstawowych parametrów funkcjonalno – użytkowych przepustów drogowych i przejść dla pieszych

**Tabela nr 5.** Zestawienie zbiorników otwartych i zamkniętych w ciągu drogi DW678

**Tabela nr 6.** Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wg PN-81/B-03020

**Tabela nr 7.** Wartości współczynnika filtracji  $k$  dla gruntów niespoistych

**Tabela nr 8.** Szczegółowe warunki geotechniczne dla korpusu drogi głównej wraz z określeniem grupy nośności podłoża nawierzchni

**Tabela nr 9.** Zestawienie odcinków problemowych

**Tabela nr 10.** Klasyfikacja warunków wodnych podłoża konstrukcji nawierzchni

**Tabela nr 11.** Odcinki koniecznego odwodnienia na trasie przebiegu projektowanej obwodnicy

**Tabela nr 12.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie projektowanych dróg dojazdowych i poprzecznych

**Tabela nr 13.** Szczegółowe warunki geotechniczne dla obiektów inżynierskich

**Tabela nr 14.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie projektowanych zbiorników retencyjnych

**Tabela nr 15.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie przepustów drogowych.

**Tabela nr 16.** Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

### **Zeszyt 1**

#### **Opracowania tekstowe, ryciny, załączniki tabelaryczne i graficzne**

#### **ZAŁĄCZNIKI TABELARYCZNE I GRAFICZNE:**

**Załącznik nr 1.1 – 1.14** Archiwalne karty otworów i profile wykorzystane w opracowaniu

**Załącznik nr 2.** Zbiorcze zestawienie wyników badań laboratoryjnych próbek gruntów

**Załącznik nr 3.** Wykresy uziarnienia próbek gruntów niespoistych

**Załącznik nr 4.1 – 4.10** Wykresy uziarnienia próbek gruntów spoistych

**Załącznik nr 5.1 – 5.5** Wyniki badań laboratoryjnych próbek wody gruntowej

**Załącznik nr 6.** Raport z badań próbek gruntów organicznych

#### **ZAŁĄCZNIKI RYSUNKOWE:**

### **Zeszyt 2**

#### **Karty otworów**

**Rysunek nr 1.1.1 – 1.1.33.** Karty otworów dla drogi głównej

**Rysunek nr 1.2.1 – 1.2.12.** Karty otworów dla dróg dojazdowych i poprzecznych

**Rysunek nr 1.3.1 – 1.3.9.** Karty otworów dla obiektów inżynierskich

**Rysunek nr 1.4.1 -1.3.13.** Karty otworów dla przepustów drogowych i przejść dla pieszych

**Rysunek nr 1.5.1 – 1.5.3.** Karty otworów dla zbiorników

**Rysunek nr 1.6.1.** Karty otworów dla urządzeń sieci kanalizacyjnej

**Rysunek nr 1.7.1.** Karta otworu dla słupa wysokiego napięcia WN

**Rysunek nr 1.8.1. - 1.8.3.** Karty otworów okonturowujących

**Rysunek nr 1.9** Objaśnienia do profili otworów

### **Zeszyt 3**

#### **Wykresy sondowań, modele geologiczno - geotechniczne**

**Rysunek nr 2.1.1 – 2.1.26.** Wykresy sondowań sondą dynamiczną lekką DPL

**Rysunek nr 2.2.1 – 2.2.5.** Wykresy sondowań sondą dynamiczną średnią DPM

**Rysunek nr 2.3.1a – 2.3.4b.** Wykresy sondowań sondą statyczną CPTU wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 2.4** Objasnienia do kart sondowań dynamicznych DPL i DPM

**Rysunek nr 3.1.1 – 3.1.6.** Model geologiczno – geotechniczny (w ciągu drogi) w skali 1:1000/100

**Rysunek nr 3.2.1 – 3.2.22.** Modele geologiczno – geotechniczne przez drogi dojazdowe i poprzeczne w skali 1:1000/100

**Rysunek nr 3.3.1 – 3.3.14.** Poprzeczne modele geologiczno – geotechniczne w rejonach posadowienia elementów konstrukcyjnych (podpór) obiektów mostowych i wiaduktów w skali 1:1000/100

**Rysunek nr 3.4.1 – 3.4.19.** Poprzeczne modele geologiczno – geotechniczne przez przepusty drogowe i przejścia dla pieszych w skali 1:1000/100

**Rysunek nr 3.5.1 – 3.5.9.** Modele geologiczno – geotechniczne przez zbiorniki retencyjne i towarzyszące urządzenia sieci kanalizacyjnej

**Rysunek nr 3.6** Objasnienia do modeli geologiczno - geotechnicznych

### **Zeszyt 4**

#### **Mapy**

**Rysunek nr 4.** Mapa poglądowa w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 5.** Fragment Mapy Geologicznej Polski Arkusz (339) Białystok w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 6.** Fragment Mapy Hydrogeologicznej Polski Arkusz (339) Białystok w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 7.** Fragment Mapy Geologiczno – Gospodarczej Polski Arkusz (339) Białystok w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 8.1 – 8.6.** Mapy dokumentacyjne w skali 1:1000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 9.1 – 9.6.** Mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:1000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 10.** Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami

**Rysunek nr 11.** Mapa występowania złóż kruszyw naturalnych w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami

## **1. Wstęp**

### **1.1. Podstawa opracowania**

Niniejszą dokumentację sporządzono w Pracowni Geologiczno-Inżynierskiej Piotr Janiszewski Sp. J. w Łodzi (94-104), ul. Obywatelska 102/104, na zlecenie Biura Projektów Budownictwa Komunikacyjnego TRAKT sp. z o. o. sp. k. z siedzibą w Katowicach (40-159) przy ul. Jesionowej 15, w oparciu o Umowę Nr 611/02 zawartą w dniu 24 sierpnia 2012 r., ujmującą całokształt wykonania prac i badań geologicznych w ramach realizacji zadania: *Budowa i rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 678 na odcinku od m. Horodniany do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 682 w m. Markowszczyzna od km 1+225,00 do km 7+689,59*. Jednocześnie należy podkreślić, iż powyższy kilometraż odpowiada kilometrażowi wcześniejszej inwestycji, tj. *Budowa obwodnicy Kleosina*. W niniejszym opracowaniu posłużono się jednak pikietażem roboczym – początek opracowania przypada na km 0+000 (odpowiada km 1+225,00), natomiast koniec trasy – km 6+650,00 (odpowiada km 7+689,59). Inwestorem jest Podlaski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Białymstoku (15-620), ul. Elewatorska 6.

### **1.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja badań podłoża gruntowego określająca geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych dla całej infrastruktury związanej z budową i rozbudową drogi wojewódzkiej nr 678 na odcinku od m. Horodniany do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 682 w m. Markowszczyzna, o długości ok. 6,65 km. Orientacyjną lokalizację omawianego terenu przedstawiono na *Rysunku nr 4*.

### **1.3. Cel i zakres opracowania**

Celem opracowania jest charakterystyka geotechnicznych warunków posadowienia występujących w podłożu projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 od km 0+000 do km 6+650,00.

W szczególności istotne jest określenie:

- zasięgu występowania i sugerowanego sposobu postępowania z zalegającymi gruntami nienośnymi i słabonośnymi lub ewentualnego wzmocnienia podłoża gruntowego;
- przydatności gruntów z wykopów do wykonywania nasypów;
- grup nośności podłoża gruntowego pod nawierzchnie drogowe na odcinkach projektowanej drogi głównej i dróg dojazdowych oraz poprzecznych;

- wytycznych do oceny stateczności skarp wykopów i nasypów, zalecanego pochylenia skarp nasypów i wykopów;
- sugerowanego sposobu posadowienia drogowych obiektów inżynierskich oraz innych obiektów budowlanych;
- oddziaływania wód podziemnych na obiekty wraz z zaleceniami zabezpieczenia antykorozyjnego fundamentów posadowionych w agresywnym środowisku gruntowo-wodnym;
- zasięgu obszarów o sugerowanej konieczności przeprowadzenia odwodnienia podłoża gruntowego w czasie wykonywania robót budowlanych.

Niniejszą dokumentację sporządzono na potrzeby wykonania wielobranżowej kompleksowej dokumentacji projektowej w stadium projektów budowlanych i wykonawczych wraz z dokumentacją geodezyjno-prawną, decyzjami oraz ze wszystkimi uzgodnieniami i opiniami. Zakres wszelkich wykonanych prac uzgodniono z Projektantami.

Znane są już wstępne rozwiązania projektowe dla Inwestycji stanowiącej temat opracowania. 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 r. poz.463) oraz Polską Normą PN-B-02479/1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne - dla korpusu drogi głównej oraz projektowanych obiektów inżynierskich przyjęto **II kategorię geotechniczną w złożonych warunkach gruntowych**.

Dokumentację badań podłoża gruntowego wykonano na podstawie wyników badań geologiczno-inżynierskich przedstawionych w dokumentacji [29] oraz zgodnie z wytycznymi i zalecaniami określonymi w instrukcjach branżowych i normach, tj.:

- Instrukcją badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych - GDDP 1998 [39],
- Polskimi Normami:
  - PN 86/B-02480 „Grunty budowlane. Określenia symbole, podział, opis gruntów” [13],
  - PN 81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” [14];
  - PN B-04452/2002 „Geotechnika. Badania polowe” [16];
  - PN B-02429/1999 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne” [20];
  - PN B-88/B - 04481 „Grunty budowlane. Badania próbek gruntów” [15];

- PN-80/B-01800 „Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk” [22];
- PN-EN 206-1:2003. Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność [27].

Podstawą prawną do wykonania przedstawionej Dokumentacji badań podłoża gruntowego są:

- Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. wg stanu prawnego na dzień 1 stycznia 2012 r. (Dz. U. Nr 163, poz. 981) [1];
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz.463) [2];
- Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych – GDDP, 1998 r. [39].

Niniejsza dokumentacja dostarczy informacji dotyczących podłoża gruntowego, co w efekcie posłuży do przyjęcia najkorzystniejszych rozwiązań technicznych przez projektanta.

## **2. Wykorzystane materiały**

### **2.1. Przepisy prawne**

[1]. Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. wg stanu prawnego na dzień 1 stycznia 2012 r. (Dz. U. Nr 163, poz. 981).

[2]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r. poz.463).

[3]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430).

[4]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. nr 63, poz. 735).

[5]. Ustawa z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg (Dz. U. z 2008 r. Nr 193, poz. 1194 z późniejszymi zmianami).

- [6]. Zarządzenie nr 4 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 23 lutego 2001 r. w sprawie wprowadzenia „Katalogu wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych”.
- [7]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282, poz. 1657).
- [8]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. Nr 288, poz. 1696).
- [9]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. Nr 291, poz. 1714).
- [10]. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. Nr 199, poz. 1227 z późniejszymi zmianami).
- [11]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. Nr. 109, poz. 961).
- [12]. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397).

## **2.2. Normy państwowe i branżowe**

- [13]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia symbole podział i opis gruntów.
- [14]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [15]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [16]. PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [17]. PN-99/B-06050. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [18]. Eurokod 7 „PN-EN 1997-1 i PN-EN 1997-2.
- [19]. PN-99/B-06050. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [20]. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne.
- [21]. PN-98/S-02205. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [22]. PN-82/B-01800. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk.



- [23]. PN-82/B-01801. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania.
- [24]. PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [25]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [26]. PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [27]. PN-EN 206-1:2003. Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

### **2.3. Literatura i geologiczne materiały archiwalne**

- [28]. Janiszewski P., Pietrusiewicz-Woszczak M., Pieczonka P., Woźniak K., Rogowska K., Sulikowski M. - Projekt robót geologicznych do dokumentacji projektowej na budowę i rozbudowę drogi wojewódzkiej nr 678 na odcinku od m. Horodniany do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 682 w m. Markowszczyzna, od km 1+225,00 do km 7+689,59, wrzesień 2012 r.
- [29]. Janiszewski P., Pieczonka P., Woźniak K., Różański P., Rogowska K., Sulikowski M., Dokumentacja geologiczno-inżynierska do dokumentacji projektowej na budowę i rozbudowę drogi wojewódzkiej nr 678 na odcinku od m. Horodniany do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 682 w m. Markowszczyzna, od km 1+225.00 do km 7+689.59.
- [30]. Witkowska B. - Atlas geologiczno-inżynierski Białegostoku, Archiwum Urzędu Wojewódzkiego, Białystok, 1976 r.
- [31]. Kmiecik M. - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000 Arkusz Białystok (339), Państwowy Instytut Geologiczny, 2002 r.
- [32]. Kmiecik M. - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000, Arkusz Białystok (339), Państwowy Instytut Geologiczny, 2004 r.
- [33]. Madejski C., Madejska E. - Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000; Arkusz Białystok (339), PIG, 1998 r.
- [34]. Madejski C., Madejska E. - Objasnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000; Arkusz Białystok (339), PIG, 1998 r.
- [35]. Krogulec E., Wierchowicz J. - Mapa Geologiczno – Gospodarcza Polski w skali 1:50000, Arkusz Białystok (339), PIG, 2007 r.
- [36]. Krogulec E., Wierchowicz J. - Objasnienia do Mapy Geologiczno – Gospodarczej Polski w skali 1:50000, Arkusz Białystok (339), PIG, 2007 r.
- [37]. Słowikowska Z., Lewasz J. - Mapa topograficzna w skali 1:25000, Arkusz Białystok – Nowe Miasto (245.41), OPGK Białystok, 1986 r.

- [38] Studium techniczno – ekonomiczno – środowiskowe; Część techniczna IIA - Część drogowo – mostowa; Konsorcjum: Biuro Konsultingowe Ochrony Środowiska Ekosystem Śląsk 41-400 Mysłówice, ul. Działkowa 44, Projektowanie Konstrukcyjno – Inżynieryjne Bronisław Waluga 41-709 Ruda Śląska, ul. Niedurnego 30, 2011 r.
- [39]. Kłosiński B., Bażyński J., Frankowski Zb., Kaczyński R., Wierzbicki St. – Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa, 1998 r.
- [40]. Paczyński B., (red.) – Atlas hydrogeologiczny Polski – część I. Systemy zwykłych wód podziemnych, PIG, Warszawa, 1993 r.
- [41]. Kondracki J. – Geografia regionalna Polski, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 1998 r.
- [42]. Paczyński B., Sadurski A. – Hydrogeologia regionalna Polski, PIG, Warszawa, 2007 r.
- [43]. Sybilski D. – Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa, 2001 r.
- [44]. Wiłun Z. – Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa, 1982 r.
- [45]. Glazer Z. – Mechanika gruntów. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1985 r.
- [46]. Kleczkowski A.S. (redakcja) – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH Kraków, 1990 r.
- [47]. Pazdro Z. – Hydrogeologia ogólna, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1977 r.
- [48]. Grabowska-Olszewska B., Geologia stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1998 r.
- [49]. Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych (296), Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1990 r.
- [48]. [http://www.pgi.gov.pl/surowce\\_mineralne/piaski%20i%20zwiry.htm](http://www.pgi.gov.pl/surowce_mineralne/piaski%20i%20zwiry.htm)
- [49]. <http://www.geoportal.gov.pl>
- [50]. <http://www.psh.gov.pl>

### **3. Charakterystyka projektowanej inwestycji**

#### **3.1. Informacje ogólne**

Uwarunkowania wynikające z istniejącego zagospodarowania terenu przesądziły o planowanym przebiegu trasy drogi wojewódzkiej nr 678, a układ istniejącej zabudowy i uzbrojenia terenu umożliwił znaczną swobodę wytyczenia trasy drogowej.

Podstawowym zadaniem modernizowanej drogi będzie wyprowadzenie ruchu tranzytowego poza obszar miasta Księżyno oraz rozdzielenie ruchu lokalnego i tranzytowego. Nowa trasa poprawi ponadto bezpieczeństwo i płynność ruchu, a także zwiększy jego przepustowość, co w konsekwencji przyczyni się do poprawy standardu podróżowania. Podjęcie inwestycji jest konieczne i uzasadnione ze względu na niskie parametry techniczne i użytkowe istniejącej drogi. Nośność obiektów i konstrukcji nawierzchni jest niewystarczająca i nie odpowiada warunkom technicznym, wymaganym dla drogi klasy „G”. Jezdnia jest zbyt wąska, brakuje poboczy, chodników (ewentualnie są one bardzo wyeksploatowane), ścieżek rowerowych, względnie ciągów pieszo-rowerowych oraz zatok autobusowych, co w połączeniu z lawinowo rosnącym natężeniem ruchu sprawia, iż poziom bezpieczeństwa z roku na rok wyraźnie się obniża.

W ramach realizacji tej inwestycji przewiduje się budowę drogi na odcinku od m. Horodniany do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 682 w m. Markowszczyzna (*Rysunek nr 4*) wraz ze skrzyżowaniami, rondami, drogami serwisowymi i drogami dojazdowymi, umożliwiającymi połączenie przyległego terenu z istniejącą siecią dróg lokalnych. Projektowana droga tylko w niewielkiej części będzie przebiegała po śladzie istniejącej dotąd DW678 (km 0+000 - 0+120, km km2+400 – 4+700, km 5+800 - 6+650). Na przeważającym obszarze nowo wytyczona trasa będzie biegła głównie na nasypie, rzadziej w wykopach i na poziomie istniejącego terenu. Na długości ok. 5,7 km (co stanowi 85,43% całego odcinka) projektowana trasa będzie budowana na nasypie o maksymalnej wysokości do 6,0 m. Wykopy drogowe o niewielkiej głębokości (maksymalnie ok. 0,7 m) wraz z odcinkami prowadzonymi po powierzchni trasy istniejącej będą wykonane na trzech odcinkach o sumarycznej długości ok. 0,95 km (14,57% całego odcinka). Dokładny przebieg projektowanej niwelety w stosunku do wykonanych otworów wiertniczych obrazują modele geologiczno – geotechniczne wzdłuż drogi (*Rysunki nr 3.1.1-3.1.6*) i *Tabela nr 1* zamieszczona poniżej. Należy jednak zaznaczyć, iż w trakcie robót terenowych otwory wiertnicze bardzo często wykonywane były poza obrysem istniejącej drogi DW678 (np. w obrębie rowów). W związku z tym wysokości nasypów i głębokości wykopów zamieszczone w tabeli poniżej (jak również na modelach geologiczno – geotechnicznych) mogą nieznacznie różnić się od opisu niwelety dostarczonej przez Projektanta.

**Tabela nr 1.** Położenie projektowanej niwelety obwodnicy na tle ukształtowania terenu.

Orientacyjne położenie do kilometrażu (pikietażu) projektowanej drogi [km]		Orientacyjna długość odcinka [m]	Położenie projektowanej niwelety drogi wojewódzkiej nr 678 w stosunku do ukształtowania terenu (minimalna/maksymalna wartość) [m]
od	do		
0+000	0+030	30	Nasyp *
0+030	0+250	220	Nasyp *
0+250	0+307	57	Nasyp (0,6/0,9)
0+307	0+395	88	Nasyp (0,9/1,3)
0+395	0+600	205	Nasyp (0,9/4,0)
0+600	0+730	130	Nasyp (1,5/6,3)
0+730	0+830	100	Nasyp (0,7/1,5)
0+830	0+990	160	Nasyp (0,5/1,2)
0+990	1+150	160	nasyp i w niewielkiej części wykop (N-max.1,3; W-max.0,8)
1+150	1+220	70	Nasyp (0,1/1,6)
1+220	1+520	300	Nasyp (3,0/4,2)
1+520	1+740	220	Nasyp (4,0/6,7)
1+740	2+020	280	Nasyp (2,5/5,8)
2+020	2+320	300	Nasyp (2,0/2,8)
2+320	2+930	610	Nasyp (0,1/3,0)
2+930	3+600	670	Wykop (0,1/0,5)
3+600	3+957	357	Nasyp (0,1/2,2)
3+957	4+740	783	Nasyp (0,9/3,0)
4+740	4+925	185	Nasyp (0,6/3,0)
4+925	6+415	1490	Nasyp (0,1/2,3)
6+415	6+650	235	Wykop i w części na powierzchni terenu (W - max 0,5)

\* W trakcie wierceń obszar od km 0+000 do ~km 0+200 był zdeformowany w wyniku trwających tam robót drogowych. W związku z tym rzędne otworów nr nr D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 są niepewne i mogą odbiegać od rzeczywistych w terenie.

### 3.2. Lokalizacja i charakterystyka projektowanej trasy drogowej

#### Stan istniejący:

Droga wojewódzka nr 678, położona całkowicie w województwie podlaskim, jest trasą łączącą Białystok z Wysokiem Mazowieckim. Droga ta wraz z odcinkiem drogi krajowej nr 66 Zambrów – Wysokie Mazowieckie stanowi alternatywną trasę z Zambrowa do Białegostoku. Analizowany odcinek ma łączną długość ~ 6+650,00 km (kilometraż roboczy). Obecnie DW678 na obszarze objętym opracowaniem ma jedną jezdnię dwukierunkową, o szerokości nawierzchni ok. 5,3 – 6,8 m. Szerokość pasów ruchu wynosi 2,7 – 3,4 m, a szerokość poboczy ziemnych ok. 1,4 – 2,3 m. Rowy przydrożne mają przekrój trapezowy lub opływowy. Na krawędzi lub zewnętrznej powierzchni skarp rowów rosną liczne drzewa.

Projektowana droga tylko w części będzie przebiegała po śladzie istniejącej dotąd DW678, pozostałą jej część zajmują nieużytki (tereny porośnięte roślinnością naturalną, bagniska), tereny rolnicze (pola uprawne, łąki), obszary o zabudowie jednorodzinnej oraz kompleksy leśne.

### **Stan projektowany:**

#### **Zakładane parametry techniczne projektowanej trasy drogowej:**

- Klasa drogi - G
- Prędkość projektowa -  $V_p = 60$  km/h
- Prędkość miarodajna -  $V_m = 70$  km/h
- Obciążenie nawierzchni - 115 kN/oś
- Ilość jezdni - 2x2 pasy ruchu
- Szerokość jezdni - 2x3,5 m
- Szerokość pasa dzielącego – 5,0 m (oraz 2 opaski po 0,5 m)
- Szerokość pobocza utwardzonego – 2,0 m
- Pobocza ziemne - min. 1,25 m
- Ścieżki rowerowe - min. 2,00 m, max. 3,00 m

### **3.3. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych towarzyszących dróg dojazdowych i poprzecznych**

W rejonie projektowanego przebiegu drogi wojewódzkiej nr 678 po obu stronach trasy, w różnych lokalizacjach (*Rysunek nr 8.1 – 8.6*) zaplanowano budowę dróg lokalnych (w ciągu dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych) oraz dojazdowych. Poniżej zestawiono ich podstawowe dane techniczne. Ostatecznie, po wprowadzeniu zmian wynikłych w toku uzgodnień projektu, przewiduje się wykonanie dróg wg poniższej tabeli.

**Tabela nr 2.** Zestawienie projektowanych dróg dojazdowych i poprzecznych.

Lp.	Nazwa/numer drogi lokalnej /dojazdowej	Km	Strona obwodnicy	Kategoria ruchu	Prędkość projektowa	Rodzaj projektowanej nawierzchni
1	Droga dojazdowa nr 1	0+000 – 0+110,00	Prawa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna
2	Droga dojazdowa nr 2	0+000 – 0+300,00	Prawa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna
3	Droga dojazdowa nr 3	0+000 – 0+612,55	Lewa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna
4	Droga dojazdowa nr 4	0+000 - 0+151,87	Lewa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna
5	Droga dojazdowa nr 5	0+000 – 0+257,52	Prawa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna
6	Droga dojazdowa nr 6	0+000 – 0+363,15	Prawa	KR2	$V_p=30$ km/h	Bitumiczna

7	<b>Droga dojazdowa nr 7</b>	0+000 – 0+340,00	Lewa	KR2	Vp=30 km/h	Kruszywo
8	<b>Droga dojazdowa nr 8</b>	0+000 – 0+263,80	Lewa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
9	<b>Droga dojazdowa nr 9</b>	0+000 – 0+033,00	Prawa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
10	<b>Droga dojazdowa nr 10</b>	0+000 – 0+452,90	Prawa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
11	<b>Droga dojazdowa nr 11</b>	0+000 – 0+574,40	Lewa	KR3	Vp=30 km/h	Bitumiczna
12	<b>Droga dojazdowa nr 12</b>	0+000 – 0+834,30	Prawa	KR2	Vp=30 km/h	0+000 - 0+090 – kruszywo 0+090 - 834,30 – bitumiczna
13	<b>Droga dojazdowa nr 13</b>	0+000 – 0+689,20	Lewa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
14	<b>Droga dojazdowa nr 14</b>	0+000 – 0+336,52	Prawa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
15	<b>Droga dojazdowa nr 15</b>	0+000 – 0+132,60	Prawa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
16	<b>Droga dojazdowa nr 16</b>	0+000 – 0+692,00	Lewa	KR2	Vp=30 km/h	Bitumiczna
17	<b>Droga gminna DG106771B</b>	0+000 – 0+387,00	Lewa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
18	<b>Łącznik do ul. Jodłowej</b>	0+000 – 0+255,15	Lewa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
19	<b>Łącznik do ul. Zambrowskiej</b>	0+000 - 0+130,65	Prawa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
20	<b>Droga powiatowa nr 1500B</b>	0+000 – 0+155,00	Prawa, Lewa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
21	<b>Łącznik do ul. Mazowieckiej</b>	0+000 – 0+113,00	Prawa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
22	<b>Rondo 3 – dodatkowy wlot</b>	0+000 – 0+060,80	-	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
23	<b>Droga gminna (ul. Niedźwiedzia)</b>	0+000 – 0+089,00	Lewa (wlot PD)	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
24	<b>Droga gminna (ul. Niedźwiedzia)</b>	0+000- 0+100,00	Prawa (wlot PN)	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
25	<b>Rondo Kościuszki</b>	0+000 – 0+175,00	(wlot PD)	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
26	<b>Rondo Kościuszki</b>	0+000 – 0+110,00	(wlot PN)	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
27	<b>Droga powiatowa nr 1501B</b>	0+000 – 0+125,00	Lewa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
28	<b>Droga powiatowa nr 1501B</b>	0+000 – 0+127,55	Prawa	KR3	Vp=40 km/h	Bitumiczna
29	<b>Droga wojewódzka 678</b>	0+000 – 0+140,00	Prawa	KR5	Vp=60 km/h	Bitumiczna

### 3.4. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych obiektów inżynierskich

Na przedmiotowym odcinku zaprojektowano łącznie 4 obiekty inżynierskie (MD-1, WD-2, WD-3 i MD-4). Zestawienie i krótką charakterystykę poszczególnych obiektów zawiera *Tabela nr 3*, natomiast ich lokalizację przedstawiono schematycznie na mapie topograficznej (*Rysunek nr 4*) i modelach geologiczno - geotechnicznych (*Rysunek nr 3.1.1- 3.1.6*) oraz szczegółowo na arkuszach mapy dokumentacyjnej (*Rysunek nr 8.1 – 8.6*).

**Tabela nr 3.** Zestawienie projektowanych obiektów inżynierskich.

Lp.	Oznaczenie obiektu	Km	Sposób posadowienia	Przeszkoda	Szerokość	Wysokość	Długość	Opis
1	<b>MD-1</b>	0+637	posadowienie pośrednie	rzeka Horodnianka	25,70 m	1,48 m	24,14 m	Konstrukcja monolityczna/prefabrykowana. Rodzaj ustroju: rama/belki T; jednoprzęsłowa
2	<b>WD-2</b>	0+880,94	posadowienie pośrednie	ul. Kolonia Księżyno	54,73 m	1,29 m	10,45 m	Konstrukcja monolityczna/prefabrykowana. Rodzaj ustroju: rama/belki T; trójpłaszczyznowa
3	<b>MD-3</b>	1+700,97	posadowienie bezpośrednie	ul. Brukowa	15,10 m	1,24 m	10,45 + 2,40 + 11,35 m	Konstrukcja monolityczna/prefabrykowana. Rodzaj ustroju: rama/belki T; jednoprzęsłowa
4	<b>WD-4</b>	3+900	posadowienie pośrednie	rzeka Niewodnica	24,10	1,56	14,95 + 2,40 + 14,65 m	Konstrukcja monolityczna/prefabrykowana. Rodzaj ustroju: rama/belki T; jednoprzęsłowa

### **3.5. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych przepustów drogowych i przejść dla pieszych**

Ze względu na fakt, że trasa projektowanej drogi przebiegać będzie przez tereny, na których ma miejsce migracja zwierząt, w ciągu drogi DW678 zaprojektowano także przejścia ekologiczne pod drogą w formie przepustów o różnej wielkości. W zależności od wysokości naziomu przekrywającego obiekt, przepusty wyposażone zostaną w płyty przejściowe. Część z nich pełni dodatkowo funkcje odwadniające.

Przepusty żelbetowe zostały zaprojektowane jako obiekty o przekroju zamkniętym, skrzynkowym o długości dostosowanej do szerokości korpusu drogowego. Forma obiektu jest trwale związana z korpusem drogowym i nie ingeruje w otaczający krajobraz. Przepusty będą wykonane jako konstrukcje składające się z elementów prefabrykowanych w postaci kształtek skrzynkowych, zamkniętych oraz prefabrykatów dwudzielnych. Skrzydła, wyloty oraz ścianki czołowe projektuje się jako monolityczne, wykonane w szalunku stacjonarnym na miejscu wbudowania.

Omawiane obiekty inżynierskie służą następującym celom:

- przejścia ekologiczne pod korpusem drogowym, jako przejścia dla zwierząt małych, płazów
- przeprowadzenie rowów melioracyjnych i cieków pod korpusem drogowym, również jako przejścia ekologiczne dla zwierząt, zespolone z ciekami.

Dodatkowo w obrębie projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 zaprojektowano łącznie 4 przejścia dla pieszych.

**Tabela nr 4.** Zestawienie podstawowych parametrów funkcjonalno – użytkowych przepustów drogowych i przejść dla pieszych.

Lp	Nazwa drogi	Km	Nazwa przepustu	przekrój przepustu (światło)	Funkcja przepustu
1	DW 678	1+370.00	PP1-1	2.00 x 1.50	ekologiczny
2	DW 678	1+400.00	PP1-2	2.00 x 1.50	ekologiczny
3	DW 678	1+485.00	PZM1-1	2.00 x 2.00	ekologiczny
4	DW 678	1+575.00	PZM1-2	2.00 x 2.00	ekologiczny
5	DW 678	1+800.00	PZM2-1	4.50 x 2.00	ekologiczny / hydrologiczny
6	DW 678	2+012.00	PZM2-2	3.00 x 2.00	ekologiczny
7	DW 678	2+123.00	PH1-1	2.00 x 1.50	hydrologiczny
8	DW 678	2+406.00	PP1-3	1.50 x 1.50	ekologiczny
9	DW 678	3+825.00	PP1-4a	2.00 x 1.50	ekologiczny



10	DW 678	3+865.00	PP1-4b	2.00 x 1.50	ekologiczny
11	DW 678	4+235.00	PP1-5	3.00 x 1.50	ekologiczny / hydrologiczny
12	DW 678	4+350.00	PH1-2	1.50 x 1.50	hydrologiczny
13	DW 678	4+470.00	PP1-6	3.00 x 1.50	ekologiczny / hydrologiczny
14	DW 678	4+639.00	PZM1-3	2.00 x 2.00	ekologiczny
15	DW 678	4+771.00	PH1-3	1.50 x 1.50	hydrologiczny
16	DW 678	5+840.00	PP1-7	1.50 x 1.50	ekologiczny
17	DW 678	0+400,00	PP1a'		Przejście dla pieszych
18	DW 678	1+214,00	PP1a	2,50x2,50	Przejście dla pieszych
19	DW 678	3+525,00	PP2b		Przejście dla pieszych
20	DW 678	5+602,86	PP3c	2,50x2,50	Przejście dla pieszych

Lokalizację projektowanych przepustów w ciągu drogi wojewódzkiej nr 678 przedstawiono schematycznie na fragmencie mapy topograficznej (*Rysunek nr 4*) oraz na przekrojach podłużnych (*Rysunek nr 3.1.1 – 3.1.6*). Szczegółową lokalizację wszystkich projektowanych obiektów zamieszczono na arkuszach mapy dokumentacyjnej (*Rysunek nr 8.1 – 8.6*).

Pierwotnie zaprojektowane przepusty OM3, OM4, OM4, OM5, OM6, OM10, OM10a, OM10b, OM10c, OM11, OM12, OM13 i OM14, będące przedmiotem „Projektu robót geologicznych...” [28] na etapie uzgadniania dokumentacji zostały zastąpione przez przepusty drogowe zamieszczone w *Tabeli nr 4*. Część otworów pod nieaktualne już przepusty udało się jednak odwiercić i w związku z tym uwzględniono je w niniejszym opracowaniu na wszystkich załącznikach i rysunkach (poza fragmentem mapy topograficznej – *Rysunek nr 4*), przy czym na przekrojach poprzecznych oznaczono je gwiazdką (\*). Otwory te okazały się przydatne przy charakterystyce warunków geotechnicznych dla korpusu drogi głównej.

### **3.6. Lokalizacja i charakterystyka projektowanych zbiorników retencyjnych**

W celu ograniczenia wpływu ilości odprowadzanych ścieków i wód opadowych z pasa drogowego zaprojektowano 5 zbiorników retencyjnych i 1 zbiornik retencyjno – infiltracyjny, planowanych jako otwarte ziemne o nachyleniu ramp zjazdowych od 1:8 do 1:10, a także 3 zbiorniki zamknięte podziemne. Wody ze zbiorników będą odprowadzane grawitacyjnie bezpośrednio do odbiorników lub kanalizacji deszczowej. Retencja w zbiornikach będzie uzyskiwana przez zamontowanie regulatorów przepływu.

### **Konstrukcja zbiorników retencyjnych i retencyjno – infiltrującego.**

Dla skarp i dna:

- geokrata komórkowa +wypełnienie żwirem o grubości 8,0 – 32,0 mm – 0,20 m
- warstwa żwiru – 0,30 m
- geowłóknina filtracyjna wodoprzepuszczalna – 5,8 mm

Dla skarp i dna oraz niecki na osad zbiornika w rejonie wylotów:

- geokrata komórkowa + wypełnienie betonem C25/30 – 0,20 m
- warstwa żwiru – 0,30 m
- geowłóknina filtracyjna wodoprzepuszczalna 800g/m<sup>2</sup> – 5,8 mm

**Tabela nr 5.** Zestawienie zbiorników otwartych i zamkniętych w ciągu drogi DW678.

L p.	Oznaczenie zbiornika	Km	Rodzaj zbiornika	Typ obiektu
1	ZR-01	~0+475,00	Retencyjny	Zbiornik otwarty
2	ZR-02	~0+800,00	Retencyjny	Zbiornik otwarty
3	ZR-03	~1+850,00	Retencyjny	Zbiornik podziemny
4	ZR-04	~3+750,00	Retencyjny	Zbiornik podziemny
5	ZR-05	~4+075,00	Retencyjny	Zbiornik otwarty
6	ZR-06	~4+950,00	Retencyjny	Zbiornik otwarty
7	ZR-07	~5+550,00	Retencyjno - infiltracyjny	Zbiornik otwarty
8	ZR-08	~5+650,00	Retencyjny	Zbiornik podziemny
9	ZR-09	~6+475,00	Retencyjny	Zbiornik otwarty

Lokalizację zbiorników przedstawiono schematycznie na mapie topograficznej (*Rysunek nr 4*) oraz szczegółowo na arkuszach mapy dokumentacyjnej (*Rysunek nr 8.1 – 8.6*).

Dodatkowo, zgodnie z pierwotnymi ustaleniami z Projektantem, w trakcie prac wiertniczych wykonano otwór rozpoznawczy P1/8,0 m, którego ostatecznie nie wykorzystano do zaprojektowania zbiornika retencyjnego. Otwór okazał się jednak przydatny przy charakterystyce warunków geotechnicznych dla korpusu jednej z dróg dojazdowych, toteż nie usuwano go z niniejszego opracowania. Profil otworu rozpoznawczego P1/8,0 zamieszczono na *Rysunku nr 1.6.1.*, a jego lokalizację na mapie dokumentacyjnej (*Rysunek nr 8.3*).

### **3.7. Lokalizacja projektowanego słupa wysokiego napięcia**

W ciągu drogi wojewódzkiej nr 678 projektuje się wykonanie jednego słupa wysokiego napięcia WN1-1, zlokalizowanego w km 0+450 po zachodniej stronie trasy.

## **4. Charakterystyka terenu badań**

### **4.1. Lokalizacja, położenie administracyjne i użytkowanie terenu**

Obszar planowanej inwestycji usytuowany jest w województwie podlaskim, w powiecie białostockim, na granicy dwóch gmin Juchnowiec Kościelny i Turośń Kościelna. Lokalizację dokumentowanej trasy na tle położenia administracyjnego przedstawiono na mapie topograficznej stanowiącej *Rysunek nr 4*.

Omawiany wariant przebiegu projektowanej trasy DW678 rozpoczyna się w km 1+225,00 (0+000 – kilometr roboczy) istniejącej drogi a następnie skręca w kierunku ogródków działkowych, z którymi koliduje w niewielkim stopniu na odcinku ok. 150 m. Po opuszczeniu terenu ogródków działkowych, wkracza na rozległe obszary łąk kośnych, przeciętych przez wąską dolinę rzeki Horodnianki. W miejscu jej przekroczenia zlokalizowany jest obiekt mostowy MD-1 wyposażony w przejścia dla średnich zwierząt i płazów. W sąsiedztwie cieku znajdują się zbiorniki wodne o charakterze wyrobisk po wydobyciu gliny bądź piasku. Wariant trasy będzie kolidował z jednym ze zbiorników, pozostałe zaś zlokalizowane będą po jego zachodniej stronie. W dalszym przebiegu obwodnica kieruje się ku drodze łączącej Księżyno z Kolonią Księżyno. W miejscu przekroczenia ul. Kolonia Księżyno zaprojektowano kolejny obiekt mostowy – wiadukt WD-2. Po przecięciu drogi, wariant trasy w obrębie pastwisk i łąk kośnych, kieruje się do ul. Witosa. Pomiędzy ul. Witosa a ul. Brukową, biegnie przez lasy oraz użytki zielone. Przekroczenie ul. Brukowej realizowane jest poprzez zaprojektowany wiadukt WD-3. Po przecięciu ul. Brukowej wariant trasy przebiega przez lasy gospodarcze. Następnie kieruje się na zachód, ku ul. Mazowieckiej, przecinając obszar łąk, położonych w bliskim sąsiedztwie terenów zabudowanych. Wariant trasy włącza się w bieg ul. Mazowieckiej w ciągu istniejącej drogi nr 678 w pobliżu skrzyżowania z ul. Klepacką. Droga biegnie początkowo w sąsiedztwie terenu leśnego po prawej stronie i terenu pastwisk po stronie lewej. W bliskim sąsiedztwie znajdują się także zabudowania jednorodzinne i tereny przemysłowe. Pomiędzy skrzyżowaniem z ul. Kościuszki a planowanym przebiegiem wariantu drogi S-19, obwodnica przecina rzekę Czapliniankę, nazywaną także Niewodnicą. W miejscu jej przekroczenia zaprojektowano obiekt mostowy MD-4. Ponadto zapewniono odpowiednią szerokość konieczną dla przejścia średnich zwierząt i płazów. Dokładny przebieg preferowanego wariantu trasy zaznaczono na arkuszach mapy dokumentacyjnej (*Rysunek nr 8.1 – 8.6*).

Obszar analizowanego przedsięwzięcia położony jest poza granicami ostoi wchodzących w skład europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000. Najbliżej zlokalizowana jest Bagienna Dolina Narwi znajdująca się ok. 4,0 km na południowy - zachód od terenu badań. Z uwagi na

znaczne oddalenie oraz charakter siedlisk objętych ochroną w sieci Natura 2000, nie przewiduje się żadnego wpływu na te ostoje poprzez propagację hałasu oraz zanieczyszczeń powietrza i wody lub zaburzenie stosunków wodnych.

Projektowana droga nie koliduje również z terenami górnictwami. Jedynie w niewielkiej odległości ok 100 m na południowy wschód od przebiegu projektowanej trasy znajduje się udokumentowane kartą rejestracyjną złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej „Ignatki II” o powierzchni 0,27 ha, miąższości 3,9 – 4,7 m, w stanie suchym. W nadkładzie o grubości 3,4 m występują: gleba i zamarglone mułki piaszczyste. Kopaliną są iły zastoiskowe o średniej zawartości margli w ziarnach > 0,5 mm poniżej 0,4%. Złoże to zaliczono do klasy A, czyli małokonfliktowych.

W trakcie prowadzonych robót geologicznych w przebiegu projektowanej trasy - nie stwierdzono miejsc występowania niekorzystnych zjawisk geodynamicznych.

#### **4.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia terenu badań**

Pod względem fizjograficznym (fizyczno-geograficznym) całość przedmiotowego odcinka drogi wojewódzkiej nr 678 położona jest na obszarze mezoregionu Wysoczyzny Białostockiej (843.33), będącego częścią makroregionu Niziny Północnopodlaskiej (843.3), leżącego w obrębie podprovincji Wysoczyzna Podlasko - Białoruska (843) [41]. Morfologia terenu jest tutaj dość zróżnicowana, a rzeźbę terenu cechuje wyrazistość form akumulacji glacialnej, charakterystyczna dla form objętych zasięgiem ostatniego zlodowacenia. Jest to krajobraz przejściowy, w którym formy zachowały cechy „młodości”.

Istniejąca rzeźba terenu jest wynikiem działalności zlodowacenia środkowopolskiego, które sedymentowało i erodowało na już zróżnicowanej powierzchni sprzed tego zlodowacenia. Odcinek objęty opracowaniem stanowi fragment płaskiej, zdenudowanej wysoczyzny morenowej, pociętej dolinami rzecznyymi powstałymi w okresach interglacialnych i interstadialnych. W rzeźbie zaznaczają się również liczne formy kemowe, bardzo zróżnicowane pod względem rozmiaru i kształtu. Gdzieniegdzie na terenie wysoczyzny występują nieliczne obniżenia wypełnione osadami organicznymi.

Obszar objęty opracowaniem położony jest w obrębie zlewni trzeciego rzędu dwóch rzek, stanowiących prawobrzeżne dopływy Narwi – Horodnianki i Czaplinianki (zwaną także Niewodnicą). Doliny rzek mają przebieg SW-NE i są równoległe względem siebie. Poprzez sieć pomniejszych dopływów, wody z omawianego obszaru odprowadzane są w kierunku północno – wschodnim do rzeki Narew. Według regionalizacji obszarów dorzeczy i przyporządkowanych jej

zbiorników wód podziemnych, analizowane przedsięwzięcie znajduje się w obrębie dorzecza Wisły.

W trakcie prowadzonych robót geologicznych stwierdzono także występowanie wielu podmokłości w ciągu drogi DW678. Rejony ich występowania zamieszczono na arkuszu mapy obszarów zagrożonych podtopieniami, stanowiącej *Rysunek nr 10*.

## **5. Dane dotyczące właściwości podłoża budowlanego**

### **5.1. Charakterystyka wydzielonych warstw**

Obszar projektowanej inwestycji położony jest w obrębie wyniesienia mazursko – suwalskiego prekamryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, którą budują granitoidy oraz skały głębokiej strefy przeobrażeń, tj. gnejsy i migmatyty. Na skałach krystalicznych prekambry zalegają osadowe skały jury i kredy, przykryte nieciągłą warstwą osadów oligoceńskich, na których leży miąższa warstwa (150,0-160,0 m) osadów czwartorzędowych. Utwory jurajskie, złożone ze skał węglanowych z domieszką materiału klastycznego, osadzały się od górnego batonu do oksfordu. Osady kredy – to w dolnej części piaski drobnoziarniste, glaukonitowe, wyżej kreda pisząca i margle z krzemieniami. Paleogen (eocen i oligocen) wykształcony w formie piasków drobnoziarnistych, glaukonitowych, piasków z węglem brunatnym, podścielonych warstwą mułków, występuje płatami na utworach mezozoicznych.

Utwory czwartorzędu reprezentowane są przez osady zlodowaceń: najstarszego (narwi), południowopolskiego (nidy, sanu 1, sanu 2) oraz środkowopolskiego (odry, warty).

W trakcie wykonywania terenowych prac badawczych, w przypowierzchniowej strefie czwartorzędowego podłoża gruntowego nawiercono utwory holocenne – osady organiczne (Qhh), osady rzeczne (Qhf), osady deluwialne (Qde) oraz osady zastoiskowe (Qhl). Poniżej zalegają utwory plejstocenu, reprezentowane przez osady wodnolodowcowe (Qpfg), kompleks glin zwałowych (Qpg), a także serię mułków zastoiskowych (Qpl).

Z analizy przeprowadzonych wierceń i badań terenowych (badania makroskopowe gruntów, sondowania dynamiczne i sondowania statyczne) oraz badań laboratoryjnych gruntów, w podłożu na zbadanym terenie można wydzielić sześć serii litologiczno-genetycznych, które dalej nazywa się seriami geologiczno-inżynierskimi. Są to:

- **I seria geologiczno-inżynierska – holocenijskie grunty antropogeniczne (Qhn);**
- **II seria geologiczno-inżynierska – holocenijskie osady organiczne (Qhh);**
- **III seria geologiczno-inżynierska – holocenijskie osady rzeczne (Qhf);**
- **IV seria geologiczno-inżynierska – holocenijskie osady deluwialne (Qde);**
- **V seria geologiczno-inżynierska – holocenijskie osady zastoiskowe (Qhl);**
- **VI seria geologiczno-inżynierska – plejstocenijskie osady wodnolodowcowe (Qpfg);**
- **VII seria geologiczno-inżynierska – plejstocenijskie gliny zwalowe (Qpg);**
- **VIII seria geologiczno-inżynierska - plejstocenijskie osady zastoiskowe (Qpl);**
- **IX seria geologiczno-inżynierska – plejstocenijskie ły zastoiskowe (Qpl).**

Zgodnie z Prawem geologicznym i górnictwem z dnia 9 czerwca 2011 r. wg stanu prawnego na dzień 1 stycznia 2012 r. (Dz. U. Nr 163, poz. 981) - „Dokumentację geologiczno-inżynierską sporządza się dla ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych”.

W związku z powyższym wydzielone serie geologiczno-inżynierskie zostały ujęte w warstwy geotechniczne (na podstawie PN-81/B-03020). Dla warstw geotechnicznych podano charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych określone na podstawie badań makroskopowych, badań laboratoryjnych, sondowań dynamicznych oraz sondowań statycznych gruntów metodami A i B, wg p.3.2. PN-81/B-03020 (*Tabela nr 6*). Jako cechę wyróżniającą dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia -  $I_D$ , a dla gruntów spoistych stopień plastyczności -  $I_L$ . Pod względem konsolidacji grunty IV, V i VIII serii geologiczno-inżynierskiej należą do grupy C, natomiast grunty VII serii geologiczno - inżynierskiej należą do grupy B (wg p.1.4.6 PN-81/B-03020). ły zastoiskowe niezależnie od pochodzenia geologicznego zaliczono (wg pkt. 1.4.6 PN-81B-03020) do grupy D.

Należy podkreślić, że przeprowadzone sondowania dynamiczne DPL i DPM i statyczne CPTU dostarczyły danych o zagęszczeniu osadów piaszczystych. W interpretacji przyjęto średnią arytmetyczną otrzymanych wyników, tj. stopnia zagęszczenia  $I_D$ .

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw geotechnicznych zestawiono w *Tabeli nr 6*. Z uwagi na znaczną miąższość nasypów antropogenicznych, utwory te włączono do serii, jak również warstw geotechnicznych, lecz ze względu, iż są to grunty pozanormatywne, nie ustalono dla nich charakterystycznych wartości parametrów. Z podziału na warstwy wyłączono natomiast holocenijski humus.

Charakterystykę wysadzinowości gruntów podłoża wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. - „Warunki techniczne, jakim

powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie” (Dz.U.1999.43.430) [3]. Przyjmuje się, że pobocza projektowanej obwodnicy będą utwardzone i szczelne, a odprowadzenie wód powierzchniowych – dobre.

Grupy nośności podłoża  $G_i$  przyjęto w zależności od przebiegu trasy w nasypie lub wykopie oraz uwzględniając warunki wodne.

Ponadto dla gruntów zalegających w podłożu określono empirycznie na podstawie wykresów krzywych uziarnienia orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  (Tabela nr 7). Wyniki tych badań pogrupowano zgodnie z numeracją poszczególnych warstw geotechnicznych, a także w kolejności numeru otworu badawczego oraz wzrastającej głębokości pobrania próbki gruntu.

Uznając metodę USBSC za najbardziej reprezentatywną, poniżej przedstawiono przedziały współczynników filtracji dla niektórych warstw geotechnicznych, które uzyskano z badań laboratoryjnych:

- **Warstwa IIIA**  $k = 4,6 \times 10^{-5}$  m/s, tj. 4,1 m/d wg USBSC (wartość  $k$  uzyskana na podstawie 1 próbki gruntów niespoistych);
- **Warstwa IIIC**  $k = 1,1 \times 10^{-5}$  m/s, tj. 1,0 m/d wg USBSC (wartość  $k$  uzyskana na podstawie 1 próbki gruntów niespoistych);
- **Warstwa IIIF**  $k = 1,1 \times 10^{-5}$  m/s, tj. 1,0 m/d wg USBSC (wartość  $k$  uzyskana na podstawie 1 próbki gruntów niespoistych);
- **Warstwa VIB**  $k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}$ , tj. 1,0 - 6,8 m/d wg USBSC;
- **Warstwa VIC**  $k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}$  m/s, tj. 5,3 - 15,6 m/d wg USBSC;
- **Warstwa VID**  $k = 5,3 - 21,0 \times 10^{-5}$ , tj. 4,6 - 18,2 m/d wg USBSC;
- **Warstwa VIE**  $k = 2,7 - 3,3 \times 10^{-5}$ , tj. 2,3 - 2,9 m/d wg USBSC;
- **Warstwa VIF**  $k = 11,0 - 19,0 \times 10^{-5}$ , tj. 9,6 - 16,3 m/d wg USBSC.

Poniżej natomiast przyjęto (dla pozostałych warstw), zaczerpnięte z literatury, orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  (wg Pazdro, 1977) [47], które proponuje się wziąć pod uwagę szczególnie przy opracowywaniu projektu odwodnienia dla potrzeb posadowienia m.in. zbiorników retencyjnych.

- **Warstwa II**  $k=10^{-8}$ - $10^{-6}$  m/s (niska przepuszczalność);
- **Warstwa IIIA'**  $k=10^{-5}$ - $10^{-4}$  m/s (średnia przepuszczalność);
- **Warstwa IIIB**  $k>10^{-3}$  m/s (bardzo wysoka przepuszczalność);
- **Warstwa IIID**  $k=10^{-4}$ - $10^{-3}$  m/s (wysoka przepuszczalność);
- **Warstwa IIIE**  $k>10^{-3}$  m/s (bardzo wysoka przepuszczalność);
- **Warstwy IVA-IVB**  $k=10^{-6}$ - $10^{-5}$  m/s (słaba przepuszczalność);
- **Warstwy VA-VB**  $k=10^{-6}$ - $10^{-5}$  m/s (słaba przepuszczalność);

- **Warstwa VIA**  $k=10^{-4} \times 10^{-3}$  m/s (wysoka przepuszczalność);
- **Warstwa VIG**  $k=10^{-5}-10^{-4}$  m/s (średnia przepuszczalność);
- **Warstwa VIH**  $k=10^{-4}-10^{-3}$  m/s (wysoka przepuszczalność);
- **Warstwy VIIA-VIID**  $k=10^{-8}-10^{-6}$  m/s (niska przepuszczalność);
- **Warstwy VIIIA-VIIIE**  $k=10^{-12}-10^{-8}$  m/s (bardzo niska przepuszczalność) w obrębie  $G_{\pi}$  oraz  $k=10^{-6}-10^{-5}$  m/s (słaba przepuszczalność) w obrębie  $\Pi$  i  $\Pi_p$ ;
- **Warstwy IXA-IXB**  $k=10^{-12}-10^{-8}$  m/s (bardzo niska przepuszczalność).

## **Charakterystyka wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich i warstw geotechnicznych.**

### **I – seria geologiczno-inżynierska – holocenne grunty antropogeniczne (Qhn).**

Stanowią je nasypy budowlane, w składzie których odnotowano m.in. różnoziarniste piaszki, kamienie i żwiry, a także nasypy niebudowlane, stanowiące mieszaninę różnoziarnistych piaszków, części humusowych, kamieni, żwiru, żużlu, glin oraz śmieci. Nasypy niebudowlane nie mogą stanowić podłoża pod projektowaną drogę główną i obiekty towarzyszące, natomiast decyzję dotyczącą ewentualnego pozostawienia nasypów budowlanych miejscami w zasięgu nowobudowanego korpusu drogi wraz z infrastrukturą towarzyszącą, powinna być podjęta przez geotechnika po wykonaniu badań makroskopowych lub badań kontrolnych podłoża poniżej dna wykopu.

### **II – seria geologiczno-inżynierska – holocenne osady organiczne (Qhh).**

Występują w stropowych partiach podłoża gruntowego i tworzą nieciągłe poziomy lub niewielkie soczewki. Pod względem wykształcenia litologicznego grunty organiczne reprezentowane są przez namuły, namuły piaszczyste, namuły gliniaste o zawartości części organicznych od 6,3 do 11,5% (wynik badań laboratoryjnych 3 próbek gruntu) oraz torfy o zawartości części organicznych powyżej 30% (Załącznik nr 6). Namuły i torfy charakteryzują się niską przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-8}-10^{-6}$  m/s).

W obrębie serii **osadów organicznych (Qhh)**:

- **do warstwy II zaliczono** – namuły, namuły gliniaste, namuły piaszczyste, torfy i piaszki humusowe o zróżnicowanej wilgotności - mało wilgotne, wilgotne i nawodnione. Nie wyznaczono dla nich charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych, są to bowiem młode grunty ściśliwe, podatne na osiadania i klasyfikowane jako nie nadające się do bezpośredniego posadowienia.



### **III – seria geologiczno-inżynierska – holocène osady rzeczne (Qhf).**

Występują głównie w rejonach dolin rzek i cieków oraz tworzą ciągłe poziomy w obrębie tarasów zalewowych. Seria osadów rzecznych należy do gruntów przepuszczalnych i charakteryzuje się średnią, wysoką i bardzo wysoką przepuszczalnością. Osady rzeczne w przelotach zalegania piasków drobnych odznaczają się średnią przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-5}$ - $10^{-4}$  m/s), zaś w przelotach występowania piasków średnich – wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  m/s). W obrębie holocène osadów rzecznych wyróżniono także pospółki, które charakteryzują się bardzo wysoką przepuszczalnością, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji  $k > 10^{-3}$  m/s).

W obrębie serii **osadów rzecznych (Qhf)**:

- **do warstwy IIIA' włączono** – wilgotne i nawodnione piaski drobne, występujące w stanie luźnym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,30$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), są to grunty niewysadzinowe, bez względu na warunki wodne zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.
- **do warstwy IIIA włączono** – wilgotne i nawodnione piaski średnie lokalnie z przewarstwieniami namulów, występujące w stanie luźnym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,30$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), są to grunty niewysadzinowe, bez względu na warunki wodne zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Współczynnik filtracji dla gruntów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 4,6 \times 10^{-5}$  m/s, tj. ok. 4,1 m/d.
- **do warstwy IIIB włączono** – występujące tylko lokalnie pospółki w stanie luźnym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,28$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), pospółki zaklasyfikowano jako grunty niewysadzinowe bez względu na warunki wodne i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.
- **do warstwy IIIC zaliczono** – występujące w przewadze piaski drobne oraz piaski pyliste. Te mało wilgotne, wilgotne i nawodnione utwory zalegają w stanie średnio zagęszczonym, o obliczonej (na podstawie sondowań dynamicznych DPL i DPM oraz sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,55$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,09$ . Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 1,1 \times 10^{-5}$  m/s, tj. ok. 1,0 m/d. Grunty tej serii w obrębie zalegania piasków drobnych należą do niewysadzinowych i klasyfikowane są do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach

wodnych. Wyjątek stanowią piaski pylaste, które ze względu na zawartość cząstek  $\leq 0,075\%$  w granicach od 15 do 30% zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.

➤ **do warstwy IIID włączono** – piaski średnie, miejscami z domieszką piasku grubego oraz żwiru. Te wilgotne i nawodnione utwory występują w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te zaklasyfikowano do gruntów niewysadzinowych bez względu na warunki wodne i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.

➤ **do warstwy IIIE zaliczono** – nawodnione pospółki, pospółki gliniaste, lokalnie z domieszką żwiru. Osady te występują w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,50$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te w obrębie zalegania pospółek zaklasyfikowano do gruntów niewysadzinowych bez względu na warunki wodne i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Pospółki gliniaste natomiast należą do gruntów wątpliwych, toteż zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.

➤ **do warstwy IIIF włączono** – występujące w przewodzie piaski drobne, lokalnie z niewielką domieszką piasku pylastego, piasku średniego i żwiru. Utwory te są nawodnione, średnio zagęszczone, o obliczonej (na podstawie sondowań dynamicznych DPL i DPM oraz sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,75$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,04$ . Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 1,1 \times 10^{-5}$  m/s, tj. ok. 1,0 m/d. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), są to grunty niewysadzinowe, bez względu na warunki wodne zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.

#### **IV – seria geologiczno-inżynierska – holocénskie osady deluwialne (Qde).**

Do serii osadów deluwialnych zalicza się spoiste rodzime grunty mineralne zawarte w przedziale gruntów w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Pod względem litologicznym są to najczęściej piaski gliniaste lokalnie z przewarstwieniami żwiru, pyły i pyły piaszczyste. Serię osadów deluwialnych budują grunty, które pod względem własności filtracyjnych należą do słabo przepuszczalnych, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji wahających się w granicach  $k = 10^{-6} - 10^{-5}$  m/s.

Różnice wilgotności oraz stanu są podstawą do podziału gruntów tej serii na warstwy geotechniczne.

**W obrębie serii *osadów deluwialnych (Qde)*:**

- **do warstwy IVA zaliczono** – głównie piaski gliniaste tworzące niewielkiej miąższości soczewki na analizowanym obszarze. Grunty należące do tej warstwy są wilgotne, plastyczne, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,35$ . Utwory te klasyfikowane są jako bardzo wysadzinowe i włączono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.
- **do warstwy IVB zaliczono** – pyły piaszczyste i pyły. Grunty należące do tej warstwy są wilgotne, w stanie plastycznym na granicy miękkoplastycznego, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,50$ . Utwory te należą do bardzo wysadzinowych i zaklasyfikowano je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

**V – seria geologiczno-inżynierska – holocenyjskie osady zastoiskowe (Qhl).**

W serii holocenyjskich mulków zastoiskowych występują osady spoiste: piaski gliniaste, pyły i pyły piaszczyste oraz lokalnie gliny pylaste. Utwory te należą do gruntów słabo przepuszczalnych, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji  $k$  wahających się w granicach  $10^{-6}$ - $10^{-5}$  m/s). Z kolei gliny pylaste odznaczają się bardzo niską przepuszczalnością, a orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  wahają się w granicach  $10^{-12}$ - $10^{-8}$  m/s.

Krótką charakterystyką wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **do warstwy VA zaliczono** – piaski gliniaste, pyły i gliny pylaste, które najczęściej zdeponowane są w formie soczewek. Grunty w obrębie tej warstwy należą do mało wilgotnych, w stanie twardoplastycznym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,15$ . Utwory klasyfikowane są jako mało wysadzinowe i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.
- **do warstwy VB zaliczono** – wilgotne pyły piaszczyste, pyły z domieszką części organicznych (do 2%) i piaski gliniaste. Utwory te występują w stanie plastycznym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,35$ . Grunty należą do bardzo wysadzinowych i zaklasyfikowano je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

**VI – seria geologiczno-inżynierska – plejstocenyjskie osady wodnolodowcowe (Qpfg).**

Na zespół osadów wodnolodowcowych składają się rodzime grunty mineralne, reprezentowane przez pełen wachlarz utworów niespoistych.

Seria utworów wodnolodowcowych należy do gruntów przepuszczalnych i charakteryzuje się średnią, wysoką i bardzo wysoką przepuszczalnością. Osady akumulacji fluwioglacjalnej w przelotach zalegania piasków drobnych odznaczają się średnią przepuszczalnością (orientacyjne

wartości współczynnika filtracji  $k$  wahają się w granicach  $10^{-5}$ - $10^{-4}$  m/s), zaś w przelotach występowania piasków średnich – wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  m/s). W obrębie holocenów osadów rzecznych wyróżniono także pospółki, które charakteryzują się bardzo dobrą przepuszczalnością o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji  $k > 10^{-3}$  m/s).

Krótką charakterystyką wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **do warstwy VIA włączono** – nawodnione piaski średnie w stanie luźnym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_p^{(n)} = 0,28$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te zaklasyfikowano do gruntów niewysadzinowych bez względu na warunki wodne i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.
- **do warstwy VIB włączono** – mało wilgotne, wilgotne i nawodnione piaski drobne, lokalnie z domieszką piasku pylastego oraz piaski pylaste z wkładkami piasków drobnych. Utwory te występują w stanie średnio zagęszczonym, o obliczonej (na podstawie sondowań dynamicznych DPL i DPM oraz sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_p^{(n)} = 0,53$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,13$ . Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}$ , tj. 1,0 - 6,8 m/d. Grunty tej serii w obrębie zalegania piasków drobnych należą do niewysadzinowych i klasyfikowane są jako grunty grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych. Wyjątek stanowią piaski pylaste, które ze względu na zawartość cząstek  $\leq 0,075\%$  w granicach od 15 do 30% zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.
- **do warstwy VIC włączono** – piaski średnie, miejscami z domieszką piasku grubego oraz żwiru. Te wilgotne i nawodnione utwory występują w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_p^{(n)} = 0,50$ . Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}$  m/s, tj. 5,3 - 15,6 m/d. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te zaklasyfikowano do gruntów niewysadzinowych w każdych warunkach wodnych i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**.
- **do warstwy VID włączono** – nawodnione pospółki. Osady te występują w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_p^{(n)} = 0,50$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te zaklasyfikowano do gruntów niewysadzinowych bez

względem na warunki wodne i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 5,3 - 21,0 \times 10^{-5}$ , tj. 4,6 – 18,2 m/d.

- **do warstwy VIE włączono** – występujące w przewodzie piaski drobne, lokalnie z niewielką domieszką piasku pylastego oraz piaski pylaste z wkładkami piasków drobnych. Utwory te są wilgotne i nawodnione, w stanie zagęszczonym, o obliczonej (na podstawie sondowań dynamicznych DPL i DPM oraz sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,72$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,06$ . Współczynnik filtracji dla utworów tego wydzielenia obliczono metodą USBSC i wynosi  $k = 2,7 - 3,3 \times 10^{-5}$ , tj. 2,3 – 2,9 m/d. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), w obrębie występowania piasków drobnych są to grunty niewysadzinowe w każdych warunkach wodnych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. W obszarze zalegania piasków pylastych, utwory te klasyfikowane są jako wątpliwe i włączono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.
- **do warstwy VIF włączono** – wilgotne i nawodnione pospółki oraz lokalnie pospółki gliniaste. Utwory te występują w stanie zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,75$ . Pod względem własności filtracyjnych, zaliczono je do dobrze przepuszczalnych, o współczynniku filtracji obliczonym na podstawie metody USBSC  $k = 11,0 - 19,0 \times 10^{-5}$ , tj. 9,6 – 16,3 m/d. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), grunty te w obrębie zalegania pospółek należą do niewysadzinowych w każdych warunkach wodnych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1**. Natomiast pospółki gliniaste są utworami wątpliwymi i zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.
- **do warstwy VIG włączono** – piaski drobne i piaski pylaste, które wzajemnie się ze sobą przewarstwiają. Osady tego wydzielenia są nawodnione, bardzo zagęszczone, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,84$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), grunty tej serii w obrębie zalegania piasków drobnych należą do niewysadzinowych i klasyfikowane są jako grunty grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych. Wyjątek stanowią piaski pylaste, które ze względu na zawartość cząstek  $\leq 0,075\%$  w granicach od 15 do 30% zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni **G2**.
- **do warstwy VIH włączono** – nawodnione piaski średnie w stanie bardzo zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b^{(n)} = 0,85$ . Wg Rozporządze-

nia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory tej warstwy zaklasyfikowano jako niewysadzinowe i włączono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych.

### **VII – seria geologiczno-inżynierska – kompleks glin zwałowych (Qpg).**

Na kompleks glin zwałowych składają się rodzime grunty mineralne, reprezentowane w przewadze przez piaski gliniaste, gliny piaszczyste, gliny i gliny piaszczyste zwięzłe. Utworom tym często towarzyszą domieszki głazików, otoczków bądź żwiru. Pod względem własności filtracyjnych kompleks glin zwałowych w przelotach zalegania glin piaszczystych, glin i glin piaszczystych zwięzłych charakteryzuje się niską przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-8}$ - $10^{-6}$  m/s), zaś w przelotach występowania piasków gliniastych – słabą przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-6}$ - $10^{-5}$  m/s).

Krótką charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **do warstwy VIIA zaliczono** – mało wilgotne gliny piaszczyste, gliny, gliny piaszczyste zwięzłe, miejscami z domieszką żwiru bądź otoczków. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,00$ - $0,10$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto gliny piaszczyste, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,07$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 12,7\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,13$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), grunty te należą do mało wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.
- **do warstwy VIIB zaliczono** – mało wilgotne gliny piaszczyste, gliny oraz piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym. Wartość stopnia plastyczności zamyka się w przedziale  $I_L = 0,11$ - $0,24$ , a jako grunt reprezentatywny uznano gliny piaszczyste, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,18$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 13,6\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,06$ . Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), grunty te należą do mało wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.
- **do warstwy VIIC zaliczono** – wilgotne, w stanie plastycznym utwory spoiste, reprezentowane przez gliny piaszczyste, gliny, gliny piaszczyste zwięzłe oraz piaski gliniaste. Wartość stopnia plastyczności zamyka się w przedziale  $I_L = 0,25$ - $0,34$ , a jako grunt reprezentatywny uznano gliny piaszczyste, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastycz-

ności  $I_L^{(n)} = 0,31$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 18,4\%$  (uśredniona wartość wyznaczona z badań laboratoryjnych). Grunty te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

- **do warstwy VIID zaliczono** – wilgotne gliny piaszczyste, występujące w stanie plastycznym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,40$ , przy czym jego wartość zamyka się w przedziale  $I_L = 0,35-0,40$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), grunty te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

### **VIII – seria geologiczno-inżynierska – plejstoceńskie mulki zastoiskowe (Qpl).**

Na serię utworów zastoiskowych składają się rodzime grunty mineralne, reprezentowane w przewadze przez gliny pylaste, pyły, pyły piaszczyste, pyły bliskie glinom pylastym, gliny pylaste przewarstwione pyłami, gliny pylaste zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe na granicy ilów. Utwory te na wielu odcinkach dominują w podłożu gruntowym projektowanej drogi. Pod względem własności filtracyjnych kompleks mulków zastoiskowych w przelotach zalegania glin pylastych charakteryzuje się bardzo niską przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-12}-10^{-8}$  m/s), zaś w przelotach występowania pyłów i pyłów piaszczystych – słabą przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-6}-10^{-5}$  m/s).

Krótką charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **do warstwy VIIIA włączono** – mało wilgotne gliny pylaste, gliny pylaste zwięzłe, pyły i pyły piaszczyste. Grunty spoiste występują w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,00-0,10$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto gliny pylaste, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,10$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 21,5\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,16$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te należą do mało wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.
- **do warstwy VIIIB włączono** – mało wilgotne gliny pylaste, pyły i gliny pylaste zwięzłe. Utwory te są w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,11-0,24$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto gliny pylaste, o obliczonej (na podstawie badań laboratoryjnych oraz wyników sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,18$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,20$  i wilgotności

naturalnej  $w_n^{(n)} = 22,3\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,12$ . Grunty te należą do mało wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3**.

- **do warstwy VIIIC włączono** – gliny pylaste, pyły i gliny pylaste zwięzłe. Utwory te są wilgotne, w stanie plastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,25-0,34$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto gliny pylaste, o obliczonej (na podstawie badań laboratoryjnych oraz wyników sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,31$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,10$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 23,6\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,09$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.
- **do warstwy VIID włączono** – gliny pylaste i pyły należące do utworów wilgotnych, w stanie plastycznym oraz plastycznym na granicy miękkoplastycznego, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,35-0,50$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto gliny pylaste, o obliczonej (na podstawie badań laboratoryjnych oraz wyników sondowań statycznych CPTU) charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,41$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,08$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.
- **do warstwy VIID włączono** – wilgotne, w stanie miękkoplastycznym gliny pylaste i pyły piaszczyste, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} > 0,50$ . Z uwagi na bardzo dużą wysadzinowość tych gruntów, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), włączono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

#### **IX – seria geologiczno-inżynierska – plejstocenske ily zastoiskowe (Qpl).**

Na serię iłów zastoiskowych, które zalegają najczęściej w obrębie mułków, składają się rodzime grunty mineralne, reprezentowane w przewadze przez ily, ily pylaste i gliny pylaste zwięzłe przewarstwione pyłami. Utwory te zostały rozpoznane fragmentarycznie w podłożu gruntowym projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678, najczęściej w rejonie obiektów inżynierskich, gdzie zalegają na znacznych głębokościach.

Pod względem własności filtracyjnych kompleks iłów zastoiskowych charakteryzuje się bardzo niską przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla tych gruntów wahają się w granicach  $10^{-12}$ - $10^{-8}$  m/s).



Krótką charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **do warstwy IXA włączono** – mało wilgotne łyły pylaste i gliny pylaste zwięzłe przewarstwione pyłami. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,00-0,15$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto łyły pylaste, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,10$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 25,1\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,04$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.
- **do warstwy IXB włączono** – łyły i gliny pylaste przewarstwione pyłami. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym i twardoplastycznym na granicy plastycznego, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale  $I_L = 0,16-0,25$ . Jako grunt reprezentatywny przyjęto łyły o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,25$  i wilgotności naturalnej  $w_n^{(n)} = 25,1\%$ , przy  $\gamma_m = 1 \pm 0,04$ . Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. (Dz. U. nr 43, poz. 430), utwory te należą do bardzo wysadzinowych i zalicza się je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G4**.

Do warstw geotechnicznych nie zaliczono występującej na powierzchni terenu warstwy humusu. Grunty te nie mogą być podłożem budowlanym dla drogi głównej i dróg dojazdowych oraz pozostałych obiektów inżynierskich toteż należy je z powierzchni usunąć.

## **5.2. Warunki budowlane na poszczególnych odcinkach projektowanej obwodnicy**

Określenia generalnych warunków budowlanych dokonano w opracowaniu [29], uwzględniając rodzaje gruntów oraz warunki wodne. W przypadku braku jednoznaczności niektórych kryteriów podanych w opracowaniu [29], dokonano oceny własnej. Dla drogi prowadzonej w wykopie, odniesiono się do warunków gruntowo-wodnych występujących 0,5 m poniżej istniejącej niwelety (orientacyjny poziom robót ziemnych pod nawierzchnie drogowe).

Odcinki planowanych wykopów i nasypów określono nie uwzględniając warstwy humusu i nasypów niebudowlanych. Przedstawione warunki budowlane mają charakter bardzo ogólny. Natomiast bardziej szczegółowe rozpatrzenie warunków budowlanych, uwzględniające różnorodne kryteria oceny przedstawiono w następnych punktach opracowania. Warunki budowlane uwzględniają istniejący stan wody gruntowej w okresie wykonywania terenowych badań podłoża gruntowego.

Warunki budowlane uwzględniające charakter podłoża oraz uwarunkowania wodne dla poszczególnych odcinków projektowanej obwodnicy przedstawiono w poniższej *Tabeli nr 8*.

Należy zaznaczyć, że otwory badawcze wykonywane były zarówno w osi jak i poza obrysem projektowanej drogi, dlatego też opis rzędnych terenu, wysokości nasypów, głębokości wkopów może nieznacznie różnić się od sytuacji przedstawionej na przekrojach geotechnicznych.

**Tabela nr 8.** Szczegółowe warunki geotechniczne dla korpusu drogi głównej wraz z określeniem grupy nośności podłoża nawierzchni.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odcinek trasy [km]	Położenie niwelety	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Warunki wodne	Podłoże gruntowe		Przydatność gruntów z wykopów do wbudowania w nasyp	Grupy nośności podłoża w strefie powierzchniowej (nasypy) lub 1,0 m poniżej niwelety (wykopy)	Warunki budowlane	Proponowane rozwiązania projektowe
				w podstawie nasypu/ stan gruntów	w dnie wykopu/ stan gruntów				
0+000 - 0+030	Nasyp	Poniżej warstwy nasypu budowlanego złożonego głównie z piasku drobnego na granicy piasku pylastego (warstwa I) zalega seria zastoiskowa w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB), którą tworzą pyły, gliny pylaste na granicy pyłów oraz pyły na granicy glin pylastych o nieznannej miąższości (w toku prac wiertniczych spągu plejstoceńskich utworów nie nawiercono). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty niespoiste zalegające w strefie przypowierzchniowej - zaliczono do grupy G3. Lokalnie w rejonie otworu nr D1 napotkano soczewkę piaszczystych osadów wodnolodowcowych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) o miąższości 0,3 m.	<b>DOBRE</b> Wodę gruntową o zwierciadle napiętym nawiercono na głębokości 1,4 m p.p.t., tj. na rzędnej 145,6 m n.p.m. Jest ona związana z soczewką piasków wodnolodowcowych, zdeponowanych w obrębie osadów spoistych pochodzenia zastoiskowego (otwór nr D1).	$\Pi/G\pi$ , $G\pi/\Pi$ , $G\pi z$ , $\Pi$ (tp1) $I_L=0,18$ ;	–	–	<b>G3</b>	<b>DOBRE</b> Podłoże nośne – głównie pyły, pyły na granicy glin pylastych, gliny pylaste bliskie pyłom w stanie twardoplastycznym.	Przed ułożeniem nasypu – wymiana w całości gruntów antropogenicznych bez naruszania struktury wewnętrznej gruntów warstwy VIIIB. Stabilizacja chemiczna gruntów spoistych. Dbłość o nienaruszenie kompleksu mułków zastoiskowych zalegających w podłożu oraz ich zabezpieczenie przed dopływem wód opadowych.
0+030 - 0+250	Nasyp	Na omawianym odcinku projektowanej drogi dominujący udział w budowie geologicznej mają utwory pochodzenia wodnolodowcowego w stanie średnio zagęszczonym, związane z akumulacją materiału piaszczysto-pyłowego nanieśionego przez wody lodowcowe w czasie recesji lądolodu warciańskiego. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty niespoiste zalegające w strefie przypowierzchniowej - zaliczono do grupy G1. Osady piaszczyste o stwierdzonej miąższości ok. 1,0 – 2,5 m zalegają tu na glinie zwałowej oraz lokalnie mułkach zastoiskowych w początkowej i końcowej części odcinka.	<b>DOBRE</b> Wodę gruntową o zwierciadle swobodnym nawiercono na głębokości 1,0 - 2,8 m p.p.t., tj. na rzędnych 140,8 - 142,0 m n.p.m. Wody o charakterze przypowierzchniowym, związane są z piaszczystymi seriami utworów wodnolodowcowych. Dodatkowo w rejonie otworu nr D3 natrafiono na obecność wody zawieszanej o zwierciadle swobodnym,	$P_d$ , $P_\pi$ (szg) $I_b=0,53$	-	-	<b>G1</b>	<b>DOBRE</b> W strefie przypowierzchniowej podłoża gruntowego pod warstwą nasypów niebudowlanych i lokalnie humusu zalegają grunty nośne – piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).	Ułożenie nasypu po całkowitym usunięciu warstwy humusu i gruntów antropogenicznych bez naruszania struktury wewnętrznej gruntów warstwy VIB. Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych warstwy VIB.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Pod względem litologicznym serię zastoiskową budują gliny pylaste zwięzłe, pyły i pyły bliskie glinom pylastym w stanie plastycznym (warstwa VIIIC), natomiast kompleks glin zwałowych reprezentowany jest w przewadze przez gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym i plastycznym (warstwy VIIB i VIIC). Stropową część analizowanego obszaru pokrywają holocenijskie antropogeniczne nasypy niebudowlane oraz warstwa humusu.	nawierconym na głębokości 1,4 m p.p.t. (tj. na rzędnej 144,7 m n.p.m.). Woda ta związana jest z serią piasków pokrywowych w stropie utworów spoistych.						
0+250 - 0+307	Nasyp	<p>Zasadniczą część podłoża gruntowego na analizowanym odcinku stanowią mulki zastoiskowe, które rozdzielają tu utwory wodnolodowcowe na dwa cykle sedimentacyjne tego samego wieku. Osady niespoiste reprezentowane są przez frakcje drobnoziarniste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB). Powierzchnia stropowa kompleksu zastoiskowego występuje na głębokości 0,6 – 1,0 m p.p.t.; litologicznie tworzą je iły przewarstwione pyłami piaszczystymi (warstwa IXA), które przyjmują tu formę charakterystycznego diapiru w obrębie glin pylastych zwięzłych i pyłów (warstwa VIIIB).</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty spoiste zalegające w strefie przypowierzchniowej bezpośrednio pod warstwą gruntów antropogenicznych - zaliczono do grupy G4.</p> <p>Dodatkowo w rejonie otworów nr nr D12 i O-1 prace wiertnicze wykazały obecność serii gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły piaszczyste (warstwa II). Na mapie geologiczno-inżynierskiej (Rysunek nr 10.1) określono ich zasięg przewidywanego występowania. Osady organiczne jako nienośne, nie mogą stanowić podłoża budowlanego i należy je usunąć.</p>	<p><b>PRZECIĘTNE</b></p> <p>Na krótkim odcinku analizowanej drogi woda gruntowa charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym kształtującym się na głębokości od 0,5 – 0,6 m p.p.t., nawierconym w obrębie serii wodnolodowcowej, jak i w spągowej części nasypów niebudowlanych. Lokalnie (otwór nr D13) na głębokości 2,1 m p.p.t. w obrębie dolnej serii osadów wodnolodowcowych odnotowano zwierciadło naporowe, które ustabilizowało się w poziomie zalegania zwierciadła swobodnego (tj. rzędnych 140,3 – 140,9 m n.p.m.). Z uwagi na dość płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mających wpływ przede wszystkim na wahania lustra wód gruntowych, które mogą osiągać ±0,5 m (maksymalnie</p>	<p>Nmp; II (tpl) I<sub>L</sub>=0,18; I//IIp (tpl) I<sub>L</sub>=0,10;</p>	–	–	G4	<p><b>ZŁE</b></p> <p>W obrębie prawego pasa projektowanej drogi, tuż nad serią utworów akumulacji fluwioglacjalnej zalegają nienośne grunty organiczne (warstwa II).</p> <p><b>DOSTATECZNE</b></p> <p>Lewy pas obejmują z kolei utwory zastoiskowe w stanie twardoplastycznym.</p>	<p><b>PRAWY PAS DROGI</b></p> <p>Wymiana gruntów organicznych na nośne utwory niespoiste. Pozostawienie gruntów warstwy VIB w stanie naturalnym (bez stosowania dodatkowych zabiegów dogęszczających)</p> <p>Szczególną uwagę należy zwrócić na osady ilaste (warstwa IXA) – grunty te w wyniku kontaktu z wodami mogą wykazywać właściwości pęczniące i tiksotropowe.</p> <p><b>LEWY PAS DROGI</b></p> <p>Wymiana nasypów antropogenicznych na nośne grunty niespoiste. Ewentualna stabilizacja chemiczna utworów spoistych warstwy VIIIB. Należy nie dopuścić do kontaktu gruntów spoistych z wodami atmosferycznymi (ewentualnie gruntowymi z nadległych sączeń), gdyż może to doprowadzić do</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			±1,0 m).						obniżenia ich nośności. Zarówno w obrębie prawego i lewego pasa ruchu należy zastosować stałe odwodnienie min. 1,0 m poniżej planowanych prac budowlanych.
0+307- 0+395	Nasyp	<p>Analizowany obszar stanowi fragment wysoczyzny morenowej stadiału warty zlodowacenia środkowopolskiego, złożonej z glin zwałowych. Ich występowanie stwierdzono we wszystkich otworach na rozpatrywanym odcinku rozbudowywanej drogi. Warstwa charakteryzuje się wyrównanym stropem, nachylonym w kierunku południowym. Utwory te tworzą ciągły poziom, którego miąższość nie jest znana, gdyż spągu nie osiągnięto wykonanymi otworami. Pod względem litologicznym, grunty wykształcone są jako gliny piaszczyste, miejscami z domieszkami głązików, gliny piaszczyste zwięzłe oraz piaski gliniaste. Ich stan określono jako plastyczny (warstwy VIIC, VIID) oraz twardoplastyczny (warstwy VIIA i VIIB), przy czym grunty warstw VIIA i VIIC zalegające w spągowej części otworów rozpoznawczych nie będą miały większego wpływu na posadowienie korpusu drogi i jej eksploatację.</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty plastyczne warstw VIIC i VIID zaliczono do grupy G4.</p> <p>Ponadto w rejonie otworu nr D14 na stropie kompleksu glin zwałowych, tuż pod warstwą nasypów niebudowlanych natrafiono na niewielkiej miąższości płat utworów organicznych, które należą do gruntów ściśliwych i należy jest usunąć spod nasypu drogowego.</p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Stwierdzono występowanie wody gruntowej w postaci śródglinowych sączeń w przelocie głębokości 1,6 – 1,9 m p.p.t.</p>	<p>Nmp; Gp, Gp+KO, Gpz, Pg (pl) I<sub>L</sub>=0,31 oraz I<sub>L</sub>=0,40</p>	–	–	<b>G4</b>	<p><b>DOSTATECZNE</b></p> <p>W podłożu budowlanym zalegają gliny zwałowe w stanie plastycznym (warstw VIIC i VIID). Generalnie, należy stwierdzić, iż grunty warstwy VIIC w stanie naturalnym są nośne i będą stanowić dobre podłoże budowlane dla projektowanej drogi. Sugeruje się jednak szczególną uwagę zwrócić na grunty warstwy VIID. Są to plastyczne gliny zwałowe, które w stanie naturalnym są gruntami nośnymi, lecz w przypadku naruszenia ich struktury wewnętrznej, w znacznym stopniu osłabić można ich właściwości fizyko-mechaniczne tych gruntów, aż do wywołania w efekcie stanu płynnego.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>W podłożu w rejonie otworu nr D14 zalega</p>	<p>Wymiana gruntów organicznych i nasypów antropogenicznych oraz stabilizacja chemiczna utworów spoistych (zwłaszcza warstw VIIC i VIID).</p> <p>Dbłość o nienaruszenie gruntów spoistych zalegających w podłożu oraz ich zabezpieczenie przed dopływem wód opadowych.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								płat osadów organicznych, klasyfikowanych jako grunty nienośne.	
0+395 - 0+600	Nasyp	W obrębie wysoczyzny polodowcowej zbudowanej z osadów wodnolodowcowych (warstwy VIB i lokalnie VID), zanotowano obecność glin zwałowych, jak i serii mułków zastoiskowych, które występują w postaci rozległych płatów o nieregularnym zarysie i znacznym zróżnicowaniu miąższości. Ich stan określono jako plastyczny i lokalnie twaroplastyczny. Z uwagi na fakt, iż projektowana droga będzie przebiegać w nasypie o wysokości ca 1,0 m kompleks utworów spoistych nie będzie miał większego wpływu na posadowienie korpusu drogi i jej eksploatację. Osady akumulacji fluwioglacjalnej wykształcone są jako średnio zagęszczone piaski drobne z domieszką piasków pylastych (warstwa VIB), jak również pospółka (warstwa VID). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty niespoiste warstw VIB i VID zaliczono do grupy G1.	<b>DOBRE</b> Zanotowano obecność wody gruntowej charakteryzującej się zwierciadłem swobodnym na głębokości 1,3 – 2,8 m p.p.t. (tj. rzędnych 133,8 – 135,3 m n. p.m.). Dodatkowo wodę odnotowano w zamkniętej soczewce osadów wodnolodowcowych (otwory nr nr D22 i D23). Jest to woda zawieszona o zwierciadle swobodnym na głębokości 2,1 – 2,4 m p.p.t.	Pd, Pd+P <sub>π</sub> (szg.) I <sub>D</sub> =0,53; Po (szg) I <sub>D</sub> =0,50	–	–	G1	<b>DOBRE</b> Podłoże nośne – piaski drobne i pospółka w stanie średnio zagęszczonym.	Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych
0+600- 0+730	Nasyp	W obszarze dolinnym rzeki Niewodnicy zdecydowanie największy udział w budowie geologicznej ma warstwa gruntów organicznych. Utwory te reprezentowane są głównie przez namuły, a ich maksymalna miąższość dochodzi do ok. 1,9 m. Na mapie geologiczno-inżynierskiej (Rysunek nr 10.1) określono przewidywany zasięg ich występowania. Osady te ze względu na swoją ściśliwość, są nienośne i nie mogą stanowić podłoża pod projektowaną drogę. Na analizowanym odcinku w trakcie prac wiertniczych zanotowano także obecność	<b>DOBRE</b> W trakcie wykonywania robót geologicznych stwierdzono obecność wód gruntowych, związanych z stropową serią osadów rzecznych oraz utworów organicznych. Woda ta ma charakter swobodny, kształtujący się na głębokości 1,1 – 1,5 m p.p.t. (tj. rzędnych 132,9-133,1 m n.p.m.). W rejonie otworu nr OM1-4 zanotowano także obecność	Nm, Nmp; Pd (ln) I <sub>D</sub> =0,30; Πp (pl) I <sub>L</sub> =0,35; Gp (tpl, pl) I <sub>L</sub> =0,07 I <sub>L</sub> =0,18 I <sub>L</sub> =0,31	–	–	G1, G4	<b>ZŁE</b> W podłożu zalegają nienośne grunty organiczne oraz seria osadów rzecznych w stanie luźnym, które nie nadają się do posadowienia korpusu drogi. Szczególną uwagę należy także zwrócić na grunty w rejonie otworu nr D28, zalegające poniżej	Na odcinku będącym przedmiotem opracowania, z uwagi na zwierciadło wód podziemnych zalegające w obrębie osadów organicznych oraz serii rzecznej w stanie luźnym, w trakcie robót ziemnych zaleca się przeprowadzenie stałego odwodnienia min. 1,0 m poniżej planowanych budowlanych.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>holoceńskich utworów rzecznych, reprezentowanych przez piaski drobne przewarstwione piaskami średnimi z domieszką namulów (warstwa IIIA'). Młody wiek osadów w obrębie serii piaszczystych tarasów zalewowych sprawia, że są one słabo zagęszczone, a ich miąższość dochodzi do 0,8 m. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady rzeczne zaliczono do grupy G1. Z uwagi na stan utwory te są nienośne i nie mogą stanowić podłoża pod projektowaną drogę.</p> <p>Ponadto w rejonie otworu nr D26 poniżej warstwy humusu nawiercono soczewkę holoceńskich gruntów zastoiskowych, reprezentowanych przez pyły piaszczyste w stanie plastycznym (warstwa VB). Miąższość tej serii dochodzi do 0,7 m.</p> <p>Mułki zastoiskowe nawiercono także w pobliżu otworu nr D28. Tam też osady te zalegają w stanie miękkoplastycznym i klasyfikowane są jako nienośne.</p> <p>W strefie krawędziowej doliny rzecznej (jak również w rejonie obiektu MD-1, tuż pod serią utworów rzecznych i organicznych) na analizowanym obszarze uwidacznia się kompleks glin zwałowych reprezentowanych przez gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym i plastycznym (warstwy VIIA, VIIB i VIIC).</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady zastoiskowe, jak i gliny zwałowe zaliczono do grupy G4.</p>	<p>śródglinowych sąceń w przelocie głębokości 1,3 – 2,0 m p.p.t.</p>					<p>miększej warstwy nasypów antropogenicznych – są to pyły piaszczyste w stanie miękkoplastycznym i klasyfikowane są jako nienośne.</p> <p><b>DOSTATECZNE</b></p> <p>W rejonie otworu nr D26 odnotowano warstwę pyłów piaszczystych w stanie plastycznym. Grunty te w stanie naturalnym są utworami nośnymi, jednak w wyniku kontaktu z wodami mogą wykazywać właściwości pęczniące oraz przy naruszeniu struktury wewnętrznej łatwo mogą ulec upłynnieniu.</p> <p>W strefie krawędziowej doliny rzecznej na powierzchni uwidacznia się kompleks glin zwałowych w stanie plastycznym. Utwory te w stanie naturalnym są gruntami nośnymi, lecz w przypadku naruszenia ich struktury wewnętrznej, w znacznym stopniu osłabić można ich</p>	<p>Kolejnym etapem winno być wybranie humusu, warstw gruntów antropogenicznych, utworów organicznych, jak i rzecznych, a następnie ich wymiana na nośne grunty niespoiste, zagęszczane warstwami.</p> <p>W rejonie obiektu mostowego MD-1, jak i w strefie krawędziowej doliny rzecznej – nasyp ten będzie układany bezpośrednio na gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym i plastycznym, w związku z czym można zastosować dodatkową stabilizację chemiczną utworów spoistych i przede wszystkim nie dopuszczać do kontaktu z wodami atmosferycznymi.</p> <p>Szczególną uwagę należy zwrócić na krótki odcinek w pobliżu rz. Niewodnicy, w którym nasyp będzie układany bezpośrednio na piaszczysty grunt rodzimy (warstwa VIB). Dodatkowe zagęszczenie takich utworów spowodowałoby ich upłynnienie ze względu na podwyższoną wartość wilgotności naturalnej, bliską wilgotności optymalnej gruntu, jaką osady te posiadać będą po</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								właściwości fizyko-mechaniczne, aż do wywołania w efekcie stanu płynnego.	wcześniejszym przeprowadzeniu ich odwodnienia. Ponadto sugeruje się zastosowanie stabilizacji chemicznej lub też wymianę w rejonie otworów nr D26 i nr D28 oraz nie dopuszczenie do kontaktu warstwy VIIIIE z wodami atmosferycznymi.
0+730 +0+83	Nasyp	<p>Poniżej przypowierzchniowej warstwy humusu o miąższości 0,4 – 0,7 m, rodzime podłoże gruntowe budują piaszczyste osady akumulacji wodnolodowcowej (warstwa VIB), wykształcone jako piaski drobne z domieszką piasków pylastych. Utwory te występują w stanie średnio zagęszczonym, a ich miąższość dochodzi do 1,2 m.</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady piaszczyste zaliczono do grupy G1</p> <p>Dodatkowo na odcinku objętym opracowaniem utwory serii wodnolodowcowej wypełniają dość wyrównany strop górnej serii zastoiskowej (warstwa VIIIC) w stanie plastycznym, która zalega na kompleksie glin zwałowych (otwór nr D31). Pod względem litologicznym, mułki zastoiskowe reprezentowane są przez gliny pylaste w stanie plastycznym. Z uwagi na fakt, iż projektowana droga będzie przebiegać w nasypie o wysokości powyżej 1,0 m, kompleks utworów spoistych nie będzie miał większego wpływu na posadowienie korpusu drogi i jej eksploatację.</p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Na tym odcinku woda gruntowa związana z piaszczystą serią akumulacji wodnolodowcowej i charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym, kształtującym się na głębokości ok 1,3 – 1,6 m p.p.t. oraz lokalnie pod ciśnieniem hydrostatycznym, nawierconym na głębokości 2,5 m p.p.t. (otwór nr D34). Zaobserwowane głębokości statycznego lustra wody gruntowej pozwoliły wyznaczyć piezometryczny poziom jej zwierciadła, który na analizowanym terenie kształtuje się na rzędnych ok. 134,6 - 135,1 m n.p.m. Z uwagi na dość płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej i brak przykrycia warstwą utworów nieprzepuszczalnych, nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mającym wpływ przede wszystkim na</p>	<p>Pd+P<math>\pi</math> (szg.) I<sub>0</sub>=0,53</p>	–	–	G1	<p><b>DOBRE</b></p> <p>podłoże nośne – grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym</p>	<p>Ułożenie nasypu po całkowitym wybraniu warstwy humusu. Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych.</p>



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			wahania zwierciadła, które mogą osiągać $\pm 0,5$ m (maks. $\pm 1,0$ m).						
0+830 - 0+990	Nasyp	<p>W początkowej części analizowanego odcinka najistotniejsze dla posadowienia korpusu drogowego są mułki zastoiskowe, reprezentowane przez gliny pylaste, gliny i pyły przewarstwione piaskami drobnymi. Utwory te występują zarówno w stanie plastycznym (warstwy VIIC i VIID), jak i miękkoplastycznym (VIII).</p> <p>W południowej części projektowanego wiaduktu WD2 (rejon podpór C i D) na omawianym odcinku zaobserwowano obecność piasków fluwiogłaznych (warstwa VIB), które wypełniają zagłębienie erozyjne w stropie utworów zastoiskowych.</p> <p>Lokalnie w pobliżu otworu okonturowującego nr O-6 w stropowej części podłoża zalega niewielka soczewka piasków rzecznych w stanie luźnym (warstwa IIIA').</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty zastoiskowe zalegające w strefie przypowierzchniowej (warstwy VIIC, VIID i VIII) - zaliczono do grupy G4, natomiast osady niespoiste (zarówno rzeczne, jak i wodnolodowcowe – warstwy IIIA' i VIB) włączono do grupy G1.</p> <p>Począwszy od podpory A projektowanego obiektu inżynierskiego WD2, dalsza część analizowanego odcinka (w obrębie prawego i częściowo lewego pasa) zalega na płacie nienośnych gruntów organicznych (warstwa II).</p> <p>Pod względem litologii reprezentowane są one przez namuły i namuły piaszczyste, a ich miąższość wynosi ca 0,3 – 0,7 m. Na mapie geologiczno-inżynierskiej (Rysunek nr 10.2) określono zasięg ich przewidywanego występowania. Utwory organiczne jako nienośne, nie mogą stanowić podłoża budowlanego i należy je w całości usunąć.</p>	<p><b>PRZECIĘTNE</b></p> <p>W rejonie otworu nr D35 i podpory B obiektu inżynierskiego WD-2 (nr OM2-3 i nr OM2-4) pierwszy poziom wód gruntowych nawiercono w obrębie piasków wodnolodowcowych warstwy VIB, które zalegają pod mięszszą warstwą mułków zastoiskowych. Woda charakteryzuje się zarówno zwierciadłem swobodnym kształtującym się na głębokości 1,3-1,7 m p.p.t. oraz lokalnie pod ciśnieniem hydrostatycznym nawierconym na głębokości 1,9 m p.p.t. Zaobserwowane głębokości statycznego lustra wody gruntowej pozwoliły wyznaczyć poziom jej zwierciadła, który na analizowanym terenie kształtuje się na rzędnych ok. 134,6 – 135,1 m n.p.m.</p> <p>W rejonie podpory C obiektu WD2 (otwory nr OM2-1, nr OM2-2 i CPTU OM2-1) nawiercono wody gruntowe związane z osadami akumulacji wodnolodowcowej. Zwierciadło tych wód ma charakter swobodny, kształtujący się na głębokościach 1,3 – 1,4 m p.p.t. (tj. rzędnej 135,8 m n.p.m.). Zasilanie pierwszego</p>	<p>Nm, Nmp;  <math>G\pi</math> (pl.)  <math>I_L=0,31</math> i  <math>I_L=0,41</math>  <math>G\pi</math> (mpl)  <math>I_L&gt;0,50</math>;  Pd, Pd+P<math>\pi</math> (szg)  <math>I_D=0,53</math>;  Pd (ln.)  <math>I_D=0,30</math></p>	-	-	G1, G4	<p><b>ZŁE</b></p> <p>W rejonie zalegania mułków zastoiskowych w stanie miękkoplastycznym (rejon otworu nr D35) oraz w obszarze występowania piasków drobnych w stanie luźnym.</p> <p>Obszar w pobliżu otworów nr nr OM2-5, O-6, D38, O-7, D40 i D41 – ze względu na zaleganie w podłożu nienośnych gruntów organicznych oraz wysoki poziom wód gruntowych w utworach fluwialnych, zalegających poniżej.</p> <p><b>DOSTATECZNE</b></p> <p>W rejonie zalegania mułków zastoiskowych w stanie plastycznym (warstwy VIIC i VIID).</p>	<p>Przed ułożeniem nasypu całkowite wybranie gruntów antropogenicznych, humusu, utworów organicznych oraz gruntów w stanie miękkoplastycznym (warstwa VIII) bez naruszania struktury wewnętrznej warstw leżących poniżej.</p> <p>Ewentualna stabilizacja chemiczna utworów spoistych (warstwy VIIC i VIID).</p> <p>Odwodnienie terenu w pobliżu otworów nr nr OM2-5, O-6, D38, O-7, D40 i D41 – do poziomu min. 1,0 m poniżej planowanych prac budowlanych oraz ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych warstwy IIIC zdeponowanych poniżej.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>Poniżej zaobserwowano ciągłą warstwę utworów pochodzenia rzeczno, reprezentowanych głównie przez piaski drobne z domieszką piasków pylastych (warstwa IIIC). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., zaliczono je do grupy G1. Podrzedne znaczenie dla projektowanej trasy na omawianym odcinku mają osady zalegające poniżej omówionych wyżej serii. Należą do nich: gliny zwałowe w stanie twaroplastycznym, jak i plastycznym (otwory nr nr O-6, D38, O-7, rejon obiektu WD2) oraz zlokalizowane na ich stropie soczewki plastycznych mułków zastoiskowych. Omawiane utwory zastoiskowe w stanie twaroplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB) zalegają także w końcowej części analizowanego odcinka (otwór nr D40).</p>	<p>czwartorzędowego poziomu wodonośnego odbywa się bezpośrednio poprzez infiltrację wód opadowych przez strefę aeracji, wykształconą w postaci zalegających w strefie przypowierzchniowej podłoża gruntowego serii piaszczystych, nie przykrytych utworami półprzepuszczalnymi. W związku z tym w zależności od intensywności opadów atmosferycznych oraz roztopów wiosennych amplitudę wahań wód podziemnych ocenia się na <math>\pm 0,5</math> m (maksymalnie <math>\pm 1,0</math> m). Wskazany stan wody gruntowej należy uznać za średni.</p> <p><b>ZLE</b></p> <p>Problematycznym odcinkiem w obrębie omawianego obszaru jest rejon otworów nr nr O-6, D38, O-7 i D40 i D41, gdzie zwierciadło wód o charakterze swobodnym kształtuje się na głębokości 1,5 – 1,8 m p.p.t. w obrębie piaszczystej serii rzecznej (warstwa IIIC). Z uwagi na zaleganie tych utworów poniżej warstwy humusu, gruntów antropogenicznych i utworów organicznych, które podczas prac budowlanych zostaną wybrane, wówczas na stropie utworów piaszczystych może pojawić się woda gruntowa (należy wziąć pod</p>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			uwagę iż nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, które mają wpływ na wahania zwierciadła ( $\pm 0,5$ m - max $\pm 1,0$ m). Jest to bardzo prawdopodobne, tymbardziej, iż osady rzeczne przykryte są m.in. namułami piaszczystymi, które klasyfikowane są jako przepuszczalne.						
0+990 -1+150	Nasyp i w niewielkiej części wykop	<p>Morfologicznie jest to obszar wysoczyzny polodowcowej, gdzie kompleks glin zwałowych prawdopodobnie zalega bezpośrednio na mulkach zastoiskowych. W początkowej części obszaru objętego opracowaniem na powierzchni uwidaczniają się gliny pylaste i gliny w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB), które reprezentują osady pochodzenia zastoiskowego. Lokalnie w rejonie otworu nr D43, w stropowej części podłoża gruntowego zaobserwowano ility zastoiskowe odznaczające się wyraźnym warstwowaniem w postaci układu warstewek na przemian jasnych (osadzanych w lecie) i ciemnych (osadzanych w zimie) - tzw. warw (warstwa IXB).</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory zastoiskowe warstw VIIIA i VIIIB zaliczono do grupy G3, natomiast ility warwowe (warstwa IXB) – włączono do grupy G4.</p> <p>W dalszej części analizowanego odcinka, który prowadzony będzie krótkim odcinkiem w wykopie, a następnie nadal w nasypie, zasadnicze znaczenie dla posadowienia korpusu drogi będzie miał kompleks glin zwałowych w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB), reprezentowanych przez gliny z domieszkami żwirów i otoczków. Miejscami w obrębie omawianych utworów odnotowano</p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Na przedmiotowym odcinku stwierdzono występowanie wody gruntowej w postaci śródglinowych sączeń o znacznym wydatku.</p> <p>Dodatkowo wodę odnotowano w zamkniętych soczewkach utworów fluwioglacjalnych. Zwierciadło o charakterze napiętym, charakteryzuje się niewielkimi wartościami ciśnień hydrostatycznych, generowanych przez górny poziom glin zwałowych.</p>	<p>G, G<math>\pi</math> (tpl); I<sub>L</sub>=0,10 i I<sub>L</sub>=0,18; <math>\Pi</math> G<math>\pi</math>/<math>\Pi</math> (iły warwowe) I<sub>L</sub>=0,25; G,Gp, (tpl,pl) I<sub>L</sub>=0,07 i I<sub>L</sub>=0,18, I<sub>L</sub>=0,31.</p>	<p>G/G<math>\pi</math> (tpl) I<sub>L</sub>=0,10; G+Ż (tpl); I<sub>L</sub>=0,07 i I<sub>L</sub>=0,18</p>	<p>G, G<math>\pi</math> – to grunty przydatne w dolne strefy nasypów, gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych.</p>	<p><b>G3, G4</b></p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>W podłożu zalegają twardoplastyczne gliny, gliny pylaste oraz gliny piaszczyste.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>W podłożu odnotowano zastoiskowe ility warwowe w stanie twardoplastycznym na granicy plastycznego.</p>	<p>Ułożenie nasypu po całkowitym wybraniu warstwy humusu bez naruszenia struktury wewnętrznej w obręb warstw zdeponowanych poniżej.</p> <p>Ewentualna stabilizacja chemiczna utworów spoistych (zwłaszcza w rejonie projektowanego wykopu) oraz zabezpieczenie w wykopie gruntów spoistych przed dopływem wód opadowych.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		soczewki nawodnionych piasków w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), przy czym nie będą one miały istotniejszego wpływu na roboty budowlane. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., gliny zwałowe włączono do grupy G3.							
1+150 - 1+220	Nasyp	<p>Analizowany odcinek stanowi fragment obniżenia erozyjnego, wypełnionego osadami akumulacji fluwioglacjalnej w obrębie kompleksu glin zwałowych, uformowanych w okresie zlodowacenia środkowopolskiego (warty). Seria utworów piaszczystych, która ma zdecydowanie największy udział w budowie geologicznej omawianego obszaru, reprezentowana jest przez piaski drobne przewarstwione gliną piaszczystą w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB). Tylko w rejonie przejścia dla pieszych PP-1a w stropowej części podłoża gruntowego, mającego wpływ na posadowienie korpusu drogi, zdeponowane zostały gliny i piaski gliniaste na granicy glin piaszczystych przewarstwionych żwirem.</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., gliny zwałowe włączono do grupy G4, natomiast utwory piaszczyste akumulacji fluwioglacjalnej – do grupy G1.</p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Wody gruntowe nawiercono głównie w strefie przypowierzchniowej, w obrębie osadów serii wodnolodowcowej.</p> <p>Zwierciadło wód ma charakter swobodny kształtujący się na głębokości 1,2 m p.p.t. (tj. rzędnych 143,8 – 144,8 m p.p.t.). Lokalnie w rejonie projektowanego przejścia dla pieszych PP1a zaobserwowano zwierciadło pod ciśnieniem hydrostatycznym, które nawiercono na głębokości 1,2 – 1,6 m p.p.t. (tj. rzędnych 144,1 – 144,4 m n.p.m.). Poziom ten stabilizuje się na przybliżonej głębokości zalegania zwierciadła swobodnego.</p> <p>Z uwagi na dość płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej, nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mających wpływ przede wszystkim na wahania zwierciadła. Wahania lustra wód gruntowych mogą osiągać ±0,5 m (maksymalnie ±1,0 m).</p>	<p>Pd//Gp (szg); I<sub>D</sub>=0,53; Gp, Pg (tpl) I<sub>L</sub>=0,18</p>	-	-	G1, G4	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Podłoże nośne – głównie piaski drobne z przewarstwieniami glin piaszczystych w stanie średnio zagęszczonym oraz gliny piaszczyste i piaski gliniaste na granicy glin piaszczystych przewarstwionych żwirem w stanie twardoplastycznym.</p>	<p>Ułożenie nasypu po całkowitym wybraniu zalegającej na powierzchni warstwy humusu.</p> <p>Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych.</p> <p>Stabilizacja chemiczna gruntów spoistych i dbałość o nienaruszenie gruntów spoistych zalegających w podłożu oraz ich zabezpieczenie przed dopływem wód opadowych.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1+220 - 1+520	Nasyp	<p><b>Obszar będący przedmiotem analizy jest fragmentem mokradła, na tyle nawodnionego, iż na powierzchni zachodzą procesy akumulacji osadów organicznych. Stale podmokły teren uniemożliwił wykonanie wszystkich zaprojektowanych otworów wiertniczych, w związku z czym rozpoznanie warunków geotechnicznych na tym odcinku jest punktowe, a co za tym idzie ograniczone. Z uwagi na specyficzne i trudne warunki gruntowe oraz stagnującą wodę, uniemożliwiające zarówno dojazd, jak również dojście do planowych miejsc wierceń – model geologiczno – geotechniczny i mapa warunków geologiczno – inżynierskich jest wyłącznie interpretacją własną, a przyjęte warunki gruntowo-wodne w tym rejonie mogą odbiegać od rzeczywistych. W związku z powyższym przed rozpoczęciem prac budowlanych, zaleca się dokładniejsze zbadanie omawianego odcinka w porze suchej, bezdeszczowej.</b></p> <p>Odwiercone otwory – nr nr D50, O-8, D57 i D59 dostarczyły informacji, iż w strefie przypowierzchniowej podłoża gruntowego zalega średniej miąższości warstwa utworów organicznych (ok. 0,6 m), reprezentowanych przez namuły. Poniżej zalega (prawdopodobnie) warstwa utworów zastoiskowych w stanie twardoplastycznym i miękoplastycznym (warstwy VIIIB i VIIIE) oraz seria utworów akumulacji wodnolodowcowej (warstwa VIB), wykształcona jako piaski drobne. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory zastoiskowe włączono do grupy G4.</p>	<p>Analizowany odcinek jest w całości obszarem problematycznym z uwagi na wysoki poziom zwierciadła wody gruntowej. W kilku odwierconych otworach (nr nr D50, O-8, D57, D59 zwierciadło o charakterze swobodnym kształtuje się na głębokości 0,2 – 0,5 m p.p.t. (rzędna wysokościowa 143,8 m n.p.m.). Lokalnie w piaszczystej soczewce w obrębie utworów spoistych zaznacza się obecność wody pod ciśnieniem hydrostatycznym (otwór nr D57). Brak możliwości wykonania pozostałych wierceń badawczych, świadczy o utrzymującej się na powierzchni terenu wodzie gruntowej.</p>	<p>Nm; G<math>\pi</math>/II, G/G<math>\pi</math> (tpl, pl, mpl) I<sub>L</sub>=0,18, I<sub>L</sub>=0,31, I<sub>L</sub>&gt;0,50; Pd (szg) I<sub>b</sub>=0,53</p>	-	-	G1 i G4 (?)	<p>Punktowe rozpoznanie podłoża uniemożliwia dokładne określenie warunków budowlanych na omawianym odcinku. W podłożu zanotowano piaski drobne w stanie średnio zągęszczonym oraz gliny na granicy glin pylastych i gliny pylaste na granicy pyłów zarówno w stanie twardoplastycznym, jak i plastycznym.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>W przypowierzchniowej strefie otworów rozpoznawczych zalegają grunty organiczne, które ze względu na swoją ściśliwość klasyfikowane są jako nienośne.</p>	<p>Odwodnienie analizowanego odcinka, a następnie ponowna próba rozpoznania warunków gruntowo-wodnych na analizowanym obszarze w porze suchej, bezdeszczowej. Wymiana warstwy gruntów organicznych, zalegających na powierzchni.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1+520 -1+740	Nasyp	<p>W zasięgu rozpatrywanego terenu badań osady rzeczne holocenu wypełniają rozcięcia erozyjne w utworach późnoplejstoceńskich tarasów zalewowych. Stwierdzona miąższość tych gruntów dochodzi do 1,8 - 5,1 m. Poziom holocenijskich osadów rzecznych reprezentowany jest tutaj przez piaski drobne, często z domieszką lub przewarstwieniami piasków pylistych, w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory piaszczyste akumulacji fluwialnej włączono do grupy G1.</p> <p>W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego niemal na całym analizowanym odcinku zalega warstwa nienośnych torfów o miąższości dochodzącej do 0,4 m. Lokalnie w rejonie otworu nr D61 i nr D68 pod serią gruntów organicznych odnotowano soczewkę holocenijskich utworów deluwialnych, reprezentowanych przez pyły piaszczyste oraz piaski gliniaste w stanie plastycznym i miękkoplastycznym, o miąższości 0,3 – 0,5 m.</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory deluwialne włączono do grupy G4.</p> <p>Pozostałe utwory nawiercone w głębszych partiach otworów rozpoznawczych (gliny pylaste i gliny piaszczyste, ily zastoisłowe) nie będą miały wpływu na posadowienie korpusu drogi.</p>	<p><b>ZŁE</b></p> <p>Na przedmiotowym odcinku odnotowano ciągły poziom wód gruntowych o zwierciadle swobodnym, nawierconym na głębokości 0,4 - 0,9 m p.p.t. , tj. na rzędnych 142,9 – 143,8 m n.p.m. (rejon otworów nr nr D61, OM6-1, OM6-2, D64, D65).</p> <p><b>PRZECIĘTNE</b></p> <p>W pozostałej części analizowanego obszaru zwierciadło wód o charakterze swobodnym kształtuje się na głębokości 0,9 – 1,8 m p.p.t. (tj. na rzędnych 141,6 – 143,4 m n.p.m.).</p>	<p>T, Nm, Nmp, Pd//Nm; Pd/Pπ (szg i zg) I<sub>D</sub>=0,55; I<sub>D</sub>=0,75; Πp, Pg (pl,mpl) I<sub>L</sub>=0,35 I<sub>L</sub>=0,50;</p>	-	-	G1, G4	<p><b>ZŁE</b></p> <p>Niemal na całym obszarze w przypowierzchniowej części podłoża gruntowego zalegają utwory organiczne oraz lokalnie plastyczne i miękkoplastyczne soczewki utworów deluwialnych.</p> <p><b>DOBRE</b></p> <p>Pod nienośną warstwą utworów organicznych i deluwialnych zdeponowane są piaski drobne z domieszkami lub przewarstwieniami piasków pylistych w stanie średnio zagęszczonym.</p>	<p>Odwodnienie terenu w pobliżu otworów nr nr D61, OM6-1, OM6-2, D64, D64. D68 oraz obiektu WD-3 do poziomu min. 1,0 m poniżej planowanych prac budowlanych.</p> <p>Po wybraniu nasypów antropogenicznych, humusu, warstwy gruntów organicznych , oraz utworów deluwialnych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym należy zagęścić utwory piaszczyste warstwy IIIC do uzyskania wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1+740 – 2+020	Nasyp	Na analizowanym obszarze zaobserwowano piaski rzeczne zdeponowane w formie ciągłej warstwy, wypełniającej wycięcie erozyjne w osadach wodnolodowcowych. Ich geneza związana jest z akumulacyjną działalnością rzeki w holocenie. Pod względem litologii reprezentowane są przez frakcje drobnoziarniste - piaski drobne, gdzieśniedzie z domieszką piasków pylastych oraz piaski pylaste. Ich stan określono jako średnio zagęszczony. Lokalnie w rejonie otworów nr D73 i nr D74 odnotowano soczewkę utworów deluwialnych w stanie plastycznym (warstwa IVA). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory rzeczne włączono do grupy G1, natomiast osady deluwialne do grupy G4. Plejstoceńskie mułki zastoisłowe, odnotowano w rejonie otworów nr nr D73, D74, D75, D76 i D77 w formie soczewki rozdzielającej kompleks osadów akumulacji fluwialnej od serii utworów wodnolodowcowych. Litologicznie tworzą je w przewadze pyły i pyły piaszczyste w stanie twardoplastycznym i plastycznym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., utwory rzeczne włączono do grupy G4.	<b>PRZECIĘTNE i DOBRE</b> Wodę gruntową o zwierciadle swobodnym nawiercono na głębokości 0,8-1,1 m p.p.t. (tj. rzędnych 143,1 – 143,8 m n.p.m.). Są to wody przypowierzchniowe zalegające w obrębie utworów rzecznych i lokalnie wodnolodowcowych. Ze względu na płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mającym wpływ przede wszystkim na wahania lustra wód. Wahania te mogą osiągać ±0,5 m (maksymalnie ±1,0 m).	Pd, Pd+Pπ, Pd/Pπ, (szg) I <sub>b</sub> =0,55; Pg (pl) I <sub>L</sub> =0,35; Π,Πp, (tpl, pl) I <sub>L</sub> =0,18 I <sub>L</sub> =0,31 I <sub>L</sub> =0,41	-	-	G1, G4	<b>DOBRE i DOSTATECZNE</b> W podłożu zalegają grunty nośne – piaski drobne, gdzieśniedzie z domieszką piasków pylastych oraz piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym. Tylko lokalnie w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego, tuż pod warstwą humusu zalega niewielkiej miąższości seria plastycznych piasków gliniastych (warstwa IVA), która klasyfikowana jest jako grunt o obniżonej nośności (rejon otworów nr D73 i nr D74). W rejonie otworów nr nr D73, D74, D75, D76 i D77 pod warstwą piaszczystych utworów rzecznych nawiercono soczewkę twardoplastycznych i plastycznym mułków, która prawdopodobnie nie będzie miała wpływu na posadowienie korpusu drogi, o ile przy wybieraniu warstwy humusu (i lokalnie warstwy utworów deluwialnych) nie naruszy się struktury	Omawiany obszar należy włączyć do odcinków problematycznych ze względu na płytko zalegające zwierciadło wód gruntowych, które będzie w znacznym stopniu utrudniało prace budowlane. W związku z tym w pierwszym etapie prac wskazane jest zastosowanie stałego odwodnienia min. 1,0 m poniżej planowanych prac. Dodatkowo należy zwrócić uwagę, iż po odwodnieniu analizowanego terenu i wybraniu warstwy humusu - rodzime grunty niespoiste (warstwa IIIC) będą miały bardzo wysoką wilgotność naturalną (bliską wilgotności optymalnej) i jakiegokolwiek działania dynamiczne (zagęszczanie gruntów) mogą doprowadzić do ich upłynnienia. Jedną z koncepcji mogłaby być wymiana humusu i lokalnie warstwy utworów deluwialnych na nasyp budowlany złożony z jednorodnych gruntów niespoistych i zagęszczanie go kolejno warstwami do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								wewnętrznej gruntów warstwy IIIC.	projektowanej drogi (bez zagęszczania gruntów warstwy IIIC). Ten sposób, być może pozwoliłby uniknąć wytworzenia „sadzawki” na powierzchni terenu.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2+020 - 2+320	Nasyp	<p><b>Pierwsza część analizowanego odcinka od km 2+055 – 2+190 jest kolejnym fragmentem stale podmokłego terenu, który uniemożliwił wykonanie części zaprojektowanych wstępnie otworów. W związku z punktowym rozpoznaniem podłoża gruntowego sporządzenie modelu geologiczno – geotechnicznego jak i mapy warunków geologiczno – inżynierskich było bardzo trudne, a w konsekwencji warunki na nich określone mogą odbiegać od rzeczywistych. Zaleca się zagęszczenie siatki wierceń na tym obszarze w okresie suchym i bezdeszczowym.</b></p> <p>W tej, jak i w dalszej części odcinka w podłożu gruntowym zalegają utwory fluwialne w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC), litologicznie reprezentowane głównie przez piaski drobne i piaski drobne z domieszką piasków pylistych. Lokalnie odnotowano serię piasków średnich z domieszką żwirów (warstwa IIID), do której włączono też warstwę żwirów przewarstwionych piaskami gliniastymi. Ponadto wykonane badanie przy użyciu sondy dynamicznej DPL w rejonie otworu nr D86 wykazało obecność piasków drobnych z domieszką piasków pylistych w stanie zagęszczonym (warstwa IIIF). Dopiero w końcowej części analizowanego odcinka na tym obszarze uwidoczniła się także seria utworów wodnolodowcowych, reprezentowanych przez frakcję drobnoziarnistą w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) oraz zagęszczonym (warstwa VIE).</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., wszystkie utwory niespoiste włączono do grupy G1.</p> <p>Dodatkowo w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego, powyżej serii rzecznej lub w jej obrębie zalega warstwa nienośnych gruntów organicznych, reprezentowanych przez</p>	<p><b>PRZECIĘTNE i DOBRE</b></p> <p>Wodę gruntową o zwierciadle swobodnym nawiercono na głębokości 0,3 – 3,1 m p.p.t. (tj. rzędnych 141,5 – 142,9 m n.p.m.). Są to wody przypowierzchniowe zalegające w obrębie utworów rzecznych. Dodatkowo w obrębie osadów akumulacji fluwioglacjalnej zanotowano zwierciadło wód o charakterze napiętym, które charakteryzuje się niewielkimi wartościami ciśnień hydrostatycznych, generowanych przez soczewkę mułków zastoiskowych. Ze względu na płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mającym wpływ przede wszystkim na wahania lustra wód. Wahania te mogą osiągać <math>\pm 0,5</math> m (maksymalnie <math>\pm 1,0</math> m).</p>	<p>Nm, T; Pd, Pd+P<math>\pi</math>, (szg) I<sub>D</sub>=0,55; Ps+Ż, Ż//Pg (szg) I<sub>D</sub>=0,50; Pd+P<math>\pi</math>, (zg) I<sub>D</sub>=0,75; Pd, Pd+P<math>\pi</math>, (szg, zg) I<sub>D</sub>=0,53 i I<sub>D</sub>=0,72</p>	-	-	G1	<p><b>DOBRE</b></p> <p>W podłożu gruntowym zalegają nośne osady niespoiste w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego, powyżej serii rzecznej lub w jej obrębie zalega warstwa nienośnych gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły i torfy.</p>	<p>Zaleca się stałe odwodnienie min. 1,0 m poniżej planowanych prac, a następnie przeprowadzenie ponownej próby rozpoznania warunków gruntowo - wodnych na odcinku 2+055 - 2+190 w porze suchej, bezdeszczowej. Dodatkowo należy zwrócić uwagę, iż po odwodnieniu analizowanego terenu i wybraniu osadów organicznych oraz warstwy humusu - rodzime grunty niespoiste warstw IIIC i IIIF i będą miały bardzo wysoką wilgotność naturalną (bliską wilgotności optymalnej) i jakiegokolwiek działania dynamiczne (zagęszczanie gruntów) mogą doprowadzić do ich upłynięcia.</p> <p>Podobnie jak w przypadku poprzedniego odcinka jedną z koncepcji mogłaby być wymiana humusu i warstwy utworów organicznych na nasyp budowlany złożony z jednorodnych gruntów niespoistych i zagęszczanie go kolejno <u>warstwami</u> do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		namuły i torfy.							obciążeniom projektowanej drogi (bez zagęszczania gruntów warstw IIIC i IIIF).
2+320+2+930	Nasyp	Na analizowanym odcinku dominujące znaczenie mają osady wodnolodowcowe związane z akumulacją materiału piaszczysto – żwirowego naniesionego przez wody lodowcowe w czasie recesji lądolodu. Podczas wierceń rozpoznawczych i badań terenowych ich stan określono jako średnio zagęszczony i zagęszczony. W początkowej części obszaru w obrębie osadów akumulacji fluwioglacjalnej odnotowano płyty glin zwałowych w stanie twardoplastycznym i plastycznym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., wszystkie utwory niespoiste włączono do grupy G1, natomiast kompleks glin zwałowych zaliczono do grupy G4.	<b>DOBRE</b> Na przedmiotowym odcinku odnotowano nieciągly poziom wód gruntowych o zwierciadle swobodnym, nawierconym na głębokości 1,7 - 3,4 m p.p.t. - tj na rzędnych 140,8 – 143,3 m n.p.m.  Tylko lokalnie w rejonie otworu nr D91 napotkano zwierciadło pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym, generowanym przez poziom glin zwałowych.	Pd, Ps//Pr, Po, Pd+Pπ, Pd+Ż, Pr (szg) I <sub>b</sub> =0,50 I <sub>b</sub> =0,55; Gp, Gpz/Gz+Ż// Ps (tpl, pl) I <sub>L</sub> =0,18 I <sub>L</sub> =0,31 I <sub>L</sub> =0,40	-	-	<b>G1, G4</b>	<b>DOBRE i DOSTATECZNE</b> W przeważającej części obszaru w podłożu zalegają grunty nośne – utwory piaszczyste w stanie średnio zagęszczonym. W początkowej części odcinka odnotowano gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym i plastycznym.	Stabilizacja chemiczna gruntów spoistych i dbałość o nienaruszenie struktury wewnętrznej gruntów spoistych zalegających w podłożu oraz ich zabezpieczenie przed dopływem wód opadowych. Dogęszczenie gruntów niespoistych.
2+930-3+600	Wykop	Omawiany odcinek drogi prowadzony jest w wykopie, niemal w całości w obrębie osadów wodnolodowcowych w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym. W rejonie otworu nr D115 na głębokości 2,5 m p.p.t. nawiercono mułki zastoiskowe, reprezentowane przez pyły piaszczyste przewarstwione piaskami pylastymi w stanie twardoplastycznym. Ich spągu nie osiągnięto w toku prowadzonych prac wiertniczych. Z uwagi na głębokość zalegania, utwory te nie będą miały wpływu na posadowienie korpusu drogi.  Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., grunty niespoiste w obrębie zalegania piasków drobnych, piasków średnich i żwirów zaliczono do grupy G1, natomiast piaski pylaste włączono do grupy G2.	<b>DOBRE i PRZECIĘTNE</b> Wody gruntowe nawiercono w obrębie osadów serii wodnolodowcowej. Zwierciadło wód ma charakter swobodny, kształtujący się na głębokości 1,6 – 2,9 m p.p.t. (tj. rzędnych 137,7 – 139,8 m p.p.t.)	-	nB (Pd); nN (P, Ż, K, H); Pd, Pd+Pπ, Pr, Ps+Ż, Ps/Pd, (szg), I <sub>b</sub> =0,50 I <sub>b</sub> =0,55	Decyzja dotycząca ewentualnego, wykorzystania gruntów antropogenicznych w celu wbudowania ich w nasyp powinna być podjęta przez geotechnika po wykonaniu badań makroskopo- wych lub kontrolnych badań podłoża poniżej dna	<b>G1, G2</b>	<b>DOBRE</b>  Poza warstwą nienośnych nasypów antropogenicznych, które nie nadają się posadowienia korpusu drogi i należałoby je wybrać, zgodnie z decyzją geotechnika po wykonaniu badań kontrolnych. W podłożu gruntowym zalegają nośne osady niespoiste w stanie średnio zagęszczonym.	Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						wykopu. Grunty te mogą być przydatne wówczas, gdy w ich obrębie znajduje się czysty materiał (Pd, Ż, K), pozbawiony części organicznych, żużlu, śmieci, szkła i innych zanieczyszczeń			
3+600 - 3+957	Nasyp	<p>Morfologicznie jest to fragment doliny rzeki Horodnianski, gdzie największy udział w budowie geologicznej, istotnej dla posadowienia korpusu drogi mają grunty organiczne oraz utwory akumulacji rzecznej. Osady organiczne reprezentowane są tu przez namuły, namuły piaszczyste i torfy o miąższości dochodzącej do 1,5 m. Utwory rzeczne litologicznie wykształcone są jako: piaski drobne z domieszką piasków pylistych, piaski pylaste, piaski średnie z domieszką żwirów, pospółki przewarstwione piaskami średnimi. Ich miąższość jest zmienna, a stan określono jako luźny, średnio zagęszczony i zagęszczony. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady rzeczne w obrębie występowania piasków średnich, żwirów i pospółek zaliczono do grupy G1, natomiast piaski pylaste włączono do grupy G2.</p> <p>W trakcie wierceń napotkano także kompleks holocenijskich i plejstoceńskich mułków zastoiszkowych (rejon otworów nr O12, nr D121 i nr OM11-2), reprezentowany przez pyły i gliny pylaste w stanie twardoplastycznym i lokalnie plastycznym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r.,</p>	<p><b>PRZECIĘTNE i DOBRE</b></p> <p>Wody gruntowe o zwierciadle swobodnym nawiercono na zmiennej głębokości 0,5 – 3,8 m p.p.t. (tj. na rzędnych 131,5 – 135,3 m n.p.m.), głównie w obrębie utworów organicznych i serii rzecznej. Lokalnie zaobserwowano także zwierciadło pod ciśnieniem hydrostatycznym, które nawiercono na głębokości 3,3 – 3,8 m p.p.t. (tj. rzędnych 131,4 – 132,4 m n.p.m.). Poziom ten stabilizuje się na przybliżonej głębokości zalegania zwierciadła swobodnego.</p>	<p>Nm, Nmp, T; Pd, Pd//Nm, Pd+Pπ, Pπ, Ps+Ż, Pd/Ps, Ps, Po//Ps (szg) I<sub>D</sub>=0,55; Ps+Ż, Ż//Pg, Pd (ln, szg, zg) I<sub>D</sub>=0,28, I<sub>D</sub>=0,30, I<sub>D</sub>=0,55, I<sub>D</sub>=0,75; Π, Gπ (tpl, pl), I<sub>L</sub>=0,15, I<sub>L</sub>=0,18, I<sub>L</sub>=0,31; Gp, Pg, (tpl), I<sub>L</sub>=0,18</p>	-	-	G1, G2, G3, G4	<p><b>ZŁE</b></p> <p>Pod miąższą warstwą gruntów antropogenicznych (nasypy budowlane i niebudowlane) zalegają serie nienośnych utworów organicznych i rzecznych w stanie luźnym, które nie nadają się do posadowienia korpusu drogi.</p> <p>Dodatkowo należy zwrócić uwagę, iż po odwodnieniu analizowanego terenu i wybraniu osadów organicznych oraz warstwy humusu - rodzime grunty niespoiste warstwy IIIC i IIIF i będą miały bardzo wysoką wilgotność naturalną (bliską wilgotności optymalnej) i jakiegokolwiek działania</p>	<p>Na odcinku będącym przedmiotem opracowania (pomijając rejon otworów nr D121 i nr D122), w pierwszej kolejności zaleca się zastosowanie stałego odwodnienia min. 1,0 m poniżej planowanych robót budowlanych. Następnym etapem powinno być wybranie nasypów antropogenicznych, warstwy utworów organicznych oraz utworów piaszczystych w stanie luźnym. Aby uniknąć wymiany ostatniej serii dopuszcza się też układanie bezpośrednio na nią nasypu budowlanego złożonego z jednorodnych gruntów niespoistych i zagęszczanie go kolejno <u>warstwami</u> do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>zarówno holocenijskie jak i plejstocenijskie mulki zastoiskowe zaliczono do grupy G4.</p> <p>Dodatkowo w obrębie utworów zastoiskowych odnotowano soczewkę glin zwałowych, o miąższości 0,8 m reprezentowanych przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., soczewkę glin zwałowych zaliczono do grupy – G3.</p>						<p>dynamiczne (zagęszczanie gruntów) mogą doprowadzić do ich upłynnienia. Podobnie jak w przypadku poprzedniego odcinka jedną z koncepcji mogłaby być wymiana humusu i warstwy utworów organicznych na nasyp budowlany złożony z jednorodnych gruntów niespoistych i zagęszczanie go kolejno <u>warstwami</u> do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom projektowanej drogi (bez zagęszczania gruntów warstwy IIIC i IIIF).</p>	<p>projektowanej drogi. Dodatkowe zagęszczenie gruntów rodzimych warstw IIIA' i IIIA spowodowałoby ich upłynnienie, ze względu na zastosowany wcześniej system odwodnienia na tym obszarze, w wyniku którego grunty te posiadać będą wilgotność naturalną bliską wilgotności optymalnej. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega ponadto miąższa warstwa nasypów antropogenicznych (1,8 – 3,4 m). Utwory te nadają się do powtórnego wbudowania w nasyp budowlany, o ile jest złożony z czystych gruntów niespoistych (złożonych z piasku, kamieni, żwiru...), pozbawionych m.in. części organicznych, śmieci, żużlu, szkła lub innych zanieczyszczeń.</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3+957 - 4+740	Nasyp	<p>Analizowany odcinek jest fragmentem tarasu zalewowego, wypełnionego osadami akumulacji fluwialnej, uformowanego w okresie holocenu. Utwory te wykształcone są w przewadze jako średnio zagęszczone piaski średnie (warstwa IIID) i drobne (warstwa IIIC). Ich miąższość znana jest tylko w rejonie otworów nr nr O-15, D140, D141, D142 i D143, gdzie wynoszą 1,9 – 2,1 m i są zdeponowane powyżej serii mułków zastoiszkowych w stanie twardoplastycznym oraz plastycznym. Z uwagi na znaczną głębokość zalegania kompleksu utworów spoistych, prawdopodobnie nie będzie miał on wpływu na posadowienie korpusu drogi. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady rzeczne zaliczono do grupy G1.</p> <p>Miejscami w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego odnotowano płyty nienośnych gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły i namuły piaszczyste (rejon otworów nr nr D132, D136 i O-15). Ich miąższość jest niewielka i wynosi 0,3 - 1,1 m. Na mapie geologiczno-inżynierskiej (Rysunek nr 10.5) określono zasięg ich przewidywanego występowania. Osady organiczne jako nienośne, nie mogą stanowić podłoża budowlanego i należy je usunąć.</p>	<p><b>PRZECIĘTNE i DOBRE</b></p> <p>Wody gruntowe o zwierciadle swobodnym nawiercono na zmiennej głębokości 0,4 – 2,0 m p.p.t. (tj. na rzędnych 134,0 – 136,3 m n.p.m.), głównie w obrębie utworów organicznych i serii rzecznej. Lokalnie zaobserwowano także zwierciadło pod ciśnieniem hydrostatycznym, które nawiercono na głębokości 2,3 m p.p.t. (tj. na rzędnej 134,1 m n.p.m.). Poziom ten stabilizuje się na przybliżonej głębokości zalegania zwierciadła swobodnego. Ze względu na płytkie występowanie zwierciadła wody podziemnej nagromadzone wody podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mającym wpływ przede wszystkim na wahania lustra wód. Wahania te mogą osiągać ±0,5 m (maksymalnie ±1,0 m).</p>	Nm, Nmp; Pd, Pd+Pπ, Pπ, Ps, Po, Pog, Ż, (szg) I <sub>D</sub> =0,50, I <sub>D</sub> =0,55.	-	-	G1	<p><b>DOBRE</b></p> <p>W przeważającej części obszaru w podłożu zalegają grunty nośne – utwory piaszczyste w stanie średnio zagęszczonym.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>Gdziekolwiek w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego odnotowano płyty nienośnych gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły i namuły piaszczyste (rejon otworów nr nr D132, D136 i O-15).</p>	<p>Na odcinku będącym przedmiotem opracowania z uwagi na płytko występujące zwierciadło wód podziemnych zaleca się zastosowanie stałego odwodnienia, min. 1,0 m poniżej planowanych prac budowlanych.</p> <p>Po wybraniu gruntów antropogenicznych oraz warstwy utworów organicznych zaleca się układanie nasypu budowlanego bezpośrednio na grunt rodzimy. Nasyp złożony z jednorodnych gruntów niespoistych powinien być zagęszczany <u>warstwami</u> do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom projektowanej drogi. Dodatkowe zagęszczenie gruntów rodzimych warstw IIIC i IIID spowodowałoby ich upłynnienie, ze względu na zastosowany wcześniej system odwodnienia na tym obszarze, w wyniku którego grunty te posiadać będą wilgotność naturalną bliską wilgotności optymalnej. Dodatkowo w części otworów w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									miększa warstwa nasypów antropogenicznych (1,0 – 2,8 m). Utwory te nadają się do powtórnego wbudowania w nasyp budowlany, o ile są zbudowane z czystych gruntów niespoistych (złożonych z piasku, kamieni, żwiru...), pozbawionych m.in. części organicznych, śmieci, żużlu, szkła lub innych zanieczyszczeń.
4+740 - 4+925	Nasyp	<p>Morfologicznie odcinek ten jest kontynuacją tarasu zalewowego, wypełnionego utworami organicznymi i osadami rzecznyymi w stanie średnio zagęszczonym (warstwy IIIC oraz IIID) i lokalnie zagęszczonym (warstwa IIIF). Seria ta reprezentowana jest przez piaski drobne, piaski drobne z domieszką piasków pylistych, a także piaski średnie z domieszką żwirów.</p> <p>Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady rzeczne zaliczono do grupy G1.</p> <p>Poniżej osadów niespoistych zalega kompleks mułków zastoiskowych w stanie twardoplastycznym i plastycznym oraz glin zwałowych w stanie plastycznym. W/w utwory spoiste zdeponowane są w głębszych partiach podłoża, toteż nie powinny mieć większego wpływu na posadowienie korpusu drogi.</p>	<p><b>PRZECIĘTNE i DOBRE</b></p> <p>Wody gruntowe o zwierciadle swobodnym nawiercono na głębokości 0,5 – 1,4 m p.p.t. (tj. na rzędnych 135,9 – 139,1 m n.p.m.), głównie w obrębie utworów organicznych i serii rzecznej. Wody te podlegają znacznym wpływom czynników atmosferycznych, mającym wpływ przede wszystkim na wahania wód. Wahania te mogą osiągać ±0,5 m (maksymalnie ±1,0 m).</p>	<p>Nm, Nmp, T; Pd, Pd+Pπ, Pπ, Ps +Z, Po, (szg, zg), I<sub>D</sub>=0,50, I<sub>D</sub>=0,55, I<sub>D</sub>=0,75.</p>	-	-	G1	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Poniżej warstw nienośnych utworów organicznych w podłożu gruntowym zalegają osady piaszczyste w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym, klasyfikowane jako nośne.</p> <p><b>ZŁE</b></p> <p>W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego odnotowano płyty nienośnych gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły, namuły piaszczyste i torfy.</p>	<p>Na odcinku będącym przedmiotem opracowania, z uwagi na płytko występujące zwierciadło wód podziemnych zaleca się zastosowanie stałego odwodnienia, min. 1,0 m poniżej planowanych prac budowlanych.</p> <p>Kolejnym etapem winno być wybranie humusu, oraz warstw gruntów antropogenicznych i organicznych, które klasyfikowane są jako nienośne i nie nadają się do posadowienia korpusu drogi.</p> <p>Po wybraniu warstw nienośnych zaleca się układanie nasypu budowlanego bezpośrednio na grunt rodzimy. Nasyp złożony z jednorodnych gruntów niespoistych powinien być zagęszczany <u>warstwami</u> do wymaganych wartości</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom projektowanej drogi. Dodatkowe zagęszczenie gruntów rodzimych warstw IIIC, IIID, IIIF i VID spowodowałoby ich upłynnienie, ze względu na zastosowany wcześniej system odwodnienia na tym obszarze, w wyniku którego grunty te posiadać będą wilgotność naturalną bliską wilgotności optymalnej.
4+925 - 6+415	Nasyp	Na analizowanym obszarze rozległa powierzchnia wysoczyznowa zbudowana jest w przewadze z utworów wodnolodowcowych, związanych z akumulacją materiału piaszczysto – pyłowego i piaszczysto – żwirowego naniesionego przez wody lodowcowe w czasie recesji lądolodu warciańskiego. Ich miąższość w większości otworów nie jest znana, gdyż w toku prac wiertniczych nie udało się nawiercić spągu serii. Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., osady wodnolodowcowe w większości zaliczono do grupy G1, natomiast w obrębie występowania piasków pylastych – włączono do grupy G2. Tylko gdzieś tam osadom akumulacji fluwioglacjalnej towarzyszą soczewki utworów spoistych - mułków zastoiskowych bądź glin zwałowych w stanie plastycznym i twaroplastycznym. W większości nie będą one miały wpływu na posadowienie korpusu drogi, gdyż zalegają na znacznych głębokościach. Wyjątek stanowi rejon otworów nr D194 i nr D199, gdzie zdeponowane są w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego. Pod względem litologicznym	<b>DOBRE</b> Na analizowanym obszarze wody gruntowe o charakterze swobodnym nawiercono tylko fragmentarycznie w obszarze zalegania osadów wodnolodowcowych. Lustro wód kształtuje się na zmiennej głębokości 1,4 – 4,4 m p.p.t (tj. na rzędnych 139,0 – 141,1 m n.p.m.).	Pd, Pd+Pπ, Pπ, Ps, Ps+Ż, Po, Pog, Ż, (szg) I <sub>D</sub> =0,50, I <sub>D</sub> =0,53; Gp (pl) I <sub>L</sub> =0,31	-	-	<b>G1, G2, G4</b>	<b>DOBRE</b> W podłożu zalegają grunty nośne - utwory piaszczyste w stanie średnio zagęszczonym. Tylko lokalnie odnotowano soczewki glin zwałowych w stanie plastycznym.	Ułożenie nasypu po całkowitym wybraniu warstwy humusu bez jakiegokolwiek ingerencji w grunty rodzime zalegające poniżej. Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych. Stabilizacja chemiczna gruntów spoistych i dbałość o nienaruszenie struktury wewnętrznej gruntów spoistych zalegających w podłożu oraz ich zabezpieczenie przed dopływem wód opadowych.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		tworzą je gliny piaszczyste w stanie plastycznym (warstwa VIIIIC). Miąższość soczewek nie przekracza 1,5 m. Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., kompleks glin zwałowych zaliczono do grupy G4.							
6+415- 6+650	Wykop i w części na powierzchni terenu	<p>Ostatni analizowany odcinek projektowanej inwestycji prowadzony jest w wykopie i częściowo na powierzchni istniejącego terenu. Podłoże w początkowej części obszaru wykształcone jest w postaci utworów wodnolodwcowych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB). Następnie projektowana droga wkracza w rejon zastoiska, które reprezentowane jest przez pyły, gliny pylaste zwięzłe przewarstwione piaskami średnimi bądź pyły na granicy ilów. Stan mułków zastoiskowych określono jako twardoplastyczny.</p> <p>Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r., kompleks mułków zastoiskowych zaliczono do grupy G3 i G4, natomiast osady piaszczyste włączono do grupy G1.</p>	<p><b>DOBRE</b></p> <p>Na przedmiotowym odcinku wodę zanotowano tylko w formie sączenia w obrębie mułków zastoiskowych w strefie głębokości 1,9 – 2,7 m p.p.t.</p>	-	<p>Pd, (szg), I<sub>D</sub>=0,50; Π,Gπz, Gπz/J (tpl), I<sub>L</sub>=0,10, I<sub>L</sub>=0,18</p>	<p>Decyzja dotycząca ewentualnego pozostawienia nasypów antropogenicznych złożonych z piasku, żwiru, kamieni, cementu, piasku gliniastego miejscami w zasięgu nowowyprowadzanego korpusu drogi powinna być podjęta przez geotechnika po wykonaniu badań makroskopowych lub kontrolnych badań podłoża poniżej dna wykopu.</p>	G1, G3	<p><b>DOBRE</b></p> <p>W podłożu zalegają grunty nośne - utwory piaszczyste w stanie średnio zagęszczonym oraz mułki zastoiskowe w stanie twardoplastycznym, które w stanie naturalnym są gruntami nośnymi.</p>	<p>Należy nie dopuścić do kontaktu gruntów spoistych z wodami atmosferycznymi (ewentualnie gruntowymi, pochodzącymi z nadległych sączeń), gdyż utwory te pęcznią, rozmakają, uplastyczniają się, co w efekcie może doprowadzić do obniżenia ich nośności. Ewentualne dogęszczenie gruntów niespoistych warstwy VIB.</p>



## **6. Geotechniczne warunki posadowienia**

### **6.1. Korpus drogowy projektowanej obwodnicy**

Niweleta planowanej drogi wojewódzkiej nr 678 została zaprojektowana w granicach wysokości 136,34 – 150,91 m n.p.m., co powoduje, że w przeważającej większości rzędna spągu budowy nawierzchni projektowanej drogi będzie znajdować się powyżej rzędnej istniejącego terenu. Warstwa humusu i antropogenicznych nasypów niebudowlanych w miejscu budowy konstrukcji nawierzchni zostaną usunięte i do zakładanej rzędnej niwelety drogi zostanie wykonana warstwa antropogenicznych nasypów budowlanych.

W powyższej *Tabeli nr 8* scharakteryzowano warunki geotechniczne na poszczególnych odcinkach projektowanej obwodnicy.

#### **6.1.1. Odcinki problemowe**

Znajomość warunków geotechnicznych pozwoliła na wytypowanie odcinków problemowych związanych z realizacją korpusu drogowego. Odcinki problemowe głównie wiążą się z występowaniem gruntów nienośnych i słabonośnych oraz wysokim poziomem wody gruntowej (o zwierciadle swobodnym lub naporowym).

Grunty nienośne i słabonośne nie mogą stanowić podłoża budowlanego dla korpusu drogowego projektowanej obwodnicy.

Z wysokim poziomem wody gruntowej wiążą się natomiast dwa zagadnienia:

- ocena konieczności stałego odwodnienia korpusu drogowego (przy wodzie swobodnej);
- ocena możliwości utraty stateczności dna wykopu wskutek wypierania przez wody podziemne znajdujące się pod ciśnieniem hydrostatycznym (przy wodzie podziemnej o zwierciadle naporowym).

W *Tabeli nr 9* zestawiono odcinki problemowe:

**Tabela nr 9.** Zestawienie odcinków problemowych.

Położenie w stosunku do kilometrażu obwodnicy		Długość odcinka w km	Charakter odcinków problemowych
od	do		
0+250	0+307	0,06	Lustro swobodne wody gruntowej powyżej dna wykopu
0+250	0+307	0,09	Prawy pas drogi - grunty nienośne – Nmp; lewy pas drogi - płytkie zaleganie zwierciadła wody gruntowej – konieczność odwodnienia min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
0+307	0+395		Płat gruntów nienośnych – Nmp
0+600	0+730	0,13	Grunty nienośne – Nm, Nmp; grunty słabonośne – Pd o $I_D=0,30$ i $\Pi p$ o $I_L>0,50$ ; konieczność zastosowania stałego odwodnienia min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
0+830	0+990	0,16	Grunty nienośne – Nm, Nmp; grunty słabonośne – Pd o $I_D=0,30$ oraz $G\pi$ o $I_L>0,50$ ; konieczność odwodnienia terenu w rejonie otworów nr nr OM2-5, O-6, D38, O-7, D40 i D41 min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
0+990	1+150	0,16	Iły zastoiskowe
1+220	1+520	0,30	<b>Bardzo słabe rozpoznanie podłoża gruntowego;</b> grunty nienośne – Nm; konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
1+520	1+740	0,22	Grunty nienośne – T, Nm; grunty słabonośne – $\Pi p$ o $I_L>0,50$ ; konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
1+740	2+020	0,28	Konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
2+020	2+320	0,30	<b>Bardzo słabe rozpoznanie podłoża gruntowego;</b> grunty nienośne – T, Nm; konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
3+600	3+957	0,36	Grunty nienośne – T, Nm, Nmp; grunty słabonośne – Ps i Pd o $I_D=0,30$ ; konieczność odwodnienia terenu

			min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
3+957	4+740	0,78	Grunty nienośne – Nm, Nmp; konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
4+740	4+925	0,19	Grunty nienośne – Nmp, Nm, T; konieczność odwodnienia terenu min. 1,0 m poniżej prac budowlanych
Suma długości odcinków problemowych		~3,03	

Ewentualne odcinki problemowe pokrywają ok. 46% długości rozpatrywanej drogi wojewódzkiej nr 678.

#### **6.1.2. Sugerowany sposób postępowania z gruntami nienośnymi i słabonośnymi**

Ze względu na różnorodną miąższość oraz zróżnicowane warunki wodne, zaleca się indywidualne podejście do postępowania z gruntami nienośnymi i słabonośnymi na poszczególnych odcinkach. W *Tabeli nr 8* (rozdział nr 5.2) przedstawiono proponowany sposób postępowania z gruntami nienośnymi i słabonośnymi.

Na przedstawionych powyżej odcinkach problemowych grunty organiczne wykształcone są dość różnorodnie, tj. jako: namuły, namuły piaszczyste, namuły gliniaste i torfy. Ze względu na brak rzeczywistych (efektywnych) parametrów gruntów organicznych, nie wykonano dla nich symulacji oraz obliczeń osiadań pod korpusem projektowanej obwodnicy. Zaleca się całkowitą wymianę gruntów organicznych.

Badania dla inwestycji liniowych są wykonywane punktowo, dlatego nie wyklucza się zalegania gruntów organicznych w strefach między wykonanymi otworami wiertniczymi. W przypadku stwierdzenia takowych podczas robót budowlanych należy je bezwzględnie usunąć.

Szczególną uwagę należy zwrócić na grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym (tj. o stopniu plastyczności  $I_L > 0,50$ ), których osiadanie może przedłużać się prawie nieograniczenie, dlatego też ich występowanie uwzględniono w *Tabeli nr 9* – Zestawienie odcinków problemowych. Ponieważ grunty słabonośne występują na głębokości przeważnie poniżej 2,0 m p.p.t, a posadowienie korpusu drogowego planowane jest w tych rejonach na nasypie – grunty te nie będą miały istotnego wpływu na trwałość konstrukcji nawierzchni drogi w trakcie jej eksploatacji. Wyjątek stanowić może rejon otworów nr nr D26, D35 i D61 (*Rysunek nr 8.1* i *nr 8.2*), gdzie grunty słabonośne zalegają w przypowierzchniowej części podłoża gruntowego. Na tym obszarze grunty te należy wybrać i wymienić na jednorodny grunt niespoisty, zagęszczony

warstwami do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom projektowanego pasa drogowego lub też wzmocnić grunt, np. iniekcją strumieniową. Podobnie należy postąpić w przypadku napotkania tych gruntów w podłożu między wykonanymi otworami.

### **6.1.3. Warunki wodne**

Warunki wodne na obszarze dokumentowanej trasy oceniono na podstawie zarządzenia GDDP [6]. Zakłada się, że pobocze będzie utwardzone i szczelne oraz zostaną zapewnione warunki do dobrego odprowadzenia wód powierzchniowych. Przyjęto jednocześnie następujące kryteria oceny:

**Tabela nr 10.** Klasyfikacja warunków wodnych podłoża konstrukcji nawierzchni.

Charakterystyka przebiegu trasy	Warunki wodne w przypadku występowania wody podziemnej na głębokości: (w przypadku wykopów poniżej projektowanej niwelety)		
	poniżej 1 m	między 1 m a 2 m	większej niż 2 m
Wykopy do 1 m	<b>ZŁE</b>	<b>PRZECIETNE</b>	<b>DOBRE</b>
Nasypy do 1 m	<b>PRZECIETNE</b>	<b>PRZECIETNE</b>	<b>DOBRE</b>
Wykopy powyżej 1 m	<b>PRZECIETNE</b>	<b>PRZECIETNE</b>	<b>DOBRE</b>
Nasypy powyżej 1 m	<b>PRZECIETNE</b>	<b>DOBRE</b>	<b>DOBRE</b>

Uwzględniając powyższą klasyfikację, warunki wodne na poszczególnych odcinkach projektowanej drogi przedstawiono w *Tabeli nr 8* – rozdział nr 5.2.

Warunki wodne przedstawione w niniejszym opracowaniu odzwierciedlają stan podczas przeprowadzania robót geologicznych w okresie jesienno-zimowym przy średniej ilości opadów atmosferycznych, dlatego poziom zwierciadła statycznego wody gruntowej w czasie wykonywania prac budowlanych może różnić się nawet o  $\pm 1,0$  m.

W rejonie planowanego posadowienia korpusu drogowego na nasypie o wysokości zarówno do 1 m, jak i powyżej 1 m, warunki wodne w podłożu gruntowym projektowanej obwodnicy są na ogół przeciętne i dobre. Jeśli chodzi o posadowienie w wykopie, bez względu na głębokość przeważają przeciętne warunki wodne.

W ciągu projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 odnotowano znaczną ilość odcinków problemowych pod względem warunków wodnych (*Tabela nr 9*), gdzie lustro swobodne wody gruntowej będzie się (prawdopodobnie) znajdować powyżej dna wykopu po wybraniu warstw humusu, nasypów antropogenicznych, gruntów organicznych oraz utworów słabonośnych. W tych rejonach istnieje konieczność stałego odwodnienia korpusu drogowego (nie tylko w czasie trwania robót, ale również po ich zakończeniu). Zaprojektowanie i przeprowadzenie odwodnienia musi na tyle spełniać wymogi bezpieczeństwa, aby nie dopuścić do osłabienia stateczności skarp wkopów oraz nasypu w czasie trwania robót budowlanych, a także podczas eksploatacji drogi.

## **6.2. Korpus drogowy w nasypie**

### **6.2.1. Materiał do budowy nasypów**

Przeważająca część projektowanej obwodnicy przebiegać będzie na nasypie, miejscami nawet sięgającym wysokości kilku metrów. Dlatego poniżej przedstawiono kilka szczegółowych informacji dotyczących materiałów do budowy nasypu.

W celu zapewnienia stateczności nasypu i jego równomiernego osiadania [21] należy uwzględnić kilka elementów:

- grunty o różnorodnych właściwościach układać warstwami o jednakowej grubości na całej szerokości nasypu;
- warstwy gruntów przepuszczalnych układać poziomo, warstwy gruntów mało przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych ( $k \leq 10^{-5}$  m/s) ze spadkiem poprzecznym górnej powierzchni około 4%, gdy nasyp jest na zboczu – zgodnie z jego spadkiem;
- gdy teren pod nasyp ma pochylenie większe niż 1:5 należy w celu zabezpieczenia nasypu przed zsuwaniem się wyciąć w pochyłym zboczu stopnie o wysokości od 0,5 do 1,0 m. Szerokość stopni należy przyjmować w granicach od 1,0 do 2,5 m, a spadek 4% w kierunku zgodnym ze spadkiem zbocza w gruntach słabo przepuszczalnych lub przeciwnym do spadku zbocza w gruntach o dużej przepuszczalności (przynajmniej piaskach średnioziarnistych);
- górną warstwę nasypu o grubości co najmniej 0,5 m wykonać z gruntów niespoistych, niewysadzinowych, o wskaźniku różnoziarnistości co najmniej 5 i współczynniku filtracji  $k > 6,0 \times 10^{-5}$  m/s.

Materiał do budowy nasypów należy dobierać z uwzględnieniem postanowień normy [21]. Dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania można formować z gruntów spoistych (z wyjątkiem ilów i innych spoistych o granicy płynności powyżej 60%) i niespoistych. Górne warstwy nasypów w strefie przemarzania należy wykonać z gruntów niespoistych oraz przepalonych łupków przywęglowych i wysiewek kamiennych o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom lub zwirom.

Przy stosowaniu gruntów spoistych zwraca się uwagę, że grunty te występują w stanie naturalnym powyżej wilgotności optymalnej. Wilgotność optymalna gruntów spoistych zbliżona jest bowiem do granicy plastyczności lub jest nieco mniejsza [44]. Zastosowanie tych gruntów wymagać więc będzie uprzedniego ich przesuszenia, albo ustabilizowania wapnem lub cementem. Szczegółową analizę przydatności gruntów z wykopów do wykonywania nasypów przedstawiono w rozdziale 6.3.2.

Grunty niespoiste przeznaczone do formowania nasypów powinny posiadać wskaźnik różnoziarnistości  $C_u$  powyżej wartości 3 [21]. Norma [21] dopuszcza stosowanie gruntów niespoistych o mniejszej wartości wskaźnika różnoziarnistości, lecz tylko w przypadku, gdy wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia.

Zwraca się uwagę, że wymagane zagęszczenie jest charakteryzowane dwoma parametrami – wartością wskaźnika zagęszczenia gruntu  $I_s$  oraz wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  i oba parametry powinny być zbadane na poletku próbnym. Badanie jedynie wartości wskaźnika zagęszczenia i uzyskanie pozytywnych rezultatów tego parametru nie gwarantuje uzyskania wymaganej wartości wtórnego modułu odkształcenia. Bardzo duże trudności w osiągnięciu właściwej wartości  $E_2$ , pomimo wysokich i zgodnych z oczekiwaniami wartości  $I_s$ , na ogół występują w „źle” uziarnionych piaskach drobnych.

### **6.2.2. Pochylenie skarp zboczy nasypów**

Zgodnie z rozporządzeniem [2] pochylenie skarp nasypów powinno wynosić:

- przy wysokości skarpy nie większej niż 8 m – 1:1,5;
- w przypadku, gdy skarpa nasypu ma wysokość ponad 8 m jej pochylenie powinno być ustalone na podstawie obliczeń jej stateczności.

Pochylenie skarp może być mniejsze od przedstawionych powyżej, jeśli za zmianą pochylenia przemawiają, np. względy bezpieczeństwa ruchu, utrzymania, ekonomiczne lub estetyczne.

Zgodnie z rozporządzeniem [2], pochylenie i konstrukcja urządzeń wzmacniających skarpy nasypów i wykopów dróg powinny być ustalone na podstawie obliczeń ich stateczności zgodnie z polską normą m. in. wtedy, gdy:

- skarpa nasypu lub wykopu ma wysokość większą niż 8 m;
- skarpa nasypu lub wykopu ma wysokość większą niż 6 m, a zbocze ma pochylenie większe niż 1:3;
- drogowa budowla ziemna będzie budowana z materiału lub w gruncie wymagającym szczególnych procedur technicznych i technologicznych;
- nasyp będzie budowany na gruntach o małej nośności, na terenie osuwiskowym lub na terenie podlegającym wpływom eksploatacji górniczej;
- skarpa nasypu będzie narażona na działanie wód stagnujących lub płynących na terenie zalewowym.

Przy wykonywaniu obliczeń stateczności zaleca się:

- wykonywanie obliczeń co najmniej dwiema metodami (np. Janbu i Bishopa) i przyjmowanie wyników mniej korzystnych;
- do obliczeń nie zaleca się stosowania metody Taylora, gdyż może prowadzić to do dużych błędów, co stwierdza m. in. Z. Glazer [45, str. 302]: „Metoda Taylora ze względu na łatwość obliczeń jest często i chętnie stosowana i to nawet wtedy, gdy nie powinno się jej stosować. Dlatego też z naciskiem należy podkreślić, że jest to metoda opracowana dla gruntów jednorodnych spoistych. Próby stosowania jej do innych warunków mogą mieć bardzo groźne skutki i dlatego też nie powinny być podejmowane. Obecnie nawet dla zboczy zbudowanych z gruntów spoistych powinno się stosować inne metody obliczeń, traktując metodę Taylora jedynie jako dającą wyniki orientacyjne.”.

Poza tym metoda ta nie uwzględnia:

- nachylenia i własności podłoża;
- zastosowania materaca wzmacniającego na kontakcie podłoże – nasyp;
- obciążenia naziomu;
- przyjmowania w obliczeniach obciążenia naziomu (obciążenie równomiernie rozłożone od pojazdów samochodowych) w wysokości co najmniej 25 kPa;

- uznania za spełnienie warunku stateczności, gdy wskaźnik stateczności nie jest mniejszy od 1,5;
- przyjmowania wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych zgodnie z wykonaną dokumentacją geologiczno-inżynierską;
- redukcji w obliczeniach obliczeniowej wartości spójności o 50%.

Przy rozpatrywaniu postaci zniszczenia skarp i zboczy należy przyjmować:

- dla gruntu jednorodnego pod względem podatności – kołowo-cylindryczne powierzchnie poślizgu;
- dla skarp zbudowanych z kilku warstw gruntu różniących się znacznie wytrzymałością na ścinanie – niekołowe powierzchnie poślizgu.

### **6.2.3. Podłoże gruntowe w podstawie nasypów**

Określając podłoże gruntowe w podstawie projektowanego nasypu drogi głównej brano pod uwagę grunty, których stwierdzona miąższość jest  $\geq 0,5$  m. Rodzaj podłoża gruntowego w podstawie nasypu przedstawiono w *Tabeli nr 8* zamieszczonej w rozdziale 5.2.

Własności poszczególnych gruntów przedstawiono w punkcie 5.1. niniejszego opracowania.

### **6.2.4. Możliwe zmiany własności podłoża gruntowego w podstawie nasypów**

Podstawowym problemem przy realizacji robót ziemnych będzie zachowanie istniejących parametrów cech fizycznych i mechanicznych podłoża gruntowego.

Na wielu odcinkach robót ziemnych spodziewać się należy występowania w podłożu gruntów spoistych reprezentowanych przez gliny, gliny pylaste, gliny pylaste zwięzłe, pyły, pyły piaszczyste, ily i ily pylaste. Wzrost wilgotności tych gruntów będzie prowadził do ich uplastycznienia. Uplastycznienie z kolei spowoduje zmniejszenie wartości parametrów wytrzymałościowych gruntu. Zwiększy się również ich odkształcalność. Zmiana własności tych gruntów może prowadzić do przekroczenia nośności granicznej podłoża gruntowego.

Wzrost wilgotności naturalnej gruntów spoistych może być spowodowany opadami atmosferycznymi. Obecnie woda opadowa spływa po powierzchni terenu oraz jest absorbowana w znacznej ilości przez warstwę humusu (gleby). Po zdjęciu tej warstwy grunty spoiste będą narażone na bezpośrednie oddziaływanie opadów atmosferycznych. Oddziaływania wywołane pracującym sprzętem budowy itp. będą ułatwiać i przyspieszać absorbowanie wody opadowej



przez podłoże gruntowe, co w efekcie może prowadzić do jego uplastycznienia. Co prawda zaleca się stosowanie odwodnienia tymczasowego terenu na okres prowadzenia robót ziemnych, jednakże ten zabieg może nie być do końca skuteczny. Z tych względów dodatkowo zaleca się stabilizację podłoża głównie w rejonie występowania gruntów spoistych w stanie plastycznym (warstwy VB, VIIC i VIID) oraz w uzasadnionych przypadkach także pozostałych gruntów spoistych w stanie twardoplastycznym (np. poprzez stabilizację wapnem, cementem czy też wzmocnienie podłoża u podstawy nasypu innymi zabiegami). Obszary przeznaczone do chemicznej stabilizacji zestawiono w *Tabeli nr 8* – rozdział 5.2.

### **6.3. Korpus drogowy w wykopie**

Tylko niewielka część projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 będzie prowadzona w wykopie. Odcinki trasy prowadzonej w wykopach wraz z charakterystyką występujących w ich zasięgu gruntów podłoża oraz wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w rozdziale nr 5.2. (*Tabela nr 8*).

Należy podkreślić, że naruszenie (przy realizacji robót ziemnych) utworów spoistych zalegających w dnach wykopów może spowodować ich znaczne uplastycznienie, co w efekcie prowadzi do zmniejszenia wartości parametrów wytrzymałościowych tych gruntów i obniżenia ich nośności. Dlatego też nie należy używać w tych rejonach różnego rodzaju sprzętu mogącego wywołać wibrację podłoża. Zaleca się odpowiednie dobranie technologii i sprzętu budowlanego do wykonywania robót ziemnych.

#### **6.3.1. Podłoże gruntowe w dnach wykopów**

Podłoże gruntowe w dnach wykopów określono dla gruntów, których stwierdzona miąższość wynosi  $\geq 0,5$  m. Rodzaj podłoża gruntowego w dnach wykopów przedstawiono w zamieszczonej w rozdziale 5.2. *Tabeli nr 8*.

#### **6.3.2. Przydatność gruntów z wykopów do wykonania nasypów**

Rodzaj gruntów występujących powyżej niwelety projektowanej obwodnicy wraz z przyporządkowanym do nich numerem warstwy geotechnicznej zestawiono w *Tabeli nr 8*.

Grunty spoiste występujące w stanie naturalnym mają wilgotność wyższą od wilgotności optymalnej. Wniosek ten można również wyprowadzić z samej oceny stanu gruntów spoistych,

gdyż dla nich wilgotność optymalna jest bardzo zbliżona do granicy plastyczności. Oznacza to, że wymaganą do zagęszczenia wilgotność posiadają grunty spoiste znajdujące się na pograniczu stanu półzwarłego i twardoplastycznego. Zatem grunty pochodzące z wykopów w tym przypadku będą nadawać się do wbudowania w nasyp, wyłącznie jednak w jego dolne warstwy.

#### **6.4. Obniżenie poziomu wód podziemnych i odwodnienie podłoża gruntowego**

Obniżenie poziomu wód podziemnych jest konieczne w następujących przypadkach:

- jeżeli w gruntach wysadzinowych i wątpliwych spód konstrukcji nawierzchni nie jest wyniesiony co najmniej 1,0 m ponad poziom wody gruntowej;
- jeżeli w gruntach niewysadzinowych woda podziemna znajduje się na głębokości mniejszej niż głębokość przemarzania;
- przy wodzie gruntowej stabilizującej się powyżej niwelety, w których to rejonach zachodzi uzasadniona obawa utraty stateczności dna wykopu.

Zakres niezbędnego obniżenia poziomu wód podziemnych w przebiegu obwodnicy przedstawiono w poniższej tabeli:

**Tabela nr 11.** Odcinki koniecznego odwodnienia na trasie przebiegu projektowanej obwodnicy.

Położenie w stosunku do kilometrażu trasy		Długość odcinka [km]	Wymagana depresja poniżej poziomu robót budowlanych	Uwagi
od km	do km			
0+250	0+307	0,06	do 1,0 m	Woda o zwierciadle statycznym powyżej dna wykopu
0+600	0+730	0,13		
0+830	0+990	0,16		
1+220	1+520	0,30		
1+520	1+740	0,22		
1+740	2+020	0,28		
2+020	2+320	0,30		
3+600	3+957	0,36		
3+957	4+740	0,78		
4+740	4+925	0,19		

Podany w Tabeli nr 11 - poziom wymaganej depresji odniesiony jest do poziomu wody podziemnej istniejącego w okresie przeprowadzania badań podłoża gruntowego. Woda podziemna ulega jednak wahaniom okresowym, które mogą wynosić  $\pm 1,0$  m. Wahania te również powinny być uwzględnione przy projektowaniu odwodnienia.

Należy również przewidzieć możliwość odprowadzenia wód opadowych w trakcie wykonywania prac budowlanych prowadzonych w przebiegu projektowanego korpusu drogowego w obrębie wykopu, którego dno stanowią grunty spoiste. Zadaniem tego odwodnienia będzie odprowadzenie wód opadowych poza obręb prowadzonych prac. Występujące w podłożu grunty spoiste są niezwykle wrażliwe na zawilgocenie, co prowadzić może w konsekwencji do ich uplastycznienia.

Odwodnienie można wykonać przy użyciu różnych metod (studnie depresyjne, igłofiltry, drenaż poziomy). Metoda ta powinna być dobrana w taki sposób, aby zapewnić stałe odwodnienie w przypadku zaistnienia takiej konieczności lub też okresowe (na czas trwania prac budowlanych), w przypadku, gdy podbudowa drogi oraz ściany wkopu zostaną zabezpieczone przed dopływem wód podziemnych w sposób uniemożliwiający ich wymywanie, a także podmywanie drogi, co w konsekwencji groziłoby jej zalaniem.

#### **6.5. Warunki geotechniczne oraz grupy nośności podłoża gruntowego pod nawierzchnie drogowe**

Grupy nośności podłoża nawierzchni określono dla odcinków projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 przebiegającej w wykopie, zaś dla odcinków przebiegających na nasypie określono je dla najwyższej zalegającej w podłożu serii rodzimych gruntów mineralnych o miąższości  $\geq 0,5$  m. Grupy nośności podłoża nawierzchni określono na podstawie stwierdzonych warunków gruntowo-wodnych, z uwzględnieniem Zarządzenia nr 4 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 23 lutego 2001 r. w sprawie „Katalogu wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych” [43]. Obrazują one stan w okresie prowadzonych badań terenowych.

Warunki geotechniczne oraz grupy nośności podłoża nawierzchni scharakteryzowano w rozdziale nr 5.2. w *Tabeli nr 8*.

Grupę nośności podłoża nawierzchni określono na podstawie zarządzenia [6] dla utwardzonego i szczelnego pobocza oraz dobrego odprowadzenia wód powierzchniowych z nawierzchni, z jednoczesnym uwzględnieniem wyników badań laboratoryjnych gruntów.

Grupy nośności podłoża nawierzchni przyjęto na podstawie danych z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [29], a w szczególności zgodnie z istniejącym stanem wód podziemnych, występującym w okresie prowadzenia badań terenowych. Przyjmowanie grup nośności dla potrzeb projektowania nawierzchni uzależnione jest od zalegających w podłożu

rodzajów gruntów oraz stwierdzonych warunków wodnych rozpoznanych do właściwej głębokości.

Warunki gruntowe generalnie nie ulegają zmianie w czasie. Natomiast poziom występowania wód podziemnych jest zmienny. Przy istotnym podwyższeniu poziomu wód podziemnych lub dopuszczeniu do zawodnienia podłoża przez wody opadowe spływające z nawierzchni, przedstawiona klasyfikacja może ulec zmianie. Aby do tego nie dopuścić konieczne jest właściwe odwodnienie terenu budowy drogi, uniemożliwiające gromadzenie się wód opadowych w podłożu gruntowym w obrębie jej korpusu.

Trwałe odwodnienie podłoża gruntowego spowoduje polepszenie warunków jego użyteczności i możliwość przyjęcia niższej (lepszey) grupy nośności. Ostateczne przyjęcie grup nośności podłoża nawierzchni powinno więc uwzględniać przyjęte rozwiązania projektowe dotyczące ewentualnego trwałego obniżenia wód podziemnych oraz możliwe wahania poziomu tych wód.

Dla niniejszej inwestycji wykonano mapę warunków geologiczno-inżynierskich podłoża w poziomie posadowienia w skali 1:1000 (*Rysunek nr 9.1 – 9.6*). Przy sporządzaniu tej mapy kierowano się następującymi kryteriami:

- w rejonach, gdzie projektowana niweleta prowadzona jest w nasypie drogowym wzięto pod uwagę grunty zalegające bezpośrednio pod humusem lub nasypami antropogenicznymi, których miąższość jest większa bądź równa 0,5 m;
- na odcinkach projektowanej drogi przebiegającej w wykopach, na mapie ujęto utwory zalegające bezpośrednio poniżej niwelety tej drogi, przy czym brano pod uwagę grunty o miąższości większej bądź równej 0,5 m;
- grunty sklasyfikowano wg rodzaju i stanu, przypisując im charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych (*Tabela nr 6 – Tabela charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych*);
- na mapie podano grupę nośności podłoża nawierzchni  $G_i$ .

Mapę warunków geologiczno-inżynierskich podłoża pod nawierzchnię drogi głównej i dróg dojazdowych oraz poprzecznych przedstawiono na *Rysunkach nr 9.1 – 9.6*.

## **6.6. Warunki geotechniczne w rejonie dróg dojazdowych i poprzecznych**

**Tabela nr 12.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie projektowanych dróg dojazdowych i poprzecznych

1	2	3	4	5
Nr przekroju (Otwory)	Położenie projektowanej drogi	charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych	Odcinek/grupa nośności podłoża
3.2.4 (DD6 – DD9) 3.2.2 (DD3 – D16); 3.2.3 (DD5-DD2);	Drogi dojazdowe do ronda zlokalizowanego w km ~ 0+350.00 drogi głównej.	Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego w przewadze stanowi humus o miąższości 0,2 – 0,4 m. W rejonie otworów nr – nr DD3, DD6, DD8, DD9 na powierzchni terenu stwierdzono nasyp niebudowlany (I) będący mieszaniną humusu, piasków, żużli etc. Bezpośrednio pod warstwą humusu bądź gruntu antropogenicznego zalegają gliny zwałowe (Qpg). Litologicznie są to grunty spoiste, mało wilgotne i wilgotne, reprezentowane przez glinę piaszczystą, lokalnie na pograniczu piasku gliniastego. Domieszki i przewarstwienia stanowią gładziki i piasek gliniasty. Grunty w obrębie glin zwałowych występują w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIA i VIIB) oraz w stanie plastycznym (warstwy VIIC i VIID). Do głębokości rozpoznanej wierceniami (3,0 m ppt.) nie udokumentowano spągu tej serii.	Wodę gruntową stwierdzono w formie nieregularnych sączeń śródglinowych w otworach nr DD7 (1,5 m p.p.t.) i nr DD9 (1,6 m p.p.t.). <b>Warunki wodne określono jako dobre.</b>	Łącznik do ul. Zambrowskiej; DD nr 1; Łącznik do ul. Jodłowej od 0+000 do 0+060/ <b>G4</b>  Łącznik do ul. Jodłowej od 0+060 do 0+255 / <b>G3</b>
3.2.5 (DD11- DD10)	Droga dojazdowa nr 2	Na powierzchni terenu zalega humus o miąższości 0,4 m. W rejonie otworu nr DD10 powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi osady organiczne (Qhh). Poniżej w podłożu gruntowym stwierdzono serie plejstocénskich osadów wodnolodowcowych (Qpfg) i osadów zastoiskowych (Qpl). Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zalegają bezpośrednio pod humusem i osadami organicznymi. Są również warstwą podścielającą osady zastoiskowe (Qpl). Strop tych osadów został nawiercony na głębokości 0,4 – 0,5 m p.p.t. Spąg górnej warstwy osadów wodnolodowcowych nawiercono na głębokości 0,7 – 1,0 m p.p.t. Dolna warstwa osadów wodnolodowcowych została nawiercona na głębokości 1,7 – 2,5 m p.p.t. Spąg tej warstwy w otworze nr DD11 odnotowano na poziomie 2,6 m p.p.t., natomiast w otworze nr DD10 spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste wilgotne i nawodnione, reprezentowane przez piaski drobne i piaski pyłaste. Grunty te występują w stanie średnio zagęszczonym, dlatego włączono je do warstwy VIB. Osady zastoiskowe (Qpl) tworzą ciągłą warstwę w obrębie osadów wodnolodowcowych. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,7 – 1,0 m p.p.t., zalegają do głębokości 1,7 – 2,5 m p.p.t. Dodatkowo stwierdzono osady zastoiskowe w otworze nr DD11 na głębokości 2,6 m p.p.t., do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.) nie udokumentowano spągu tej serii. Pod względem wykształcenia litologicznego są to grunty spoiste mało wilgotne i wilgotne, występujące w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIB), plastycznym (warstwy VIIC i VIID) oraz miękkoplastycznym (warstwa VIIE).	Wody gruntowe nawiercono w obszarach zalegania osadów wodnolodowcowych. Charakteryzują się zwierciadłem swobodnym, nawierconym na głębokości 1,7 – 2,5 m p.p.t. (rzędne 133,7 – 134,2 m n.p.m.). <b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b>	DD nr 2 odcinek od ~ 0+065 – 0+289 / <b>G1</b> rejon otworu nr DD10 (~ 0+180.00) / <b>nie określono – grunty organiczne</b>

1	2	3	4	5
3.2.6 (DD13b - DD12)	Droga dojazdowa nr 5	<p>Powierzchnię terenu pokrywa warstwa nasypu niebudowlanego (Qhn). Tylko w rejonie otworu nr DD12 na powierzchni zalega humus o miąższości 0,2 m. Nasyp niebudowlany został stwierdzony do maksymalnej głębokości 1,5 m p.p.t. (otw. nr DD13b), jest on mieszaniną humusu, piasków, okruszków cegieł, glin i namułu. W budowie geologicznej podłoża gruntowego wyróżnia się obszar występowania zastoiska oraz gruntów polodowcowych. W obrębie zastoiska wyróżniono serię osadów organicznych (Qhh), osadów rzecznych (Qhf) i osadów zastoiskowych (Qpl). Grunty pochodzenia polodowcowego ujęto w serię glin zwałowych (Qpg) i osadów wodnolodowcowych (Qpfg).</p> <p>Osady organiczne (Qhh) tworzą ciągłą warstwę, której strop zalega bezpośrednio pod nasypem antropogenicznym, tj. na głębokości 0,5 – 1,0 m p.p.t. Ich miąższość jest niewielka, rzędu kilkudziesięciu centymetrów. Osady te są reprezentowane przez namuł piaszczysty i namuł gliniasty.</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) nawiercono w otworze nr D38 w przedziale głębokości 1,6 – 2,4 m p.p.t. Są to osady niespoiste, wilgotne i mało wilgotne, reprezentowane przez piaski drobne z domieszką piasków pylastych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) zalegają od głębokości 1,5 – 2,4 m p.p.t. do 2,4 – 2,7 m p.p.t. Są to grunty spoiste wilgotne, wykształcone w postaci pyłów piaszczystych z lokalnymi przewarstwieniami piasku pylastego. Grunty te występują w stanie plastycznym (warstwy VIIIC i VIIID).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) nawiercono na głębokości 0,2 – 2,7 m p.p.t. W otworze nr DD12 spąg glin zwałowych przewiercono na głębokości 1,3 m p.p.t. W pozostałych otworach do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. spągu tej serii nie udokumentowano. Pod względem wykształcenia litologicznego gliny zwałowe są reprezentowane przez piasek gliniasty, glinę piaszczystą z lokalnymi przewarstwieniami piasku drobnego w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIB) oraz plastycznym (warstwa VIIIC).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zostały odnotowane w otworach nr DD12 i nr DD13b. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 1,3 – 2,4 m p.p.t., spągu nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t.</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczными oraz osadami wodnolodowcowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 1,8 – 2,0 m p.p.t., tj. na rzędnych 135,5 – 134,0 m n.p.m. W otworze nr DD13b stwierdzono sączenie w obrębie osadów zastoiskowych na głębokości 1,8 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b></p>	<p>DD nr 5 odcinek 0+000 – 0+145 / <b>G4</b> 0+145 – 0+215 / <b>nie określono – grunty organiczne</b> 0+215 – 0+250 / <b>G4</b></p>
3.2.7 (DD15-DD14); 3.2.8 (DD14-DD57)	Droga dojazdowa nr 4 (przy obiekcie nr OM2)	<p>Podłoże gruntowe pokrywa warstwa humusu o miąższości 0,3 – 0,5 m p.p.t. Poniżej, do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.) stwierdzono serię osadów wodnolodowcowych (Qpfg) oraz osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zalegają bezpośrednio pod humusem oraz zostały nawiercone w otworze nr DD14 na głębokości 2,6 m p.p.t. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,3 – 0,5 p.p.t. W otworze nr DD15 spąg osadów wodnolodowcowych stwierdzono na głębokości 2,0 m p.p.t., natomiast w otworze nr DD14 nie udokumentowano spągu osadów tej serii do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.). Pod względem litologicznym osady wodnolodowcowe są reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste, wilgotne i nawodnione, występujące w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) nawiercono bezpośrednio pod osadami wodnolodowcowymi, tj. na głębokości 1,0 – 2,0 m p.p.t. W otworze nr DD15 nie przewiercono spągu tej serii do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.). W otworze nr DD14 spąg osadów zastoiskowych odnotowano na głębokości 2,6 m p.p.t. Litologicznie są to osady spoiste, wilgotne, reprezentowane przez piasek gliniasty, pył piaszczysty i glinę pylastą. Grunty te występują w stanie plastycznym, dlatego włączono je do warstw VIIIC i VIIID.</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi. W otworach nr DD15 i nr DD57 zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się na poziomie 1,3-1,8 m p.p.t. (rzędna 135,5-135,6 m p.p.t.). W otworze nr DD14 lustro wody ma charakter napięty, zostało ono nawiercone na głębokości 2,6 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b></p>	<p>DD nr 4 / <b>G1</b></p>

1	2	3	4	5
3.2.9 (O-8 - DD14	Droga dojazdowa nr 3	<p>Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego głównie stanowi humusu o miąższości 0,2 – 0,5 m. W rejonie otworów nr DD17' i P1 stwierdzono nasyp niebudowlany o maksymalnej miąższości 0,7 m będący mieszaniną humusu, gliny i piasku. Rodzime podłoże gruntowe reprezentują serie osadów organicznych (Qhh), osadów wodnolodowcowych (Qpfg), glin zwałowych (Qpg), osadów zastoiskowych (Qpl) i ilów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady organiczne (Qhh) rozpoznano w otworach nr O-8 i nr P1. W otworze nr O-8 osady organiczne zalegają od powierzchni terenu do głębokości 0,6 m p.p.t., natomiast w otworze nr P1 osady te odnotowano w przedziale głębokości 0,7 – 1,0 m p.p.t. Litologicznie są to namuły.</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) tworzą nie regularne warstwy o zmiennej miąższości. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,2 – 2,6 m p.p.t. Głębokość przewiercenia spągu zawiera się w przedziale 0,4 – 2,6 m p.p.t., natomiast w otworach nr O-8, nr DD17 i nr DD14 nie udokumentowano spągu serii osadów wodnolodowcowych. Osady te są reprezentowane przez grunty niespoiste, wilgotne i nawodnione, wykształcone w postaci piasków drobnych i piasków pylastych. Grunty te występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) budują niewielkie przewarstwienia w rejonie otworów nr: P1, DD16, D44 i DD56. W otworze nr OM2-1' stwierdzono znaczną miąższość glin zwałowych. Strop glin odnotowano na różnych głębokościach od 0,2 do 3,3 m p.p.t. natomiast położenie spągu glin zwałowych zawiera się w przedziale głębokości 0,6 – 11,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego utwory zwałowe są reprezentowane przez glinę piaszczystą, piasek gliniasty i glinę. Grunty te są gruntami spoistymi, mało wilgotnymi i wilgotnymi, występującymi w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIA i VIIIB) oraz plastycznym (warstwa VIIC).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) tworzą rozległy kompleks gruntowy na omawianym obszarze. Osady te nawiercono na głębokości 0,4 – 11,0 m p.p.t., zazwyczaj pod osadami wodnolodowcowymi. Spągu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 1,2 – 15,0 m p.p.t. Są to grunty spoiste, mało wilgotne i wilgotne, reprezentowane przez glinę pylastą, pył piaszczysty, lokalnie przez glinę zwięzłą i glinę. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB) oraz plastycznym (warstwy VIIC i VIID).</p> <p>Iły zastoiskowe (Qpl) rozpoznano w otworach nr D44, nr D42 i nr DD56. Strop nawiercono na głębokości 1,2 – 2,7 m p.p.t. Zalegają do głębokości 2,5 m p.p.t. w otworze nr D42. W pozostałych otworach nie udokumentowano spągu tej serii do głębokości rozpoznania (3,0 – 3,2 m p.p.t.). Osady te są gruntami spoistymi, reprezentowanymi przez glinę pylastą przewarstwowaną pyłem czyli tzw. il warwowy. Występują one w stanie twardoplastycznym (warstwa IXA) i plastycznym (warstwa IXB).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się na poziomie 1,1 – 1,6 m p.p.t. (rzędne 143,1 – 143,3 m p.p.t. W otworach nr DD17 i nr DD14 lustro wody ma charakter napięty, zostało ono nawiercone na głębokości 2,1 – 2,6 m p.p.t. W otworach nr D42 i OM2-1' stwierdzono sączenie w obrębie osadów zastoiskowych na głębokości 2,3 i 6,5 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b></p>	<p>DD nr 3 odcinek:  0+045 - 0+155 / <b>G1</b>  0+155 - 0+180 / <b>G4</b>  0+180 - 0+317 / <b>G3</b>  0+317 - 0+425 / <b>G1</b>  0+425 - 0+450 / <b>G3</b>  0+450 - 0+490 / <b>nie określono – grunty organiczne</b></p>

1	2	3	4	5
3.2.10 (DD20 - DD18c)	Droga dojazdowa nr 6	<p>W otworach nr DD20, nr DD18f i nr DD18c' powierzchnię terenu pokrywa humus o miąższości 0,05 – 0,2 m. Na pozostałej części obszaru, na powierzchni terenu stwierdzono osady organiczne (II). Dodatkowo w podłożu gruntowym stwierdzono serie osadów rzecznych (III), osadów wodnolodowcowych (VI) i osadów zastoiskowych (VIII).</p> <p>Osady organiczne (II) tworzą ciągłą warstwę na niemal całym obszarze. Miąższość warstwy osadów organicznych waha się od 0,3 – 0,65 m. Spąg tych osadów przewiercono na głębokości 0,3- 0,7 m p.p.t. Litologicznie osady organiczne są reprezentowane przez namuł z domieszką torfu, namuł gliniasty oraz torf. Ze względu na ściśliwość tych gruntów są one klasyfikowane jako nienośne.</p> <p>Osady rzeczne (III) zostały stwierdzone w otworach nr – nr DD20, DD18f i DD18c' bezpośrednio pod osadami organicznymi. Spąg tych osadów zalega na głębokości 1,6 – 2,6 m p.p.t. Jedynie w otworze nr DD20 nie przewiercono spągu osadów rzecznych do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.). Osady te są reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste, wilgotne i nawodnione, występujące w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (VI) odnotowano tylko w otworze nr DD18c' w przedziałach głębokości 0,2 – 0,9 i 1,3 – 1,6 m p.p.t. Litologicznie są to piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Osady zastoiskowe (VIII) występują na prawie całym obszarze. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,4 – 2,6 m p.p.t. Spągu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Osady zastoiskowe są gruntami spoistymi, reprezentowanymi przez glinę pylastą i pył piaszczysty. Grunt ten występuje w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB), plastycznym (warstwy IIIC i IIID) oraz miękkoplastycznym (warstwa VIIIE).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczными i wodnolodowcowymi. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się na poziomie 0,5 – 0,8 m p.p.t. (rzędne 144,1 – 142,7 m p.p.t.). W otworach nr DD18f i nr DD18c' lustro wody ma charakter napięty, zostało ono nawiercone na głębokości 0,7 – 1,3 m p.p.t. Stabilizuje się na głębokości 0,5 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>DD nr 6 odcinki: 0+000 – 0+085 / <b>nie określono – grunty organiczne</b> 0+085 – 0+175 / <b>G2</b> 0+175 – 0+235 / <b>G4</b> 0+235 – 0+254 / <b>G1</b></p>
3.2.11 (DD21 - DD19)	Droga powiatowa nr 15008	<p>Powierzchnię terenu pokrywa humus o miąższości 0,2 m oraz nasyp niebudowlany (I) zalegający do maksymalnej głębokości 1,3 m p.p.t. (otwór nr OM7-4). Rodzime podłoże gruntowe jest reprezentowane przez serie osadów holocenijskich: osadów organicznych (Qhh), osadów rzecznych (Qhf), osadów zastoiskowych (Qhl) oraz serie osadów plejstoceńskich: osadów wodnolodowcowych (Qpfg), osadów zastoiskowych (Qpl) i ilów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady organiczne (Qhh) stwierdzono w otworach nr OM7-4 i nr DD20. Zalegają od głębokości 0,2 – 1,3 m p.p.t. do 0,7 – 1,8 m p.p.t. Litologicznie są to namuły i namuły piaszczyste. Ze względu na ściśliwość tych gruntów są one klasyfikowane jako nienośne.</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) tworzą ciągłą warstwę na całym omawianym terenie. Strop tych osadów zalega na głębokości 0,2 – 1,8 m p.p.t. Spąg osadów rzecznych odnotowano na głębokości 2,1 m p.p.t. w otworze nr DD21 i 4,5 m p.p.t. (otwór nr OM7-4). W pozostałych otworach spągu osadów rzecznych nie odnotowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t.</p> <p>Osady zastoiskowe (Qhl) nawiercono w otworze nr DD21 na głębokości 2,1 m p.p.t. (spągu nie udokumentowano do głębokości rozpoznania – 3,0 m p.p.t.). Litologicznie jest to grunt spoisty, reprezentowany przez pył, mało wilgotny w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (VI) nawiercono w otworze nr OM7-4 na głębokości 5,1 m p.p.t. Spąg tych osadów odnotowano na głębokości 9,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady wodnolodowcowe są reprezentowane przez piaski drobne na pograniczu piasku pylastego. Osady te są gruntami niespoistymi, nawodnionymi, występującymi w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) i zagęszczonym (warstwy VIE i VIG).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) występują w otworze nr OM7-4 w formie niewielkich przewarstwień nawierconych na głębokościach 4,5 i 6,2 m p.p.t. oraz warstwy o miąższości 3,4 m, zalegającej w przelocie głębokości 9,0 – 12,4 m p.p.t. Osady zastoiskowe są reprezentowane przez glinę pylastą związłą w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB).</p> <p>Iły zastoiskowe nawiercono w otworze nr OM7-4 na głębokości 12,4 m p.p.t. Litologicznie są to grunty spoiste reprezentowane przez glinę pylastą związłą z domieszką gliny pylastej przewarstwowaną piaskiem drobnym w stanie twardoplastycznym (warstwa IXA). Spągu tej warstwy nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 15,0 m p.p.t.</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczными i wodnolodowcowymi. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się na poziomie 0,8 – 2,3 m p.p.t. (rzędne 144,6 – 142,7 m p.p.t.). W otworze nr OM7-4 dodatkowo stwierdzono lustro wody o charakterze napiętym. Zostało ono nawiercone na głębokościach 5,1 i 6,7 m p.p.t. Stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody gruntowej.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>DP nr 15008 odcinki: 0+000 – 0+045 / <b>G1</b> 0+045 – 0+110 / <b>nie określono – grunty organiczne</b> 0+110 – 0+155 / <b>G1</b></p>



1	2	3	4	5
3.2.12 (DD59 - H-3)	Droga dojazdowa nr 7	<p>Powierzchnię terenu pokrywa humus o miąższości 0,3 – 0,4 m. Rodzime podłoże gruntowe stanowią serie holocenijskich piasków rzecznych (Qhf), w obrębie których rozpoznano niewielką soczewkę osadów zastoiskowych (Qhl). Poza tym w podłożu gruntowym występują serie osadów wodnolodowcowych (Qpfg) i osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) zalegają bezpośrednio pod warstwą humusu. Spąg tych osadów odnotowano na głębokości 1,0 – 2,2 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste wilgotne i mało wilgotne reprezentowane przez piaski pylaste i piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC). W otworze nr DD59 w przelocie głębokości 1,7 – 1,8 m p.p.t. rozpoznano holocenijskie osady zastoiskowe (Qhl) reprezentowane przez pył na pograniczu gliny pylastej w stanie twardoplastycznym (warstwa VA). Osady wodnolodowcowe (Qpfg) występują w formie nieregularnych przewarstwień w obrębie osadów zastoiskowych (VIII). Strop tych osadów nawiercono na głębokości 2,7 – 3,8 m p.p.t., natomiast spąg odnotowano na głębokości 2,9 – 4,8 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego są to grunty niespoiste nawodnione reprezentowane przez piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) oraz zagęszczonym (warstwa VIE).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) tworzą kompleks gruntowy przewarstwiony osadami wodnolodowcowymi. Strop tych osadów stwierdzono na głębokości 1,0 – 2,2 m p.p.t. Spagu osadów zastoiskowych nie udokumentowano do głębokości rozpoznania tj. 3,0 – 6,1 m p.p.t. Litologicznie są to grunty spoiste, mało wilgotne i wilgotne, reprezentowane przez glinę pylastą i glinę pylastą zwięzłą. Osady zastoiskowe występują w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB), plastycznym (warstwa VIIC) i miękkooplastycznym (warstwa VIIE).</p>	<p>W obrębie osadów rzecznych stwierdzono obecność wody gruntowej charakteryzującej się zwierciadłem swobodnym oraz lekko napiętym. Kształtuje się ono na poziomie 0,5 – 1,1 m p.p.t. (rzędne 141,3 – 141,9 m n.p.m.). W otworze nr DD59 na głębokości 1,7 m p.p.t. nawiercono zwierciadło wody gruntowej lekko napięte, które stabilizuje się na poziomie swobodnego lustra.</p> <p>W obrębie osadów wodnolodowcowych nawiercono na głębokości 2,7 – 3,2 m p.p.t. wodę gruntową o zwierciadle napiętym. Stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>DD nr 7 odcinek ~0+050.00 - ~0+130.00 / G1</p>
3.2.13 (DD61 - DD22)	Łącznik do ul. Mazowieckiej	<p>- Powierzchniową strefę położa gruntowego stanowi humus o miąższości 0,2 – 0,3 m oraz nasyp niebudowlany o niewielkiej miąższości (0,5 m – otwór nr DD22). Rodzime podłoże gruntowe zbudowane jest z serii osadów organicznych (Qhh), osadów rzecznych (Qhf), glin zwałowych (Qpg) oraz osadów wodnolodowcowych (Qpfg).</p> <p>Osady organiczne (Qhh) tworzą ciągłą warstwę na niemal całym omawianym obszarze. Zostały stwierdzone na głębokości od 0,5 do 1,0 m p.p.t., a w rejonie otworu nr D85 zalegają od powierzchni terenu do głębokości 0,9 m p.p.t. Osady organiczne są reprezentowane przez namul i torf.</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) zalegają bezpośrednio pod humusem lub osadami organicznymi. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,3 – 0,9 m p.p.t. W otworze nr DD61 spąg osadów rzecznych przewiercono na głębokości 0,8 m p.p.t. W pozostałych otworach spagu nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to piaski drobne z domieszką piasków pylastych lub piasków średnich. Grunty te występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) rozpoznano w otworach nr DD61 i nr DD22. Strop zalegania tych osadów kształtuje się na głębokości 0,8 – 1,0 m p.p.t. Występują do maksymalnej głębokości 1,8 – 2,2 m p.p.t. Gliny zwałowe są wykształcone jako piaski gliniaste i glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIB) i plastycznym (warstwa VIIC).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zalegają pod gliną zwałową. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 1,8 – 2,2 m p.p.t. Spagu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste, reprezentowane przez piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej w obrębie piaszczystych osadów rzecznych i wodnolodowcowych. Charakteryzuje się ona zwierciadłem swobodnym kształtującym się na poziomie 0,8 – 1,1 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>Rejon otworu nr DD61 / G1 Łącznik do ul. Mazowieckiej odcinki: 0+000 - ~0+010 / <b>nie określono – grunty organiczne</b> ~0+010 – 0+055 / G1 0+055 – 0+113.00 / <b>nie określono – osady organiczne</b></p>

1	2	3	4	5
3.2.14 (DD25 – DD24); 3.2.15 (DD29 - DD28)	Droga dojazdowa nr 8; Droga gminna wlot PD oraz wlot PN	<p>Powierzchnię terenu pokrywa warstwa humusu o miąższości 0,3 – 0,5 m oraz miejscami nasyp budowlany zalegający do maksymalnej głębokości 1,5 m p.p.t. Grunt ten jest mieszaniną betonu, gruzu, gliny piaszczystej i piasku. Rodzime podłoże gruntowe reprezentują serie osadów wodnolodowcowych (Qpfg) i glin zwałowych (Qpg).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) tworzą rozbudowany kompleks gruntowy na całym omawianym obszarze. Strop tych osadów został nawiercony na głębokości 0,3 – 2,2 m p.p.t. Spągu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 – 6,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady wodnolodowcowe są reprezentowane przez piaski drobne z domieszkami piasku pylastego oraz lokalnie przez piasek gruby. Osady te są gruntem niespoistym, występującym w stanie średnio zagęszczonym (warstwy VIB i VIC).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) występują w formie nieregularnych przewarstwień w obrębie osadów wodnolodowcowych. Strop glin nawiercono na głębokości 0,6 – 1,1 m p.p.t. Miąższość warstwy waha się od 0,3 – 1,3 m. Spąg warstwy odnotowano na głębokości 1,0 – 1,9 m p.p.t. Litologicznie gliny zwałowe są gruntem spoistym, występującym w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIA i VIIB) oraz plastycznym (warstwa VIID).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych. Woda gruntowa charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem, tylko w otworze nr DD24 zwierciadło ma charakter lekko napięty. Swobodne lustro wody kształtuje się na głębokości 2,5 – 3,3 m p.p.t. (tj. rzędnych 142,8 – 141,0 m n.p.m.). W otworze nr DD24 nawiercono lustro wody gruntowej na głębokości 1,9 m p.p.t., stabilizuje się na głębokości 1,7 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre (tylko w otworze nr DD24 warunki wodne są przeciętne).</b></p>	<p>DD nr 8 odcinki: ~0+030 – 0+175 / <b>G1</b> 0+175 – 0+241 / <b>G4</b></p> <p>Droga gminna (wlot PD i PN) rejon otworu nr DD27/ <b>G4</b> pozostały odcinek / <b>G1</b></p>
3.2.16 (DD62 – DD29); 3.2.17 (DD63 - DD62)	Droga dojazdowa nr 10	<p>Powierzchniową strefę podłoża gruntowego stanowi humus o miąższości 0,3 m oraz nasyp niebudowlany zalegający w rejonie otworów nr DD29 i nr D105 do głębokości 0,7 – 1,1 m p.p.t. Rodzime podłoże gruntowe prawie w całości zbudowane jest z serii osadów wodnolodowcowych (Qpfg). W otworze nr DD29 stwierdzono warstwę glin zwałowych (Qpg) o miąższości 0,3 m (głębokość zalegania 0,7 – 1,0 m p.p.t.), wykształconych jako twardoplastyczna glina piaszczysta (warstwa VIIIB).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zalegają od głębokości 0,3 – 1,1 m p.p.t. aż do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste, reprezentowane przez piaski drobne z domieszkami żwiru lub piasku pylastego, piaski średnie z domieszką piasku grubego, piasek gruby i pospółkę. Osady wodnolodowcowe występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwy VIB, VIC i VID).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej o zwierciadle swobodnym kształtującym się na głębokości 1,7 – 2,5 m p.p.t. (rzędne 139,1 – 141,4 m n.p.m.).</p> <p><b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b></p>	DD nr 10 – cały odcinek / <b>G1</b>

1	2	3	4	5
3.2.19 (O-12 – DD37); 3.2.18 (DD38 – DD34);	Łącznik PD i PN do ul. Kościuszki	<p>Na powierzchni terenu stwierdzono zaleganie nasypu niebudowlanego (otwory nr – nr DD34 i DD37) do głębokości 0,3 – 0,8 m p.p.t., będącego mieszaniną piasku i humusu. W rejonie otworu nr DD64 na powierzchni terenu zalega humus o miąższości 0,2 m. W pozostałych otworach (nr DD38 i nr O12) powierzchnię warstwę gruntu stanowią osady organiczne (Qhh). Poza tym w podłożu gruntowym stwierdzono holoceneskie serie: osadów rzecznych (Qhf) i osadów zastoiskowych (Qhl) oraz plejstoceneskie serie: osadów wodnolodowcowych (Qpfg) i osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady organiczne (Qhh) zalegają od powierzchni terenu do głębokości 0,4 – 0,5 m p.p.t. Litologicznie są to namuły.</p> <p>Strop osadów rzecznych (Qhf) nawiercono na głębokości 0,2 – 0,8 m p.p.t. Zalegają do głębokości 0,9 – 2,4 m p.p.t., w otworach nr DD37, nr DD38 i nr DD64 nie udokumentowano spągu osadów rzecznych do głębokości rozpoznania (2,0 – 3,0 m p.p.t.). Litologicznie są to grunty niespoiste, reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qhl) rozpoznano w otworach nr – nr O12 i DD38. Zostały nawiercone na głębokości 0,4 – 0,9 m p.p.t. Spąg stwierdzono na głębokości 1,0 m p.p.t., natomiast w otworze nr DD38 nie przewiercono spągu osadów zastoiskowych do głębokości rozpoznania (1,7 m p.p.t.). Osady te są reprezentowane przez pył i glinę pylastą w stanie twardoplastycznym (warstwa VA).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) stwierdzono w otworze nr DD37 w przelocie głębokości 0,3 – 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste, wilgotne i nawodnione, reprezentowane przez piaski drobne z domieszką piasku pylastego w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) zalegają w otworze nr DD34 na głębokości 2,4 m p.p.t. Spągu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.) Osady zastoiskowe są reprezentowane przez pył w stanie plastycznym (warstwa VIIC).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej o zwierciadle swobodnym kształtującym się na głębokości 0,4 – 2,4 m p.p.t. (rzędne 138,3 – 133,0 m n.p.m.). Odnotowano sączenie wody gruntowej w otworze nr DD38 w stropowej części osadów zastoiskowych na głębokości 0,4 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>Łącznik PD prawie cały odcinek / <b>G1</b> (oprócz rejonu DD38 – <b>G4</b>)</p> <p>Łącznik PN 0+000 – ~0+015 / <b>nie określono – grunty organiczne</b> ~0+015 – 0+027 / <b>G4</b> 0+027 – 0+080 / <b>G1</b></p>
3.2.20 (OM13-1 - DD65)	Droga dojazdowa nr 12	<p>Powierzchnię większości terenu pokrywa humus o miąższości 0,3 – 0,5 m. Rodzime podłoże gruntowe stanowią serie osadów organicznych (Qhh), osadów rzecznych (Qhf), osadów wodnolodowcowych (Qpfg), glin zwałowych (Qpg) i osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady organiczne zostały stwierdzone jako warstwy powierzchniowe w otworach nr – nr OM13-1, O-15, D132, DD65. Zalegają do głębokości 0,3 – 1,6 m p.p.t. Osady te są reprezentowane przez torf, namuł piaszczysty, namuł gliniasty i namuł.</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) tworzą najbardziej rozległą warstwę gruntu na omawianym obszarze. Występują bezpośrednio pod humusem bądź osadami organicznymi do maksymalnej głębokości 4,7 m p.p.t. W otworach nr – nr DD42b, DD42a, DD42, D132, DD41 spągu osadów rzecznych nie udokumentowano do głębokości rozpoznania 3,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady te są reprezentowane przez piaski drobne, piaski pylaste, piaski średnie i piaski grube. Grunty te występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwy IIIC i IIID) oraz zagęszczonym (warstwa IIIF).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) występują tylko w otworze nr D130 jako soczewka twardoplastycznych glin piaszczystych (warstwa VIIA). Zostały stwierdzone w przelocie głębokości 1,8 – 2,3 m p.p.t.</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) rozpoznano w otworze nr D130 pod glinami zwałowymi. Osady te nawiercono na głębokości 2,3 m p.p.t., spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.). Litologicznie są to piaski drobne z domieszką piasku pylastego, występujące w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) rozpoznano w otworach nr OM13-1, nr O-15 i nr DD65. Osady te nawiercono na głębokości 1,8 – 4,7 m p.p.t. Spągu tej serii nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 – 6,0 m p.p.t. Osady zastoiskowe są reprezentowane przez pył piaszczysty i pył w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB) oraz plastycznym (warstwa VIIC).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej o zwierciadle swobodnym w obrębie piaszczystych osadów rzecznych i wodnolodowcowych. Kształtuje się na głębokości 0,4 – 2,5 m p.p.t. (rzędne 136,4 – 132,0 m n.p.m.). W otworach nr D130 i nr DD65 dodatkowo stwierdzono lustro wody o charakterze napiętym. Zostały nawiercone na głębokości 0,8 – 2,3 m p.p.t. Stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody gruntowej (otw. nr D130) lub na głębokości 0,2 m p.p.t. (otw. nr DD65).</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p>DD nr 12 odcinki: 0+000 – 0+025 / <b>nie określono – osady organiczne</b> 0+025 – ~0+515 / <b>G1</b> ~0+515 – ~0+570 / <b>nie określono – osady organiczne</b> ~0+570 – 0+800 / <b>G1</b> 0+800 – 0+820 / <b>nie określono – grunty organiczne</b></p>

1	2	3	4	5
3.2.21 (DD49 – DD44); 3.2.22 (DD48 - DD47)	Droga dojazdowa nr 15; Droga powiatowa nr 15018	<p>Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi humus o miąższości 0,3 – 0,4 m p.p.t. W otworach nr – nr DD47, DD48 i D174 na powierzchni terenu zalega nasyp niebudowlany do głębokości 0,3 – 0,4 m p.p.t. Rodzime podłoże gruntowe zbudowane jest z serii osadów wodnolodowcowych (Qpfg), glin zwałowych (Qpg) i osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) tworzą rozległy kompleks gruntowy zalegający bezpośrednio pod humusem lub gruntem antropogenicznym. Oprócz otworów D169 i DD44 nie przewiercono spągu tej serii do głębokości rozpoznania (3,0 – 3,1 m p.p.t.). Litologicznie są to piaski pylaste, piaski drobne, piaski średnie i pospółka. Osady te są gruntami niespoistymi występującymi w stanie średnio zagęszczonym (warstwy VIB, VIC i VID) oraz w stanie zagęszczonym (warstwy VIE i VIF).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) zostały stwierdzone tylko w otworze nr DD44. Nawiercono je na głębokości 1,3 m p.p.t., spągu nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Gliny zwałowe są reprezentowane przez glinę i glinę piaszczystą w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIB) i plastycznym (warstwy VIIC).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) rozpoznano w otworze nr D169. Osady te nawiercono na głębokości 1,5 m p.p.t. Są reprezentowane przez pył na pograniczu gliny pylastej w stanie plastycznym (warstwy VIIIC). Spągu osadów zastoiskowych nie osiągnięto do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t.</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej w otworach nr – nr DD44, D161, DD47, D174 i DD49.</p> <p>Zwierciadło wody ma charakter swobodny. Tylko w otworze nr DD44 lustro wody jest lekko napięte, zostało nawiercone na głębokości 1,7 m p.p.t., stabilizuje się na poziomie 1,6 m p.p.t. Zwierciadło swobodne kształtuje się w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych na głębokości 2,5 – 2,9 m p.p.t. (rzędne 139,9 - 139,4 m n.p.m.).</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre.</b></p>	DD nr 13, DD nr 15 i Droga powiatowa nr 15018 / <b>G1 i G2</b>
3.2.23 (DD70 – DD69); 3.2.24 (DD72 – D203); 3.2.25 (DD71 - D203)	Droga dojazdowa nr 16, DW nr 678 (droga główna i zjazd w kierunku Wysokie Mazowieckie)	<p>Powierzchnię terenu pokrywa warstwa humusu o miąższości 0,2 – 0,3 m oraz grunty antropogeniczne związane z istniejącą drogą wojewódzką nr 678. Miąższość nasypów waha się od 0,5 do 1,5 m. W ramach grantów antropogenicznych rozpoznano warstwę asfaltu wraz z podbudową oraz nasyp budowlany składający się z humusu, piasków, żwiru i piasków gliniastych.</p> <p>Rodzime podłoże gruntowe stanowią serie osadów wodnolodowcowych (Qpfg), glin zwałowych (Qpg) i osadów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) odnotowano w otworach nr DD69, nr DD71 i nr DD72. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 0,2 - 0,8 m p.p.t., zalegają do maksymalnej głębokości 1,5 m p.p.t. Tylko w otworze nr DD69 spągu osadów wodnolodowcowych nie udokumentowano do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady tej serii są reprezentowane przez piaski pylaste, piaski drobne i piaski średnie. Wszystkie grunty tej warstwy występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwy VIB i VIC).</p> <p>Gliny zwałowe (Qpg) tworzą przewarstwienia o maksymalnej miąższości 0,9 m. Strop glin zwałowych nawiercono na głębokości 0,2 – 1,5 m p.p.t. Spąg tych osadów odnotowano na głębokości 0,6 – 1,8 m p.p.t. Litologicznie są to grunty spoiste, mało wilgotne, w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIB).</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) w przewadze tworzą podłoże gruntowe. Strop tych osadów zalega na głębokości 0,6 – 1,5 m p.p.t. Spągu nie odnotowano do głębokości rozpoznania (3,0 – 6,0 m p.p.t.). Pod względem wykształcenia litologicznego osady zastoiskowe są reprezentowane przez pyły, glinę pylastą i glinę pylastą zwięzłą. Osady zastoiskowe są gruntami spoistymi, występującymi w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB).</p>	<p>Stwierdzono wodę gruntową w otworze nr DD69</p> <p>charakteryzującą się zwierciadłem swobodnym. Kształtuje się ono w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych na głębokości 2,3 m p.p.t. Dodatkowo stwierdzono sączenia wody gruntowej w otworach nr – nr DD70, H-8.2, D203 w przedziale głębokości 1,8 – 2,7 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre.</b></p>	DD nr 16 odcinki: ~0+050 – ~0+170 / <b>G3</b> ~0+170 – 0+200 / <b>G1</b> Droga główna odcinki: 6+500 – 6+590 / <b>G3</b> 6+590 – 6+650 / <b>G1</b> DW 678 (zjazd w kierunku Wysokie Mazowieckie) odcinki: 0+000 – ~0+950 / <b>G3</b> 0+095 – 0+140 / <b>G1</b>

## **6.7. Warunki geotechniczne w rejonie drogowych obiektów inżynierskich**

W oparciu o przeprowadzone badania terenowe scharakteryzowano budowę geologiczną, warunki hydrogeologiczne oraz generalne warunki budowlane występujące w rejonie projektowanych obiektów inżynierskich. Dane te zamieszczono w tabeli poniżej.

**Tabela nr 13.** Szczegółowe warunki geotechniczne dla obiektów inżynierskich.

1	2	3	4
Obiekt (otwory)	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych	Sugerowany sposób posadowienia/ warunki budowlane
MD-1 (OM1-1 OM1-2 OM1-3 OM1-4)	<p>Poniżej humusu i lokalnie nasypu niebudowlanego na powierzchni terenu rozpoznano serie utworów holoceni – organicznych i rzecznych. Osady rzeczne reprezentowane są przez piaski drobne na granicy piasków pylastych bądź z przewarstwieniami namulów oraz piaski średnie z domieszką żwiru. Młody wiek utworów w obrębie serii piaszczystych sprawia, że występują one w stanie luźnym (warstwy IIIA' i IIIA). Nienośne grunty organiczne pod względem litologicznym wykształcone są jako namuły i namuły piaszczyste z przewarstwieniami piasków. Poniżej warstw utworów holoceni, na głębokości 1,2 – 2,0 m p.p.t. nawiercono pierwszą, ciągłą serię glin zwałowych, reprezentowanych przez gliny piaszczyste z domieszką głazików w stanie twardoplastycznym i lokalnie plastycznym. Poniżej kompleksu glin, na głębokości 2,5 - 7,8 m p.p.t. odnotowano serię mułków zastoiskowych w stanie twardoplastycznym, reprezentowanych w przewadze przez gliny pylaste z domieszką glin pylastych zwięzłych bądź z przewarstwieniami pyłów. Ich miąższość dochodzi do 12,7 m. W obrębie utworów wydzielono dodatkowo serię ilów zastoiskowych, zalegających na głębokości 7,8 – 11,8 m p.p.t., które odznaczają się wyraźnym warstwowaniem w postaci układu warstewek na przemian jasnych (osadzanych w lecie) i ciemnych (osadzanych w zimie) - tzw. warw (warstwa IXA). Poniżej kompleksu mułków zastoiskowych do maksymalnej głębokości 15,0 m p.p.t. zalega druga seria glin zwałowych w stanie twardoplastycznym. Lokalnie w otworze nr OM1-3 odnotowano także serię osadów wodnolodowcowych w stanie bardzo zagęszczonym.</p>	<p>W trakcie wykonywania robót geologicznych stwierdzono obecność wód gruntowych. Związane są one ze stropową serią osadów rzecznych oraz utworów organicznych. Woda ta posiada zwierciadło swobodne, kształtujące się na głębokości 1,1 – 1,5 m p.p.t. (rzędnych 132,9 – 133,1 m n.p.m.).</p> <p>Drugi, zasadniczy poziom wód gruntowych, związany jest z piaszczysto-żwirowymi osadami wodnolodowcowymi, spoczywającymi pod warstwą glin zwałowych lub jako przewarstwienie w obrębie tego kompleksu. Zwierciadło wód o charakterze naporowym nawiercono na głębokości 15,5 – 16,7 m p.p.t. Jego stabilizacja nastąpiła (prawdopodobnie) na na głębokości 5,8 – 6,2 m p.p.t. (tj. na rzędnych 128,2 – 128,5 m n.p.m.).</p> <p>Zbadane środowisko wodne w rejonie obiektu mostowego MD-1 nie wykazuje własności agresywnych w stosunku do betonu (Załącznik nr 5.3)</p>	<p><b>Posadowienie pośrednie (ewentualnie bezpośrednie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w podłożu gruntowym do głębokości 1,2 – 2,0 m p.p.t. zalegają nienośne grunty organiczne oraz osady rzeczne w stanie luźnym. W związku z tym w rejonie posadowienia projektowanych przyczółków mostu osady te należy wybrać, gdyż nie nadają się one do posadowienia fundamentów;</li> <li>- dopuszcza się posadowienie bezpośrednie w przypadku zastosowania wymiany gruntów nienośnych na osady niespoiste zagęszczone warstwami do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu;</li> <li>- dodatkowo w rejonie otworu nr OM1-4, do głębokości 1,7 m p.p.t. zalega warstwa glin piaszczystych w stanie plastycznym, która należy do gruntów o obniżonej nośności (warstwa VIC). W związku z tym sugeruje się zastosowanie dodatkowego wzmocnienia tych gruntów;</li> <li>- poniżej głębokości 1,2 – 2,0 m p.p.t. w podłożu zalegają grunty nośne, tj. gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym, które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi;</li> <li>- szczególną uwagę należy zwrócić na zdeponowany poniżej serii glin zwałowych – kompleks mułków i ilów zastoiskowych w stanie twardoplastycznym, które nawiercono na zmiennej głębokości 2,5 – 7,8 m p.p.t. W trakcie robót ziemnych i fundamentowych, należy nie dopuścić do kontaktu z wodami atmosferycznymi lub gruntowymi, gdyż utwo-</li> </ul>

1	2	3	4
			<p>ry te (zwłaszcza seria ilów warwowych) mogą wykazywać właściwości pęczniejące. W trakcie prac wiertniczych nie udało się pobrać do badań laboratoryjnych próbek NNS z tych gruntów (wykonano wyłącznie analizy areometryczne na próbkach gruntu o NW), toteż ich wskaźnik pęcznienia jest nieznan.</p> <p>Do oceny tych gruntów można jednak posłużyć się nomogramem Casagrande'a (zmodyfikowanym przez B. Grabowską-Olszewską, 1998 – Ryc. nr 1.), który wykorzystuje się do szacunkowej oceny plastyczności, pęcznienia i spoistości gruntów, przy znajomości granicy plastyczności (<math>w_L</math>) oraz wskaźnika plastyczności <math>I_p</math> (parametry te otrzymano z przeprowadzonych badań laboratoryjnych – <i>Załącznik nr 2.1</i>). Z analizy zebranych danych wynika, iż iły zastoiskowe (a także zalegające powyżej mułki zastoiskowe) <b>mogą wykazywać średnie i wysokie pęcznienie</b>. Dodatkowo do oceny omawianych właściwości można wykorzystać także podział gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego (Ryc. nr 2.), który podobnie jak nomogram Casagrande'a (zmodyfikowany przez B. Grabowską-Olszewską) klasyfikuje analizowane grunty jako <b>średnio i wysoce pęczniejące</b>. Do czynników uaktywniających procesy pęcznienia należą: zmiana stosunków wodnych i wilgotności podłoża, zanieczyszczenia przedostające się do podłoża oraz odciążenie podłoża. Przy projektowaniu posadowienia fundamentów w obrębie gruntów ekspansywnych (pęczniejących) należy nie dopuścić do kontaktu z wodami (zastosować np. pale wiercone na sucho w rurach obsadowych, wykorzystać beton o niskiej zawartości wody);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- na czas prowadzenia robót ziemnych i fundamentowych, teren badań należy odwodnić;</li> <li>- należy posadowić obiekt na głębokości poniżej granicy przemarzania ok. 1,2 m p.p.t.;</li> </ul>

1	2	3	4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– normowe parametry geotechniczne zestawiono w <i>Tabeli nr 6</i>.</li> </ul>
<b>WD-2</b> (OM2-1 OM2-2 OM2-3 OM2-4 OM2-5 OM2-6 CPTU_ OM2-2)	<p>Rejon projektowanego wiaduktu drogowego WD-2 w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego pokryty jest warstwą humusu (0,4 – 0,5 m) oraz lokalnie nasypem niebudowlanym, złożonym z różnoziarnistych piasków i gliny o miąższości 1,0 m. Lokalnie w rejonie otworu nr OM2-5 na głębokości 0,5 m p.p.t. nawiercono soczewkę mało wilgotnych namulów, które reprezentują nienośne utwory organiczne. Poniżej osadów holoceniskich, na większości badanego obszaru zalega seria osadów wodnolodowcowych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), która stanowi przewarstwienie w obrębie kompleksu mulków zastoiskowych w stanie twardoplastycznym i plastycznym (warstwy VIIIB, VIIC i VIID). Wyjątek stanowią otwory nr nr OM2-1, OM2-2, OM2-6 i CPTU_OM2-2, gdzie osady piaszczyste zalegają bezpośrednio pod warstwą humusu. Poniżej w/w utworów, na głębokości 2,3 – 4,1 m p.p.t. zdeponowany został kompleks glin zwałowych, początkowo w stanie plastycznym (warstwa VIIC), o miąższości 1,2 – 3,5 m. Pod warstwą gruntów o obniżonej nośności do maksymalnej głębokości rozpoznania, zalegają grunty w stanie twardoplastycznym – początkowo gliny zwałowe, reprezentowane w przewodzie przez gliny piaszczyste z glazkami i gliny piaszczyste na granicy glin (warstwy VIIA i VIIIB). Następnie w trakcie wiercen odnotowano dolną serię mulków zastoiskowych, reprezentowanych przez gliny pylaste, gliny pylaste na granicy pyłów, pyły bliskie glinom pylastym (warstwy VIIIA i VIIIB). W ich obrębie w rejonie otworów nr</p>	<p>W trakcie głębienia otworów wiertniczych nawiercono wody związane z piaszczystymi utworami akumulacji wodnolodowcowej. Swobodne zwierciadło wód gruntowych nawiercono na głębokości 1,3 – 1,8 m p.p.t. (tj. na rzędnych 134,8 – 135,8 m n.p.m.). Lokalnie w otworze nr OM2-3 napotkano lustro wód pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym, generowanym przez górny poziom mulków zastoiskowych. Stabilizuje się ono na głębokości zalegania zwierciadła swobodnego. Analizowane wody stanowią pierwszy przypowierzchniowy poziom wodonośny. Dodatkowo w rejonie otworu nr OM2-1 na głębokości 6,5 m p.p.t. stwierdzono występowanie sączenia, związanego z piaszczystym przewarstwieniem w obrębie utworów spoistych. Zbadanie środowisko wodne <b>nie wykazuje własności agresywnych</b> w stosunku do betonu (<i>Załącznik nr 5.4</i>).</p>	<p><b>Posadowienie pośrednie (ewentualnie bezpośrednie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- generalnie w podłożu gruntowym do głębokości 3,5 – 6,7 zalegają grunty o obniżonej nośności – mulki zastoiskowe i gliny zwałowe w stanie plastycznym oraz niewielkiej miąższości soczewka utworów organicznych. Wyjątek stanowi jedynie warstwa piasków wodnolodowcowych w stanie średnio zagęszczonym oraz płat pyłów piaszczystych w stanie twardoplastycznym (otwór nr OM2-5). Utwory spoiste warstw VIIC, VIIIB i VIIC w stanie naturalnym są gruntami nośnymi, lecz w wyniku kontaktu z wodami atmosferycznymi (ewentualnie gruntowymi z nadległych sączeń) pęcznią, rozmakają, uplastyczniają się, co w efekcie może doprowadzić do obniżenia ich nośności;</li> <li>- mniej korzystnymi parametrami geotechnicznymi charakteryzuje się seria mulków zastoiskowych o stopniu plastyczności <math>I_L=0,41</math> (warstwa VIID);</li> <li>- do gruntów nienośnych włączono utwory organiczne, jak również warstwę humusu oraz gruntów antropogenicznych, zdeponowanych w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego;</li> <li>- poniżej głębokości 3,5 – 6,7 m p.p.t. w podłożu gruntowym zalegają grunty nośne, tj. gliny zwało-</li> </ul>



1	2	3	4
	<p>nr OM2-3, OM2-4 i OM2-5 wydzielono dodatkowo serię ilów zastoiskowych, zalegających na głębokości 8,2 – 11,4 m p.p.t., które odznaczają się wyraźnym warstwowaniem (warstwa IXA). Są to skały osadowe, bardzo drobnoziarniste, ilaste, powstałe w wyniku deponowania drobnych ziaren dostarczanych okresowo z czoła lądolodu w zastoiskach. Utwory te wykazują strukturę warstwowaną, tzw. warwy, gdzie ciemne laminy powstają w okresie zimowym, a jasne w letnim (posiadają więcej frakcji piaskowej).</p>		<p>we w stanie twardoplastycznym, które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi;</p> <p>- szczególną uwagę należy zwrócić na zdeponowany poniżej glin zwałowych kompleks mulków i ilów zastoiskowych, które nawiercono na głębokości 8,2 – 11,8 m p.p.t. W trakcie robót ziemnych i fundamentowych, należy nie dopuścić do kontaktu z wodami atmosferycznymi lub gruntowymi, gdyż grunty te (zwłaszcza seria ilów warwowych) mogą wykazywać właściwości pęczniące. W trakcie prac wiertniczych nie udało się pobrać do badań laboratoryjnych próbek NNS z tych gruntów (wykonano wyłącznie analizy areometryczne na próbkach gruntu o NW), toteż ich wskaźnik pęcznienia jest nieznany.</p> <p>Do oceny tych gruntów można zastosować jednak nomogram Casagrande'a (zmodyfikowany przez B. Grabowską-Olszewską, 1998 – Ryc. nr 1.), który służy do szacunkowej oceny plastyczności, pęcznienia i spoistości gruntów, przy znajomości granicy plastyczności (<math>w_L</math>) oraz wskaźnika plastyczności <math>I_p</math>, które otrzymano z przeprowadzonych badań laboratoryjnych (<i>Załącznik nr 2</i>). Z analizy zebranych danych wynika, iż płyty ilów zastoiskowych (i być może zalegające powyżej mulki zastoiskowe) <b>mogą należeć do gruntów średnio pęczniących</b>. Dodatkowo do oceny powyższych właściwości można wykorzystać także podział gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego (Ryc. nr 2.), który również klasyfikuje analizowane grunty jako <b>średnio pęczniące</b>. Do czynników uaktywniających procesy pęcznienia należą przede wszystkim: zmiana stosunków wodnych i wilgotności podłoża, zanieczyszczenia przedostające się do podłoża oraz odciążenie podłoża. Przy projektowaniu posadowienia fundamentów w obrębie gruntów ekspansywnych</p>

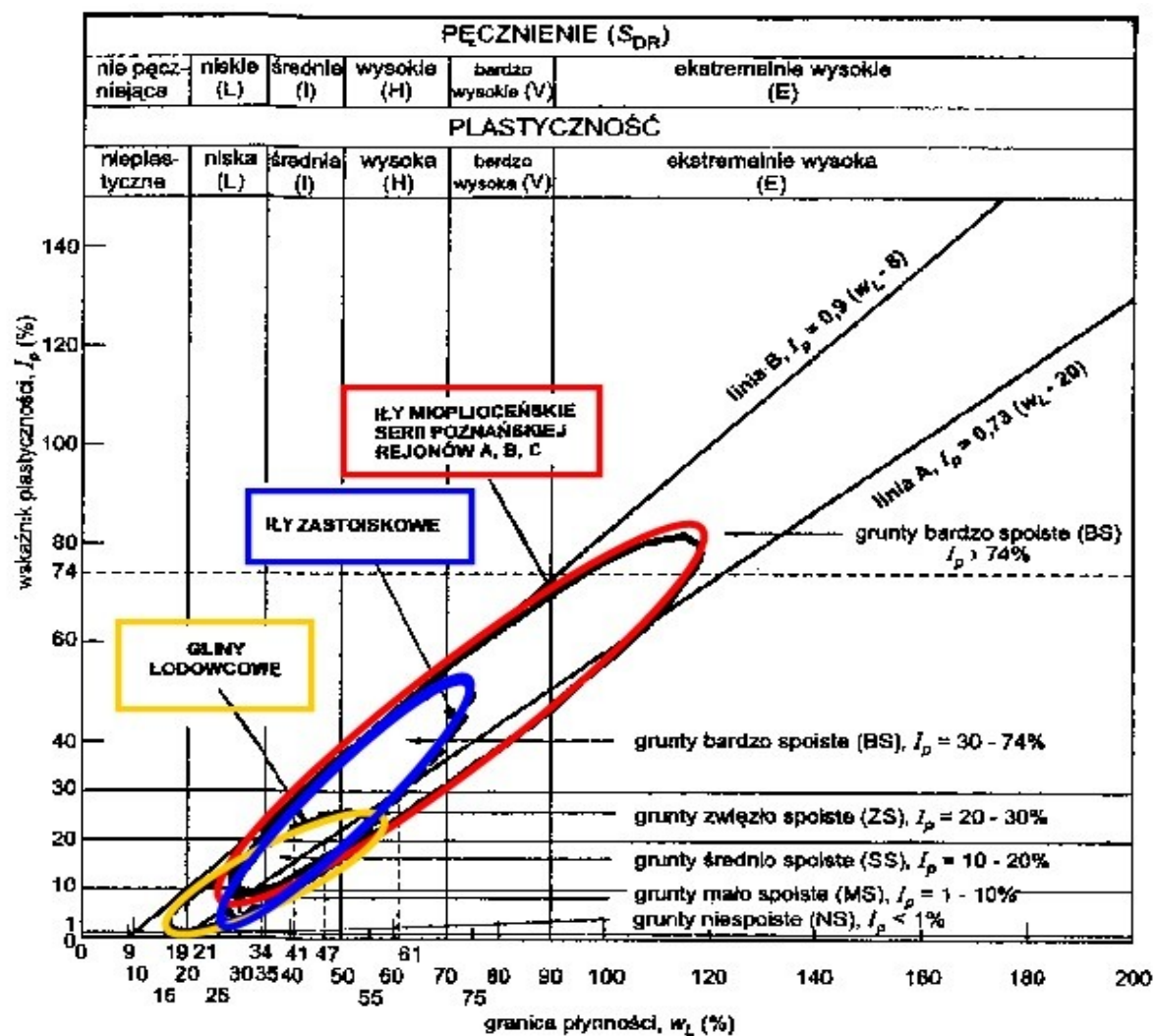
1	2	3	4
			<p>należy nie dopuścić do kontaktu z wodami (zastosować np. pale wiercone na sucho w rurach obsadowych, wykorzystać beton o niskiej zawartości wody);</p> <p>- ewentualnym rozwiązaniem może być zaprojektowanie pali w taki sposób, aby ich podstawa nie była posadowiona w obrębie bądź na stropie gruntów ekspansywnych (iłów oraz mułków zastoiiskowych), lecz była zagłębiona w warstwie glin zwałowych w stanie twardoplastycznym, które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi (warstwa VIIA);</p> <p>- normowe parametry geotechniczne zestawiono w Tabeli nr 6;</p> <p>- dodatkowo przy projektowaniu konstrukcji obiektu mostowego wskazanym byłoby wykorzystać wyniki sondowań statycznych CPTU, które zamieszczono na Rysunkach nr 2.3.1a i 2.3.1b oraz na modelach geologiczno – geotechnicznych. Wykorzystując tabelę parametrów (Rysunek 2.3.1b) należy przeprowadzić analizę parametrów wytrzymałościowych poszczególnych warstw gruntów, jak również ich modułów ścisłości i na tej podstawie zaprojektować posadowienie fundamentów obiektu inżynierskiego.</p>
WD-3 (OM7-1 OM7-2 OM7-3 OM7-4 CPTU_ OM7-2 CPTU_ OM7-4)	<p>Powierzchnia terenu pokryta jest w jednej części warstwą humusu o miąższości 0,2 – 0,65 m, natomiast w drugiej – nasypem niebudowlanym, w składzie którego znajdują się różnoziarniste piaski, kamienie, części humusowe, gliny oraz śmieci. Miąższość gruntów antropogenicznych dochodzi (prawdopodobnie) do 1,65 m. Poniżej w większości otworów zdeponowana została niewielkiej miąższości soczewka gruntów organicznych, reprezentowanych przez namuły, namuły piaszczyste oraz namuły gliniaste bliskie glinom pylastym. Dodatkowo sondowanie statyczne CPTU_OM-2 wykazało obecność soczewki piasków drobnych w stanie luźnym</p>	<p>W rejonie obiektu WD-3 pierwszy przypowierzchniowy poziom wodonośny związany jest głównie z osadami rzecznyymi, a także lokalnie z piaszczystymi soczewkami utworów wodnolodowcowych, zdeponowanych w obrębie kompleksu osadów spoistych. Swobodne zwierciadło wody gruntowej nawiercono na głębokości 0,9 - 1,9 m p.p.t. (tj. na rzędnych 142,2 – 143,3 m n.p.m.). W obrębie w/w wspomnianych soczewek piasków w</p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie</b></p> <p>- w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalegają nienośne warstwy: humusu, gruntów antropogenicznych, utworów organicznych oraz osadów rzecznych w stanie luźnym (warstwa IIIA'), które klasyfikowane są jako nienośne i należy je wybrać spod fundamentów;</p> <p>- zasadnicze znaczenie dla posadowienia konstrukcji wiaduktu drogowego będą miały średnio zagęszczone utwory piaszczyste (warstwy</p>

1	2	3	4
	<p>(warstwa IIIA'). Poniżej w/w utworów zalega warstwa utworów fluwialnych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC), reprezentowana w przewodzie przez piaski pylaste i piaski drobne. Miąższość serii wynosi 1,74 – 3,83 m. Utwory plejstocenyjskie zalegające poniżej warstwy osadów rzecznych, reprezentowane są przez utwory akumulacji fluwioglacjalnej oraz mulki zastoiskowe. Osady wodnolodowcowe, wykształcone w przewodzie jako piaski drobne bliskie piaskom pylastym (lokalnie z przewarstwieniami glin pylastych zwięzłych) na analizowanym obszarze występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), zagęszczonym (warstwa VIE), jak również bardzo zagęszczonym (warstwa VIG). Zalegają w formie soczewek w obrębie kompleksu osadów zastoiskowych, który reprezentowany jest przez gliny pylaste zwięzłe, miejscami przewarstwione glinami pylastymi, gliny pylaste oraz gliny pylaste bliskie pyłom. Na podstawie badań makroskopowych, laboratoryjnych oraz sondowań CPTU ich stan określono jako twardoplastyczny (warstwy VIIIA i VIIIB) oraz lokalnie plastyczny (warstwy VIIC i VIID). W ich obrębie, w spągowych strefach otworów rozpoznawczych odnotowano także warstwę ilów zastoiskowych, wykształconych jako ily pylaste, gliny pylaste zwięzłe z domieszkami glin pylastych bądź gliny pylaste z domieszkami glin pylastych zwięzłych. Osadom tym często towarzyszą przewarstwienia piasków drobnych. Iły zastoiskowe, które na analizowanym obszarze występują w formie nieciągłych poziomów, występują w stanie twardoplastycznym (warstwa IXA).</p>	<p>otworze nr OM7-4 nawiercono lustro wód pod ciśnieniem hydrostatycznym, kształtujące się na głębokości 5,1 – 6,7 m p.p.t. Stabilizacja nastąpiła na poziomie zalegania zwierciadła swobodnego. Drugi, zasadniczy poziom wody gruntowej, związany jest z piaszczysto-pyłowymi osadami wodnolodowcowymi, spoczywającymi pod warstwą mulków zastoiskowych lub także w zasięgu soczewek piaszczystych w obrębie tych osadów. Zwierciadło wód o charakterze naporowym nawiercono na głębokości 8,4 – 10,9 m p.p.t. W toku prac wiertniczych nie udało się ustalić głębokości stabilizacji tego poziomu wodonośnego.</p>	<p>IIIC, VIB, VIE i VIG) oraz kompleks mulków zastoiskowych w stanie twardoplastycznym i lokalnie plastycznym (warstwy VIIIA, VIIIB, VIIC i VIID);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posadowienie bezpośrednie w obrębie utworów niespoistych wymaga uprzedniego dogęszczenia podłoża gruntowego;</li> <li>- osady spoiste są w stanie naturalnym gruntami nośnymi, które jednak w wyniku kontaktu z wodami atmosferycznymi (ewentualnie gruntowymi) pęcznieją, rozmakają, uplastyczniają się, co w efekcie doprowadzić może do obniżenia ich nośności;</li> <li>- szczególną uwagę należy zwrócić na mulki zastoiskowe w stanie plastycznym (warstwy VIIC i VIIIB) – w trakcie prac ziemnych i fundamentowych należy nie dopuścić do naruszenia ich struktury wewnętrznej, gdyż w znacznym stopniu będą mogły ulec osłabieniu ich właściwości fizyko-mechaniczne, aż do wywołania w efekcie stanu płynnego. Ponadto zaleca się zastosowanie w tym rejonie dodatkowego wzmocnienia podłoża (np. przez jet grouting);</li> <li>- utwory leżące poniżej omówionych wyżej osadów prawdopodobnie nie będą miały większego wpływu na posadowienie fundamentów;</li> <li>- w przypadku posadowienia fundamentów projektowanego obiektu inżynierskiego zarówno w obrębie serii utworów niespoistych (warstwy IIIC i VIB), jak i kompleksu ilów zastoiskowych (warstwy VIIIA, VIIIB i VIID), które są gruntami wysadzinowymi – należy mieć na względzie mogące wystąpić w przyszłości znaczne różnice w osiadaniu obiektu, co jest w tym przypadku związane także pośrednio z odmiennymi wartościami modułów pierwotnego odkształcenia i edometrycznych modułów ścisłości pierwotnej;</li> </ul>

1	2	3	4
			<p>- na czas prowadzenia robót ziemnych i fundamentowych, teren badań należy odwodnić depresyjnie przy pomocy, np. igłofiltrów. Należy jednocześnie pamiętać, iż dodatkowe dogęszczanie utworów niespoistych (po wcześniejszym przeprowadzeniu odwodnienia) może spowodować upłynnienie tych gruntów, ze względu na podwyższoną wartość wilgotności naturalnej, bliską wilgotności optymalnej;</p> <p>- należy posadowić obiekt na głębokości poniżej granicy przemarzania ok. 1,2 m p.p.t.;</p> <p>- normowe parametry geotechniczne zestawiono w Tabeli nr 6;</p> <p>- dodatkowo przy projektowaniu konstrukcji obiektu mostowego wskazanym byłoby wykorzystać wyniki sondowań statycznych CPTU, które zamieszczono na Rysunkach nr 2.3.2a, 2.3.2b, 2.3.3a, 2.3.3b oraz na modelach geologiczno – geotechnicznych. Wykorzystując tabele parametrów (Rysunek nr nr 2.3.2b, 2.3.3b) należy przeprowadzić analizę parametrów wytrzymałościowych poszczególnych warstw gruntów, jak również ich modułów ścisłości i na tej podstawie zaprojektować posadowienie obiektu.</p>
<p><b>MD-4</b></p> <p>OM11a-1</p> <p>OM11a-2</p> <p>OM11a-3</p> <p>OM11a-4</p>	<p>W rejonie obiektu mostowego MD-4 zalega znacznej miąższości warstwa nienośnych (2,2 – 5,0 m) nasypów antropogenicznych, warstwy utworów organicznych oraz utworów rzecznych w stanie luźnym (warstwy IIIA i IIIB). Dominujący udział w budowie geologicznej ma zdeponowany poniżej utworów holocénskich – jednorodny kompleks mułków zastoiskowych, reprezentowany przez gliny pylaste, gliny pylaste bliskie pyłom i pyły na granicy glin pylastych. Utwory te występują w stanie twaroplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB) oraz plastycznym (warstwy VIIC i VIID). W ich</p>	<p>W trakcie głębenia otworów wiertniczych nawiercono pierwszy przypowierzchniowy poziom wodonośny związany z utworami rzeczными oraz organicznymi. Zwierciadło swobodne napotkano na głębokości 0,8 – 3,8 m p.p.t. (tj. na rzędnych 131,5 – 131,8 m n.p.m.). Lokalnie na głębokości 1,8 m p.p.t. nawiercono wodę gruntową pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym, generowanym przez soczewkę glin</p>	<p><b>Posadowienie pośrednie (ewentualnie bezpośrednie)</b></p> <p>- w przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego do głębokości 2,2 – 5,0 m p.p.t. zalega warstwa utworów nienośnych (gruntów antropogenicznych, organicznych oraz rzecznych w stanie luźnym), które nie nadają się do posadowienia konstrukcji mostu;</p> <p>- poniżej utworów nienośnych w podłożu zalegają</p>

1	2	3	4
	<p>obrębie w rejonie otworów nr nr OM2-3, OM2-4 i OM2-5 wydzielono dodatkowo serię ilów zastoiskowych, zalegających na głębokości 11,6 – 14,3 m p.p.t. Utwory te tworzą ciągi kompleks i występują w stanie twardoplastycznym (warstwa IXA). Poniżej kompleksu mułków zastoiskowych nawiercono serię nawodnionych osadów wodnolodowcowych w stanie bardzo zagęszczonym (warstwy VIG i VIH). Utwory te reprezentowane są przez piaski drobne, piaski drobne na granicy piasków średnich oraz piaski średnie bliskie piaskom drobnym.</p> <p>W spągowej części rozpoznanej strefy podłoża gruntowego, na stwierdzonej głębokości 17,6 – 19,7 m p.p.t. nawiercono kompleks glin zwałowych, reprezentowany przez gliny piaszczyste z domieszką żwiru w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIA). Miąższość utworów nie jest znana, gdyż w toku prac wiertniczych ich spągu nie osiągnięto.</p> <p>* Ze względu na fakt, iż projektowany obiekt mostowy będzie zlokalizowany w dolinie rzeki Horodnianki, dojazd do wyznaczonego miejsca otworu nr OM11a-3 był niemożliwy, z uwagi na stagnującą w tym rejonie wodę. W związku z tym w trakcie prac badawczych, otwór nr OM11a-3 wykonano przy pomocy zestawu ręcznego do głębokości 2,2 m p.p.t. Warunki gruntowo-wodne w rejonie pozostałych trzech otworów są zbliżone, toteż przy projektowaniu - dla otworu OM11a-3 należy obowiązkowo przyjąć warunki gruntowo-wodne zbliżone do uzyskanych w wykonanych otworach.</p> <p>Aby uzyskać dokładne rozpoznanie podłoża gruntowego w rejonie podpory, zaleca się ponowną próbę wykonania otworu wiertniczego po uprzednim odwodnieniu terenu.</p>	<p>pylastych (warstwa VB) w obrębie utworów niespoistych. Poziom ten stabilizuje się na głębokości zalegania zwierciadła swobodnego.</p> <p>Zasadniczy, czwartorzędowy poziom wody gruntowej nawiercono w spągowych partiach otworów rozpoznawczych, na głębokości 15,4 – 18,0 m p.p.t. Wody gruntowe o charakterze naporowym związane są tu z piaszczystym przewarstwieniem w obrębie utworów spoistych. W toku prac wiertniczych nie udało się ustalić głębokości stabilizacji tego poziomu wodonośnego.</p> <p>Zbadane środowisko wodne <b>nie wykazuje własności agresywnych</b> w stosunku do betonu (Załącznik nr 5.5).</p>	<p>głównie rodzime nośne grunty mineralne (warstwy VIIIA i VIIIB), lokalnie grunty o obniżonej nośności (warstwy VIIIC i VIID);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- z uwagi na płytko występujące zwierciadło wód podziemnych, przed przystąpieniem do prac ziemnych i fundamentowych teren należy odwodnić depresyjnie (np. przy pomocy igłofiltrów);</li> <li>- należy także przewidzieć zabezpieczenie wykopów przed dopływem wód atmosferycznych i ewentualnie wód gruntowych, które mogą pogorszyć wartości parametrów geotechnicznych zalegających w nich gruntów;</li> <li>- w przypadku posadowienia bezpośredniego szczególną uwagę należy zwrócić na mułki zastoiskowe w stanie plastycznym (warstwy VIIIC i VIIIB) – w trakcie prac ziemnych i fundamentowych należy nie dopuścić do naruszenia ich struktury wewnętrznej, gdyż w znacznym stopniu będą mogły ulec osłabieniu ich właściwości fizyko-mechaniczne, aż do wywołania w efekcie stanu płynnego. Ponadto zaleca się zastosowanie w tym rejonie dodatkowego wzmocnienia podłoża (np. jet grouting);</li> <li>- należy zwrócić szczególną uwagę na znacznej miąższości kompleks utworów zastoiskowych, reprezentowany zarówno przez mułki, jak i ły zastoiskowe i w trakcie robót fundamentowych nie dopuścić do ich kontaktu z wodami atmosferycznymi lub gruntowymi, gdyż utwory te (zwłaszcza seria ilów warwowych) mogą wykazywać właściwości pęczniące. Z uwagi na brak dokładnych danych dotyczących wartości ich wskaźnika pęcznienia, do oceny posłużono się nomogramem Casagrande'a (zmodyfikowanym przez B. Grabowską-Olszewską, 1998 – Ryc. nr 1.), a także podziałem gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego (Ryc. nr 2.), wykorzystując znajomość granicy plastyczności (<math>w_L</math>) oraz wskaźnika plastyczności <math>I_p</math> (parametry te otrzyma-</li> </ul>

1	2	3	4
			<p>no z przeprowadzonych badań laboratoryjnych – <i>Załącznik nr 2</i>). Z analizy zebranych danych wynika, iż ility zastoiskowe (a także zalegające powyżej mulki zastoiskowe) <b>mogą wykazywać średnie i być może wysokie pęcznienie</b>. W związku z tym przy projektowaniu posadowienia fundamentów w obrębie gruntów ekspansywnych (pęczniących) należy nie dopuścić do kontaktu z wodami (zastoso- wać np. pale wiercone na sucho w rurach obsado- wych, wykorzystać beton o niskiej zawartości wody);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ewentualnym rozwiązaniem może być zaprojekto- wanie pali w taki sposób, aby ich podstawa nie była posadowiona w obrębie bądź na stropie gruntów ekspansywnych (iłów oraz mulków zastoiskowych), lecz była zagłębiona w warstwie glin zwałowych w stanie twardoplastycznym, które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi (war- stwa VIIA);</li> <li>- parametry geotechniczne zestawiono w <i>Tabeli nr 6</i>;</li> <li>- dodatkowo przy projektowaniu konstrukcji obiektu mostowego wskazanym byłoby wykorzystać wyniki sondowań statycznych CPTU, które zamieszczono na <i>Rysunkach nr 2.3.4a i 2.3.4b</i> oraz na modelach geologiczno – geotechnicznych. Wykorzystując tabelę parametrów (<i>Rysunek 2.3.4b</i>) należy odczytać parametry wytrzymałościowe poszczególnych warstw gruntów, jak również ich moduły ściśliwości i na tej podstawie zaprojektować posadowienie obiektu inżynierskiego.</li> </ul>



Ryc. nr 1. Plastyczność i pęcznienie gruntów podatnych na skurcz i pęcznienie, wg nomogramu Casagrande'a zmodyfikowanego przez B. Grabowską-Olszewską [48]

Stopień ekspansywności	$f_1$ (%)	$w_L$ (%)	$I_p$ (%)	$S^*$ (m <sup>2</sup> /g)	$e_{pmax}$ (%)	$p_{cmax}$ (kPa)
Bardzo silnie pęczniące	> 50	> 60	> 40	> 200	> 30	> 1
Silnie pęczniące	40-50	50-60	30-40	150-200	20-30	0,6-1,0
Średnio pęczniące	30-40	40-50	20-30	70-150	10-20	0,2-0,6
Słabo pęczniące	< 30	< 40	< 20	< 70	< 10	< 0,2
$f_1$ - zawartość frakcji ilowej oznaczona metodą areometryczną, przy użyciu "colganu" jako stabilizatora, $S^*$ - całkowita powierzchnia właściwa oznaczona za pomocą testu sorpcyjnego.						

Ryc. nr 2. Podział gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego [49]

#### 6.7.1. Agresywność korozyjna środowiska wodno-gruntowego

Badania laboratoryjne składu chemicznego wody gruntowej w rejonach projektowanych obiektów MD-1, WD-2 i MD-4 wykazały brak jej agresywności w stosunku do betonu.

Dwie normy zajmują się zapewnieniem trwałości betonu wobec oddziaływań zewnętrznych. Celem normy [27] jest zapewnienie trwałości betonu wobec oddziaływań środowiskowych, natomiast norma [22] zapewnia trwałość konstrukcji z betonu wobec innych oddziaływań bezpośrednich (obciążeń) i pośrednich.

#### 6.7.2. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych posadowienia

Ostateczny wybór sposobu posadowienia obiektów inżynierskich (bezpośredni bądź pośredni) powinien być dokonany przez projektanta. Przy wyborze tym uwzględnić należy jednocześnie:

- własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu;
- rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłoże;
- wielkość dopuszczalnych osiadań średnich, różnic osiadań oraz dopuszczalnego przechyłu budowli, wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.

Do obliczeń posadowienia planowanych obiektów, można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [29]. Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować bardziej niekorzystną, zapewniającą



większe bezpieczeństwo budowli. Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego zaleca się wykonać według normy [14], a pośredniego – według normy [25].

Przy obliczeniach statycznych w przypadku posadowienia bezpośredniego zaleca się przyjąć wartość współczynnika korekcyjnego  $m = 0,81$ , zgodnie z postanowieniami normy [14].

## 6.8. Warunki geotechniczne w rejonie zbiorników retencyjnych

**Tabela nr 14.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie projektowanych zbiorników

1	2	3	4
Nr zbiornika	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych	Proponowane rozwiązania projektowe
Zbiornik nr ZR-01 (H-1.2 – H-1.1)	<p>Podłoże gruntowe w rejonie projektowanego zbiornika zbudowane jest z osadów wodnolodowcowych (Qpfg), osadów zastoiskowych (Qpl) oraz ilów zastoiskowych (Qpl).</p> <p>Osady wodnolodowcowe nawiercono tuż pod warstwą humusu na głębokości 0,3 m p.p.t. (otwór nr H-1.1), a także zalegają one bezpośrednio na powierzchni terenu. Ponadto tworzą dwa przewarstwienia w obrębie osadów zastoiskowych w przełocie głębokości 2,5 – 3,4 m p.p.t. oraz 4,1 – 6,0 m p.p.t. (w otworze nr H-1.1 nie przewiercono spągu osadów wodnolodowcowych do głębokości 6,0 m p.p.t.). Osady te są pod względem litologicznym reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d. Grunty te występują również w stanie zagęszczonym (warstwa VIE), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 2,7 - 3,3 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 2,3 – 2,9 m/d.</p> <p>Osady zastoiskowe nawiercono na głębokości 1,4 – 2,3 m p.p.t. oraz 3,4 m p.p.t. Tworzą one dwie ciągłe warstwy o zmiennej miąższości (0,5 – 1,1 m oraz 0,7 – 2,1 m). Osady te są wykształcone w postaci pyłów, gliny pylastej i lokalnie jako piasek gliniasty w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB). Dla osadów zastoiskowych przyjęto orientacyjną wartość współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6}-10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Iły zastoiskowe nawiercono w otworze nr H-1.2 na głębokości 5,1 m p.p.t. Osady te są reprezentowane przez glinę pylastą z domieszką gliny pylastej zwięzłej. Spągu tej warstwy nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym o przyjętej wartości współczynnika filtracji <math>k \leq 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Profile otworów pod zbiornik H-1 przedstawiono na Rysunku nr 1.5.1.</p>	<p>Na badanym obszarze stwierdzono zaleganie wody gruntowej o zwierciadle swobodnym i naporowym. Swobodne zwierciadło stwierdzono na głębokości 1,3 m p.p.t. (otwór nr H-1.2) - 2,7 m p.p.t. (otwór nr H-1.1), tj. na rzędnych 135,3-134,2 m n.p.m. Natomiast zwierciadło naporowe odnotowano pod serią osadów zastoiskowych w otworze nr H-1.2 na głębokości 2,8 i 4,1 m p.p.t. Stabilizuje się ono na głębokości zalegania lustra swobodnego.</p>	<p>W rejonie południowym w podłożu zalegają głównie piaski wodnolodowcowe o współczynniku filtracji <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d, natomiast w rejonie północnym występują słabo przepuszczane gliny pylaste o współczynniku filtracji <math>k = 10^{-6}-10^{-8}</math> m/s. Proponuje się <b>zbiornik retencyjny</b>.</p>

1	2	3	4
Zbiornik nr ZR-02 (H-2.2 – H-2.1)	<p>W rejonie tego zbiornika wykonano dwa otwory, w których pod humusem (0,3 m) nawiercono warstwę osadów zastoiskowych (Qpl - otw. nr H-2.2) oraz osady wodnolodowcowe (Qpfg).</p> <p>Stwierdzona miąższość osadów zastoiskowych wynosi 1,0 m. Są one reprezentowane przez glinę pylastą występującą w stanie miękkoplastycznym (warstwa VIIIE). Przyjęta orientacyjna wartość współczynnika filtracji wynosi <math>k = 10^{-6}</math>-<math>10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Pozostałą część podłoża gruntowego tworzą osady wodnolodowcowe, zalegające od 0,3 – 1,3 m p.p.t. do głębokości rozpoznania, tj. 4,0 – 5,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym są wykształcone jako piaski drobne oraz piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d.</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 1,5 m p.p.t. (rzędna 135,2 m n.p.m.) oraz 1,8 m p.p.t. (rzędna 134,8 m n.p.m.). Związana jest ona z serią niespoistych osadów wodnolodowcowych.</p>	<p>W podłożu budowlanym zalegają piaski wodnolodowcowe o współczynniku filtracji wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d (wg USBSC). Proponuje się <b>zbiornik retencyjny</b>.</p>
Zbiornik nr ZR-03 (P2-H-3)	<p>Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi humus o miąższości 0,3 – 0,4 m. Podłoże gruntowe reprezentują osady rzeczne (Qhf), osady zastoiskowe (Qpl) i osady wodnolodowcowe (Qpfg).</p> <p>Osady rzeczne (Qhf) zalegają bezpośrednio pod humusem do głębokości 0,6 – 1,0 m p.p.t. Są to grunty niespoiste reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC <math>k = 1,1 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 m/d.</p> <p>Osady zastoiskowe (Qpl) tworzą w przewadze podłoże gruntowe w formie dwóch warstw. Osady te zostały nawiercone na głębokości 0,6 – 1,0 m p.p.t. oraz na głębokości 5,0 – 4,8 m p.p.t. Spąg górnej warstwy zalega na głębokości 3,2 – 4,5 m p.p.t., natomiast spąg dolnej warstwy osadów nie został udokumentowany do głębokości rozpoznania, tj. 6,1 – 8,0 m p.p.t. Osady zastoiskowe są gruntami spoistymi reprezentowanymi przez gliny pylaste, pył i gliny pylaste zwięzłe. Występują one w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB), plastycznym (warstwy VIIC i VIID) oraz miękkoplastycznym (warstwa VIIIE). Dla osadów zastoiskowych przyjęto orientacyjne wartości współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6}</math>-<math>10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zalegają w formie soczewki (otwór nr P2) oraz tworzą ciągłą warstwę w obrębie osadów zastoiskowych. Strop tych osadów napotkano na głębokości 1,5 m p.p.t. i 4,5 m p.p.t., spąg odnotowano na głębokości 3,4 m p.p.t. i 4,8 – 5,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste, wykształcone jako piaski pylaste w stanie zagęszczonym (warstwa VIE), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 2,7 - 3,3 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 2,3 – 2,9 m/d.</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 0,5 m p.p.t. (rzędna 141,3 – 141,4 m n.p.m.). Związana jest ona z serią niespoistych osadów rzecznych.</p> <p>W obrębie osadów wodnolodowcowych stwierdzono napięte zwierciadło wody gruntowej nawiercone na głębokości 1,5 – 4,5 m p.p.t., stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody gruntowej. Badanie laboratoryjne wykazało, iż środowisko wodne nie wykazuje własności agresywnych w stosunku do betonu (Załącznik nr 5.2)</p>	<p>W przypadku posadowienie zbiornika podziemnego w obrębie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- piaszczystych osadów wodnolodowcowych (warstwa VIE) proponowane jest posadowienie bezpośrednie – grunty tej warstwy charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi;</li> <li>- spoistych osadów zastoiskowych proponuje się posadowienie bezpośrednie; w trakcie robót ziemnych należy zabezpieczyć grunt przed zawiłgoceniem i w efekcie uplastycznieniem gruntu; po przegłębieniu umieścić kanał na podsypce piaszczysto-żwirowej.</li> </ul> <p>W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane jest czasowe odwodnienie gruntów warstw IIIC i VIE.</p>

1	2	3	4
Zbiornik nr ZR-04 (H-3.1 - DD38)	<p>W podłożu gruntowym stwierdzono grunty antropogeniczne (Qhn), osady organiczne (Qhh), osady zastoiskowe (Qhl), osady rzeczne (Qhf) oraz osady wodnolodowcowe (Qpfg).</p> <p>Grunty antropogeniczne zostały stwierdzone w rejonie otworu nr H-3.1 do głębokości 1,0 m p.p.t.</p> <p>Osady organiczne zalegają do głębokości 1,5 m (otwór nr H-3.1) i 0,4 m p.p.t. (otwór nr DD38) w postaci namułu i namułu piaszczystego. Osady te charakteryzują się orientacyjną wartością współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6}-10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>W otworze nr DD38 pod osadami organicznymi występuje soczewka osadów zastoiskowych do głębokości 1,0 m p.p.t., reprezentowanych przez pył w stanie miękkoplastycznym (warstwa VIII E). Przyjęta orientacyjna wartość współczynnika filtracji wynosi <math>k = 10^{-6}-10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Poniżej, do głębokości 2,3 – 2,2 m p.p.t. występują piaski rzeczne w stanie luźnym (warstwa III A – obliczony metodą USBSC współczynnik filtracji wynosi <math>k = 4,6 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 4,1 m/d).</p> <p>W otworze nr H-3.1 pod piaskami rzeczными stwierdzono osady wodnolodowcowe reprezentowane przez piaski średnie, piaski drobne i piaski pylaste. Osady wodnolodowcowe występują w stanie średnio zagęszczonym i włączono je do warstwy VIB (o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d) i warstwy VIC (o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 15,6 m/d).</p>	<p>W otworze nr H-3.1 woda gruntowa charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym, które zostało nawiercone na głębokości 1,5 m p.p.t. (rzędna 132,3 m n.p.m.) w obrębie serii piasków rzecznych. W otworze nr DD38 odnotowano sączenie wód gruntowych na głębokości 0,4 m p.p.t., występujące na stropie słabo przepuszczalnych osadów zastoiskowych.</p>	<p>W przypadku posadowienia zbiornika podziemnego w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych (warstwa VIC – grunty nośne) proponowane jest posadowienie bezpośrednie. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane jest czasowe odwodnienie gruntów warstwy IIIC.</p>
Zbiornik nr ZR-05 (H-4.1 – H-4.2)	<p>Podłoże gruntowe reprezentuje humus (0,3 m) oraz plejstoceny osady wodnolodowcowe (Qpfg). Strop osadów wodnolodowcowych zalega na głębokości 0,3 m p.p.t., spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. do 6,0 m p.p.t. Litologicznie osady te są wykształcone jako piaski drobne w stanie zagęszczonym (warstwa VIE – <math>k = 2,7 - 3,3 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 2,3 – 2,9 m/d, wg USBSC) oraz piaski średnie i piaski grube w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIC), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 15,6 m/d.</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 1,5 m p.p.t. (rzędna 133,7 m oraz 133,4 m n.p.m.). Związana jest ona z serią niespoistych osadów wodnolodowcowych.</p>	<p>W podłożu budowlanym zalegają piaski wodnolodowcowe o współczynniku filtracji wahającym się w przedziale <math>k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 15,6 m/d (wg USBSC). Proponuje się <b>zbiornik retencyjny</b>.</p>
Zbiornik nr ZR-06 (H-6.2 – H-6.1)	<p>W stropie podłoża gruntowego zalega warstwa humusu o miąższości 0,3 m p.p.t. Poniżej stwierdzono serię osadów wodnolodowcowych (Qpfg) do głębokości 5,2 m p.p.t. (otwór nr H-6.2) oraz 6,0 m (otwór nr H-6.1). Pod względem litologicznym osady te są wykształcone jako:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– piaski drobne średnio zagęszczone (warstwa VIB) – <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d (wg USBSC);</li> <li>– piaski średnie i piaski grube średnio zagęszczone (warstwa VIC) – <math>k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 15,6 m/d (wg USBSC);</li> <li>– pospółka występująca w stanie zagęszczonym (warstwa VIF) – <math>k = 11,0 - 19,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 9,6 – 16,3 m/d (wg USBSC);</li> </ul> <p>Ponadto w otworze nr H-6.2 na głębokości 5,2 m p.p.t. nawiercono plejstoceny osady zastoiskowe (Qpl) reprezentowane przez twardoplastyczny pył (warstwa VIII A). Spągu pyłu nie przewiercono w trakcie wiercenia do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Dla tych gruntów przyjęto orientacyjną wartość współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6}-10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 1,1 m p.p.t. (rzędna 139,4 m n.p.m. – otwór nr H-6.1) oraz 1,3 m p.p.t. (rzędna 139,6 m n.p.m. – otwór nr H-6.2). Związana jest ona z serią niespoistych osadów wodnolodowcowych</p>	<p>W podłożu budowlanym zalegają piaski wodnolodowcowe o współczynniku filtracji wahającym się w przedziale <math>k = 6,1 - 19,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 16,3 m/d (wg USBSC). Proponuje się <b>zbiornik retencyjny</b>.</p>

1	2	3	4
Zbiornik nr ZR-07 (H-7.2 – H-7.1)	<p>Podłoże gruntowe projektowanego zbiornika w przewodzie zbudowane jest z osadów wodnolodowcowych (Qpfg) oraz z osadów zastoiskowych (Qpl). W otworze nr H-7.2 stwierdzono na powierzchni terenu nasyp antropogeniczny o niewielkiej miąższości, tj. 0,3 m. Osady wodnolodowcowe zalegają od powierzchni terenu (otwór nr H-7.1) lub pod gruntem antropogenicznym (otwór nr H-7.2) do głębokości 4,9 m p.p.t. Są one reprezentowane przez piaski drobne oraz piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB), o współczynniku filtracji obliczonym metodą USBSC, wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d.</p> <p>Osady zastoiskowe zostały odnotowane pod osadami wodnolodowcowymi aż do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym są reprezentowane przez pyły z domieszkami gliny pylastej związanej. Dla osadów zastoiskowych przyjęto orientacyjne wartości współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6} - 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 2,2 m p.p.t. (rzędna 139,6 m n.p.m. – otwór nr H-7.1) oraz 2,6 m p.p.t. (rzędna 139,2 m n.p.m. – otwór nr H-7.2). Związana jest ona z serią niespoistych osadów wodnolodowcowych</p>	<p>W podłożu budowlanym zalegają piaski wodnolodowcowe o współczynniku filtracji wahającym się w przedziale <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d (wg USBSC). Proponuje się <b>zbiornik retencyjno - infiltracyjny</b>.</p>
Zbiornik nr ZR-08 (H-5.2 – P3)	<p>W rejonie projektowanego zbiornika wykonano dwa otwory, w których pod humusem (Qh) i nasypem antropogenicznym (Qhn) o niewielkiej miąższości stwierdzono serie osadów wodnolodowcowych (Qpfg) oraz osadów zastoiskowych (Qpl). Osady wodnolodowcowe tworzą kompleks gruntowy zalegający od głębokości 0,1 – 0,2 m p.p.t. do 6,0 – 7,2 m p.p.t. W otworze nr H-5.2 nie przewiercono spągu osadów wodnolodowcowych do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym osady te są reprezentowane przez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) – <math>k = 1,1 - 7,9 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 1,0 – 6,8 m/d (wg USBSC);</li> <li>– piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIC) – <math>k = 6,1 - 18,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 5,3 – 15,6 m/d (wg USBSC);</li> <li>– pospółkę w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VID) – <math>k = 5,3 - 21,0 \times 10^{-5}</math> m/s, tj. ok. 4,6 – 18,2 m/d (wg USBSC);</li> </ul> <p>Osady zastoiskowe na omawianym obszarze zalegają w formie soczewki w obrębie gruntów niespoistych w przelocie głębokości 2,4 – 3,5 m p.p.t. (otwór nr H-5.2) lub jako warstwa podścielająca osady wodnolodowcowe, nawiercona na głębokości 7,2 m p.p.t. (otwór nr P3). Spągu tej warstwy nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 8,0 m p.p.t. Osady zastoiskowe są reprezentowane przez pył w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIA) i pył piaszczysty w stanie plastycznym (warstwa VIIC). Dla osadów zastoiskowych przyjęto orientacyjne wartości współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6} - 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p>	<p>W czasie prowadzenia robót geologicznych nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na głębokości 3,5 m p.p.t. (rzędna 138,0 m n.p.m. – otwór nr H-5.2) oraz 3,8 m p.p.t. (rzędna 138,2 m n.p.m. – otwór nr P3). Związana jest ona z serią niespoistych osadów wodnolodowcowych</p>	<p>W przypadku posadowienie zbiornika podziemnego w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych (warstwy VIB i VIC) proponowane jest posadowienie bezpośrednie. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane jest czasowe odwodnienie gruntów warstw VIB i VIC.</p>
Zbiornik nr ZR-09 (H-8.2 – H-8.1)	<p>W stropie podłoża gruntowego (oprócz humusu – Qh) rozpoznano plejstocенskie gliny zwałowe (Qpg), które zostały odnotowane do głębokości 0,6 m p.p.t. (otwór nr H-8.1) oraz 1,2 m p.p.t. (otwór nr H-8.2). Są one reprezentowane przez glinę z lokalnymi przewarstwieniami piasku gliniastego, występującą w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIB). Dla glin zwałowych przyjęto orientacyjne wartości współczynnika filtracji <math>k = 10^{-7} - 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p> <p>Podłoże gruntowe w przewodzie zbudowane jest z osadów zastoiskowych (Qpl). Zalegają one pod gliną zwałową aż do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym osady zastoiskowe są reprezentowane przez glinę pylastą, glinę pylastą na pograniczu pyłu oraz przez pył. Grunty te występują w stanie twardoplastycznym – warstwy VIIIA i VIIB. Dla osadów zastoiskowych przyjęto orientacyjne wartości współczynnika filtracji <math>k = 10^{-6} - 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro).</p>	<p>W rejonie projektowanego zbiornika odnotowano sączenie wody gruntowej w otworze nr H-8.2 na głębokości 1,8 m p.p.t. w obrębie spoistych osadów zastoiskowych.</p>	<p>W podłożu budowlanym głównie zalegają spoiste osady zastoiskowe o orientacyjnym współczynniku filtracji <math>k = 10^{-6} - 10^{-8}</math> m/s (wg Z. Pazdro). Proponuje się <b>zbiornik retencyjny</b>.</p>

## **6.9. Warunki geotechniczne w rejonie przepustów drogowych**

W trakcie prac wiertniczych nie udało się wykonać otworów pod projektowane przepusty PP1-1 (km 1+370), PP1-2 (km 1+400), PH-1-1 (km 2+123) oraz PZM1-2 (km 1+400). Przepusty te zaprojektowano na obszarach, które stanowią fragmenty stale podmokłych terenów, do których zarówno dojazd urządzenia wiertniczego, jak i dojście w celu wykonania otworu przy pomocy zestawu ręcznego było niemożliwe. Rozpoznanie warunków geotechnicznych na tych odcinkach jest jedynie punktowe, a co za tym idzie bardzo ograniczone. W związku z tym, przed rozpoczęciem prac budowlanych zaleca się dokładniejsze zbadanie omawianych odcinków w porze suchej, bezdeszczowej. Próbę ponownego rozpoznania podłoża gruntowego w rejonie przepustów można będzie także przeprowadzić po uprzednim odwodnieniu terenu. Dodatkowo, z tych samych względów, które przedstawiono powyżej, w rejonie przepustów PZM1-1 (km 1+485), PP1-5 (km 4+235), PP1-6 (km 4+470) oraz PZM1-3 (km 4+639), w trakcie prac badawczych udało się wykonać tylko po jednym z projektowanych otworów. Z uwagi na niewielkie długości omawianych przepustów, a co za tym idzie – odległości pomiędzy otworami, dla nierozpoznanego rejonu obligatoryjnie przyjąć można warunki gruntowo-wodne zbliżone do uzyskanych w wykonanym otworze przypisanym każdemu z przedmiotowych obiektów.

**Tabela nr 15.** Charakterystyka warunków geotechnicznych w rejonie przepustów drogowych.

1	2	3	4	5
Kilometraż/Obiekt	Numerы otworów	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych	Sugerowany sposób posadowienia obiektu (UWAGI)
<b>PP1a' 0+400</b>	<b>PP1a'-1 PP1a'-2</b>	Powierzchniową część podłoża o miąższości 0,2-0,3 m stanowi warstwa nasypu antropogenicznego (I). Rodzime podłoże gruntowe zbudowane jest, zaczynając od powierzchni, przez: serię osadów wodnolodowcowych (VI), glin zwałowych (VIIA), oraz osadów zastoiskowych (VIII). Osady wodnolodowcowe (VI) pokrywają strop rodzimych gruntów osiągając miąższość 2,9 – 3,1 m. Występują również w formie soczewki w przelocie głębokości 4,8 – 5,4 m p.p.t. (otw. nr PP1a'-1). Są to osady niespoiste wykształcone jako piaski drobne, piaski pylaste z lokalnymi przewarstwieniami pyłu w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) oraz piaski średnie z domieszką żwiru w stanie zagęszczonym (warstwa VIE). Zalegające niżej gliny zwałowe (VII) wykształcone są jako gliny piaszczyste z glazikami występujące w stanie twardoplastycznym (VIIA). Spąg serii glin nawiercono na głębokości 3,6 – 4,5 m p.p.t. Pod glinami zwałowymi rozpoznano serie osadów zastoiskowych (VIII). Do głębokości rozpoznanej wierceniami (8,0 m ppt.) nie udokumentowano spągu tej serii. Osady zastoiskowe są to grunty spoiste wykształcone w postaci gliny pylastej zwięzłej oraz gliny pylastej na pograniczu pyłu w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB).	Jedynie w rejonie otworu nr PP1a'-1 stwierdzono występowanie wody gruntowej w obrębie serii osadów wodnolodowcowych. Charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym kształtującym się na głębokości 1,2 m p.p.t. (rzędna 137,2 m n.p.m.). W obrębie soczewki osadów piaszczystych odnotowano napięte zwierciadło wody gruntowej nawiercone na głębokości 4,8 m p.p.t., które stabilizuje się na poziomie swobodnego lustra wody gruntowej. W otworze nr PP1a'-2 na głębokości 3,1 m p.p.t. odnotowano sączenie wody gruntowej w stropowej części glin zwałowych. <b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b>  W podłożu zalegają spoiste i niespoiste grunty nośne. Woda gruntowa na głębokości 1,2 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie. Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.
<b>PP1a 1+214.00</b>	<b>PP1a-1 PP1a-2</b>	Powierzchniową część podłoża gruntowego stanowi warstwa nasypu antropogenicznego o miąższości 0,5 – 0,6 m p.p.t. Rodzime podłoże gruntowe zbudowane jest z kompleksu plejstocenijskich glin zwałowych (VII), któremu towarzyszą osady wodnolodowcowe (VI) i osady zastoiskowe (VIII). Gliny zwałowe (VII) zalegają w obrębie omawianego przepustu bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym. Spąg glin zwałowych odnotowano na głębokości 4,5 m p.p.t. (otw. nr PP1a-1), natomiast w otworze nr PP1a-2 nie przewiercono spągu glin zwałowych do głębokości rozpoznania 8,0 m p.p.t. Są to osady spoiste wykształcone jako piasek gliniasty, glina piaszczysta i glina, występujące w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIA i VIIIB). Domieszki i przewarstwienia stanowią piaski drobne, żwir lub glaziki. Osady wodnolodowcowe (VI) tworzą ciągłą warstwę, której strop zalega na głębokości 1,2 – 1,6 m p.p.t., spąg odnotowano w przedziale głębokości 1,5 – 2,5 m p.p.t. Poza tym osady te tworzą soczewkę w przedziale głębokości 3,2 – 4,6 m p.p.t. (otw. nr PP1a-2). Litologicznie osady wodnolodowcowe są osadami niespoistymi wykształconymi w postaci piasku pylastego w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) oraz piasku średniego z domieszką żwiru w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIC). Osady zastoiskowe (VIII) nawiercono w otworze nr PP1a-1 na głębokości 4,5 m p.p.t., spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania tj. 8,0 m p.p.t. W otworze nr PP1a-2 osady zastoiskowe stwierdzono w przelocie głębokości 1,0 – 1,6 m p.p.t. Są to osady spoiste wykształcone jako pył i glina pylasta przewarstwione piaskiem pylastym lub pyłem w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB).	Zanotowano obecność wody gruntowej. Posiada ona zwierciadło napięte, które zostało nawiercone na głębokości 1,2 m p.p.t. (otwór nr PP1a-1) oraz 1,6 i 4,20 m p.p.t. (otwór nr PP1a-2). Stabilizuje się na głębokości 0,6 – 1,10 m p.p.t. Ponadto w obrębie soczewki osadów wodnolodowcowych natrafiono na lustro wody gruntowej o charakterze swobodnym, kształtującym się na 4,2 m p.p.t. (rzędna 141,0 m n.p.m.). W otworze nr PP1a-2 na głębokości 1,10 m p.p.t. w spągu glin zwałowych odnotowano sączenie wód gruntowych. <b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b>  W podłożu zalegają spoiste i niespoiste grunty nośne. Woda gruntowa na głębokości 1,2 – 1,6 m p.p.t. Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.

1	2	3	4	5
<b>PZM1-1 1+485.00</b>	<b>PZM1-1/1</b>	Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi torf (seria II) o miąższości 0,5 m. Bezpośrednio pod torfem do głębokości rozpoznania, tj. 4,0 stwierdzono plejstocenyjskie osady zastoiskowe (VIII). Są to grunty spoiste pod względem litologicznym wykształcone w postaci gliny pylastej występującej w stanie plastycznym (warstwa VIIC) oraz miękkoplastycznym (warstwa VIIE).	Nie stwierdzono występowania wody gruntowej do głębokości 4,0 m p.p.t. <b>Warunki wodne określono jako dobre.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b> W podłożu zalegają spoiste grunty nośne (VIIC), o obniżonej nośności (VIIE) oraz grunty nienośne (II). Grunty nienośne zaleca się wybrać w całości spod fundamentów. Wskazana ochrona gruntów spoistych przed uplastycznieniem.
<b>PZM2-1 1+800.00</b>	<b>PZM2-1/1 PZM2-1/2</b>	Na powierzchni zalega warstwa nasypów niebudowlanych (I) o miąższości 1,7 – 1,9 m. Rodzime podłoże gruntowe w całości jest reprezentowane przez holocenyjskie osady rzeczne (IIIC). Zalegają one bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym aż do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym osady rzeczne są gruntami niespoistymi wykształconymi w postaci piasków pylastych i piasków drobnych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC). Domieszki stanowi piasek średni i piasek drobny.	Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczno-łódzowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 2,7 – 2,8 m p.p.t., tj. na rzędnych 141,3 – 141,2 m n.p.m. <b>Warunki wodne określono jako dobre.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b> W podłożu zalegają niespoiste grunty nośne Woda gruntowa na głębokości 2,7-2,8 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie.
<b>PZM2-2 2+012.00</b>	<b>PZM2-2/1 PZM2-2/2</b>	Powierzchnię terenu w rejonie przepustu pokrywa warstwa humusu o miąższości 0,2 – 0,3 m. W rejonie otworu nr PZM2-2/1 na powierzchni terenu zalega nasyp niebudowlany (I) o miąższości 0,3m. Podłoże gruntowe stanowią w przewadze holocenyjskie osady rzeczne (III) oraz plejstocenyjskie osady zastoiskowe (VIII). W otworze nr PZM2-2/2 w przelocie głębokości 0,3 – 0,6 m p.p.t. stwierdzono niewielką warstwę osadów organicznych – namulów (II). Strop osadów rzecznych (III) stwierdzono na głębokości 0,6 – 0,5 m p.p.t., spąg zalega na głębokości 3,6 – 4,5 m p.p.t.. Są to osady niespoiste wykształcone w postaci piasków drobnych oraz piasków pylastych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC). Poniżej występuje warstwa osadów zastoiskowych (VIII), której spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Osady te są reprezentowane przez pył w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIA i VIIIB).	Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczno-łódzowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 1,0 m p.p.t., tj. na rzędnych 142,7 – 142,9 m n.p.m. <b>Warunki wodne określono jako złe.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b> W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne. Woda gruntowa na głębokości 1,0 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie. Humus, grunt antropogeniczny (I) oraz osady organiczne (II) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości.
<b>PP1-3 2+406.00</b>	<b>PP1-3/1 PP1-3/2</b>	Powierzchniową warstwę gruntu stanowi humus o miąższości 0,3 m (otwór nr PP1-3/2) oraz nasyp niebudowlany o miąższości 0,5 m (otw. nr PP1-3/1). Rodzime podłoże gruntowe w całości stanowią plejstocenyjskie osady wodnolódzowe (VI), które zalegają do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym osady te są reprezentowane przez piaski drobne oraz piaski średnie przewarstwione gliną piaszczystą w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB i VIC).	Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami wodnolódzowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 2,5 – 2,6 m p.p.t., tj. na rzędnych 142,8 – 142,7 m n.p.m. <b>Warunki wodne określono jako dobre.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b> W podłożu zalegają niespoiste grunty nośne. Woda gruntowa na głębokości 2,5-2,6 m p.p.t. Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.

1	2	3	4	5
<b>PP2b 3+524.00</b>	<b>PP2b-1 PP2b-2</b>	<p>Rodzime podłoże gruntowe przykryte jest warstwą nasypu niebudowlanego (I) o miąższości 0,2 – 0,3 m. Poniżej stwierdzono zaleganie plejstocenijskich osadów wodnolodowcowych (VI) oraz glin zwałowych (VII).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (VI) stanowią w przewadze podłoże gruntowe, zalegają bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym do głębokości 5,2 – 8,0 m p.p.t. Dodatkowo występują w formie soczewki w przełocie głębokości 6,2 – 7,1 m p.p.t. (otw. nr PP2b-1). Pod względem litologicznym osady te są reprezentowane przez piaski drobne oraz piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB) oraz zagęszczonym (warstwa VII).</p> <p>Gliny zwałowe odnotowano tylko w otworze nr PP2b-1 w formie nieregularnych przewarstwień. Gliny stwierdzono w przełotach głębokości 2,0 – 2,8 m p.p.t., 5,2 – 6,2 m p.p.t. oraz 7,1 – 8,0 m p.p.t. Litologicznie gliny zwałowe są reprezentowane przez glinę piaszczystą z glazikami i przewarstwieniami piasku drobnego w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIA) oraz plastycznym (warstwa VIIC).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 2,7 – 3,2 m p.p.t., tj. na rzędnych 137,3 – 136,8 m n.p.m. W otworze nr PP2b-1 stwierdzono napięte zwierciadło wody gruntowej nawiercone na głębokości 6,2 m p.p.t., które stabilizuje się na poziomie swobodnego lustra wody. Dodatkowo odnotowano dwa sączenia wód gruntowych na głębokościach 2,0 i 7,5 m p.p.t. (otw. nr PP2b-1).</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne.</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 2,7 – 3,2 m p.p.t.</p> <p>Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.</p>
<b>PP1-4a 3+825.00</b>	<b>PP1-4a/1 PP1-4a/2</b>	<p>W rejonie przepustu strefę przypowierzchniową stanowi grunt antropogeniczny (I) w postaci nasypów niebudowlanych oraz osady organiczne (II). Rodzime podłoże gruntowe stanowią holocenijskie: osady rzeczne (III) oraz osady zastoiskowe (V) a także plejstocenijskie: osady wodnolodowcowe (VI) i osady zastoiskowe (VIII).</p> <p>Osady organiczne (II) zalegają do głębokości 0,7 – 1,3 m p.p.t., reprezentowane są przez namul piaszczysty z torfem.</p> <p>Osady rzeczne (III) stwierdzono bezpośrednio pod osadami organicznymi do maksymalnej głębokości 2,0 m p.p.t. Litologicznie są to osady niespoiste wykształcone jako piasek drobny oraz piasek średni z domieszką żwiru przewarstwiony namulem w stanie luźnym (warstwy IIIA i IIIA').</p> <p>Poniżej zalega warstwa holocenijskich osadów zastoiskowych (V) do głębokości 2,0 – 2,7 m p.p.t., reprezentowanych przez piasek gliniasty z domieszką żwirów lub przewarstwieniami pyłu piaszczystego w stanie plastycznym (warstwa VA).</p> <p>Strop osadów wodnolodowcowych (VI) nawiercono na głębokości 2,0- 2,7 m p.p.t. W otworze nr PP1-4a/1 spąg tych osadów przewiercono na głębokości 3,0 m p.p.t., natomiast w otworze nr PP1-4a/2 spągu nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady wodnolodowcowe są wykształcone w postaci pasków drobnych i piasków średnich w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB i VIC).</p> <p>Plejstocenijskie osady zastoiskowe zostały nawiercone tylko w otworze nr PP1-4a/1 na głębokości 3,0 m p.p.t. Są to osady spoiste reprezentowane przez pył na pograniczu gliny pylastej w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIB). Do głębokości rozpoznanej wierceniami (5,5 m p.p.t.) nie udokumentowano spągu tej serii.</p>	<p>W rejonie przepustu stwierdzono dwa poziomy występowania wody gruntowej. Pierwszy związany jest z piaszczystymi osadami rzeczno-organicznymi. Charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym kształtującym się na głębokości 0,5 – 1,0 m p.p.t., tj. na rzędnych 131,9 – 132,1 m n.p.m. Drugi poziom wody gruntowej związany jest z osadami wodnolodowcowymi, a charakteryzuje się zwierciadłem napiętym nawierconym na głębokości 2,0 – 2,7 m p.p.t. Zwierciadło to stabilizuje się na poziomie swobodnego lustra wody gruntowej.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne oraz nienośne grunty organiczne (nie nadają się do bezpośredniego posadowienia przepustu).</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 0,5 – 1,0 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie.</p> <p>Osady organiczne zaleca się wybrać spod fundamentów w całości.</p>



1	2	3	4	5
<b>PP1-4b 3+865.00</b>	<b>PP1-4b/1 PP1-4b/2</b>	<p>Na powierzchni terenu stwierdzono nasyp antropogeniczny (I) o miąższości 0,4 – 0,7 m. Rodzime podłoże gruntowe jest reprezentowane przez serie osadów organicznych (II), holocenijskich osadów rzecznych (III) oraz osadów zastoiskowych. Ponadto w podłożu gruntowym rozpoznano serie plejstocenijskich osadów wodnolodowcowych (VI) i osadów zastoiskowych (VIII).</p> <p>Osady organiczne (II) zalegają bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym do głębokości 1,2 m p.p.t. (miąższość waha się od 0,5 – 0,8 m). Osady te stanowi namul piaszczysty lokalnie przewarstwiony piaskiem pylastym oraz torf.</p> <p>Holocenijskie osady rzeczne (III) rozpoznano pod osadami organicznymi do głębokości 1,9 – 2,3 m p.p.t. Litologicznie są to osady niespoiste wykształcone jako piasek drobny i piasek średni z domieszką żwiru przewarstwiony pospółką. Osady rzeczne występują w stanie luźnym, dlatego włączono je do warstw geotechnicznych (IIIA i IIIA').</p> <p>Holocenijskie osady zastoiskowe (V) stwierdzono tylko w otworze nr PP1-4b/1 w przelocie głębokości 1,9 – 2,5 m p.p.t. Są to osady spoiste wykształcone jako piasek gliniasty z domieszką żwiru w stanie plastycznym (warstwa VB).</p> <p>Strop osadów wodnolodowcowych (VI) nawiercono na głębokości 2,3 – 2,5 m p.p.t. Miąższość tych osadów waha się od 0,4 m do 2,3 m. Spąg przewiercono na głębokości 2,9 – 3,5 m p.p.t. Litologicznie są to osady niespoiste reprezentowane przez pospółkę z domieszką piasku średniego w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VID) oraz przez piasek pylasty występujący również w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).</p> <p>Seria plejstocenijskich osadów zastoiskowych została stwierdzona bezpośrednio pod osadami wodnolodowcowymi. Do głębokości rozpoznanej wierceniami (5,0 m p.p.t.) nie udokumentowano spągu tej serii. Pod względem wykształcenia litologicznego są to grunty spoiste reprezentowane przez glinę pylastą na pograniczu pyłu w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIB) oraz pył na pograniczu gliny pylastej w stanie plastycznym (warstwa IIIC).</p>	<p>W rejonie przepustu stwierdzono wodę gruntową związaną z holocenijskimi osadami organicznymi oraz osadami rzeczno-organicznymi. W obrębie osadów organicznych (namulów piaszczystych) zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się ono na głębokości 0,5 – 1,0 m p.p.t., tj. na rzędnych 132,0 – 131,7 m n.p.m.</p> <p>W obrębie piaszczystych osadów rzecznych odnotowano napięte lustro wody, które nawiercono na głębokości 1,2 m p.p.t., stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody gruntowej.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne oraz nienośne grunty organiczne (nie nadają się do bezpośredniego posadowienia przepustu).</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 0,5 – 1,0 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie.</p> <p>Osady organiczne zaleca się wybrać spod fundamentów w całości.</p>
<b>PP1-5 4+235.00</b>	<b>PP1-5/1</b>	<p>Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi humus z domieszką namułu o miąższości 0,7 m. Bezpośrednio pod humusem do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. stwierdzono holocenijskie osady rzeczne (III). Litologicznie są to osady niespoiste reprezentowane przez piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC).</p>	<p>Woda gruntowa charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym, które kształtuje się na głębokości 0,9 m p.p.t. (rzędna 133,4 m n.p.m.) w obrębie piaszczystych osadów rzecznych.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste grunty nośne.</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 0,9 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie.</p>
<b>PH1-2 4+350.00</b>	<b>PH1-2/1 PH1-2/2</b>	<p>Podłoże gruntowe projektowanego przepustu stanowią osady organiczne (II) i humus – w strefie przypowierzchniowej oraz holocenijskie osady rzeczne (III).</p> <p>Humus stwierdzono tylko w otworze nr PH1-2/2 jako warstwę o miąższości 0,5 m zalegającą na powierzchni terenu.</p> <p>Osady organiczne (II) odnotowano w otworze nr PH1-2/1 od powierzchni terenu do głębokości 0,4 m p.p.t. Osady te stanowi namul.</p> <p>Pozostała część podłoża gruntowego aż do głębokości rozpoznania (3,0 m p.p.t.) stanowią holocenijskie osady rzeczne reprezentowane przez grunty niespoiste wykształcone jako piaski drobne, piaski średnie z domieszką piasków drobnych oraz pospółką przewarstwowaną gliną piaszczystą w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC, IIID i IIIE).</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzeczno-organicznymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 0,4 – 0,7 m p.p.t., tj. na rzędnych 134,2 – 134,6 m n.p.m.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako złe.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste grunty nośne oraz nienośne grunty organiczne (nie nadają się do bezpośredniego posadowienia przepustu).</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 0,4 – 0,7 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie.</p> <p>Osady organiczne zaleca się wybrać spod fundamentów w całości.</p>

1	2	3	4	5
<b>PP1-6 4+470.00</b>	<b>PP1-6/1</b>	Powierzchnię terenu pokrywa warstwa namułu piaszczystego (seria II) o miąższości 0,7 m. Poniżej odnotowano holocenijskie osady rzeczne (III) oraz plejstocenijskie osady zastoiskowe (VIII). Osady rzeczne stwierdzono w przelocie głębokości 0,7 – 2,5 m p.p.t. Są to osady niespoiste reprezentowane przez piaski drobne z niewielką domieszką piasków pylastych. Grunty te występują w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC) oraz zagęszczonym (warstwa IIIF). Osady zastoiskowe zalegają bezpośrednio pod osadami rzecznościami, aż do głębokości rozpoznania, tj. 3,0 m p.p.t. Litologicznie są to grunty spoiste reprezentowane przez pył piaszczysty na pograniczu piasku pylastego w stanie twardoplastycznym (warstwa VIIIA).	Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z osadami organicznymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 0,3 m p.p.t., tj. na rzędnej 134,5 m n.p.m. <b>Warunki wodne określono jako złe.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b>  W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne oraz nienośne osady organiczne (nie nadają się do bezpośredniego posadowienia przepustu). Woda gruntowa na głębokości 0,3 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie. Osady organiczne (II) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości.
<b>PZM1-3 4+639.00</b>	<b>PZM1-3/2</b>	Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi nasyp antropogeniczny o miąższości 0,3 m będący mieszaniną piasku, piasku gliniastego i humusu. Rodzime podłoże gruntowe jest reprezentowane przez serie holocenijskich osadów rzecznych (III) oraz plejstocenijskich osadów wodnolodowcowych (VI) i osadów zastoiskowych (VIII). Osady rzeczne (III) zalegają bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym do głębokości 2,8 m p.p.t. Litologicznie są to grunty niespoiste reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIC). Domieszki i przewarstwienia stanowią piaski pylaste i piaski średnie. Strop osadów zastoiskowych odnotowano na głębokości 2,8 m p.p.t. Do głębokości rozpoznanej wierceniami (6,0 m p.p.t.) nie udokumentowano spągu tej serii. Pod względem wykształcenia litologicznego osady te są reprezentowane przez glinę pylastą i pył w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB). Osady wodnolodowcowe tworzą niewielkie przewarstwienie w przelocie głębokości 3,7 – 4,0 m p.p.t. Jest to grunt niespoisty reprezentowany przez piaski pylaste występujące w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB).	W rejonie przepustu stwierdzono wodę gruntową związaną z holocenijskimi osadami rzecznościami oraz plejstocenijskimi osadami wodnolodowcowymi. W obrębie osadów rzecznych zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny. Kształtuje się ono na głębokości 0,6 m p.p.t., tj. na rzędnej 136,3 m n.p.m. W obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych odnotowano napięte lustro wody, które nawiercono na głębokości 3,7 m p.p.t., stabilizuje się na poziomie swobodnego zwierciadła wody gruntowej. <b>Warunki wodne określono jako złe.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b>  W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne. Woda gruntowa na głębokości 0,6 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie. Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.
<b>PH1-3 4+771.00</b>	<b>PH1-3/1 PH1-3/2</b>	Na powierzchni zalega warstwa nasypów niebudowlanych (I) o miąższości 0,6 – 1,0 m, które są mieszaniną piasku, humusu i żwiru. Rodzime podłoże gruntowe stanowią grunty holocenijskie: osady organiczne (II) i seria osadów rzecznych (III) oraz grunty plejstocenijskie, tj. seria osadów zastoiskowych (VIII). Osady organiczne (II) zalegają w formie niewielkiej warstwy bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym (I), są reprezentowane przez namuł na pograniczu namułu piaszczystego. Poniżej stwierdzono występowanie osadów rzecznych (III), których spąg przewiercono na głębokości 2,5 – 3,9 m p.p.t. Litologicznie są to osady niespoiste reprezentowane przez piaski drobne, piaski średnie i pospółkę. Wszystkie grunty występują w stanie średnio zagęszczonym i włączono je do warstw geotechnicznych IIIC, IIID i IIIE. Pod osadami rzecznościami zalegają plejstocenijskie osady zastoiskowe (VIII), aż do głębokości rozpoznania, tj. 4,0 – 6,0 m p.p.t. Są to osady spoiste reprezentowane przez glinę pylastą przewarstwowaną pyłem, pył piaszczysty i pył z przewarstwieniami gliny pylastej w stanie twardoplastycznym (warstwy VIIIA i VIIIB).	Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami rzecznościami. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 1,0 – 1,3 m p.p.t., tj. na rzędnych 136,1 – 136,4 m n.p.m. <b>Warunki wodne określono jako przeciętne.</b>	<b>Posadowienie bezpośrednie.</b>  W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne oraz nienośne osady organiczne (nie nadają się do bezpośredniego posadowienia przepustu). Woda gruntowa na głębokości 1,0 – 1,3 m p.p.t. W trakcie prowadzenia prac ziemnych wskazane czasowe odwodnienie. Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.

1	2	3	4	5
<b>PP3c 5+602.00</b>	<b>PP3c-1 PP3c-2</b>	<p>Powierzchnię terenu pokrywa warstwa nasypu niebudowlanego (I) o miąższości 0,2 – 0,7 m. Rodzime podłoże gruntowe stanowią plejstoceny osady wodnolodowcowe (VI) oraz osady zastoiskowe (VIII).</p> <p>Osady wodnolodowcowe (VI) zalegają bezpośrednio pod gruntem antropogenicznym (I). Do głębokości rozpoznanej wierceniami (8,0 m p.p.t.) nie udokumentowano spągu tej serii. Pod względem litologicznym osady te to są grunty niespoiste reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB i VIC) oraz występujące w stanie zagęszczonym (warstwa VIG). Przewarstwienia i domieszki stanowią piaski średnie i pył.</p> <p>Osady zastoiskowe odnotowano tylko w otworze nr PP3c-2 w przelocie głębokości 3,5 – 4,2 m p.p.t. jako glina pylasta przewarstwiona gliną piaszczystą z domieszką gliny. Grunt ten występuje w stanie twardoplastycznym i został włączony do warstwy VIIIA.</p>	<p>Stwierdzono obecność wody gruntowej związanej z piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi. Woda ta charakteryzuje się lustrem swobodnym, kształtującym się na poziomie 4,1- 4,2 m p.p.t., tj. na rzędnych 137,9 – 137,4 m n.p.m.</p> <p>Ponadto odnotowano niewielkie sączenie wody gruntowej w obrębie spoistych osadów zastoiskowych na głębokości 3,5 m p.p.t.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne.</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 4,1-4,2 m p.p.t.</p> <p>Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.</p>
<b>PP1-7 5+840.00</b>	<b>PP1-7/1 PP1-7/2</b>	<p>Powierzchniową warstwę gruntu stanowi nasyp niebudowlany o miąższości 0,2 – 0,4 m. Rodzime podłoże gruntowe w całości stanowią plejstoceny osady wodnolodowcowe (VI), które zalegają do głębokości rozpoznania, tj. 6,0 – 8,0 m p.p.t. Pod względem litologicznym osady te są reprezentowane przez piaski drobne i piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym (warstwa VIB i VIC) oraz pospółkę i żwir w stanie zagęszczonym (warstwa VIF i VIH). Grunty te lokalnie są przewarstwione piaskiem drobnym, piaskiem gliniastym i gliną piaszczystą.</p>	<p>Wodę gruntową stwierdzono w otworze nr PP1-7/1. Charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym kształtującym się na głębokości 6,2 m p.p.t. (rzędna 138,4 m n.p.m.) w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych.</p> <p><b>Warunki wodne określono jako dobre.</b></p>	<p><b>Posadowienie bezpośrednie.</b></p> <p>W podłożu zalegają niespoiste i spoiste grunty nośne.</p> <p>Woda gruntowa na głębokości 6,2 m p.p.t.</p> <p>Grunt antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.</p>

## **6.10. Warunki geotechniczne w rejonie słupa wysokiego napięcia**

W celu rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w rejonie projektowanego słupa wysokiego napięcia wykonano otwór nr WN-1 do głębokości 10,0 m p.p.t. Powierzchniową warstwę podłoża gruntowego stanowi nasyp niebudowlany o miąższości 0,2 m będący mieszaniną piasku i humusu. Rodzime podłoże gruntowe stanowią serie osadów wodnolodowcowych (Qpfg) oraz osadów zastoiskowych (Qpl).

Osady wodnolodowcowe (Qpfg) zostały rozpoznane bezpośrednio pod nasypem antropogenicznym, poniżej warstwy osadów zastoiskowych oraz tworzą niewielkie przewarstwienie w obrębie osadów zastoiskowych. Górna warstwa osadów wodnolodowcowych została stwierdzona w przelocie głębokości 0,2 – 1,4 m p.p.t. Dolną warstwę tych osadów nawiercono na głębokości 5,5 m p.p.t., spągu tej warstwy nie przewiercono do głębokości rozpoznania, tj. 10,0 m p.p.t. Natomiast niewielkie przewarstwienie osadów wodnolodowcowych odnotowano na głębokości 2,8 – 3,1 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litologicznego osady te są reprezentowane przez piaski drobne i piaski pylaste. Są to grunty niespoiste wilgotne i nawodnione występujące w stanie średnio zagęszczonym, dlatego włączono je do warstwy geotechnicznej VIB.

Osady zastoiskowe (Qpl) tworzą dwie warstwy w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych. Górna warstwa została przewiercona w przedziale głębokości 1,4 – 2,8 m p.p.t., natomiast dolna warstwa zalega od 3,1 m p.p.t. do 5,5 m p.p.t. Litologicznie są to grunty spoiste mało wilgotne, reprezentowane przez piasek gliniasty na pograniczu pyłu piaszczystego, glinę pylastą i pył piaszczysty. Domieszki i przewarstwienia stanowią glina pylasta zwięzła, pył i lokalnie piasek drobny. Wszystkie grunty rozpoznane jako osady zastoiskowe występują w stanie twardoplastycznym, włączono je do warstwy geotechnicznej VIIIA i VIIIB.

### **Warunki wodne**

W rejonie projektowanego słupa wysokiego napięcia, stwierdzono obecność wody gruntowej w obrębie piaszczystych osadów wodnolodowcowych. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny i napięty. Swobodne zwierciadło wody gruntowej kształtuje się na głębokości 2,8 m p.p.t., tj. na rzędnej 134,2 m n.p.m. Napięte lustro wody nawiercono na głębokości 5,5 m p.p.t., stabilizuje się ono na poziomie swobodnego zwierciadła wody. Dodatkowo, w trakcie wiercenia odnotowano sączenie wody gruntowej na głębokości 4,1 m p.p.t. w obrębie spoistych osadów zastoiskowych. Badanie laboratoryjne próbki wody wykazało

środowisko wodne chemicznie średnio agresywne ze względu na zawartość agresywnego CO<sub>2</sub> w ilości od 40,0 mg/l do 100,0 mg/l. (Klasa ekspozycji: XA2) – Załącznik nr 5.1

**Warunki wodne określono jako dobre.**

Podsumowując, w rejonie projektowanego słupa wysokiego napięcia rozpoznano niespoiste osady wodnolodowcowe i spoiste osady zastoiskowe.

Nasyp antropogeniczny (I) zaleca się wybrać spod fundamentów w całości, ponieważ ze względu na swój zmienny skład grunt ten jest klasyfikowany jako nienośny.

Grunty niespoiste występujące w stanie średnio zagęszczonym ( $I_D^{(n)}=0,53$ ) i są gruntami nośnymi o korzystnych parametrach geotechnicznych.

Spoiste osady zastoiskowe występują w stanie twardoplastycznym, przez co klasyfikowane są jako grunty nośne. Podczas robót ziemnych konieczne jest zabezpieczenie tych osadów przed zawilgoceniem, ponieważ może to doprowadzić do uplastycznienia gruntów podłoża.

Zaleca się czasowe odwodnienie terenu w przypadku posadowienia sięgającego niżej niż 4,0 m p.p.t. z uwagi na możliwe przebicia hydrauliczne wody gruntowej w dnie wykopu z warstwy nawodnionych piasków wodnolodowcowych.

## **7. Metody wzmacniania podłoża gruntowego i stabilizacji zboczy skarp wykopów i nasypów**

Ważną dziedziną inżynierii lądowej jest wykorzystanie technik wzmacniania gruntu w celu zapewnienia stateczności konstrukcji budowlanych, nasypów i wykopów.

Wzmocnienie podłoża zapewnia m.in.

- eliminację wpływu osiadań długotrwałych lub ograniczenie nierównomierności osiadań;
- gwarantuje stateczność wysokich nasypów,
- przeciwdziała uplastycznieniu i upłynnieniu gruntu.

Obecnie najczęściej stosowane metody wzmacniania podłoża budowli to jet grouting, metoda wymiany dynamicznej, metoda konsolidacji dynamicznej, wgłębne mieszanie gruntów, wibrowymiana, drenaż pionowy i mikropale.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania gruntowo-wodne (niewiele terenów o gruntach słabo- nośnych) w rejonie projektowanej inwestycji przeważnie proponowano metodę wzmocnienia poprzez iniekcję strumieniową. Jet grouting może być stosowany we wszystkich rodzajach gruntu, a

jego technologia polega na mieszaniu gruntu z zaczynem stabilizującym wtłaczanym strumieniem pod wysokim ciśnieniem.

Ponieważ korpus projektowanej drogi wojewódzkiej nr 678 będzie posiadał prawdopodobnie utwardzone i szczelne pobocza oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych, do stabilizacji zboczy skarp wykopów i nasypów w tym przypadku można ewentualnie użyć:

- stabilizacji chemicznej;
- geosyntetyków, np. mat antykorozyjnych, geotekstyliów, geowłóknin, geosiatek i geomembran;
- zbrojenia ośrodka gruntowego za pomocą: gwoździowania lub kotwienia.

Wybór optymalnego systemu stabilizacji skarp i zboczy powinien uwzględniać zarówno czynniki o charakterze technicznym, jak również ekonomicznym i prawnym.

## **8. Prognoza wpływu inwestycji na środowisko gruntowo-wodne**

### **8.1. Faza budowy**

Podczas fazy realizacji inwestycji emitowane będą zanieczyszczenia pyłowe i gazowe, których źródłem będzie ruch poruszających się pojazdów budowlanych, praca silników maszyn oraz inne prace bezpośrednio związane z realizacją inwestycji.

Na terenie przewidzianym pod budowę drogi konieczne będzie przeprowadzenie następujących robót budowlanych:

- przebudowa kolidującej z drogą infrastruktury technicznej;
- wyburzenie budynków;
- wycinka drzew i krzewów;
- regulacja rzek występujących na trasie drogi;
- odwodnienie terenu;
- zebranie gruntu organicznego z wierzchniej warstwy podłoża;
- budowa nasypów ziemnych;
- wykonanie wykopów drogowych.

W czasie tych prac powstaną odpady z grupy 17, tj. odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz drogowych, które powinny być w pierwszej kolejności poddane odzyskowi. Wycięte drzewa i krzewy należy zagospodarować. Zebrany humus lub nasypy antropogeniczne nadające się do zagospodarowania, należy składować na placu budowy lub wywozić na składowisko wyznaczone do tego celu.

W czasie prowadzenia prac budowlanych na terenie zaplecza (placu) budowy powstanie również pewna ilość odpadów komunalnych i komunalno-podobnych, tj. odpady komunalne powstające w wyniku obsługi socjalno-bytowej pracowników na terenie budowy. Odpady komunalne odbierane powinny być sukcesywnie przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwo na podstawie indywidualnej umowy.

Emisja gazów i pyłów do atmosfery powstająca w trakcie realizacji fazy budowy będzie jedynie czasowa, a przy zachowaniu odpowiednich norm pracy zostanie zminimalizowana.

W trakcie fazy budowy prace powodujące wzmożony hałas powinny być wykonywane jedynie w ciągu dnia. Prace wymagające użycia sprzętu powodującego wibracje, należy wykonywać w taki sposób, aby uniknąć potencjalnego uszkodzenia istniejących w pobliżu trasy drogi budowli.

W trakcie budowy należy zachować szczególną uwagę, aby wyeliminować wszelkie możliwości zanieczyszczenia wód gruntowych i wód powierzchniowych spowodowane przez oleje i smary. Dotyczy to przede wszystkim obszarów dolin rzecznych, gdzie brak jest w strefie przypowierzchniowej gruntów spoistych, stanowiących warstwę izolującą dla wód gruntowych.

Generalnie, główny wpływ na gleby będą miały prace ziemne (wykopy i ich wypełnienia). Nie oczekuje się jakiegokolwiek znaczącego wpływu na stan gleby, o ile będą zastosowane odpowiednie środki ochronne. Odpowiednie środki ostrożności powinny być zachowane, aby uniknąć zanieczyszczenia gleby i wód gruntowych poprzez wycieki substancji szkodliwych.

Zalecane jest ponowne wykorzystanie warstwy uprawnej gleby w tak dużym stopniu, jak tylko jest to dopuszczalne technologicznie.

## **8.2. Faza eksploatacji**

Pojazdy samochodowe poruszające się po budowanej drodze wojewódzkiej nr 678 będą źródłem emisji do powietrza atmosferycznego głównie: dwutlenku azotu, tlenku węgla, dwutlenku siarki i węglowodorów. Skutkiem budowy drogi, będzie także zwiększenie emisji gazów spalinowych wydzielanych przez samochody. Są to, oprócz tlenków siarki, także tlenki azotu, które odpowiadają za zwiększenie żyzności środowiska. Konsekwencją tego jest pojawianie się dodatkowych dawek azotu w środowisku przyrodniczym. Azot może być szczególnie niekorzystny w siedliskach charakteryzujących się ubogością związków azotu, gdzie występują gatunki roślin i zwierząt, dla których ta dawka azotu będzie toksyczna. Prócz tego związki azotu powodują przeżyźnienie siedlisk, a co za tym idzie wkraczanie do nich gatunków nitrofilnych. Skutkiem jest stopniowa degradacja naturalnych siedlisk.

Głównym źródłem hałasu (typu liniowego) na analizowanym terenie będzie hałas drogowy emitowany z terenu pasa drogowego obwodnicy. Zasięg jego oddziaływania na terenie przyległym do drogi przekraczać będzie granice linii rozgraniczającej, niezbędnej do jej funkcjonowania i użytkowania.

Głównymi elementami wpływającymi na zmiany jakości pobytu i życia potencjalnych mieszkańców i użytkowników sąsiednich terenów będą:

- podwyższone stężenia zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego;
- podwyższone poziomy hałasu.

W czasie eksploatacji drogi wojewódzkiej nr 678, obszar jej pasa drogowego ulegnie zanieczyszczeniu w wyniku rozprzestrzeniania się toksycznych składników spalin samochodowych, zużycia nawierzchni, opon i metalowych części samochodów. Analiza danych z przedmiotowej literatury, dotyczących zmiany stężenia zanieczyszczeń gleby w funkcji odległości od drogi wskazuje na bardzo szybkie (hiperboliczne) zmniejszanie się tego stężenia. Zasięg prognozowanego zanieczyszczenia gleby w otoczeniu drogi można oszacować na ok. 5–7 m od jej krawędzi.

W trakcie fazy eksploatacji inwestycji, starte części nawierzchni drogi zanieczyszczone przez abrazję opon, cząstki stałe oraz sól lub inne środki przeciwoślizzeniowe będą kierowane do systemu odwadniania.

Podczas eksploatacji drogi występować będzie pewna ilość szlamów powstających w trakcie czyszczenia urządzeń podczyszczających ścieki, zaliczonych do odpadów niebezpiecznych, które powinny być odbierane przez wyspecjalizowane firmy.

Konieczne jest wykonanie odpowiednich zabezpieczeń środowiska gruntowo-wodnego przed zanieczyszczonymi wodami opadowymi spływającymi z powierzchni jezdni i poboczy.

Wody opadowe odprowadzane do wód powierzchniowych muszą odpowiadać warunkom określonym w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. (Dz.U. Nr. 212, poz. 1799). Aby spełnić te warunki, wody opadowe muszą zostać na ogół wstępnie oczyszczone z zawiesin.

W celu ograniczenia negatywnego wpływu ruchu kołowego, poza obowiązującymi przepisami o ruchu kołowym, w celu obniżenia poziomu stężenia tlenków azotu na poszczególnych odcinkach drogi może zostać posadzona nowa zieleń, poprzez nasadzenia w formie linii, pasów oraz wydłużonych pasów.



### 8.3. Wzajemne oddziaływanie projektowanej obwodnicy z obiektami sąsiadującymi

Oprócz niewątpliwych aspektów pozytywnych, budowa drogi wojewódzkiej nr 678 może powodować wiele negatywnych oddziaływań na bezpośrednie otoczenie drogi, tj. na środowisko oraz na zdrowie i warunki życia ludzi. Syntetyczne zestawienie oddziaływań na poszczególne elementy środowiska wraz z okresami występowania tych oddziaływań przedstawiono na poniższym Ryc. nr 3.

Planowana inwestycja przebiega w głównej mierze przez tereny rolnicze użytkowane jako pola uprawne oraz łąki i pastwiska. Na pozostałym obszarze droga ta biegnie po śladzie istniejącej dotąd DW 678 (ul. Mazowiecka). Lokalnie odnotowano obszary o zabudowie jednorodzinnej oraz tereny przemysłowe. Znaczny odsetek zajmują ponadto siedliska leśne. W tych rejonach nie przewiduje się oddziaływania projektowanej obwodnicy z obiektami sąsiadującymi.

Zasoby środowiska	Oddziaływania na elementy środowiska	Charakterystyka oddziaływań według:	Okresy oddziaływań
<b>a. Elementy (zasoby) środowiska:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>powietrze i klimat</li> <li>klimat akustyczny</li> <li>świat roślinny i zwierzęcy</li> <li>powierzchnia ziemi z glebą</li> <li>złoża kopalin</li> <li>wody powierzchniowe i podziemne</li> <li>krajobraz (z jego walorami przestrzennymi i przyrodniczymi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zanieczyszczenia do powietrza i zmiany klimatu</li> <li>I leśna drogowy i wibracje</li> <li>Wpływ na świat roślinny i zwierzęcy rozdziałanie ekosystemów, fragmentacja</li> <li>Naruszenie i/lub zanieczyszczenie powierzchni ziemi i gleby w tym odpadami, osuwiska</li> <li>Wpływ na złoża kopalin</li> <li>Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych oraz zmiana stosunków wodnych. Zagrożenie dla ujęć wody</li> <li>Zmiany krajobrazu naturalnego i przekształconego oraz walorów estetycznych środowiska</li> <li>Zajęcie terenu i zmiana przeznaczenia, utrata gruntów rolnych, leśnych i rekreacyjnych</li> <li>Wpływ na dobra materialne</li> <li>Rozdzielanie pól i gospodarczych</li> <li>Kumulacje, powiązanie oddziaływań między elementami środowiska</li> </ul>	<b>a. Przyczyny (źródła) oddziaływań:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>powodowane przez oddziaływań: <ul style="list-style-type: none"> <li>drogi i obiektów drogowych</li> <li>urządzeń poza drogą</li> </ul> </li> <li>transgraniczne</li> </ul> <b>b. Typu i jakości oddziaływań:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>pozytywne, negatywne</li> <li>lokalne, regionalne, krajowe, globalne</li> <li>bezpośrednie, pośrednie, wtórne</li> <li>pojedyncze, kumulowane</li> <li>chwilowe, okresowe, sezonowe, stałe</li> <li>losowe, przewidywalne</li> <li>odwracalne, nieodwracalne</li> <li>krótko- i średnio- i długoterminowe</li> </ul> <b>c. Prawdopodobieństwo wystąpienia:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>małe, średnie, duże</li> <li> pewność wystąpienia</li> </ul> <b>d. Znaczenia wpływu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>małe, średnie, duże</li> <li>ocena wg ustalonej skali odniesienia</li> </ul>	<b>a. Planowania i projektowania inwestycji drogowych (budowli), w tym planowania sieci transportowych w planowaniu przestrzennym – wprowadzenie do MPZP</b> <b>b. Prac budowlanych:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>inżynierii</li> <li>przebudowy</li> <li>remontu</li> </ul> <b>c. Eksploatacji</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>beżowej</li> <li>urzymywania (w tym zimowego)</li> </ul> <b>d. Poważnych awarii</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskutek zdarzenia drogowego pojazdów przewożących substancje niebezpieczne</li> </ul> <b>e. Rozbiórki elementów obiektu drogowego, bazy</b>
<b>b. Elementy środowiska człowieka:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>zdrowie ludzi</li> <li>warunki życia ludzi: zamieszkania, pracy, nauki, rekreacji, podróżowania, a w tym – bezpieczeństwo ruchu</li> <li>inna materialna zabudowa i inne rodzaje własności</li> <li>życie społeczne i kulturalne, działalność ekonomiczna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zmiany krajobrazu naturalnego i przekształconego oraz walorów estetycznych środowiska</li> <li>Zajęcie terenu i zmiana przeznaczenia, utrata gruntów rolnych, leśnych i rekreacyjnych</li> <li>Wpływ na dobra materialne</li> <li>Rozdzielanie pól i gospodarczych</li> <li>Kumulacje, powiązanie oddziaływań między elementami środowiska</li> </ul>		
<b>c. Zagospodarowanie przestrzenne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wpływ na grunty rolne i leśne</li> <li>Oddziaływanie na dobra kultury objęte ochroną i archeologiczne</li> </ul>		
<b>d. Grunty rolne i leśne – wraz z produkcją rolną i leśną</b>			
<b>e. Dobra kultury (dziedzictwo kultury i archeologiczne)</b>			

Ryc. nr 3. Zestawienie oddziaływań projektowanej drogi na elementy środowiska oraz ich charakterystyka

Największe oddziaływanie projektowanej obwodnicy z obiektami sąsiadującymi prawdopodobnie występować będzie w rejonie istniejącej zabudowy jednorodzinnej i lokalnie terenów przemysłowych. Na tych obszarach oddziaływanie może wiązać się m.in. z zagrożeniami powierzchni ziemi (np. zjawiska geodynamiczne, drgania powodujące spękania budynków, skażenia

gruntu itp.), zwiększeniem hałasu spowodowanym pracą maszyn budowlanych, dyskomfortem lub z utrudnieniem kontaktów społecznych i dostępności do poszczególnych funkcji, które mogą wystąpić w okresie realizacji inwestycji w sąsiedztwie zaprojektowanej drogi. Oddziaływania te będą miały charakter **tymczasowy**, trwający do czasu zakończenia prac budowlanych i poza stałym oddziaływaniem na środowisko nie spowodują większych zmian. Są one jednak nie do uniknięcia przy realizacji tego typu przedsięwzięcia.

W celu ochrony przed uciążliwym oddziaływaniem na obiekty sąsiadujące (np. domy mieszkalne) należy:

- przy prowadzeniu prac budowlanych użyć najlepszych dostępnych technik;
- zinwentaryzować infrastrukturę podziemną;
- starannie odizolować teren budowy wysokim ogrodzeniem;
- unikać rozpylania materiałów pylistych na terenie budowy i drogach dojazdowych;
- zraszać miejsca wtórnego zapylenia za pomocą odpowiednich spryskiwaczy (w słoneczne i wietrzne dni);
- zastosować ekrany akustyczne, które w znacznym stopniu ograniczą hałas związany z pracami budowlanymi;
- systematycznie porządkować plac budowy;
- odprowadzać wody opadowe i ścieki do urządzeń kanalizacji;
- prace rozbiórkowe budynków, które znajdują się w obrysie projektowanej inwestycji wykonywać ze szczególną dbałością (nie należy dopuścić do naruszenia struktury gruntów zalegających w podłożu)
- regularnie wywozić masy gruntów nienośnych z terenu budowy, aby nie ograniczać widoku otaczającego krajobraz wokół posesji
- zapewnić ochronę obiektów mieszkalnych przed ewentualnym obrywem lub obsunięciem się (spływem) mas ziemi z nasypu ziemnego (często o znacznych miąższościach), który może powstać w wyniku procesów erozyjnych spowodowanych infiltracją wód opadowych w jego obręb. Ochronę taką mogą stanowić np. mury oporowe
- należy prowadzić ostrożne i stopniowe odwodnienie terenu, aby uniknąć nierównomiernych osiadań, co mogłoby skutkować w przyszłości szkodami w konstrukcji pobliskich budynków
- zaprojektować jakiś rodzaj systemu odwadniającego (np. przepust hydrologiczny, studnie chłonne, itp.), służący do odprowadzania wód opadowych poza obszary działek, na których zlokalizowane są budynki mieszkalne, gdyż nasypy pod nowowytbudowaną drogę mogą okazać się swego rodzaju barierą dla odpływu wód stagnujących na powierzchni te

#### **8.4. Wzajemne oddziaływanie wód gruntowych i projektowanej obwodnicy**

Planowana inwestycja przecinać będzie w swoim przebiegu rzekę Horodniankę oraz rzekę Niewodnicę a także rowy melioracyjne w rejonie użytków rolnych. W fazie realizacji inwestycji należy w jak największym stopniu odsunąć się z pracami budowlanymi od istniejących cieków, aby zminimalizować ingerencję w przebieg ich koryt. Ponadto budowa obwodnicy będzie wymagać likwidacji kilku zbiorników powierzchniowych, zlokalizowanych w km ~2+130 i km ~4+850.

W czasie wykonywania prac budowlanych zmiana i przekształcenie powierzchni terenu może powodować trwałe lub okresowe zmiany stosunków wodnych – zmiany w drenażu wód gruntowych oraz zmiany spływu powierzchniowego. Innym rodzajem okresowego oddziaływania na stosunki wodne może być zmiana poziomu wód gruntowych związana z kompaktacją gruntu lub lokalnymi wykopami drogowymi. Kompaktacja jest spowodowana zarówno powstaniem nasypów drogowych, jak również poruszaniem się ciężkiego sprzętu budowlanego.

Oddziaływania te będą znaczące w czasie wykonywania prac ziemnych, lecz realizowane na krótkich odcinkach – okresowe i po wykonaniu prac ziemnych – przemijające. Wszelkie prace związane z budową obwodnicy stwarzają także zagrożenie dla jakości wód, co może być spowodowane:

- zamulaniem wskutek erozji gruntu podczas budowy drogi (zniszczenia erozyjne występują najczęściej na skarpach nasypów, wykopów i w rowach oraz w ich otoczeniu);
- wypłukiwaniem zanieczyszczeń z materiałów stosowanych do budowy dróg oraz materiałów z rozbiórek;
- przedostawaniem się produktów naftowych z maszyn pracujących, urządzeń budowlanych i pojazdów;
- odprowadzaniem ścieków bytowych i technologicznych z baz budowy drogi do wód powierzchniowych bez wcześniejszego ich oczyszczenia.

W celu zminimalizowania oddziaływania na stosunki wodne w fazie realizacji należy:

- w czasie budowy stosować osłony zapobiegające przedostawaniu się zanieczyszczeń do rzek i cieków;
- zabezpieczyć place budowy oraz miejsca składowania materiałów i maszyn budowlanych przed przedostaniem się smarów i paliw do środowiska wodno-gruntowego;
- prace przy użyciu ciężkiego sprzętu ograniczyć do niezbędnego minimum;
- podczas prowadzenia robót budowlanych unikać zmian przepływu, zwłaszcza jego ograniczania przez tworzenie mechanicznych przeszkód w korycie;
- podczas wykonywania prac z koryt cieków wykorzystywać miejscowe materiały naturalne.

Regulacje cieków, jeżeli na etapie projektu budowlanego będzie stwierdzona taka konieczność, powinny zostać wykonane w sposób, który pozwoli na zachowanie naturalnego lub zbliżonego do naturalnego dna koryta na znacznym odcinku.

Jeśli chodzi o oddziaływania wód gruntowych na projektowaną drogę należy zaliczyć do nich:

- wahania zwierciadła wody gruntowej – poziom wody gruntowej może podlegać okresowym i sezonowym wahaniom o amplitudzie szacowanej na  $\pm 0,5$  m (bezpośrednio w dolinach cieków  $\pm 1,0$  m);
- tworzenie się wysadzin nawierzchni w wyniku podciągania kapilarnego wody i powstawania w zamarzającym gruncie soczewek lodu;
- w przypadku wykopu otwartego – przecięcie warstwy nawodnionego gruntu potencjalnie stwarzać może niebezpieczeństwo wystąpienia zjawiska kurzawki;
- w miejscach, gdzie głębokość posadowienia obejmować będzie swym zasięgiem górotwór zbudowany z utworów nieprzepuszczalnych, a jego zagłębienie sięgać będzie poniżej zwierciadła wody gruntowej podległej warstwy wodonośnej o naporowym charakterze, niezbędne stanie się zapewnienie odpowiedniej miąższości warstwy zabezpieczającej przed przebicciem hydraulicznym lub przełamem dna wykopu, zgodnie z zachowaniem równowagi, którą określa nierówność:

$$\rho_w \times H < \rho_g \times m$$

gdzie:  $\rho_w$  – gęstość objętościowa wody ( $1,0 \text{ t} \times \text{m}^{-3}$ )

$\rho_g$  – gęstość objętościowa gruntu izolującego ( $\text{w t} \times \text{m}^{-3}$ )

$H$  – wysokość słupa wody (w m)

$m$  – miąższość warstwy izolującej (w m)

- ewentualne zagrożenie wodne w miejscu przebiegu drogi wojewódzkiej w wykopie lub też w rejonie posadawiania obiektów budowlanych – wydaje się być także istotne w przypadku trudnych do odciążenia z górotworu sączeń i wypływów z piaszczystych przewarstwień i soczew śródglinowych oraz ze strony wód przypowierzchniowych (występujących głównie w wycięciach erozyjnych), uaktywniających się sezonowo, a mogących przyczynić się do powstania ruchów masowych;
- kontakt osadów spoistych z wodami, np. gruntowymi z nadległych sączeń, powoduje pęcznienie, rozmakanie i uplastycznianie się gruntów, co w efekcie doprowadzić może do obniżenia ich nośności.

Dlatego też w trakcie wykonywania robót ziemnych w obrębie górotworu konieczne będzie prowadzenie stałej kontroli stateczności korpusu projektowanej drogi, obiektów inżynierskich i konstrukcji istniejących w najbliższym sąsiedztwie realizowanej inwestycji obiektów oraz nadzór nad nimi w okresie bezpośrednio po zakończeniu prac. W miejscach ewentualnego obniżania lustra wody gruntowej należy koniecznie zwrócić uwagę, czy nie dojdzie do naruszenia stateczności konstrukcji pobliskich budynków oraz niezbędnie sprawdzić, czy obiekty nie zostaną wyparte przez wody gruntowe po zakończeniu procesu odwadniania terenu.

## **9. Zalecenia realizacyjne**

### **9.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty**

Wykonawca prac ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz ich zgodność z dokumentacją projektową.

Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem obiektów i budowli, wiąże się z koniecznością przeprowadzania stosownych odbiorów podłoża gruntowego.

Przeprowadzone badania podłoża gruntowego mają charakter punktowy, przy stosunkowo dużych odległościach pomiędzy poszczególnymi otworami. Przedstawiony obraz podłoża gruntowego wynika z interpretacji własnej wyników uzyskanych w poszczególnych punktach i może się nieco różnić od rzeczywistych uwarunkowań gruntowo-wodnych na niektórych odcinkach projektowanej drogi.

W przypadku braku innych ustaleń, odbiór podłoża pod projektowane obiekty winny odbywać się zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych.

Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektów i budowli odbywał się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz uprawnionego geologa. Nie jest to jednak wymóg obligatoryjny.

### **9.2. Dobór materiału do wykonania nasypów, zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania**

1. W trakcie wykonywania robót ziemnych zajdzie konieczność wykonywania nasypów, zasypek i podsypek. Materiał do budowy nasypów należy dobierać z uwzględnieniem postanowień normy [21]. Nasyp można formować zarówno z gruntów spoistych, jak i niespoistych.
2. Wykonywanie nasypów z gruntu spoistego jest dopuszczalne, o ile spełniają one wymagania normy [21]. Zwraca się jednak uwagę, że niemal wszystkie grunty spoiste w stanie na-

- turalnym wykazują wilgotność wyższą od wilgotności optymalnej. Wilgotność optymalna gruntów spoistych zbliżona jest bowiem do granicy plastyczności lub jest nieco mniejsza. Ich właściwe zastosowanie będzie wymagać uprzedniego przesuszenia lub ustabilizowania wapnem.
3. Grunty niespoiste przeznaczone do formowania nasypów powinny posiadać wskaźnik różnoziarnistości  $C_u$  powyżej wartości 3 [21]. Norma dopuszcza stosowanie gruntów niespoistych o mniejszej wartości wskaźnika różnoziarnistości, lecz tylko w przypadku gdy wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia, które jest charakteryzowane dwoma parametrami – wartością wskaźnika zagęszczenia gruntu  $I_s$  oraz wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$ . Oba te parametry powinny być zbadane na poletku próbnym.
  4. Zwraca się uwagę, że większość niezbędnego materiału do budowy nasypów będzie dostarczana na plac budowy z jednego ze złóż wskazanego w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [29]. Dla potrzeb tego opracowania dołączono, jako *Rysunek nr 11* wraz z *Tabelą nr 16*, wykaz złóż kruszywa naturalnego zlokalizowanego w pobliżu inwestycji. Dodatkowo należy posiłkować się Mapą Geologiczno – Gospodarczą Arkusz (339) Białystok (*Rysunek nr 7*).
  5. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy, zasypki, podsypki itp., jest ich prowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w_{opt}$ ) uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
  6. Grunt o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $C_u < 3$  w zasadzie nie powinien być używany do wykonania nasypów chyba, że badania na poletku doświadczalnym wykażą możliwość jego zagęszczenia.
  7. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie.
  8. Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
  9. W przypadku, gdy zagęszczanie przy wilgotności optymalnej ( $w_{opt}$ ) warstwami o niewielkiej miąższości nie da oczekiwanych rezultatów, konieczne będzie doziarnienie zagęszczanych gruntów odpowiednio dobranymi frakcjami lub innymi gruntami, aby spełniony został warunek  $C_u > 6$  oraz  $3 > C_c > 1$ .
  10. Przed przystąpieniem do realizacji prac należy przeprowadzić wstępne badania przydatności gruntu do zamierzonych robót, wybierając kruszywo najkorzystniejsze. Badania te powinny swoim zakresem obejmować, co najmniej wilgotność optymalną ( $w_{opt}$ ), maksymal-

ny ciężar szkieletu gruntowego ( $\rho_{dmax}$ ), uziarnienie (w tym wskaźnik jednorodności uziarnienia  $C_u$  i wskaźnik krzywizny  $C_c$ ) oraz jednorodność gruntów.

11. Wskazane jest, aby materiał stosowany do wbudowywania był w miarę możliwości jednorodny. Wskaźnik zagęszczenia gruntu  $I_s$  wylicza się bowiem w oparciu o uprzednio wyznaczoną wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\rho_{dmax}$  ( $\rho_{dmax}$  ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej).

### **9.3. Kontrola zagęszczenia podłoża**

1. Podstawowym miarodajnym parametrem do odbioru zasypek, podsypek itp., jest wskaźnik zagęszczenia gruntu  $I_s$  (a nie stopień zagęszczenia  $I_D$ ).
2. Odbiór zagęszczanego podłoża powinien odbywać się warstwami. Do wykonania kolejnej warstwy powinno się przystąpić po dokonaniu odbioru warstwy poprzedniej.
3. W przypadku, gdy kontrola nie będzie się odbywać zagęszczanymi warstwami, lecz w sposób kompleksowy, wyznaczenie wartości wskaźników zagęszczenia gruntu  $I_s$  w przekroju pionowym jest możliwe, wymaga jednak pobrania prób o nienaruszonej strukturze z poszczególnych głębokości.
4. Do określania wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu  $I_s$  nie zaleca się wykorzystywania sondowań podłoża, gdyż korelacje pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia gruntu  $I_s$  a stopniem zagęszczenia  $I_D$  mają jedynie charakter orientacyjny.
5. Sondowania gruntu są natomiast bardzo przydatne do oceny jednorodności zagęszczenia podłoża w całym profilu pionowym.
6. W przypadku braku kryteriów odbioru, można wykorzystać, zależnie od charakteru nasypu czy zasypki, zalecenia podane w normach.
7. Zastępczo, zamiast badania wskaźnika zagęszczenia gruntu  $I_s$  można stosować oznaczanie dynamicznego modułu odkształcenia  $E_D$  (lekka płyta dynamiczna).
8. Przy końcowym odbiorze robót ziemnych należy posługiwać się wartościami pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia ( $E_1$  i  $E_2$ ) oraz wskaźnikiem odkształcenia ( $I_o$ ), uzyskanymi z badań płytą VSS.

## **10. Wnioski z przeprowadzonych badań**

1. Niniejsza *Dokumentacja badań podłoża gruntowego* została poprzedzona *Opinią geotechniczną*.

2. Obszar projektowanej inwestycji położony w obrębie wyniesienia mazursko – suwalskiego prekamryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. Na skałach krystalicznych prekambriu zalegają osadowe skały jury i kredy, przykryte nieciągłą warstwą osadów oligoceńskich, na których leży miąższa warstwa (150,0 – 160,0 m) utworów czwartorzędowych, reprezentowanych przez osady zlodowaceń: najstarszego (narwi), południowopolskiego (nidy, sanu 1, sanu 2) oraz środkowopolskiego (odry, warty). W wyniku przeprowadzonych wierceń do maksymalnej głębokości 21,0 m p.p.t. zbadano jedynie stropową część utworów czwartorzędowych, stanowiących podłoże gruntowe projektowanej drogi DW678 wraz z towarzyszącymi obiektami inżynierskimi. Podłoże to reprezentują holoceny: osady organiczne (Qhh), utwory rzeczno-rozlewiskowe (Qhf), osady deluwialne (Qde) oraz osady zastoiskowe (Qhl), a także plejstoceny: osady wodnolodowcowe (Qpfg), osady zastoiskowe (Qpl) i gliny zwałowe (Qpg) z okresu zlodowacenia środkowopolskiego (warty) z epoki plejstocenu. Stropową część zbadanego obszaru pokrywają antropogeniczne nasypy niebudowlane (Qhn) oraz humus (Qh).
3. Dla korpusu drogi głównej oraz projektowanych obiektów inżynierskich przyjęto II kategorię geotechniczną w złożonych warunkach gruntowych.
4. Osady organiczne stwierdzone w podłożu gruntowym są gruntami ściśliwymi, w związku z czym procesy konsolidacji lub odprężenia przebiegają w nich bardzo powoli. Powolnemu odkształcaniu się tych gruntów towarzyszy po ich obciążeniu zmiana naprężeń efektywnych w szkieletcie gruntu i ciśnień w wodzie w porach gruntu. Dlatego też osady organiczne zaliczane są do gruntów nienośnych i nie mogą stanowić podłoża budowlanego. W całości należy je usunąć spod projektowanego korpusu drogowego i wymienić na jednorodny grunt niespoisty, zagęszczany warstwami do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom projektowanej drogi.
5. Podobnie należy postąpić z humusem i antropogenicznymi nasypami niebudowlanymi.
6. Sugeruje się pośrednie posadowienie obiektów inżynierskich MD-1, WD-2 oraz MD-4. W przypadku zastosowania wymiany gruntów i wzmocnienia podłoża gruntowego można ewentualnie posadowić je bezpośrednio. Warunki gruntowo-wodne w rejonie wiaduktu drogowego WD-3 pozwalają na jego bezpośrednie posadowienie.
7. W rejonie obiektu inżynierskiego MD-1 w podłożu gruntowym do głębokości 1,2 – 2,0 m p.p.t. zalegają nienośne grunty organiczne oraz osady rzeczne w stanie luźnym, które nie nadają się do posadowienia przyczółków mostu i należy je spod fundamentów wybrać w



- całości. Dopuszcza się posadowienie bezpośrednie w przypadku zastosowania wymiany gruntów na osady niespoiste zagęszczane warstwami do wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu.
8. W rejonie obiektu WD-2 do głębokości 3,5 – 7,0 m p.p.t. zalegają głównie grunty o obniżonej nośności – mułki zastoiskowe oraz gliny zwałowe w stanie plastycznym, a także niewielkiej miąższości soczewka utworów organicznych, które klasyfikowane są jako nienośne i nie nadają się do posadowienia fundamentów. Poniżej zdeponowane zostały gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym, charakteryzujące się korzystnymi parametrami geotechnicznymi. W związku z powyższym sugeruje się posadowienie pośrednie analizowanego obiektu inżynierskiego.
  9. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego w rejonie obiektu inżynierskiego WD-3 zalegają nienośne: nasypy antropogeniczne, warstwa humusu, utwory organiczne oraz osady rzeczne w stanie luźnym. Zasadnicze znaczenie dla posadowienia konstrukcji wiaduktu drogowego będą miały średnio zagęszczone utwory piaszczyste (warstwy IIIC, VIB, VIE i VIG) oraz kompleks mułków zastoiskowych w stanie twardoplastycznym i lokalnie plastycznym (warstwy VIIIA, VIIIB, VIIC i VIID), które charakteryzują się korzystnymi parametrami geotechnicznymi. Posadowienie bezpośrednie w obrębie utworów niespoistych będzie ewentualnie wymagało uprzedniego dogęszczenia podłoża gruntowego.
  10. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego obiektu mostowego MD-4, do głębokości 2,2 – 5,0 m p.p.t. zalega warstwa utworów nienośnych (gruntów antropogenicznych, organicznych oraz rzecznych w stanie luźnym), które nie nadają się do posadowienia konstrukcji mostu. Poniżej utworów nienośnych w podłożu zalegają głównie rodzime nośne grunty mineralne (warstwy VIIIA i VIIIB), lokalnie grunty o obniżonej nośności (warstwy VIIC i VIID). W przypadku posadowienia bezpośredniego szczególną uwagę należało będzie zwrócić na mułki zastoiskowe w stanie plastycznym (warstwy VIIC i VIIIB) – w trakcie prac ziemnych i fundamentowych należy nie dopuścić do naruszenia ich struktury wewnętrznej, gdyż w znacznym stopniu osłabić mogłoby to właściwości fizyko-mechaniczne tych gruntów, aż do wywołania w efekcie stanu płynnego. Ponadto zaleca się zastosowanie w tym rejonie dodatkowego wzmocnienia podłoża (np. jet grouting).
  11. W rejonie wszystkich obiektów inżynierskich odnotowano zaleganie kompleksu mułków i iłó zastoiskowych (w stanie twardoplastycznym i lokalnie plastycznym). Należy zwrócić

szczególną uwagę, aby w trakcie robót ziemnych i fundamentowych, nie dopuścić do kontaktu z wodami atmosferycznymi lub gruntowymi, gdyż utwory te (zwłaszcza seria ilów warwowych) mogą wykazywać właściwości pęczniące. W trakcie prac wiertniczych nie udało się pobrać do badań laboratoryjnych próbek NNS z tych gruntów (wykonano wyłącznie analizy areometryczne na próbkach gruntu o NW), toteż ich wskaźnik pęcznienia jest nieznany. Do oceny tych gruntów posłużono się nomogramem Casagrande'a (zmodyfikowanym przez B. Grabowską-Olszewską, 1998 – Ryc. nr 1.), a także podziałem gruntów ekspansywnych, wg Niedzielskiego (Ryc. nr 2.), wykorzystując znajomość granicy plastyczności ( $w_L$ ) oraz wskaźnika plastyczności  $I_p$  (parametry te otrzymano z przeprowadzonych badań laboratoryjnych – Załącznik nr 2). Z analizy zebranych danych wynika, iż ility zastoiskowe (a także być może mułki zastoiskowe) **mogą wykazywać średnie i wysokie pęcznienie**. W związku z tym przy projektowaniu posadowienia fundamentów w obrębie gruntów ekspansywnych (pęczniących) należy nie dopuścić do kontaktu z wodami (zastosować, np. pale wiercone na sucho w rurach obsadowych, wykorzystać beton o niskiej zawartości wody).

12. Badania laboratoryjne składu chemicznego wody gruntowej w rejonach projektowanych obiektów MD-1, WD-2 i MD-4 wykazały brak jej agresywności w stosunku do betonu. Jedynie w rejonie projektowanego słupa wysokiego napięcia badanie to wykazało środowisko wodne chemicznie średnio agresywne ze względu na zawartość agresywnego  $\text{CO}_2$  w ilości od 40,0 mg/l do 100,0 mg/l. (Klasa ekspozycji: XA2) – *Załącznik nr 5.1.*
13. W przypadku bezpośredniego posadowienia, z uwagi na płytko występujące zwierciadło wody gruntowej, w rejonie wszystkich obiektów inżynierskich przed przystąpieniem do prac ziemnych i fundamentowych teren należy odwodnić depresyjnie (np. przy pomocy igłofiltrów).
14. Przy wyborze sposobu posadowienia obiektów inżynierskich (bezpośrednie lub pośrednie) należy uwzględnić jednocześnie:
  - własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu;
  - rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłożę;
  - wielkość dopuszczalnych osiadań średnich, różnic osiadań oraz dopuszczalnego przechyłu budowli, wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.

15. Dla posadowienia zbiorników retencyjnych istotnym parametrem jest współczynnik filtracji, który określono dla poszczególnych warstw geotechnicznych w Rozdziale nr 5 oraz zestawiono w *Tabeli nr 7*.
16. Do zaprojektowania posadowienia przepustów drogowych należy posłużyć się zaleceniami zawartymi w *Tabeli nr 15*. Sugeruje się posadowienie bezpośrednie dla przepustów będących przedmiotem opracowania.
17. W rejonie słupa wysokiego napięcia zaleca się czasowe odwodnienie terenu w przypadku posadowienia sięgającego niżej niż 4,0 m p.p.t. z uwagi na możliwe przebicia hydrauliczne wody gruntowej w dnie wykopu z warstwy nawodnionych piasków wodnolodowcowych.
18. Naruszenie naturalnej struktury występujących w podłożu budowlanym gruntów spoistych, może łatwo doprowadzić do ich uplastycznienia. Z tych względów podłoże to należy bardzo starannie chronić przed rozmakaniem i przemarzaniem.
19. Należy zwrócić także uwagę na kwestię usuwania istniejącego drzewostanu. Prace z tym związane, jeżeli nie przewidziane zostanie odpowiednie zabezpieczenie odsłoniętych partii gruntów, doprowadzić również mogą do niekorzystnych zmian w podłożu budowlanym projektowanej inwestycji.
20. Na obszarach dolin rzecznych istnieje ryzyko zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych głównie substancjami ropopochodnymi, zarówno w trakcie fazy budowy, jak i fazy eksploatacji. Sugeruje się podjąć niezbędne kroki w celu wyeliminowania tego zagrożenia.
21. W trakcie wykonywania robót ziemnych zajdzie konieczność wykonywania nasypów, zasypek i podsypek. Generalnie zaleca się wykonywanie nasypów z gruntów niespoistych (piaszczysto-żwirowych).
22. W celu określenia przydatności gruntów do wbudowania w przyszły nasyp budowlany wykonano badania wskaźnika piaskowego, które zestawiono w *Załączniku nr 3* niniejszej dokumentacji.
23. Dopuszczalne jest wykonywanie nasypów z gruntów spoistych (z wyjątkiem ilów i ilów pylastych), o ile spełniają one wymagania normy [14]. Zwraca się jednak uwagę, że niemal wszystkie grunty spoiste w stanie naturalnym wykazują wilgotność wyższą od wilgotności optymalnej. Ich właściwe zastosowanie będzie wymagać odpowiednich zabiegów technologicznych.

24. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczenia gruntów przeznaczonych na nasypy, zasypki, podsypki, itp. jest ich prowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w_{opt}$ ) uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
25. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie. Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy niewielkiej grubości warstw.
26. Zwraca się szczególną uwagę, aby grunty spoiste w wykopach, w trakcie prowadzenia robót ziemnych, chronić przed przedostaniem się do nich wód atmosferycznych (oraz wód z ewentualnych sączeń), które mogą spowodować ich rozmakanie, pęcznienie, dalsze uplastycznianie (pogorszenie parametrów geotechnicznych), a w efekcie obniżenie ich nośności.
27. Warunki gruntowe generalnie nie ulegają zmianie w czasie. Natomiast poziom występowania wód podziemnych jest zmienny. Przy istotnym podwyższeniu poziomu wód podziemnych lub dopuszczeniu do istotnego zawodnienia podłoża przez wody opadowe spływające z nawierzchni przedstawiona klasyfikacja dotycząca grup nośności podłoża może ulec zmianie. Aby temu zapobiec konieczne jest właściwe odwodnienie drogi uniemożliwiające gromadzenie się wód opadowych w podłożu gruntowym w obrębie korpusu drogowego. Trwałe odwodnienie podłoża gruntowego spowoduje polepszenie warunków jego użyteczności i możliwość przyjęcia niższej (lepszey) grupy nośności. Ostateczne przyjęcie grup nośności podłoża nawierzchni powinno uwzględniać przyjęte rozwiązania projektowe dotyczące ewentualnego trwałego obniżenia wód podziemnych oraz możliwe wahania tych wód.
28. W przypadku liniowych inwestycji drogowych najbardziej skutecznym sposobem zapobiegania erozji wód powierzchniowych są wszelkie sposoby odprowadzania lub ujmowania wód ze zboczy, np.:
  - odprowadzanie nadmiaru wody ze zboczy umocnionymi korytami. Rolę takich odprowadzalników mogą spełniać zadarnione łąki pomiędzy zboczami lub uformowane na dnie doliny koryta. Jeżeli naturalny spadek dna doliny jest zbyt duży, buduje się stopnie betonowe lub kamienne, wówczas energia spływającej wody jest na nich wytracana. Stosuje się również niskie płotki lub kiszki faszynowe o wysokości do 0,3 m. W niektórych przypadkach na zboczach można zastosować drenaż powierzchniowy;

- mechaniczne wyrównywanie zboczy – polega na zasypaniu obniżen i ewentualnym ścięciu grzbietów pozostałych między nimi. Zmniejsza to koncentrację spływu wody, a tym samym niebezpieczeństwo rozmywania zboczy. Ponadto zapewnia większą równomierność uwilgotnienia gleby i gruntu na zboczu.

29. Jako materiały filtracyjne do urządzeń odwadniających należy stosować grunty mineralne o następujących właściwościach:

- mrozoodporność po 25 cyklach zamrażania i odmrażania (strata masy  $M_x < 10\%$ );
- współczynnik filtracji gruntu poddanego 25 cyklom zamrażania i odmrażania zagęszczonego do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=1,0$ ;  $k_{10} > 6 \times 10^{-5} \text{m/s}$ .

30. Wybór sposobu oczyszczania ścieków opadowych pochodzących z odwadniania pasa drogowego powinien uwzględniać oprócz aspektów ekonomicznych, także aspekty środowiskowe. Należy go dokonać w myśl zasady minimalizacji ingerencji w środowisko naturalne i zmian w jego ekosystemach. Skutecznym sposobem w tym zakresie jest stosowanie metod seminaturalnych, które naśladują i wykorzystują procesy zachodzące w środowisku naturalnym (wodnym i glebowym). Są to różne procesy biochemiczne oraz fizyko-chemiczne, w tym: sedimentacja, sorpcja, utlenianie, fermentacja i rozkład mikrobiologiczny. Do obiektów realizowanych w oparciu o metody seminaturalne należą zbiorniki retencyjne i retencyjno-infiltracyjne; do ich głównych zadań należą:

- ograniczenie ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska naturalnego, w tym umożliwienie usunięcia zawiesin i związków ropopochodnych do stężeń niższych od wartości dopuszczalnych dla ścieków opadowych odprowadzanych do wód lub do gruntów;
- minimalizowanie zmian stosunków wodnych poprzez retencję i infiltrację opadów z danego obszaru, co wpływa korzystanie na lokalny bilans wodny;
- rola buforów ograniczających spływ substancji niebezpiecznych, rozlanych na drogach wskutek katastrof;
- zmniejszenie stopnia ingerencji inwestycji drogowej w krajobraz, wzbogacenie krajobrazu wzdłuż pasów drogowych;
- zmniejszanie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych systemów oczyszczania ścieków opadowych z odwodnienia dróg.

31. Dno projektowanych zbiorników retencyjnych powinny stanowić warstwy żwirowo-piaskowe o uziarnieniu rosnącym w głąb. Na styku warstw o znaczących różnicach uziarnienia (z reguły pomiędzy warstwą humusu a pierwszą warstwą mineralną, czasami również pomiędzy ostatnią warstwą a gruntem rodzimym) – stosowane są geowłókniny filtracyjne.

32. Aby zwiększyć sprawność oczyszczania zaleca się obsadzanie zbiornika roślinnością wodną przybrzeżną i pływającą. Dzięki temu tworzy się bardziej naturalny ekosystem, który pozwala na dłuższą eksploatację i zapewnia lepsze efekty oczyszczania. Nie należy dopuścić do nadmiernego zarastania zbiornika i często wykaszać nadmierną roślinność. Z uwagi na możliwość zatykania się warstwy infiltrującej, powinno się stosować przed zbiornikiem infiltracyjnym urządzenia usuwające zawiesiny.

33. Urządzenia infiltracyjne mają następujące wymagania projektowe:

- grunt do głębokości 1,5 m poniżej dna zbiornika musi zapewniać szybkość filtracji co najmniej 1,25 cm/h ( $3,5 \times 10^{-6}$  m/s) – dla zbiorników i co najmniej 0,7 cm/h ( $1,9 \times 10^{-6}$  m/s) – dla rowów infiltracyjnych, a także znajdować się powyżej poziomu wód gruntowych (nie należy umiejscawiać zbiorników na terenach podmokłych);
- zbiorniki infiltracyjne – w części nadziemnej należy kształtować według tych samych zasad co zbiorniki retencyjne. Ich część infiltracyjna (podziemna) powinna składać się z warstwy żwiru o średnicy ziaren  $d = 2-8$  mm, przykrytej warstwą ochronną ze żwiru o średnicy  $d > 10$  mm, z przekładką ochronną z geowłókniny filtracyjnej (wymienianej okresowo). Właściwości filtracyjne powinny zapewnić odprowadzanie do gruntu napływających i magazynowanych wód w obliczeniowym czasie 1 roku;
- według wymagań dla autostrad – gdy odwadniana powierzchnia ma powyżej 4 ha, w Polsce zaleca się przyjmowanie pojemności retencyjnej zbiorników w wielkości 250 m<sup>3</sup> na 1 ha powierzchni szczelnej;
- budowa powinna być wykonana przy pomocy lekkiego sprzętu, aby zminimalizować zagęszczenie gruntu na dnie zbiornika;
- przed urządzeniami infiltracyjnymi zaleca się budowę urządzeń usuwających zawiesiny, np. osadników, filtrów piaskowych, korzeniowych lub stref sedymentacyjnych (wydzielonych w początkowej części zbiornika);
- należy zabezpieczyć zbiorniki przed zanieczyszczeniem ich odpadami o większych gabarytach (butelki, puszki itp.), poprzez zainstalowanie krat przed wlotem do zbiornika;
- powinien być zapewniony dojazd do zbiornika, jak również do urządzeń zabezpieczających zbiornik przed zanieczyszczeniami jw.

34. W trakcie robót zaleca się prowadzenie monitoringu obiektów. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem obiektów i budowli, wiąże się z koniecznością przeprowadzania stosownych odbiorów podłoża gruntowego. Zaleca się,

aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektów i budowli odbywał się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz uprawnionego geologa.

35. Przy projektowaniu niniejsze opracowanie, tj. „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją geologiczno-inżynierską [29].
36. Podczas prowadzenia robót ziemnych i fundamentowych należy ściśle stosować się do postanowień PN-B-06050/1999, PN-S-02205/1998 oraz do p. 2.4 PN-81/B-03020.
37. Należy także ściśle stosować się do postanowień Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430) oraz do postanowień Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63, poz. 735).