



GEOTEST Andrzej Swat  
ul. Noakowskiego 6e  
87-800 Włocławek

telefon +48 54 234 91 17  
faks +48 54 232 04 08  
email info@geotest.com.pl  
www geotest.com.pl

NIP 888-172-88-80  
REGON 910330345

## DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO Z OPINIĄ GEOTECHNICZNĄ

**INWESTYCJA:** ROZBUDOWA DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR 690 WRAZ Z DROGOWYMI  
OBIEKTAMI INŻYNIERSKIMI I NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ  
TECHNICZNĄ NA ODCINKU CIECHANOWIEC – SIEMIATYCZE.

**INWESTOR:** PODLASKI ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH  
15-620 BIAŁYSTOK, UL. ELEWATORSKA 6

**BIURO PROJEKTÓW:** TRANSPROJEKT GDAŃSKI SP. Z O.O.  
80-254 GDAŃSK, UL. PARTYZANTÓW 72A

**TOM I:** DROGA (TEKST, MAPY I PRZEKROJE GEOTECHNICZNE)

**OPRACOWANIE:** mgr Arkadiusz Rozwora .....  
upr. geol. nr VII-1299

mgr inż. Marek Szuper .....  
upr. geol. nr VII-1425

**SPRAWDZIŁ:** mgr inż. Andrzej Swat .....  
upr. geol. nr 060291, V-1441



## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ogólny opis inwestycji .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Opis wykonanych prac .....</b>	<b>7</b>
3.1	Prace terenowe.....	7
3.2	Badania laboratoryjne.....	9
3.3	Prace kameralne.....	10
<b>4</b>	<b>Charakterystyka dokumentowanego obszaru.....</b>	<b>10</b>
4.1	Położenie geograficzne i morfologia terenu badań .....	10
4.2	Charakterystyka użytkowania terenu.....	11
4.3	Hydrografia.....	11
4.4	Budowa geologiczna.....	11
4.5	Warunki hydrogeologiczne.....	12
<b>5</b>	<b>Opis i ocena warunków geologiczno-inżynierskich .....</b>	<b>17</b>
5.1	Schematyzacja i charakterystyka warstw geotechnicznych .....	17
5.2	Charakterystyka warunków gruntowo-wodnych w podłożu drogi.....	26
<b>6</b>	<b>Podsumowanie i wnioski.....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Spis norm, wytycznych i materiałów wykorzystanych w opracowaniu.....</b>	<b>37</b>

## **Spis załączników**

<b>1. Mapa orientacyjna w skali 1:25 000 .....</b>	<b>Załącznik 1</b>
<b>2. Mapy dokumentacyjne i przekroje geotechniczne .....</b>	<b>Załącznik 2.1 - 2.41</b>
<b>3. Właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów .....</b>	<b>Załącznik 3</b>
<b>4. Objasnienia symboli i znaków .....</b>	<b>Załącznik 4</b>
<b>5. Karty dokumentacyjne sondowań penetracyjnych .....</b>	<b>Załącznik 5.1 - 5.142</b>
<b>6. Karty dokumentacyjne sondowań DPL .....</b>	<b>Załącznik 6.1 – 6.33</b>
<b>7. Karty przewiertów rdzeniowych przez istniejącą nawierzchnię drogi .....</b>	<b>Załącznik 7.1 - 7.35</b>
<b>8. Zestawienie badań laboratoryjnych gruntów .....</b>	<b>Załącznik 8</b>
<b>9. Wykresy uziarnienia gruntów .....</b>	<b>Załącznik 9.1 – 9.15</b>
<b>10. Dokumentacja fotograficzna z badań (wersja elektroniczna na CD)</b>	

# **1 Wstęp**

Prace geotechniczne wykonała firma "Geotest" z siedzibą we Włocławku na zlecenie biura projektowego „Transprojekt Gdański” Sp. z o.o., z siedzibą przy ulicy ul. Partyzantów 72A w Gdańsku, wykonującego dla Podlaskiego Zarządu Dróg Wojewódzkich w Białymstoku, ul. Elewatorska 6, Projekt rozbudowy drogi wojewódzkiej nr 690 wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi i niezbędną infrastrukturą techniczną na odcinku Ciechanowiec – Siemiatycze.

Przedmiotowe prace wykonano dla ustalenia, zgodnie z rozporządzeniem MTBiGM z 25.04.2012 r. (Dz. U. poz 463), geotechnicznych warunków posadowienia inwestycji liniowej tj. drogi wojewódzkiej nr 690 na odcinku Ciechanowiec – Siemiatycze, km 22+700 - 58+000 (według istniejącego kilometrażu) i obejmują one:

- opis budowy geologicznej, z uwzględnieniem litologii i genezy warstw,
- charakterystykę wydzielonych warstw geotechnicznych wraz z oceną ich właściwości fizyczno-mechanicznych,
- określenie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów podłoża, potrzebnych do obliczeń statycznych,
- opis warunków hydrogeologicznych, w tym; głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej pierwszego poziomu wodonośnego, oraz prognozę ewentualnych zmian poziomu zwierciadła wody w czasie
- ocenę warunków geotechnicznych,
- określenie rodzaju istniejącej konstrukcji jezdni (rodzaj warstwy i ich grubości).

## **2 Ogólny opis inwestycji**

Planowane przedsięwzięcie zlokalizowane jest w województwie podlaskim, na obszarze powiatów: Wysokie Mazowieckie i Siemiatycze.

Przedmiotem inwestycji jest rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 690 na odcinku Ciechanowiec – Siemiatycze w km około 22+700 do km około 58+000 (według istniejącego kilometrażu).

Droga wojewódzka nr 690 przebiega z północnego - zachodu na południowy - wschód, trasa ta łączy Ciechanowiec z Siemiatyczami.

Rozbudowywany odcinek drogi wojewódzkiej zlokalizowany jest w południowo-zachodniej części Podlasia w województwie podlaskim, powiat Wysokie Mazowieckie i Siemiatycze.

Przedmiotowy odcinek drogi przebiega przez miejscowości: Ciechanowiec, Ciechanowczyk, Malec, Skórzec, Żale, Kamionki, Łopusze, Skiwy, Kułygi, Czarnejew i Siemiatycze. Dojazdy do pól, działek i posesji odbywają się bezpośrednio z drogi wojewódzkiej.

### **STAN ISTNIEJĄCY DROGI**

Jest to droga wojewódzka o numerze 690 z jezdnią bitumiczną szerokości 5,0÷5,50 m i koroną o szerokości 8,0÷9,0 m. Jezdnia jest w złym stanie technicznym, ma liczne garby, spękania, ubytki i dziury. Krawędzie jezdni są poszarpane i obłamane, pobocza zdegradowane.

W geometrii poziomej trasa ma raczej charakter prosty. Na całym 35 km odcinku jest niewiele (kilkanaście) łuków poziomych, z czego najmniejsze występują w:

km 32+400 R=250 m

km 35+700 R=250 m

km 38+500 R=150 m

km 39+900 R=200 m

Są odcinki długich prostych od 2 do 6 kilometrów. W przekroju podłużnym na kilku łukach brak jest widoczności.

Prawie na całej długości drogi, po obu stronach, na poboczu bądź poza rowami rosną drzewa. W rowach stoi woda – brak odpływu. Jest bardzo duża liczba zjazdów na przyległe pola. Jednak nie wszystkie działki mają zapewniony bezpośredni dostęp do drogi nr 690. Istniejące pod drogą przepusty (32 sztuki) są w nienajlepszym stanie technicznym. Są to przepusty rurowe HDPE, żelbetowe  $\varnothing$  80÷120 cm oraz ramowe 1,0x1,0 m; 1,5x2,3 m.

Są też dwa mosty jednoprzęsłowe, płytowe o rozpiętości do 10 m:

w km 37+500 nad rz. Pełchówką

w km 44+200 nad ciekim bez nazwy

Z uwagi na zły stan techniczny drogi, natężenie ruchu na drodze jest niewielkie. Dominuje ruch lokalny. Pojawiają się jednak również samochody ciężarowe ruchu tranzytowego.

Istniejąca szerokość jezdni (5,0÷5,5 m) bardzo utrudnia manewr wyprzedzania, a mijanie się pojazdów jest bardzo niebezpieczne.

Na drodze odbywa się ruch autobusów komunikacji zbiorowej i autobusów szkolnych. Jest dużo przystanków autobusowych, ale bez zatok.

Podstawową sieć komunikacyjną tworzą drogi powiatowe:

- km 27+637 (strona lewa) – droga nr 2105B do Pobikrów

- km 33+967 - droga nr 1700B, strona lewa do Brańska, strona prawa do Perlejew
- km 37+575 (strona prawa) – droga nr 2100B do Perlejew  
(strona lewa) – droga nr 1724B do Grodziska
- km 41+886 - droga nr 1711B, strona lewa do Grodziska, strona prawa do Drohiczyna
- km 44+326 (strona lewa) – droga nr 1722B do Krynek
- km 50+001 - droga nr 1709B, strona lewa do Dziadkowic, strona prawa do Drohiczyna. Skrzyżowanie drogi nr 1709B z drogą DW 690 jest typu „rondo” z betonowym murkiem wysokości ok. 1,0 m okalającym wyspę centralną.
- km 53+182 (strona lewa) – droga nr 1720B do m. Kułygi (nawierzchnia żwirowa)
- km 55+122 (strona lewa) – droga nr 1726B do m. Wieromiejki

Poza opracowaniem – km 58+900 – skrzyżowanie drogi wojewódzkiej nr 690 z drogą krajową nr 19 Białystok – Lublin.

Oprócz skrzyżowań z drogami powiatowymi jest duża ilość, zwłaszcza na terenie powiatu siemiatyckiego, skrzyżowań z drogami gminnymi o nawierzchni bitumicznej (drogi opatrzone numerem ewidencyjnym) oraz o nawierzchni gruntowej (bez numeracji).

Istniejące oznakowanie pionowe drogi DW 690 jest przejrzyste i czytelne i można uznać, że dobrze spełnia swoje przeznaczenie. Brak jest natomiast oznakowania poziomego.

## **PLANOWANE PRZEDSIĘWZIĘCIE**

### **PRZEBIEG**

Droga przebiega na kierunku północ – południowy wschód i generalnie pokrywa się z istniejącą jezdnią i koroną drogi w ramach istniejącego pasa drogowego.

Początek przebudowy DW 690 - km 22+700, m. Ciechanowiec, na styku z przebudowanym wcześniej odcinkiem drogi (ul. Mickiewicza).

Koniec przebudowy DW 690 - km 57+780 m. Siemiatycze, przed skrzyżowaniem z drogą krajową nr 19 Białystok – Lublin.

Końcowy fragment drogi DW 690 dł. 55 m nie jest objęty opracowaniem i przebudową ponieważ na obecnym etapie nie jest określony zakres rozbudowy skrzyżowania w ramach drogi Nr 19 zarządzanej przez GDDKiA O/Białystok.

Długość przebudowywanego odcinka drogi – 35,08 km.

### **ZAKRES ROZBUDOWY**

Zakres podstawowych robót:

- poszerzenie jezdni z szer. 5,0÷5,5 m do szer. 7,0 m i korony do szer. 10,0 m,
- ułożenie nowej nawierzchni bitumicznej
- korekta nienormatywnych łuków poziomych i pionowych
- rozbiórka istniejących przepustów i mostów i wybudowanie w zamian nowych
- poprawa funkcjonalności skrzyżowań z drogami powiatowymi i gminnymi
- budowa dwóch nowych rond i przebudowa istniejącego ronda
- uporządkowanie istniejących zjazdów do pól i posesji oraz dodanie brakujących zjazdów
- normatywne rozsuniecie przystanków autobusowych i wyposażenie ich w zatoki (34 szt/17 par) z miejscem na wiatę
- dwa miejsca dla ITD do kontroli i ważenia pojazdów (k. Ciechanowca i k. Siemiatycz)
- oświetlenie miejsc newralgicznych tj; ronda, przejścia dla pieszych
- ścieżka rowerowa dł. 5 km na odc. Ciechanowiec – Malec
- przebudowa infrastruktury technicznej (kable, linie)
- oznakowanie poziome i pionowe

#### GEOMETRIA POZIOMA I PIONOWA

Dla przyjętej prędkości projektowej  $V_p=80$  km/h nie wszystkie łuki spełniają warunki normatywne, dlatego zaprojektowano ich korektę zwiększając promień do  $R=800$  m jako wielkość zalecana dla  $V_p=80$  km/h. Jedynie w km 38+500, koryguje się istniejący łuk z  $R=125$  m do  $R_{proj.}=300$  m, który zgodnie z Rozporządzeniem należy traktować jako promień minimalny.

Przyjęcie w tym miejscu promienia  $R=800$  m spowodowałoby rozcięcie na „pół” gospodarstwa z przebiegiem drogi w bezpośrednim sąsiedztwie domu.

Ogółem na 35 km trasie będzie:

10 szt. łuków o  $R=800$  m

1 szt. o  $R=300$  m

1 szt. o  $R=2200$  m

Wszystkie łuki mają krzywe przejściowe. Ponadto, na odcinku w km 37+100÷37+600 w rejonie mostu nad rzeką Pełchówką planuje się korektę (sprostowanie) trasy z nowym obiektem mostowym.



W przekroju podłużnym droga ma charakter płaski, miejscami lekko falisty.

Pochylenia niwelety:

$$i_{\min} - 0,1\%$$

$$i_{\max} - 3,2\%$$

Nie wszystkie istniejące łuki pionowe mają zapewniony warunek widoczności na zatrzymanie, dlatego projektuje się ich korektę.

Są to łuki w km: 26; 26,8; 46,1; 46,7; 47,2; 47,4; 49,5; 50,5

Projektowane promienie łuków pionowych:

R wypukłe – 7 000÷40 000 m

R wklęsłe – 3 000÷20 000 m

#### Parametry techniczne:

Droga wojewódzka

- klasa drogi - G
- prędkość projektowa - 80 km/h
- prędkość miarodajna - 100 km/h
- jezdnia - szer. 7,00m
- korona - 10,0 m
- pasy ruchu - 2x3,50 m
- pobocze - min. 1,50m
  - 1,80m na odcinkach z barierami
- spadek poprzeczny - 2% (daszkowy)
- kategoria ruchu - KR3
- obciążenie - 115 kN/oś

#### Skrzyżowania.

Skrzyżowania z drogami powiatowymi, gminnymi i innymi zaprojektowano jako proste, podporządkowane typu „T”.

Trzy skrzyżowania będą typu „rondo”:

- w km 34+967 na skrzyżowaniu z drogą powiatową nr 1700B Brańsk – Perlejewo
- w km 41+886 na skrzyżowaniu z drogą powiatową nr 1711B Grodzisk – Drohiczyn

- w km 50+001 na skrzyżowaniu z drogą powiatową nr 1709B Dziadkowice – Drohiczyn. Obecnie istniejące rondo będzie przebudowane.

Przewiduje się oświetlenie każdego ronda.

#### Stanowiska do kontroli i ważenia pojazdów Wojewódzkiej Inspekcji Transportu Drogowego.

Projektuje się dwie lokalizacje:

- w km 22+968 (strona prawa) k. Ciechanowca jako wydłużona zatoka ze skosami 1:8, oddzielona od jezdni DW 690 wyspą na odl. 6,50 m. Szerokość zatoki wynosi 8,0 m.

Stanowisko do ważenia:

długość	-	40,0 m
szerokość	-	4,0 m
nawierzchnia	-	beton cementowy

Stanowisko jest przystosowane do obsługi obu kierunków ruchu.

Droga manewrowa szerokości 4,0 m o nawierzchni bitumicznej

- w km 57+597 (strona lewa) k. Siemiatycz. Miejsce w kształcie pętli, z prostopadłym wjazdem/wyjazdem do drogi DW 690. Podłączenia do trasy głównej będą pełniły rolę wjazdu bądź wyjazdu w zależności od potrzeb i organizacji pracy WITD.

Stanowisko do ważenia:

długość	-	40,0 m
szerokość	-	4,0 m
nawierzchnia	-	beton cementowy

Na całej pętli droga manewrowa szerokości 4,5 m o nawierzchni bitumicznej. Przy drodze manewrowej – 2 zatoki postojowe szer. 3,0 m i dł. 20,0 m. Stanowisko WITD k.

Siemiatycz może być wykorzystywane do kontroli pojazdów kierowanych z drogi krajowej nr 19.

#### Ścieżka rowerowa

Zaprojektowano ścieżkę rowerową na odcinku Ciechanowiec – Malec. Ścieżka przeznaczona jest do ruchu rowerowego.

Początek – km 22+656, w m. Ciechanowiec na skrzyżowaniu z ul. Podlaską

Koniec – km 27+663, w m. Malec, na skrzyżowaniu z drogą powiatową nr 2105B na Pobikry

Długość ścieżki	-	5,0 km
Szerokość	-	2,0 m

Nawierzchnia - bitumiczna

Przebieg:

- po stronie lewej, na odcinku w km 22+656÷23+108,5
- przejście na stronę prawą w km 23+108,5
- po stronie prawej w km 23+108,5÷27+627
- przejście na stronę lewą w km 27+627

Zmiana strony przebiegu ścieżki została podyktowana uniknięciem kolizji z istniejącym wodociągiem  $\varnothing$  160 po stronie lewej. Natomiast po stronie prawej drogi przebiega kabel teletechniczny, którego przebudowa będzie łatwiejsza i tańsza.

Przebieg trasy pokazano na Mapie orientacyjnej w skali 1:25 000 (Zał. 1).

Projektowaną inwestycję zaliczono do I kategorii geotechnicznej (*Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. – Dz. U. Nr 463*).

### 3 Opis wykonanych prac

#### 3.1 Prace terenowe

Prace terenowe zostały przeprowadzone w okresie marzec-kwiecień 2012 roku.

W zakres przeprowadzonych prac terenowych wchodziło:

- wytyczenie otworów w terenie,
- odwiercenie i zlikwidowanie otworów badawczych,
- opis i pobranie próbek gruntu do badań laboratoryjnych,
- pomiary zwierciadła wody w wykonanych otworach,
- wykonanie sondowań dynamicznych sondami DPL przy wybranych profilach otworów badawczych,

##### 3.1.1 Wiercenia (sondowania penetracyjne)

Otwory zlokalizowano w koronie drogi istniejącej lub osi projektowanej w przypadku zmiany trasy drogi w ilości co najmniej 1 odwiert na każde 250 m każdego pasa ruchu (drugi pas w układzie mijankowym). Na każdym obiekcie mostowym wykonano po dwa wiercenia, oraz po jednym w rejonie przepustów. Otwory lokalizowano również w rejonie istniejących skrzyżowań.

W trasie istniejącej i projektowanej drogi wykonano 278 wierceń do głębokości 3,0-16,5 m p.p.t. o sumarycznym metrażu wynoszącym 858,0 mb.

W rejonie przepustów wykonano 31 wierceń do głębokości 4,5-10,5 m p.p.t. o sumarycznym metrażu wynoszącym 161,0 mb.

W rejonie istniejących i projektowanych obiektów mostowych wykonano 6 wierceń do głębokości 12,0 m p.p.t. o sumarycznym metrażu wynoszącym 72,0 mb.

Celem rozwiązania postawionego zadania geotechnicznego wykonano ogółem 315 wierceń do głębokości 3,0-16,5 m p.p.t. o sumarycznym metrażu wynoszącym 1091,0 mb.

Lokalizację wykonanych wyrobisk badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:1000 (Zał. 2).

Wiercenia zostały wykonane za pomocą samojezdnej wiertnicy mechanicznej z użyciem świrdrów spiralnych  $\phi$  100 mm marszami długości 1 m. W trakcie głębenia otworów prowadzono pomiary, obserwacje i badania makroskopowe przewiercanych gruntów oraz obserwacje i pomiary napotkanych poziomów wodonośnych. Badania makroskopowe obejmowały określenie: rodzaju, stanu, wilgotności, barwy i zostały przeprowadzone zgodnie z PN-74/B-04-452 i PN-88/B-04481. Oznaczenie rodzaju gruntów obejmowało według PN-88/B-04481: ustalenie spoistości gruntów, określenie rodzaju gruntów spoistych oraz określenie rodzaju gruntów niespoistych. Stan gruntu spoistego został określony metodą wałeczowania na podstawie rys. 7 w PN-74/B-04-452 i p. 3.3 normy PN-88/B-04481. Wiercenia zostały wykonane za pomocą samojezdnej wiertnicy mechanicznej z użyciem świrdrów spiralnych o średnicy 100mm bez rurowania – marszami długości 1m. Otwory badawcze zlikwidowano uzyskanym urobkiem odtwarzając w przybliżeniu pierwotny profil litologiczny.

Z rejonu obiektów inżynierskich (mostów) pobrano z otworu po jednej próbce wody gruntowej w celu oznaczenia jej agresywności w stosunku do betonu.

W celu określenia stanu istniejącej nawierzchni drogi wykonano 35 przewiertów rdzeniowych przez warstwy konstrukcyjne.

Dodatkowo prowadzono na bieżąco dokumentację fotograficzną miejsc odwiertów oraz wykonywanych prac.

### **3.1.2 Opróbowanie otworów**

W trakcie wierceń wykonywano makroskopowe badania polowe przewiercanych gruntów oraz pobierano próbki gruntów do badań laboratoryjnych z każdej makroskopowo różniącej się warstwy, lecz nie rzadziej, niż co 2,0 m w profilu pionowym:

- kategorii B tj. z zachowaniem naturalnej wilgotności (NW) – grunty spoiste i organiczne,

- kategorii C tj. z zachowaniem naturalnego uziarnienia (NU) – grunty niespoiste

### **3.1.3 Sondowania i badania polowe**

Obok wytypowanych otworów, celem określenia: stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych zalegających w podłożu wykonano 98 sondowań dynamicznych lekką sondą wbijaną typu DPL do głębokości 2,0-6,0 m – o łącznym metrażu 286,5 mb w tym:

- obok otworów zlokalizowanej wzdłuż istniejącej i projektowanej trasy drogi wykonano 64 sondy DPL do głębokości 2,0-6,0 m p.p.t. o łącznym metrażu 179,0 mb,
- w rejonie przepustów wykonano 30 sondowań do głębokości 2,0-6,0 m p.p.t. o łącznym metrażu 91,5 mb,
- w rejonie istniejących i projektowanych obiektów mostowych wykonano 4 sondowania do głębokości 3,0-4,5 m p.p.t. o łącznym metrażu 16,0 mb.

Sondowania lokalizowano w odległości 2,0-3,0 m od otworów badawczych (25 średnic otworu).

### **3.1.4 Prace geodezyjne**

Otwory badawcze wytyczone zostały metodą domiarów prostokątnych w odniesieniu do istniejących szczegółów topograficznych w oparciu o plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1:1000. Rzędne terenu w miejscach wierceń ustalono przez interpolację z mapy i profilu podłużnego trasy drogi otrzymanego z Biura Projektów.

## **3.2 Badania laboratoryjne**

W laboratorium dla wytypowanych próbek gruntu wykonano oznaczenia podstawowych cech fizyko-mechanicznych w następującym zakresie:

- analiza makroskopowa (690 badań)
- wilgotność naturalna gruntów spoistych i organicznych (361 oznaczeń)
- oznaczenie składu ziarnowego gruntów niespoistych (15 analiz sitowych)
- oznaczenie granicy plastyczności (12 oznaczeń)
- oznaczenie granicy płynności met. Casagrande’a (12 oznaczeń)
- oznaczenie zawartości części organicznych (9 badań)
- określenie wskaźnika piaskowego (15 badań)
- oznaczenie kapilarności biernej (15 badań)
- badania wody gruntowej na agresywność w stosunku do betonu i żelazobetonu (2 badania)

### 3.3 Prace kameralne

Wyniki badań terenowych i laboratoryjnych opracowano w formie dokumentacji geotechnicznej zawierającej charakterystykę warunków wodno-gruntowych stosownie do wymogów norm branżowych a w szczególności PN-81/B-03020 i PN-B-02479:1998.

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyników badań określone zostały dla gruntów mineralnych wartości parametrów fizyko-mechanicznych gruntów. Metodą A wg *PN-81/B-03020*, ustalono stopień zagęszczenia dla gruntów sypkich (na podstawie sondowań dynamicznych) i stopień plastyczności dla gruntów spoistych (na podstawie badań laboratoryjnych). Pozostałe parametry zostały ustalone metodą B z wykorzystaniem relacji zawartej w *PN-81/B-03020*.

Dla gruntów organicznych parametry wytrzymałościowe określono metodą C na podstawie praktycznych doświadczeń na innych podobnych terenach.

Charakterystyka warunków gruntowo-wodnych oraz wnioski i zalecenia sformułowane zostały dla wydzielonych odcinków o zbliżonych warunkach geotechnicznych.

Ponadto wyniki przeprowadzonych prac i badań pozwoliły na:

- graficzne opracowanie wyników wierceń w formie przekrojów, kart dokumentacyjnych otworów, wykresów i zestawień badań laboratoryjnych,
- opracowanie wniosków i wytycznych dla projektanta,
- ocenę wyników przeprowadzonych badań.

## 4 Charakterystyka dokumentowanego obszaru

### 4.1 Położenie geograficzne i morfologia terenu badań

Według podziału na regiony fizycznogeograficzne dokumentowany teren położony jest (według Kondracki, Rychling) w obrębie Wysoczyzny Wysokomazowieckiej (843.55) i Wysoczyzny Drohiczyńskiej (843.58) w obrębie Niziny Północnopodlaskiej (843).

Powierzchnia wysoczyzny falistej układa się na dokumentowanym obszarze w przedziale rzędnych 123,0 – 176,5 m n.p.m. Powierzchnia dokumentowanego terenu stopniowo podnosi się w kierunku od Ciechanowca do Siemiatycz. Powierzchnia terenu została ukształtowana w wyniku sukcesywnego zaniku martwej pokrywy lodowcowej z okresu zlodowacenia Warty. Zachodzące w warunkach zimnego klimatu procesy denudacyjne doprowadziły do powstania stosunkowo szerokich dolin o łagodnie nachylonych zboczach.

## **4.2 Charakterystyka użytkowania terenu**

Obszar badań jest mało zróżnicowany pod względem zagospodarowania. Praktycznie cały dokumentowany odcinek drogi przebiega przez grunty orne, łąki i częściowo nieużytki. Wyjątkiem są miejsca, gdzie przecina niewielkie obszary leśne, porośnięte głównie sosną. Zlokalizowane są one w km: 24+500 – 25+000, 29+250 – 30+600, 33+000 – 33+500, 35+500 – 36+200. Obszary zabudowane występują jedynie lokalnie i na krótkim odcinku.

## **4.3 Hydrografia**

Teren przez który przebiega droga w północnej części położony jest w obrębie zlewni rzeki Pełchówka i jej prawobrzeżnych dopływów. Rzeka płynąc ze wschodu na zachód silnie meandruje. Przecina drogę w km 37+537 (wg istniejącego km). Pełchówka jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Nurzec. Południowa część terenu leży w obrębie zlewni rzeki Kamianka, która jest prawobrzeżnym dopływem Bugu.

## **4.4 Budowa geologiczna**

Podłoże gruntowe na dokumentowanym terenie, w strefie głębokości rozpoznanej wykonanymi wierceniami (sondowaniami penetracyjnymi), budują osady czwartorzędowe (plejstocen, holocen).

### **PLEJSTOCEN**

#### **Złodowacenie środkowopolskie – złodowacenie Warty – stadiał dolny**

Dominujące znaczenie na dokumentowanym terenie mają gliny zwałowe złodowacenia Warty. Starszych osadów nie nawiercono wykonanymi otworami. Zaliczono do tego okresu gliny zwałowe nawiercone w profilach głębszych otworów pod obiekty inżynierskie (mosty) oraz miejscami w profilach wierceń wykonanych wzdłuż trasy drogi. Są to grunty wykształcone głównie jako piaski gliniaste i gliny piaszczyste, lokalnie gliny, gliny pylaste i gliny pylaste zwięzłe. Gliny zwałowe tworzą ciągłą warstwę. Miąższość tej warstwy dochodzi do 20,0 m. W obrębie glin zwałowych występują piaszczyste przewarstwienia i soczewki niewielkiej miąższości. Są to głównie piaski drobne i średnie lokalnie pospółki.

## **Interglacjał Eemski**

Do tego okresu zaliczono jeziorne osady organiczne wykształcone w postaci namulów i torfów występujące w obrębie pradoliny w km 43+650 – 44+075. Miąższość osadów organicznych wynosi od 4,7 do 12,0 m.

Pokryte są one warstwą osadów rzecznych: piasków facji korytovej i glin napływowych facji zalewowej o miąższości do 2,0-3,0 m.

## **Złodowacenie północnopolskie – złodowacenie Wisły**

Przypowierzchniowo, najczęściej na stropie glin zwałowych zalegają piaski wodnolodowcowe i rzeczne (tworzą miejscami niewielkie pokrywy na glinach zwałowych). Są to głównie piaski drobne podrzędnie średnie. Miąższość ich wynosi do 2,0 m.

## **HOLOCEN**

Do holocenu zaliczono osady organiczne wykształcone jako torfy, namuły gliniaste i piaszczyste oraz piaszczyste i spoiste osady rzeczne.

Grunty rodzime na całym rozpatrywanym odcinku trasy w pasie istniejącej drogi pokryte są warstwą nasypów o zróżnicowanym składzie (w przewadze piaszczystych) o miąższości dochodzącej do 2,4 m.

### **4.5 Warunki hydrogeologiczne**

W aspekcie wpływu wód podziemnych na projektowaną inwestycję na etapie jej realizacji i późniejszej eksploatacji istotne są jedynie wody podziemne pierwszego od powierzchni terenu poziomu w utworach czwartorzędowych (wody gruntowe) tj. występujące w zakresie głębokości wykonanych wierceń. Wody gruntowe na badanym terenie związane są z warstwami utworów piaszczystych występującymi nad stropem glin zwałowych lub z piaszczystymi przewarstwieniami wśród glin. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z charakterem swobodnym zwierciadła wody, w drugim z napiętym. Gdy wody gruntowe związane są z miąższą warstwą piasków wahania zwierciadła powinny wynosić poniżej kilkudziesięciu centymetrów w ciągu roku. Zwierciadło wód związanych jedynie z piaszczystymi przewarstwieniami wśród glin może wykazywać wahania nawet ponad 2,0 m w ciągu roku. Lokalnie wody gruntowe w okresach suchym mogą ulegać całkowitemu zanikowi a w okresach obfitych opadów pojawiać się w miejscach gdzie nie stwierdzono jej w trakcie niniejszych badań. Stan wód gruntowych z uwagi na porę roku w której



wykonywane były wiercenia (wczesna wiosna) należy uznać za zbliżony do wysokiego w rocznym cyklu wahań ich zwierciadła.

Wodnolodowcowe i rzeczne piaski budujące omawiane warstwy wodonośne charakteryzują się zmienną granulacją od piasków pylastych po żwiry a co za tym idzie zróżnicowanymi parametrami filtracyjnymi. Wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych obliczone na podstawie krzywych uziarnienia przedstawiają się następująco:

- piaski pylaste	$k_{sr} = 3,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
- piaski drobne	$k_{sr} = 2,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
- piaski średnie i grube	$k_{sr} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
- pospółki	$k_{sr} = 7,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Analizując warunki hydrogeologiczne na badanym odcinku trasy drogi wydzielono na podstawie wykształcenia lito-facjalnego warstwy wodonośnej, oraz charakteru i głębokości występowania zwierciadła wody odcinki o podobnej charakterystyce.

#### **km 22+700 – 23+950**

Poziom wód gruntowych w strefie głębokości wykonanych wierceń związany jest generalnie z utworami piaszczystymi występującymi w obniżeniach stropu osadów spoistych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 2,8 m poniżej nawierzchni drogi.

#### **km 23+950 – 24+450**

Na tym odcinku zaobserwowano jedynie sączenie do otworów z piaszczystych przewarstwień wśród wśród glin zwałowych.

#### **km 24+450 – 24+850**

Poziom wód gruntowych w strefie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,3 do poniżej 3,0 m p.p.t.

#### **km 24+850 – 27+100**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród wśród glin zwałowych oraz sporadycznie występują jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 1,2-3,7 m p.p.t.

#### **km 27+100 – 28+000**

Do głębokości 3,0 m p.p.t. nie zaobserwowano występowania wód gruntowych.

#### **km 28+000 – 29+050**

Poziom wód gruntowych w strefie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 2,2 m p.p.t.

#### **km 29+050 – 30+050**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych lub jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 0,9-2,9 m p.p.t.

#### **km 30+050 – 31+200**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i lub napięty stabilizowało się na głębokości od 1,3 do 2,3 m p.p.t.

#### **km 31+200 – 37+350**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych oraz jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 1,0-2,3 m p.p.t.

#### **km 37+350 – 37+550**

Odcinek znajduje się w dolinie rzeki Pełchówki. Wody gruntowe związane są w utworami piaszczystymi. Zwierciadło ma charakter napięty warstwą gruntów organicznych lub swobodny i stabilizowało się na głębokości 0,7-1,2 m p.p.t.

#### **km 37+550 – 42+100**

Poziom wód gruntowych na tym odcinku związany jest z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych. Zwierciadło ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości 1,5-3,2 m p.p.t.

#### **km 42+400 – 44+250**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do 2,2 m poniżej nawierzchni drogi.

#### **km 44+250 – 46+300**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych i sporadycznie występują jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 1,2-2,4 m p.p.t.

#### **km 46+300 – 46+550**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,4 do 1,7 m poniżej nawierzchni drogi.

#### **km 46+550 – 46+900**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych. Zwierciadło ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości 1,4 m p.p.t.

#### **km 46+900 – 48+200**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest głównie z utworami piaszczystymi wypełniającymi zagłębienia stropu glin. Podrzednie wody gruntowe związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,5 do 2,5 m poniżej powierzchni drogi.

#### **km 48+200 – 48+950**

Poziom wód gruntowych na tym odcinku związany jest z piaszczystymi przewarstwieniami wśród glin zwałowych. Zwierciadło wody nawiercone z wykonanych obecnie otworach ma charakter napięty i stabilizuje się na głębokości od 2,5 do poniżej 3,0 m p.p.t.

#### **km 48+950 – 49+750**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do poniżej 3,0 m p.p.t.

#### **km 49+750 – 52+150**

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych i sporadycznie występują jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 1,1-2,9 m p.p.t.

#### **km 52+150 – 52+400**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 2,2 m p.p.t.

#### **km 52+400 – 53+150**

Na odcinku tym w trakcie wierceń zaobserwowano jedynie lokalnie sączenie do otworu na poziomie stropu osadów spoistych.

#### **km 53+150 – 53+350**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,9-2,0 m p.p.t.

#### **km 53+350 – 55+250**

Na tym odcinku w trakcie wierceń do gł. 3,0 m p.p.t. zaobserwowano jedynie sączenia wód do otworów.

#### **km 55+250 – 55+500**

Poziom wód gruntowych w zakresie głębokości wykonanych wierceń związany jest z utworami piaszczystymi. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,5-2,4 m p.p.t.

Wody gruntowe na tym odcinku występują jedynie lokalnie i związane są z piaszczystymi przewarstwieniami i spiaszczeniami wśród glin zwałowych i sporadycznie występują jako wody zawieszone nad stropem glin. Zwierciadło ma charakter swobodny bądź napięty i stabilizowało się na głębokości 1,5-2,7 m p.p.t.

## **5 Opis i ocena warunków geologiczno-inżynierskich**

### **5.1 Schematyzacja i charakterystyka warstw geotechnicznych**

Charakterystyki geologiczno-inżynierskiej podłoża budowlanego dokonano w oparciu o wyniki wierceń, sondowania dynamiczne oraz w oparciu o badania laboratoryjne gruntów, wytyczne normy PN-81/B-03020 Grunty Budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli.

Przy oznaczeniu symboli warstw geotechnicznych kierowano się zaleceniami publikacji „Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych” - Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1998.

W rozpatrywanym podłożu budowlanym wydzielono sześć litologiczno-genetycznych zespołów gruntowych (zespołów warstw geotechnicznych) wyszczególnionych poniżej:

O – grunty organiczne

I – piaski drobne i pylaste

II – piaski średnie i grube

III – pospółki i żwiry

C - grunty spoiste niemorenowe, nieskonsolidowane (normalnie skonsolidowane)

B - grunty spoiste morenowe nieskonsolidowane, i niemorenowe skonsolidowane.

W niniejszej dokumentacji dokonano również podziału nasypu budowlanego budującego korpus drogi na warstwy geotechniczne dodając przed symbolem warstwy literę N.

W obrębie wydzielonych zespołów litologiczno-genetycznych dokonano podziału na poszczególne warstwy geotechniczne uwzględniając stan gruntu:

dla gruntów niespoistych

1 – luźny

2 – średnio zagęszczony

3 – zagęszczony

dla gruntów spoistych

2 – plastyczny

### 3 – twardoplastyczny

W wyżej opisany sposób w korpusie drogowym i podłożu gruntowym trasy drogi, która jest przedmiotem niniejszego opracowania, wydzielono 20 warstw geotechnicznych.

Opisową charakterystykę litologiczno-genetycznych zespołów gruntowych z podziałem na warstwy geotechniczne przedstawiono poniżej w tekście. Barwne oznaczenia i symbole wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich przedstawiono w objaśnieniach znaków i symboli (Zał. 4) a wartości ustalonych dla nich parametrów fizyko-mechanicznych zestawiono w tabeli właściwości fizyczno mechanicznych gruntów (Zał. 3).

### **N – nasyp budowlany**

W obrębie nasypów budujących korpus drogi wydzielono dwa główne rodzaje nasypów tj. nasyp zbudowany z gruntów niespoistych i nasyp zbudowany z gruntów spoistych. Nasyp piaszczysty podzielono też za względu na granulację piasku z którego jest zbudowany tj. na nasyp zbudowany z piasku drobnego lub pylastego i nasyp zbudowany z piasku średniego lub grubego. Grupy te podzielono w dalszej kolejności ze względu na stopień zagęszczenia. Ogólnie w obrębie nasypu wydzielono siedem warstw w tym sześć niespoistych i jedną zbudowaną z gruntów spoistych.

#### ***Warstwa NI1***

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków pylastych i piasków drobnych w stanie luźnym.

Ustalone dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia	$I_D = 0,28$
- gęstość objętościowa	$\rho = 1,70-1,85 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_U = 29,5^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_0 = 43,0 \text{ MPa}$

#### ***Warstwa NI2***

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków pylastych i piasków drobnych w stanie średnio zagęszczonym.

Ustalone dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia	$I_D = 0,47$
------------------------	--------------

- gęstość objętościowa  $\rho = 1,75-1,90 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 30,3^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 57,5 \text{ MPa}$

### **Warstwa NI3**

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków pylistych i piasków drobnych w stanie zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,72$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,85-2,00 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 31,5^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 87,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa NIII**

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków średnich i piasków grubych w stanie luźnym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,26$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,65-1,80 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 31,4^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 63,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa NII2**

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków średnich i piasków grubych w stanie średnio zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,45$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,85-2,00 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 32,8^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 90,5 \text{ MPa}$

### **Warstwa NII3**

Do warstwy tej zaliczono nasyp zbudowany z piasków średnich i piasków grubych w stanie zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| - stopień zagęszczenia                    | $I_D = 0,71$                     |
| - gęstość objętościowa                    | $\rho = 1,90-2,05 \text{ t/m}^3$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego                 | $\phi_U = 34,3^\circ$            |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_0 = 131,0 \text{ MPa}$        |

### **Warstwa NC2**

Do warstwy tej zaliczono grunty nasyp zbudowany piasków gliniastych i glin piaszczystych w stanie plastycznym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| - stopień plastyczności                   | $I_L = 0,40$                |
| - wilgotność naturalna                    | $w_n = 15,3 \%$             |
| - gęstość objętościowa                    | $\rho = 2,10 \text{ t/m}^3$ |
| - spójność                                | $c_U = 11,0 \text{ kPa}$    |
| - kąt tarcia wewnętrznego                 | $\phi_U = 11,6^\circ$       |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_0 = 18,5 \text{ MPa}$    |

## **O - Grunty organiczne**

Zespół gruntów organicznych obejmuje trzy rodzaje utworów a mianowicie:

- torfy,
- namuły gliniaste
- namuły piaszczyste.

### **Warstwa O1**

Do warstwy tej zaliczono grunty organiczne wykształcone w postaci torfów o różnym stopniu rozłożenia. Pod względem genetycznym zaliczono je do holocenijskich i plejstocenijskich osadów bagiennych.

Parametry wytrzymałościowe dla tej warstwy ustalono metodą C na podstawie praktycznych doświadczeń na innych podobnych terenach.



Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna  $w_n = 74,7 \%$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,1-1,3 \text{ t/m}^3$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 2 - 4 \text{ MPa}$
- wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $\tau_f (S_u) = 20-40 \text{ kPa}$

### **Warstwa O2**

Do warstwy tej zaliczono namuły gliniaste w stanie plastycznym. Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,40$
- wilgotność naturalna  $w_n = 26,9 \%$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,6-1,8 \text{ t/m}^3$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 5 - 10 \text{ MPa}$
- wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $\tau_f (S_u) = 30-60 \text{ kPa}$

### **Warstwa O3**

Do warstwy tej zaliczono namuły gliniaste w stanie twardoplastycznym. Parametry wytrzymałościowe dla tej warstwy ustalono metodą C na podstawie praktycznych doświadczeń na innych podobnych terenach. Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,24$
- wilgotność naturalna  $w_n = 55,9 \%$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,4 - 1,6 \text{ t/m}^3$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 4 - 8 \text{ MPa}$
- wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $\tau_f (S_u) = 50 - 70 \text{ kPa}$

### **Warstwa O4**

Do warstwy tej zaliczono namuły piaszczyste w stanie luźnym i średniozagęszczonym. Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,3 - 0,4$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,5 - 1,6 \text{ t/m}^3$

- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 6 - 8 \text{ MPa}$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 26 - 27^\circ$

## **C - Osady mułkowe**

Kompleks osadów mułkowych genetycznie stanowią utwory zastoiskowe natomiast pod względem geotechnicznym jest to zespół normalnie skonsolidowanych gruntów spoistych tj: zespół C - grunty mało i średnio spoiste. W obrębie tego zespołu kierując się stanem gruntów wydzielono tylko jedną warstwę. Parametry dla tych gruntów ustalono metodą B, przyjmując za parametr wiodący stopień plastyczności określony na podstawie badań laboratoryjnych.

### **Warstwa C2**

Do warstwy tej zaliczono grunty mineralne wykształcone w postaci piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin, glin pylastych, pyłów w stanie plastycznym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień plastyczności  $I_L = 0,45$
- wilgotność naturalna  $w_n = 22,4 \%$
- gęstość objętościowa  $\rho = 2,10 \text{ t/m}^3$
- spójność  $c_U = 9,5 \text{ kPa}$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 10,8^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 17,0 \text{ MPa}$

## **I, II, III - Osady piaszczysto-żwirowe**

Kompleks holocenów i plejstocenów osadów piaszczysto-żwirowych pod względem genetycznym zaliczono do osadów wodnolodowcowych i rzecznych. Obejmuje on trzy zespoły gruntów niespoistych a mianowicie:

- I - piaski drobne i pylaste
- II - piaski średnie i grube
- III – pospółki i żwiry

Podziału powyższych zespołów gruntowych na poszczególne warstwy geologiczno-inżynierskie dokonano kierując się stanem zagęszczenia. Parametry dla tych gruntów ustalono metodą B, przyjmując za parametr wiodący stopień zagęszczenia określony na

podstawie sondowań: DPL. Wydzielono tutaj 6 warstw geologiczno-inżynierskich oznaczonych symbolami: I1, I2, I3, II2, II3, III3, które scharakteryzowano poniżej:

### **Warstwa I1**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci piasków pylastych i piasków drobnych w stanie luźnym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,29$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,70-1,85 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 29,5^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 43,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa I2**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci piasków pylastych i piasków drobnych w stanie średnio zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,49$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,75-1,90 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 30,5^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 63,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa I3**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci piasków pylastych i piasków drobnych w stanie zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,73$
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,85-2,00 \text{ t/m}^3$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi_U = 31,8^\circ$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 95,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa II2**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci piasków średnich i piasków grubych w stanie średnio zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| - stopień zagęszczenia                    | $I_D = 0,48$                     |
| - gęstość objętościowa                    | $\rho = 1,85-2,00 \text{ t/m}^3$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego                 | $\phi_U = 33,1^\circ$            |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_0 = 98,0 \text{ MPa}$         |

### **Warstwa II3**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci piasków średnich i piasków grubych w stanie zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| - stopień zagęszczenia                    | $I_D = 0,71$                     |
| - gęstość objętościowa                    | $\rho = 1,90-2,05 \text{ t/m}^3$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego                 | $\phi_U = 34,3^\circ$            |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_0 = 131,0 \text{ MPa}$        |

### **Warstwa III3**

Do warstwy tej zaliczono grunty rodzime mineralne wykształcone w postaci pospółek i żwirów w stanie zagęszczonym.

Ustalono dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| - stopień zagęszczenia                    | $I_D = 0,73$                     |
| - gęstość objętościowa                    | $\rho = 2,00-2,10 \text{ t/m}^3$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego                 | $\phi_U = 40,1^\circ$            |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_0 = 196,0 \text{ MPa}$        |

## **B - Osady morenowe**

W ujęciu genetycznym są to osady lodowcowe i zastoiskowe natomiast pod względem geologiczno-inżynierskim są to morenowe grunty spoiste normalnie skonsolidowane oraz niemorenowe grunty spoiste przekonsolidowane

W obrębie tych zespołów kierując się stanem gruntów wydzielono dwie warstwy geologiczno-inżynierskie. Parametry dla tych warstw ustalono metodą B, przyjmując za parametr wiodący stopień plastyczności określony na podstawie badań laboratoryjnych.

### **Warstwa B2**

Do warstwy tej zaliczono grunty mineralne wykształcone w postaci plastycznych piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin, pyłów piaszczystych, pyłów, glin, glin zwięzłych, glin pylastych i glin pylastych zwięzłych. Pod względem genetycznym zaliczono je do plejstocęńskich osadów lodowcowych i zastoiskowych. Pod względem stopnia geologicznej konsolidacji przypisano je do grupy „B”.

Ustalone dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień plastyczności	$I_L = 0,30$
- wilgotność naturalna	$w_n = 15,8 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,10 \text{ t/m}^3$
- spójność	$c_U = 28,0 \text{ kPa}$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_U = 16,3^\circ$
- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej	$M_0 = 29,0 \text{ MPa}$

### **Warstwa B3**

Do warstwy tej zaliczono grunty mineralne wykształcone w postaci twardoplastycznych piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin, pyłów piaszczystych, pyłów, glin, glin zwięzłych, glin pylastych i glin pylastych zwięzłych. Pod względem genetycznym zaliczono je do plejstocęńskich osadów lodowcowych i zastoiskowych. Pod względem stopnia geologicznej konsolidacji przypisano je do grupy „B”.

Ustalone dla tej warstwy wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiają się następująco:

- stopień plastyczności	$I_L = 0,06$
- wilgotność naturalna	$w_n = 13,7 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,15 \text{ t/m}^3$
- spójność	$c_U = 37,5 \text{ kPa}$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_U = 20,9^\circ$
- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej	$M_0 = 53,0 \text{ MPa}$

Przestrzenny układ wydzielonych w podłożu warstw zobrazowano na załączonych przekrojach geotechnicznych. Analiza tych przekrojów pozwala na ocenę warunków wodno-gruntowych panujących w podłożu drogi.

Oceny warunków wodno-gruntowych drogi dokonano pod kątem nośności podłoża gruntowego i zagrożeń jakie mogą wystąpić w związku z projektowaną inwestycją. Oparto ją o wyniki przeprowadzonych wierceń i badań geologicznych.

Na trasie dokumentowanej drogi w podłożu dominują grunty spoiste (zespół B). Lokalnie tylko występują grunty niespoiste (zespoły I, II, III).

W dolinie bezimiennego cieku tj. w km 43+650 - 44+100 stwierdzono w strefie głębokości do maksymalnie 15,5 m występowanie gruntów organicznych (zespół O). Z uwagi na miąższość warstwy gruntów organicznych możliwe jest tylko jej wzmocnienie.

Generalnie na trasie drogi w podłożu zdecydowanie przeważają grunty o korzystnych parametrach geotechnicznych w obrębie których realizacja inwestycji nie nastręczy istotnych trudności.

## **5.2 Charakterystyka warunków gruntowo-wodnych w podłożu drogi**

### **5.2.1 Klasyfikacja gruntów w podłożu**

W podłożu obiektów drogowych występują wszystkie wydzielone w opracowaniu warstwy geotechniczne.

Charakterystykę podłoża budowlanego projektowanej inwestycji przeprowadzono odcinkami o zbliżonych warunkach gruntowo-wodnych i zbliżonych warunkach posadowienia obiektów drogowych. Zamieszczono ją poniżej w formie tabelarycznej (tabela 2). W tabeli przedstawiono wnioski wynikające z oceny warunków wodno-gruntowych i zalecenia odnośnie sposobu posadowienia obiektów drogowych oraz sposobów ewentualnego wzmocnienia podłoża gruntowego pod nasypami drogowymi.

Dokonując oceny podłoża nawierzchni drogowej, przeanalizowano wyniki badań parametrów geotechnicznych decydujących o przydatności gruntów do budowy dróg. Wyniki tych badań zamieszczono w tabeli wyników badań laboratoryjnych (Załącznik 8). Ich średnie wartości oraz przedziały zmienności dla poszczególnych rodzajów gruntów przedstawiono niżej w tabeli 1.

**Tabela 1. Parametry do oceny podłoża nawierzchni drogowej**

<b>Typ gruntów</b>	<b>Wskaźnik piaskowy [-]</b>	<b>Kapilarność bierna [m]</b>	<b>Wysadzinowość</b>	<b>Wilgotność naturalna [%]</b>	<b>współczynnik filtracji [m/s]</b>
<b>Nasyp budowlany (piasek średni)</b>	<b>19,0</b> 16,0÷22,0	<b>0,45</b>	<b>Grunty niewysadzinowe</b>	-	<b><math>4,9 \cdot 10^{-5}</math></b>
<b>Nasyp budowlany (piasek drobny)</b>	<b>21,0</b> 16,0÷21,0	<b>0,68</b>	<b>Grunty niewysadzinowe</b>	-	<b><math>3,2 \cdot 10^{-5}</math></b>
<b>Pospólki</b>	<b>25,0</b>	<b>0,40</b>	<b>Grunty niewysadzinowe</b>	-	<b><math>7,0 \cdot 10^{-5}</math></b>
<b>Piaski średnie i grube</b>	<b>18,0</b> 17,0÷19,0	<b>0,59</b>	<b>Grunty niewysadzinowe</b>	-	<b><math>1,3 \cdot 10^{-4}</math></b>
<b>Piaski drobne</b>	<b>19,0</b> 16,0÷24,0	<b>0,67</b>	<b>Grunty niewysadzinowe</b>	-	<b><math>2,8 \cdot 10^{-5}</math></b>
<b>Piaski pylaste</b>	<b>7,0</b> 2,0÷10,0	<b>1,36</b>	<b>Grunty wysadzinowe</b>	-	<b><math>3,6 \cdot 10^{-6}</math></b>
<b>Piaski gliniaste i gliny piaszczyste</b>	<b>9,0</b> 2,0÷12,0	<b>&gt;1,0</b>	<b>Grunty bardzo wysadzinowe</b>	<b>13,0</b> 9,0÷18,0	<b><math>8,0 \cdot 10^{-8}</math></b>

## 5.2.2 Ocena warunków gruntowo-wodnych w podłożu drogi

Tabela 2

Odcinek drogi km	Opis warunków gruntowo-wodnych	Wnioski i zalecenia
22+700 23+350	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5-1,6 m. Poniżej zalegają plastyczne i twardoplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 2,3 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
23+350 23+600	Podłoże budują plastyczne i twardoplastyczne, spoiste, grunty morenowe. Wód gruntowych do głębokości 3,0 m p.p.t. nie zaobserwowano.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i dostateczne.
23+600 23+825	Podłoże poniżej nasypu budują piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5-1,3 m. Poniżej zalegają plastyczne i twardoplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do 1,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
23+825 24+400	Podłoże budują plastyczne i twardoplastyczne morenowe grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 2,8 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i dostateczne.
24+400 24+850	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości od 0,5 do powyżej 2,2 m. Poniżej zalegają plastyczne i twardoplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,3 do 1,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
24+850 26+475	Podłoże budują plastyczne i twardoplastyczne gliny zwałowe. Wody gruntowe występują tu tylko lokalnie jako poziom zawieszony na stropie glin. Swobodne zwierciadło wód w tych miejscach stabilizowało się na głębokości 1,2-1,3 m p.p.t.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i dostateczne.



<b>26+475 26+650</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5-3,0 m. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 3,7 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>26+650 27+000</b>	Podłoże budują plastyczne i twaroplastyczne morenowe grunty spoiste. Wód gruntowych do głębokości 3,0 m p.p.t. nie zaobserwowano.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i dostateczne.
<b>27+000 27+450</b>	Podłoże poniżej nasypu budują generalnie piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości 1,0-2,0 m. Lokalnie warstwa ta nie występuje. Poniżej zalegają plastyczne i twaroplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 2,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> lokalnie <b>G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i dostateczne.
<b>27+450 27+575</b>	Podłoże poniżej nasypu w rejonie otworu P4 budują namuły piaszczyste i gliniaste o miąższości 1,2 m. Poniżej zalegają plastyczne i twaroplastyczne morenowe grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Zaleca się wymianę gruntów organicznych lub wzmocnienie podstawy korpusu drogi przy użyciu geosyntetyków. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.
<b>27+575 28+000</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5-1,7 m. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 0,9 do 1,5 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>28+000 28+225</b>	Podłoże budują plastyczne i twaroplastyczne morenowe grunty spoiste. Wód gruntowych do głębokości 3,0 m p.p.t. nie zaobserwowano.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>28+225 29+150</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 2,2 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>29+150 29+425</b>	Podłoże budują morenowe grunty spoiste w stanie plastycznym. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,8 do 2,9 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.

<b>29+425</b> <b>29+625</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5-1,1 m. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,5 do 1,6 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>29+625</b> <b>30+050</b>	Podłoże budują morenowe grunty spoiste w stanie plastycznym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 0,9 do 1,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>30+050</b> <b>30+525</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5 do ponad 2,0 m. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,3 do 2,3 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>30+525</b> <b>30+850</b>	Podłoże budują morenowe grunty spoiste w stanie plastycznym. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,4 do 1,6 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>30+850</b> <b>31+200</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5 do ponad 2,0 m. Poniżej zalegają plastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 1,4 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>31+200</b> <b>31+550</b>	Podłoże budują plastyczne głębiej twar doplastyczne morenowe grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości 2,3 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>31+550</b> <b>31+700</b>	Podłoże poniżej nasypu budują namuły gliniaste o miąższości 0,7 m. Poniżej zalegają plastyczne i twar doplastyczne morenowe grunty spoiste przewarstwiane średnio zagęszczonymi piaskami. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości od 2,1 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> . Zaleca się wymianę gruntów organicznych lub wzmocnienie podstawy korpusu drogi poprzez zastosowanie geosyntetyków. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.
<b>31+700</b> <b>37+425</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twar doplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Lokalnie zagłębienia stropu glin wypełniają piaski drobne. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,0 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> , lokalnie w rejonie wstępowania piasków <b>G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne, lokalnie dobre.

<b>37+425</b> <b>37+550</b>	<p>Odcinek przebiega przez dolinę rzeki Pełchówka.</p> <p>Przypowierzchniowo występuje tu warstwa namulów o miąższości 1,0-1,4 m. Poniżej zalegają średnio zagęszczone piaski drobne lub plastyczne, morenowe, grunty spoiste. Głębsze partie podłoża budują twardoplastyczne gliny zwałowe.</p> <p>Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości 0,7-0,8 m p.p.t.</p>	<p>Zalecane wybranie powierzchniowo zalegającej warstwy gruntów organicznych. Pod gruntami organicznymi podłoże jest nośne.</p> <p>Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.</p>
<b>37+550</b> <b>42+100</b>	<p>Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,5 do 3,2 m poniżej powierzchni drogi.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b>, Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.</p>
<b>42+100</b> <b>42+325</b>	<p>Podłoże na tym odcinku budują piaski drobne i średnie w stanie średnio zagęszczonym. Głębiej w rejonie otworu 147 występują torfy i namuły gliniaste o miąższości 3,0 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,2 m p.p.t.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b>. Zaleca się wzmocnienie gruntów organicznych pod korpusem drogowym. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.</p>
<b>42+325</b> <b>42+725</b>	<p>Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,7 do poniżej 3,0 m p.p.t.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b>, Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.</p>
<b>42+725</b> <b>42+925</b>	<p>Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym miąższości 0,5 do 1,8 m. Poniżej zalegają plastyczne i twardoplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do 2,2 m poniżej powierzchni drogi.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b>. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.</p>
<b>42+925</b> <b>43+400</b>	<p>Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do poniżej 3,0 m p.p.t.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b>, Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.</p>
<b>43+400</b> <b>43+650</b>	<p>Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do 1,3 m poniżej powierzchni drogi.</p>	<p>Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b>. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.</p>

<b>43+650</b> <b>44+075</b>	Podłoże przypowierzchniowo budują średnio zagęszczone piaski i plastyczne grunty spoiste o miąższości 3,0-4,0. Poniżej zalega warstwa gruntów organicznych o miąższości do 12,0 m. Są to twardoplastyczne namuły gliniaste bądź skomprimowane torfy. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,1 do 1,8 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G4</b> na początku odcinka i <b>G2</b> na jego końcu. Zaleca się wzmocnienie podstawy korpusu drogi np. poprzez wykonanie „materaca” z grubego kruszywa owiniętego geosyntetykiem. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.
<b>44+075</b> <b>44+275</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,2-2,3 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>44+275</b> <b>46+300</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>46+300</b> <b>46+575</b>	Bezpośrednio pod nasypem występuje warstwa namułu gliniastego (prawdopodobnie nie usunięta warstwa gleby). Podłoże poniżej budują piaski pylaste w stanie średnio zagęszczonym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,4-1,7 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G2</b> . Zalecane wybranie powierzchniowo zalegającej warstwy gruntów organicznych. Pod gruntami organicznymi podłoże jest nośne. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.
<b>46+575</b> <b>46+900</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,4 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>46+900</b> <b>47+300</b>	Podłoże poniżej nasypu budują piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,8-2,1 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1 i G2</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre.
<b>47+300</b> <b>47+975</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Lokalnie zagęszczone piaski drobne. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,6 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> lokalnie <b>G2</b> Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne i dobre.

<b>47+975</b> <b>48+125</b>	Bezpośrednio pod nasypem występuje warstwa namułu gliniastego o miąższości 3,9 m. Podłoże poniżej budują twardoplastyczne grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości 1,6 m poniżej powierzchni drogi.	Grunty pod konstrukcją nawierzchni słabonośne. Zalecane wybranie powierzchniowo zalegającej warstwy gruntów organicznych lub ich wzmocnienie. Pod gruntami organicznymi podłoże jest nośne. Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako złe.
<b>48+125</b> <b>48+975</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,6 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne.
<b>48+975</b> <b>49+750</b>	Podłoże poniżej nasypu budują grunty niespoiste w stanie zagęszczonym i średnio zagęszczonym. Zwierciadło wody gruntowej ma charakter swobodny i stabilizowało się na głębokości od 1,2 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dobre i bardzo dobre.
<b>49+750</b> <b>57+781</b>	Podłoże budują generalnie plastyczne i twardoplastyczne, morenowe, grunty spoiste. Lokalnie zagłębienia stropu glin zwałowych wypełniają średnio zagęzczone piaski drobne i średnie. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizowało się na głębokości od 1,6 do poniżej 3,0 m poniżej powierzchni drogi.	Grupę nośności pod konstrukcją nawierzchni na tym odcinku ustalono jako <b>G3 i G4</b> lokalnie <b>G2 i G1</b> . Warunki budowy ze względu na środowisko geologiczne oceniono jako dostateczne i dobre.

### 5.2.3 Ocena nasypu budującego korpus drogi

Istniejący korpus drogowy zbudowany jest głównie z piasku drobnego w stanie średnio zagęszczonym. Górną warstwę nasypu miąższości 0,2-0,3m uformowano lokalnie z lepszego materiału tj. piasku średniego z dodatkiem kamieni którego stan jest zagęszczony lub średnio zagęszczony. Generalnie stan zagęszczenia nasypu na całym badanym odcinku drogi nie odpowiada wymaganiom stawianym budowli drogowej tej klasy. Miejscami nasyp zawiera domieszki humusu i gliny co jeszcze pogarsza jego parametry (są to grunty wątpliwe pod względem wysadzinowości). Na niektórych odcinkach nasyp drogowy zbudowany jest z gruntów spoistych głównie piasków gliniastych, które są gruntami bardzo wysadzinowymi. Miąższość nasypu na ogół wynosi 0,5-1,0 m, jedynie w miejscach przecięcia drogi z ciekami wzrasta maksymalnie do 3,0 m.

#### 5.2.4 Charakterystyka konstrukcji nawierzchni

W ramach prac polowych dokonano 35 przewiertów w istniejącej nawierzchni drogi. Ogólne wyniki przewiertów przedstawiono poniżej w tabeli. Szczegółowe wyniki zawarte są w kartach przewiertów rdzeniowych (Zał. 7).

Nr otworu	Grubość warstwy mineralno-bitumicznej [cm]	Rodzaj podbudowy (miąższość)
1	8	piasek stabilizowany cementem (18 cm) bruk granitowy (18 cm)
2	8	piasek stabilizowany cementem (18 cm)
3	13	bruk granitowy (17 cm)
4	7	kruszywo łamane (16 cm)
5	16	piasek stabilizowany cementem (10 cm)
6	8	kruszywo łamane (2 cm) piasek stabilizowany cementem (10 cm) bruk granitowy (14 cm)
7	10	kruszywo granitowe (3 cm) bruk granitowy (13 cm)
8	7	kruszywo granitowe (7 cm) bruk granitowy (18 cm)
9	8	piasek drobny z kamieniami (22 cm)
10	4	kruszywo granitowe (11 cm) piasek stabilizowany cementem (9 cm) bruk granitowy (15 cm)
11	10	piasek drobny z kamieniami (9 cm) bruk granitowy (15 cm)
12	6	kruszywo granitowe (5 cm) bruk granitowy (13 cm)
13	8	kruszywo granitowe (7 cm) bruk granitowy (15 cm)
14	9	piasek średni z kamieniami (14 cm) bruk granitowy (17 cm)
15	6	kruszywo łamane (11 cm) bruk granitowy (20 cm)
16	13	kruszywo granitowe (11 cm) bruk granitowy (16 cm)
17	10	bruk granitowy (20 cm) kruszywo granitowe (6 cm)
18	12	piasek drobny (3cm) bruk granitowy (12 cm)
19	12	bruk granitowy (18 cm)
20	11	bruk granitowy (17 cm)
21	7	kruszywo granitowe (7 cm) bruk granitowy (11 cm)
22	12	kruszywo granitowe (6 cm) bruk granitowy (13 cm)
23	12	kruszywo granitowe (4 cm)

		bruk granitowy (14 cm) kruszywo granitowe (4 cm)
24	9	kruszywo granitowe (3 cm) bruk granitowy (14 cm)
25	8	kruszywo granitowe (2 cm) bruk granitowy (15 cm)
26	15	kruszywo granitowe (4 cm) bruk granitowy (18 cm)
27	19	bruk granitowy (18 cm)
28	8	bruk granitowy (14 cm)
29	10	bruk granitowy (14 cm)
30	10	bruk granitowy (20 cm)
31	9	bruk granitowy (19 cm)
32	16	bruk granitowy (17 cm)
33	12	bruk granitowy (14 cm)
34	13	bruk granitowy (15 cm)
35	12	bruk granitowy (20 cm)

## 6 Podsumowanie i wnioski

- a) Niniejszą dokumentację geotechniczną dla ustalenia warunków wodno-gruntowych do projektu rozbudowy drogi wojewódzkiej nr 690 na odcinku Ciechanowic-Siemiatycze wykonano na zlecenie na zlecenie biura projektowego „Transprojekt Gdański” Sp. z o.o., z siedzibą przy ulicy ul. Partyzantów 72A w Gdańsku.
- b) Projektowaną inwestycję liniową zaliczono do **I kategorii geotechnicznej**.
- c) Na podstawie kryteriów Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. (Dz. U. poz. 463) w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*, podłoże terenu badań charakteryzuje się **prostymi i złożonymi warunkami gruntowymi**. Złożone warunki gruntowe związane są generalnie z występowaniem słabych gruntów organicznych. Złożone warunki gruntowe występują na odcinkach drogi w km 27+450-27+575, 31+550-31+700, 37+450-37+550, 42+150-42+325, 43+650-44+075, 46+300-46+575, 47+975-48+125.
- d) Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podłoże projektowanej drogi charakteryzuje się występowaniem gruntów zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym, o zmiennej miąższości i parametrach geotechnicznych. Występują tutaj głównie grunty: mało spoiste (piaski gliniaste), średnio spoiste (gliny piaszczyste) i grunty niespoiste związane z akumulacją wodnolodowcową.

- e) Grunty organiczne reprezentowane przez torfy i namuły charakteryzujące się dużą ściśliwością i niską wytrzymałością na ścinanie. Występują one przypowierzchniowo w dolinach rzecznych i osiągają miąższość maksymalnie 12,0 m. Grunty te w przypadku małych miąższości i płytkiego występowania tej warstwy powinny być usunięte spod nasypów. W przypadku gdy usunięcie gruntów organicznych ze względów technologicznych i ekonomicznych jest niemożliwe podstawę wykonywanych nasypów nad tymi gruntami należy wzmocnić np. za pomocą geosyntetyków.
- f) Utwory niespoiste wykształcone są w postaci różnoziarnistych piasków od piasków pylistych po żwiry, charakteryzują się dobrą nośnością i nadają się bez zastrzeżeń do posadowienia korpusu drogi.
- g) Grupę nośności podłoża dla projektu drogowego określono na podstawie „Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Grupy nośności podłoża podano na przekroju podłużnym wzdłuż trasy głównej. W podłożu przedmiotowego odcinka drogi znajdują się grunty zaliczone do grup nośności podłoża od G1 do G4 oraz grunty nienośne.
- h) Odcinki zlokalizowane w obrębie występowania gruntów spoistych, a więc gruntów słabo przepuszczalnych i wysadzinowych, (a wśród nich są to zazwyczaj grunty bardzo wysadzinowe), zgodnie z podziałem zalecanym przez *Polską Normę PN-S-02205 Drogi samochodowe, Roboty ziemne, Wymagania i badania* - są to w przewodzie podłoża grupy nośności G4. Powyższe oznacza, że niezależnie od korzystnych warunków wodnych szczególnie starannie profilować należy spadek terenu po obu stronach jezdni drogi zapewniając odpływ do rowów wód pochodzenia atmosferycznego z korony drogi oraz wód podskórnych.
- i) W przypadku wykonywania wykopów w gruntach spoistych lub ich odsłaniania należy zwrócić szczególną uwagę na ich ochronę przed kontaktem z wodami opadowymi i podziemnymi. Mogą one doprowadzić do ich uplastycznienia, a tym samym do pogorszenia parametrów fizyko-mechanicznych gruntów.
- j) Zgodnie z *Instrukcją badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych* (GDDP - Warszawa 1998 r.) warunki budowy drogi ze względu na środowisko geologiczne określono na poszczególnych odcinkach od bardzo dobrych do złych. Szczegółowy podział na te odcinki przedstawiono w tabeli nr 2.



- k) Udokumentowany stan wód gruntowych jest zróżnicowany na poszczególnych odcinkach drogi. Poziom zwierciadła wody w aktualnie wykonanych badaniach w uwagi na okres wykonywania badań (wiosna) należy uznać za zbliżony do wysokiego w rocznym cyklu wahań ich zwierciadła. Średnią amplitudę wahań zwierciadła wody w pierwszym poziomie wodonośnym można oszacować na ok. 0,5 - 1,0 m, gdy poziom wody występuje w obrębie miększych piaszczystych warstw. Gdy poziom wodonośny związany jest z przewarstwieniami piaszczystymi wśród osadów spoistych wahania zwierciadła mogą przekraczać 2,0 m.
- l) Istniejącą nawierzchnię drogi należy w całości rozebrać, po czym z górnej warstwy nasypu drogowego należy usunąć partie gruntów wysadzinowych a następnie dogęścić istniejący nasyp do stanu wymaganego normatywami. Do budowy nasypu należy użyć gruntów niespoistych dowiezionych z zewnątrz spełniających wymagania określone w PN-S-02205 : 1998.

## 7 Spis norm, wytycznych i materiałów wykorzystanych w opracowaniu

- [1] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz Pobikry
- [2] Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych - Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1998;
- [3] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania warunków geotechnicznych posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. poz 463)
- [4] 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)

### Normy:

- PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów;
- PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie;
- PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych;
- PN-B-04452. Geotechnika. Badania polowe;
- PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu;

- PN-S-02205 : 1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- PN-B 02479 : 1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- PN-B 02481 : 1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-06050-1999 – Geotechnika. Roboty ziemne, wymagania ogólne.