

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	4
2. Kategoria geotechniczna	5
3. Inwestor i zleceniodawca	6
4. Charakterystyka projektowanej inwestycji.....	7
5. Charakterystyka terenu badań	14
5.1. Lokalizacja inwestycji i stan prawny dokumentowanego terenu.....	14
5.2. Położenie fizycznogeograficzne, geomorfologia, hydrografia.	16
5.3. Skrócony opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych.....	17
6. Zakres wykonanych prac badawczych	19
6.1. Wiercenia badawcze	19
6.2. Sondowania statyczne.....	19
6.3. Sondowania dynamiczne	20
6.4. Ścinania sondą obrotową VANE (FVT).....	20
6.5. Sondowania dylatometryczne DMT	20
6.6. Rodzaje i zakres pobieranych próbek	20
6.7. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych	20
7. Opis metodyki przeprowadzonych prac badawczych wraz z interpretacją	22
7.1. Wiercenia badawcze	22
7.2. Sondowania statyczne CPTu	22
7.3. Sondowania dynamiczne DPL/DPH i DPSH	25
7.4. Ścinania sondą obrotową VANE (FVT).....	26
7.5. Sondowanie dylatometryczne DMT	26
7.6. Pobieranie prób do badań laboratoryjnych	28
7.7. Badania laboratoryjne	29
8. Opis przyjętego modelu geotechnicznego oraz charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych	31
9. Charakterystyka geotechniczna podłoża gruntowego	37
9.1. Geotechniczne warunki posadowienia w obrębie korpusu drogowego	37
9.2. Geotechniczne warunki posadowienia obiektów inżynierskich	40
10. Wnioski i zalecenia geotechniczne.....	46
11. Spis wykorzystanych norm, opracowań oraz literatury.....	50

TOM I ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE - CZĘŚĆ DROGOWA

Mapa sytuacyjna w skali 1:20 000	[Zał. 1]
Mapy dokumentacyjne w skali 1:2 000	[Zał. 2]
Tabela parametrów geotechnicznych	[Zał. 3]
Objaśnienia znaków i symboli	[Zał. 4]
Przekrój geotechniczny podłużny dla trasy głównej S6 Zadanie 3 odc 1	[Zał. 5]
Przekroje poprzeczne dla trasy głównej S6 Zadanie 3 odcinek 1	[Zał. 6]
Przekroje podłużne dla dróg dojazdowych, technologicznych i węzłów	[Zał. 7]
Karty sondowań statycznych CPTu	[Zał. 8]
Karty sondowań udarowych typu DPL i DPH/DPSH	[Zał. 9]
Karty badań ścinania „in-situ” sondą VANE (FVT)	[Zał. 10]
Karty dokumentacyjne otworów wiertniczych	[Zał. 11]
Sondowania dylatometryczne DMT	[Zał. 12]

TOM II OBIEKTY INŻYNIERSKIE

Dla obiektów inżynierskich opracowano wyniki indywidualnie dla każdego mostu/wiaduktu/przepustu itp. i zestawiono po części drogowej.

Część opisowa:

1. Ogólna charakterystyka projektowanego obiektu inżynierskiego
2. Prace polowe
3. Charakterystyka podłoża gruntowego
4. Wnioski geotechniczne

Część graficzna:

Załączniki graficzne	nr Zał.:
Mapa dokumentacyjna w skali 1:500/1000	[Zał. 1]

Objaśnienia znaków i symboli	[Zał. 2]
Tabela parametrów geotechnicznych	[Zał. 3]
Przekroje geotechniczne	[Zał. 4]
Karty otworów wiertniczych	[Zał. 5]
Wykresy sondowań sondą typu CPTu / DPH / DPSH	[Zał. 6]
Archiwalne karty otworów wiertniczych	[Zał. 7]
Archiwalne karty sondowań statycznych/dynamicznych	[Zał. 8]

TOM III WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH (DROGI I OBIEKTY)

Zestawienie zbiorcze badań laboratoryjnych	[Zał. A]
Wyniki badań uziarnienia gruntów niespoistych	[Zał. B]
Zestawienie wartości współczynnika filtracji dla gruntów niespoistych	[Zał. C]
Zestawienie wartości współczynnika filtracji dla gruntów spoistych i organicznych	[Zał. D]
Wyniki badań ścisłości w edometrze dla gruntów organicznych	[Zał. E]
Wyniki badań ścisłości w edometrze dla gruntów spoistych	[Zał. F]
Wyniki badań bezpośredniego ścinania dla gruntów organicznych	[Zał. G]
Wyniki badań bezpośredniego ścinania dla gruntów spoistych	[Zał. H]
Wyniki badań wody podziemnej	[Zał. I]
Wyniki badań trójosiowego ściskania	[Zał. J]
Wyniki badań oznaczenia konsystencji	[Zał. K]

1. WSTĘP

Niniejszą dokumentację badań podłoża gruntowego wykonano dla przedsięwzięcia: „Budowa drogi ekspresowej S6 Słupsk-Gdańsk na odcinku Bożepole Wielkie – Początek Obwodnicy Trójmiasta. Zadanie 3 węzeł Szemud (bez węzła) – węzeł Wielki Kack (z węzłem) Odcinek 1.

Opracowanie wykonano na podstawie wyników badań geologicznych zawartych w pierwotnej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej określającej warunki geologiczno-inżynierskie dla przedsięwzięcia „Koncepcja programowa budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z Obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta” Zadanie 4: węzeł Szemud (bez węzła) – węzeł Gdynia Wielki Kack (z węzłem); powiat wejherowski, gminy: Szemud; powiat kartuski, gmina: Żukowo; powiat: miasto Gdynia, gmina: Gdynia, woj. pomorskie. INGEO Sp. z o.o. opracowanej w lipcu 2016 r oraz na podstawie uzupełniających badań geotechnicznych wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania.

Zakres oraz rodzaj uzupełniających prac geotechnicznych został ustalony przez Zleceniodawcę tj. Biuro Projektów Transprojekt Gdański Sp. z o.o., Generalnego Wykonawcę tj. Polaqua Sp. z o.o. i Inwestora – Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Gdańsku i jest wystarczający dla celu jakiemu ma służyć.

Wszystkie badania zaprojektowano i wykonano z uwzględnieniem projektowanej niwelety trasy, która na całym odcinku przebiega zarówno powyżej istniejących rzędnych terenu jak i w wykopach. Dodatkowo poziom niwelety trasy głównej względem rzędnej terenu został przedstawiony na podłużnych przekrojach geotechnicznych [Zał. 5]. Lokalizacja badań pod podpory obiektów także została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami Inwestora.

Formalno-prawne podstawy sporządzenia dokumentacji:

[1] Umowa zawarta pomiędzy Zleceniodawcą tj. Biurem Projektowym Transprojekt Gdański Sp. z o.o. oraz INGEO Sp. z o. o. na wykonanie robót geologicznych;

[2] Dokumentacja geologiczno-inżynierska określająca warunki geologiczno-inżynierskie dla przedsięwzięcia: „Koncepcja programowa budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork

(wraz z Obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta”; powiat lęborski, gminy: miasto Lębork, Nowa Wieś Lęborska; powiat wejherowski, gminy: Łęczyce, Luzino i Szemud; powiat kartuski, gmina Żukowo; powiat grodzki Gdynia, gmina Gdynia; woj. pomorskie. INGEO Sp. z o.o. Gdynia, lipiec 2016 r. ver. 01.

[3] Dokumentacja Hydrogeologiczna dla projektowanej drogi ekspresowej S6 odc. Lębork – Obwodnica Trójmiasta w woj. pomorskim opracowana dla etapu koncepcji programowej, wykonana przez INGEO sp. z o.o. Gdynia, lipiec 2016 r. ver 01.

[4] Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia nr RDOŚ-Gd-WOO.4200.3.153.2011.AJA.ES z dnia 30.05.2014r wydana przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Gdańsku dla przedsięwzięcia polegającego na „Budowie drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta wraz z przebudową linii wysokiego napięcia w przebiegu wyznaczonym korytarzem WARIANTU II-A2”

[5] Decyzja nr DOOŚ-OAII.4200.38.2014.JSz.17 z dnia 04.01.2016r. Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska zmieniającą decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia nr RDOŚ-Gd-WOO.4200.3.153.2011.AJA.ES wydaną przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Gdańsku z dnia 30.05.2014r. dla przedsięwzięcia polegającego na „Budowie drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta wraz z przebudową linii wysokiego napięcia w przebiegu wyznaczonym korytarzem WARIANTU II-A2”.

[6] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (tekst jednolity Dz.U. 2012r. poz.463);

2. KATEGORIA GEOTECHNICZNA

Kategoria geotechniczna została ustalona w opinii geotechnicznej [31] opracowanej na podstawie Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. „w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania

obiektów budowlanych” (Dz. U. 2012 Nr 0, poz. 463). Ze względu na zapisy w/w rozporządzenia dotyczącego inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko projektowaną drogę i obiekty inżynierskie zaliczono do **III kategorii geotechnicznej**.

W oparciu o uzupełniające badania geotechniczne ustalono warunki gruntowe dla poszczególnych fragmentów trasy zasadniczej Zadania 3 odcinek 1.

Tabela 1 Warunki gruntowo-wodne na projektowanej trasie S6 – zadanie 3 odcinek 1

Zadanie	Odcinek S6 [km]	Charakterystyka terenu w trasie przebiegu drogi głównej	Przyjęte warunki gruntowo-wodne	Stwierdzone warunki gruntowo-wodne
ZADANIE 3 odc 1 km: 0+000,00÷13+648.92	0+000,00÷2+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone
	2+000,00÷3+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Proste
	3+000,00÷6+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone
	6+000,00÷8+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone
	8+000,00÷10+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone
	10+000,00÷12+000,00	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone
	12+000,00÷13+648.92	Wysoczyzna lodowcowa	Proste/Złożone	Złożone

3. INWESTOR I ZLECENIODAWCA

Inwestorem jest Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział Gdańsk, z siedzibą przy ul. Subisława 5, 80-354 Gdańsk.

Zlecającym jest biuro projektowe Transprojekt Gdański Sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Zabytkowej 2, 80-253 Gdańsk.

4. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Przedmiotem inwestycji jest „Budowa drogi ekspresowej S6 Słupsk – Gdańsk na odcinku Bożepole Wielkie – początek Obwodnicy Trójmiasta. Zadanie 3 węzeł Szemud (bez węzła) – węzeł Wielki Kack (z węzłem) ODCINEK 1.

Obecna droga krajowa nr 6 jest jednym z ważniejszych elementów infrastruktury drogowej zarówno na pomorzu, jak i w Polsce. Droga ekspresowa S6 jest częścią korytarza transportowego, łączącego obwód Kaliningradzki z Europą Zachodnią.

Ciąg komunikacyjny Szczecin - Słupsk - Gdańsk stanowi połączenie aglomeracji: szczecińskiej, koszalińskiej, słupskiej i gdańskiej. Pomiędzy tymi szlakami komunikacyjnymi nastąpiła wysoka dynamika wzrostu natężeń ruchu, co spowodowało wzrost zagrożenia bezpieczeństwa ruchu drogowego i pogarszające się warunki jazdy dla pojazdów samochodowych na istniejących odcinkach drogi krajowej nr 6.

W województwie pomorskim celem budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Bożepole Wielkie - Gdynia jest uzyskanie uzasadnionego ekonomicznie oraz funkcjonalnego przebiegu trasy, czyli optymalnego układu łączącego podstawowe ciągi drogowe, powiązań zewnętrznych Trójmiasta do i z kierunku Szczecina

W efekcie budowy drogi ekspresowej S6 nastąpi zdecydowane zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa jazdy, a także zmaleje czas podróży tranzytowych i docelowych ze Szczecina do aglomeracji trójmiejskiej, co będzie możliwe dzięki uzyskaniu właściwej hierarchizacji sieci transportowej na rozpatrywanym obszarze. Płynność ruchu zostanie poprawiona dzięki budowie węzłów dwupoziomowych i wyeliminowaniu jednopoziomowych skrzyżowań drogi krajowej z innymi znaczącymi drogami, a także dzięki znacznemu ograniczeniu dostępności, a tym samym występujących punktów kolizji. Prognozuje się również znaczne zmniejszenie ilości i ciężkości wypadków drogowych.

Inwestycja wpłynie także na poprawę stanu akustycznego i aerodynamicznego środowiska przy istniejących drogach na odcinku projektowanej drogi ekspresowej.

Stan istniejący.

Istniejąca droga krajowa nr 6 jest drogą klasy GP (głównej ruchu przyspieszonego). Przekrój drogi jest stały, jednojezdniowy, dwupasowy GP 1/2. Posiada pobocza utwardzone szerokości 2 m. W pasie drogowym usytuowane są stacje paliwowe oraz zjazdy i wjazdy do obiektów bezpośrednio sąsiadujących z trasą. Odcinkowo na przejściu przez tereny zabudowy miejskiej, wzdłuż trasy usytuowane są chodniki lub ścieżki dla pieszych. Droga krzyżuje się z drogami bocznymi w jednym poziomie.

Projektowany w ramach Zadania 3, Odcinek 1 w całości przebiegać będzie w nowym korytarzu drogi S6. Na początkowym odcinku Zadania 3 (od km 0+000 do km 2+000) droga S6 przechodzi przez miejscowość Szemud. Od km 2+000 do 2+900 droga S6 przebiega przez tereny leśne. Dalej przebiega przez miejscowości Bieszkówko, Marchowo, Koleczkowo oraz Bojano. W miejscowości Koleczkowo, droga krzyżuje się z potokiem „Zagórska Struga”. W miejscowości Bojano projektowana droga przecina drogę wojewódzką nr 218.

Podstawowe cele inwestycji to:

- stworzenie ważnego krajowego i międzynarodowego, dalekobieżnego ciągu drogowego, dostosowanego do tranzytowego ruchu samochodowego osobowego i ciężarowego oraz sezonowego ruchu turystycznego,
- stworzenie bezpiecznego odcinka trasy drogowej, zapewniającego wysoki komfort dalekobieżnego ruchu drogowego o dużych prędkościach podróży,
- dostosowanie drogi do prognozowanego ruchu z jednoczesnym odciążeniem Lęborka, Wejherowa, Redy, Rumii i Gdyni od ruchu przelotowego,
- poprawa bezpieczeństwa ruchu w korytarzu drogi ekspresowej S6,
- poprawa warunków ekologicznych mieszkańców miejscowości położonych w sąsiedztwie korytarza drogi krajowej.

W ramach inwestycji projektuje się budowę pełnego zakresu drogi dwujezdniowej klasy S (ekspresowa) wraz z węzłami, skrzyżowaniami umożliwiającymi połączenie z istniejącą siecią dróg. Długość całego odcinka 1 zadania 3 objętego inwestycją wynosi ok. 13 650,50 km.

Parametry techniczne projektowanej drogi:

- Przekrój budowany i docelowy - 2x2

- rodzaj konstrukcji nawierzchni	- podatna/półsztywna
- klasa techniczna	- S
- prędkość projektowa V_p	- 100 km/h
- prędkość miarodajna V_m	- 110 km/h
- ilość i szerokość pasów ruchu	- 2 x 2 x 3,5 m
- pas dzielący wraz z opaskami	- 5 m
- szerokość opaski	- 0,5 m
- pas awaryjny	- 2,5 m
- szerokość pobocza gruntowego	- min. 0,75 m
- kategoria ruchu	- KR 6
- obciążenie nawierzchni	- 115 kN/oś
- skrajnia pionowa	- 5,0 m
- pochylenie poprzeczne	- 2,5 %

Trasa drogi S6 w planie i przekroju podłużnym:

Projektowana trasa w planie i w przekroju podłużnym spełnia wszystkie parametry geometryczne dla prędkości miarodajnej $V_m=110$ km/h. Minimalny promień łuku poziomego wynosi 1500 m, natomiast maksymalny 7000 m. Dla łuków poziomych o promieniu $R \geq 2800$ m nie zastosowano jednostronnej przechyłki w przekroju poprzecznym. Na całej trasie zapewniono spełnienie warunków widoczności na zatrzymanie. W celu spełnienia wymaganych warunków widoczności dla łuków poziomych zastosowano następujące poszerzenia pasa rozdziału.

W przekroju podłużnym spadki wynoszą od 0,4% do 3,8%. Wartość minimalna promienia łuku pionowego wklęsłego wynosi 3 500m i wypukłego wynosi 11 000 m. Zastosowane promienie łuków pionowych zapewniają warunki widoczności określone w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

Oś obrotu przekroju na łukach poziomych oraz usytuowanie niwelety w przekroju poprzecznym pokazano na przekroju normalnym. Takie rozwiązanie zapewnia poprawne odwodnienie jezdni na krzywych przejściowych

Projektowana droga ekspresowa przebiegać będzie zarówno nasypami jak i w wykopach. Układ projektowanej niwelety względem poziomego terenu przedstawiono na przekroju geotechnicznym podłużnym.

Projektowane obiekty i urządzenia budowlane

Z uwagi na to że droga ekspresowa jest drogą samochodową klasy S dostęp do niej będzie zapewniony tylko na projektowanych węzłach.

W ramach zapewnienia powiązania drogi S6 z przyległym terenem na omawianym odcinku1 przewidziano budowę 1 węzła dwupoziomowego:

- węzła "Koleczkowo" na skrzyżowaniu drogi S6 w km 8+414 z drogą gminną nr 151012G (docelowo drogą wojewódzką) relacji Kielno – Koleczkowo.

Parametry techniczne projektowanych łącznic na węźle.

Łącznice typu P1 jako jednokierunkowe posiadają parametry:

- Obciążenie na oś		115 kN/oś
- Szerokość nawierzchni bez poszerzeń	-	6.0 m
- Szerokość pasa ruchu	-	4.5 m
- Szerokość opaski prawostronnej	-	1.0 m
- Szerokość opaski lewostronnej	-	0.5 m
- Szerokość korony	-	min 8.0 m
- Pobocza gruntowe	-	min. 1,0 m
- Pochylenie poprzeczne na prostej	-	2 %
- Kategoria ruchu		KR5

Dodatkowo projektowany odcinek 1 drogi S6 realizowany w ramach Zadania 3 krzyżuje się w dwóch poziomach bez powiązań z następującymi drogami:

- drogą gminną nr 151008G (wiadukt WD-70),
- ulicą Myśliwską (wiadukt WD-72),
- drogą powiatową nr 1403G (wiadukt WD-75),
- drogą gminną DD_3+830P_4 (estakada ES-77),
- ulicą Wczasową (wiadukt WD-78),
- drogą gminną nr 151014G (wiadukt WS-80),
- drogą gminną nr 151012G - docelowo dr. wojewódzka (wiadukt WS-82),
- drogą wojewódzką nr 218 (wiadukt WS-87),

W ramach zadania pod drogą S6 zostaną wybudowane dwa przejścia dla pieszych:

- przejście dla pieszych PP-84,
- przejście dla pieszych PP-88.

Do nowego powstającego układu komunikacyjnego zostaną podłączone istniejące drogi :

- ul. Obrońców Szemuda, Nowiny, Jowisza, Saturna, Gwiazdna, Pod Lasem, Juliusza Słowackiego, Osiny, Chabrowa, Kwiatowa, Bożańska, Kamieńska, Marchowska, Leona Stefanowskiego, Polna, Generała Józefa Bema, Generała Władysława Andersa, Dąbrowskiego, Józefa Wołoszyna, Czynu Tysiąclecia, Zamczysko, Chłopska, Dworska ;

W ramach opracowania oprócz skrzyżowań prostych zostały również zaprojektowane skrzyżowania typu rondo. Ronda zaprojektowano na węźle "Koleczkowo".

W ramach zadania dla zapewnienia i utrzymania istniejących powiązań komunikacyjnych zaprojektowano łącznie 3,7 km dróg wojewódzkich, krajowych, powiatowych oraz innych o znaczeniu lokalnym.

Powstały nowy układ ogólnodostępnych dróg poprzecznych i dojazdowych zapewni poprawną obsługę przyległego terenu. Projektowane drogi dojazdowe o łącznej długości ok. 15,57 km wraz ze zjazdami zapewniają dostęp do wszystkich przyległych działek i zapewnią prawidłową obsługę komunikacyjną przyległego terenu. Na potrzeby utrzymania drogi ekspresowej dodatkowo zaprojektowano pas technologiczny. Dla prawidłowej obsługi i zapewnienia bezpieczeństwa na drodze S6 zaprojektowano wjazdy awaryjne.

Tabela 2 Wykaz projektowanych obiektów inżynierskich wzdłuż trasy S6 Zadania 3 odcinek 1

Lp.	Nazwa obiektu	km S6	Opis obiektu
1	WD-70	0+450.36	Wiadukt drogowy nad drogą S6
2	WD-72	1+374.07	Wiadukt drogowy nad drogą S6
3	PZGd-73	2+190.76	Przeście dla zwierząt dużych nad drogą S6
4	WD-75	3+441.01	Wiadukt drogowy nad drogą S6
5	ES-77	5+120.00	Estakada w ciągu drogi S6
6	WD-78	6+148.03	Wiadukt drogowy nad drogą S6
7	WS-80	7+519.62	Wiadukt w ciągu drogi S6
8	MS-81	7+870.00	Estakada w ciągu drogi S6
9	WD-82	8+412.81	Wiadukt drogowy nad drogą S6
10	PP-84	10+250.98	Przeście dla pieszych pod drogą S6
11	WS-87	11+357.29	Wiadukt w ciągu drogi S6 nad drogą nr 218
12	PP-88	12+609.98	Przeście dla pieszych pod drogą S6

Przeście dla małych zwierząt i płazów

Konstrukcje przepustów stanowiących przejścia dla małych zwierząt zaprojektowano jako betonową skrzynkową, prefabrykowaną. Przekrój poprzeczny stanowi prefabrykat o wymiarach w świetle poziomym B=3.0m i pionowym H=2.0m. Przepusty będą pełniły rolę przejścia dla zwierząt małych i płazów. Wewnątrz przepustów „suchych” założono pokrycie dna materiałem piaszczystym. Projektuje się bezpośrednie posadowienie obiektu na gruncie stanowiącym kontynuację gruntu pod nasyp drogowy.

Tabela 3 Parametry przepustów

l.p.	NAZWA OBIEKTU	OBIEKTY PROJEKTOWANE		
		lokalizacja km drogi S6	światło m	długość m
1	PZMz -71	0+825.00	2.0x1.5	42.80
2	PZMz-74	3+300.00	2.0x1.5	40.50
3	PZMz-79	6+560.00	2.0x1.5	41.40
4	PZMz-83	9+010.00	2.0x1.5	36.20
5	PZMz-85	10+514.00	2.0x1.5	42.10
6	PZMz-89	12+848.00	2.0x1.5	35.70

Tabela 4 Przepusty ekologiczne - przejścia dla płazów

Kilometraż drogi S6	Projektowane obiekty inżynierskie		Światło [m]	Długość [m]
0+055.00	PZŁ-43	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	41.60
0+560.00	PZŁ-45	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	35.00
1+100.00	PZŁ-47	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	34.90
6+620.00	PZŁ-55	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	39.00
8+925.00	PZŁ-58	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	38.40
9+750.00	PZŁ-59	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	48.30
12+150.00	PZŁ-60	Przejście dolne dla płazów	2.0x1.5	34.80

W ramach realizowanej inwestycji zostaną zrealizowane trzy przejścia dla dużych zwierząt :

- Km 2+191.00 obiekt PZGd-73 (przejście górne),
- Km 5+120.00 obiekt ES-77,
- Km 7+870.00 obiekt MS-81

MOP „Kamień”

Przewiduje się docelowo budowę dwóch Miejsc Obsługi Podróżnych (MOP) rodzaju III zlokalizowanych w km 4+000 drogi S6.

Oba MOP-y realizowane będą dwuetapowo. W pierwszym etapie realizowanym w ramach budowy S6 będą one budowane w takim zakresie, aby po oddaniu do eksploatacji mogły zacząć funkcjonować jako MOP-y rodzaju I. Jednocześnie w pierwszym etapie przewiduje się zapewnienie odpowiedniej rezerwy terenu która zapewni lokalizację obiektów przewidzianych do budowy w etapie docelowym. Realizacja drugiego etapu nastąpi po wyłonieniu w przetargu publicznym Dzierżawców każdego z MOP-ów, którzy zrealizują na nich obiekty, wymagane w układzie docelowym tj: stację paliw, restaurację oraz wymaganą infrastrukturę towarzyszącą.

Dla MOP-ów w etapie pierwszym przewidziano wykonanie:

- budynku sanitariatu,
- zbiornika przeciwpożarowego (ppož.) i hydrantów dla potrzeb Straży Pożarnej,
- stanowiska dla zrzutu ścieków z autokarów do istniejącej kanalizacji sanitarnej,
- telewizji przemysłowej i budowy oświetlenia terenu,
- zadaszenia miejsc piknikowych wraz z elementami służącymi do wypoczynku (np. ławki, stoły),
- zagospodarowaniu zielenią wysoką i niską,
- punktu czerpania wody pitnej,
- kontenerów na odpady,
- śmietników pozwalających na segregację odpadów,
- stanowisk postojowych dla samochodów osobowych, ciężarowych, autokarów i pojazdów z ładunkami niebezpiecznymi wraz z drogami manewrowymi i oświetleniem terenu,
- stanowisk do kontroli i ważenia pojazdów,
- instalacji elektrycznej odbiorczej,

W ramach zabezpieczenia terenu pod etap drugi przewidziano jego rezerwę pod:

- rezerwę terenu pod funkcje komercyjne (dla MOP III), w tym motel, stację paliw i obiekt gastronomiczny,
- rezerwę terenu pod miejsca zabaw dla dzieci,
- rezerwę terenu pod dodatkowe stanowiska postojowe dla samochodów ciężarowych – 20 % ilości stanowisk.

Roboty ziemne, odwodnienie oraz zasilanie w media, zostanie wykonane, jak dla MOP rodzaju docelowego.

5. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

5.1. LOKALIZACJA INWESTYCJI I STAN PRAWNY DOKUMENTOWANEGO TERENU

Lokalizacja projektowanej inwestycji

Inwestycja zlokalizowana jest w północnej części Polski, na terenie województwa pomorskiego. Droga krajowa nr 6 w województwie pomorskim ma długość 13 648,92 m (początek w miejscowości Szemud). Kontynuacją Trasy Kaszubskiej będzie wybudowanie dalszego drogowego ciągu komunikacyjnego klasy S do miejscowości Bożepole Wielkie - Zadanie 1 i 2, oraz zadanie 3, odcinek 2, który połączy realizowany odcinek z Obwodnicą Trójmiasta. Planowana inwestycja to jedna z bardziej strategicznych przedsięwzięć dla województwa pomorskiego.

Projektowany odcinek 1 dla Zadania 3 zlokalizowany jest na terenie województwa pomorskiego w powiecie wejherowskim na terenie gminy Szemud.

Zagospodarowanie terenu

Projektowany odcinek drogi S6, zadanie3, odcinek 1 zlokalizowany jest na terenie województwa Pomorskiego na terenie powiatu wejherowskiego, gmina Szemud.

Początek projektowanego odcinka łączy się z projektowaną drogą S6 (zadanie 2) wykonywaną wg odrębnego opracowania. Koniec odcinka łączy się z projektowaną drogą S6 (zadanie3, odcinek 2).

Na początkowym odcinku do km 2+000 trasa projektowanej S6 przebiega przez tereny miejscowości Szemud w miejscu mało zurbanizowanym. W km około 0+450 projektowany jest wiadukt WD-70 w ciągu drogi 151008G (ulica Obrońców Szemuda, Klonowa). W km 1+374 droga S6 przecina drogę 151020G (ul. Myśliwska) w ciągu której projektowany jest wiadukt WD-72. Od km 2+000 do km ok. 3+000 droga S6 przebiega przez tereny leśne, w km 2+191 projektowane jest przejście dla dużych zwierząt PZGd-73. W miejscowości Kamień w km 3+440 projektowany jest wiadukt WD-75 w ciągu drogi 1412G (ul. Chyłońska) a w km około 4+000 projektowany jest MOP „Kamień” po obu stronach trasy Kaszubskiej. W km 5+120 projektowana jest estakada ES-77 pełniąca funkcję przejścia dla zwierząt oraz przejazdów dla dróg lokalnych. W km 6+148 w ciągu ulicy Wczasowej budowany jest

wiadukt WD-78 nad drogą S6, a w km 7+520 ulica Jeziorna przebiega pod projektowanym wiaduktem WS-80. W km 7+870 droga przekracza mostem MS-81 Zagórską Strugę, natomiast w km 8+414 nad drogą S6 projektowany jest węzeł „Koleczkowo” z wiaduktem WD-82 w ciągu ulicy Kieleńskiej i Partyzantów Koleczkowskich nad Trasą Kaszubską. W km 10+251 jest zlokalizowany tunel dla pieszych PP-84. W km 11+358 trasa drogi krzyżuje się drogą wojewódzką 218, w związku z czym w ciągu projektowanej drogi S6 projektowany jest wiadukt WS-87. W km 12+550 droga S6 przecina się ze Strugą Chwaszczyno a w km 12+610 jest zlokalizowany tunel dla pieszych PP-88, zaś w km około 13+570 droga S6 krzyżuje się z dwoma liniami wysokiego napięcia 110kV.

W km ok. 4+000 po prawej i lewej stronie drogi S6 zostały ustalone miejsca lokalizacji MOP-u III rodzaju „Kamień”. W ramach niniejszego opracowania przewidziano realizację tylko robót ziemnych związanych ze wzmocnieniem podłoża oraz doprowadzenie koniecznych instalacji medialnych i przygotowanie MOP-u jako MOP kategorii I z budynkami toalet, miejsc parkingowych, stanowiska do ważenia pojazdów dla ITD., stanowiska do kontroli pojazdów dla Policji, miejsca dla pojazdów niebezpiecznych, natomiast pozostała część kubaturowa (restauracja, hotel, stacja paliw) zostanie zrealizowana w ramach odrębnego zadania i projektu.

Tereny na których projektuje się inwestycję należą częściowo do Skarbu Państwa tj. Gminy Szemud, Lasów Państwowych, Agencji Nieruchomości Rolnych oraz do osób i firm prywatnych.

Rejon przebiegu Zadania 3 odcinek 1 inwestycji przedstawiono na mapie sytuacyjnej w skali 1:20 000 [Zał. 1], oraz szczegółowo na mapach dokumentacyjnych w skali 1:2 000 [Zał. 2].

Przedmiotowa inwestycja przebiegać będzie przez:

- grunty rolne, leśne i budowlane, które znajdują się w projektowanym pasie drogowym przewidzianym dla przeprowadzenia nowej drogi przy spełnieniu niezbędnych wymagań technicznych i ekologicznych,
- fragment pasa drogowego drogi krajowej nr 6 Goleniów – Słupsk – Lębork – Gdańsk, zarządzanej przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad, Oddział w Gdańsku,

- odcinki istniejącego pasa drogowego innych dróg w rejonie ich skrzyżowań z trasą ekspresową S6, w tym fragment drogi wojewódzkiej nr 218 Gdańsk - Krokowa oraz fragmenty dróg powiatowych i gminnych.

5.2. POŁOŻENIE FIZYCZNOGEOGRAFICZNE, GEOMORFOLOGIA, HYDROGRAFIA.

Uwzględniając podział Polski na jednostki fizycznogeograficzne [Kondracki J., 2002] objęty inwestycją teren zadania 3 znajduje się w zasięgu jednostki fizycznogeograficznej Pojezierza Kaszubskiego (314,51) w obrębie Pojezierza Wschodniopomorskiego. Ukształtowanie terenu jest charakterystyczne dla rzeźby młodoglacjalnej. Teren biegnie przez obszar falistej wysoczyzny morenowej.

W dolinie rzeki Gościny, teren delikatnie się obniża, a następnie w rejonie miejscowości Szemud wznosi się na równinę sandrową i przechodzi w obszar falistej wysoczyzny morenowej lokalnie przecinając wzgórza akumulacyjnych lub spiętrzonych moren czołowych.

Zgodnie z podziałem hydrograficznym na jednostki bilansowe (RZGW Gdańsk) projektowany odcinek drogi S6 należy do obszaru 18 – Reda, Piaśnica o powierzchni 1546 km². Omawiany obszar leży w dorzeczu rzeki Wisły w obrębie zlewni: Redy, Kaczej oraz Raduni. Głównymi dopływami rzeki Redy są: Bolszewka, Gościna i Zagórska Struga.

Zadanie 3 znajduje się w zlewniach rzek I rzędu Redy i Kaczej należących do zlewni rzek Przymorza. Wododział I rzędu między nimi jest przekraczany kilkakrotnie. Do km 3+500 oraz w km 3+050 – 3+670 trasa biegnie w zlewni Redy (do km 3+670 – 4+500 w zlewni II rzędu - Gościny) by dalej do km 8+850 bieć w zlewni Zagórskiej Strugi, którą przecina w km 7+850 (mając swoje źródła w Jeziorze Marchowo). Od tego miejsca do km 11+350 biegnie w zlewni I rzędu rzeki Kaczej, którą przekracza w km 10+500. Do km 0+990 odcinka drugiego (Trasa Kielnieńska) droga biegnie w zlewni rzeki Raduni, by do końca odcinka trzeciego bieć znów w zlewni rzeki Kaczej. Ponieważ droga na całej długości Zadania 3 biegnie w sąsiedztwie wododziałów, doliny są słabo widoczne w rzeźbie. Na odcinku km 3+200 – 8+000 droga biegnie w sąsiedztwie kilku jezior:

- km 3+200 – 3+700 w odległości ok. 200 m od jeziora Kamień,
- km 5+000 – 5+200 w odległości ok. 200 m od jeziora Długie (Czarne),

- km 5+600 – 8+000 w odległości ok. 300 m od jeziora Marchowo (Wschodnie i Zachodnie połączone Zagórką Strugą).

Jezioro Kamień jest rynnowym jeziorem polodowcowym. Zajmuje powierzchnię nieco ponad 53 ha. Maksymalna głębokość wynosi prawie 32 m, a średnia to nieco ponad 6 m. Woda w jeziorze, zdaniem wędkarzy, jest stosunkowo czysta. Sumaryczna powierzchnia jezior Marchowskich wynosi 23,4 ha a maksymalna głębokość 15,7 m. Jeziora te nie mają charakterystyki fizyczno-chemicznej.

Dla oceny jakości wód przepływowych pobrano w grudniu 2015 roku próby wody z rzek Zagórskiej Strugi i Kaczej w rejonie przekraczania ich przez trasę drogi. Wyniki badań zamieszczone zostały w dokumentacji hydrogeologicznej dla przedmiotowej inwestycji. W rzece Zagórska Struga wszystkie analizowane elementy wskazują, że wody mieszczą się w I i II klasie jakości. W rzece Kaczej stężenia związków azotu kwalifikują wodę do klasy III – V.

5.3. SKRÓCONY OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Budowa geologiczna

W celu scharakteryzowania budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanej inwestycji skorzystano z opracowanej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Z uwagi na charakter oraz głębokość posadowienia projektowanej inwestycji skupiono się na opisie utworów czwartorzędowych.

Osady wieku czwartorzędowego reprezentowane są przez utwory plejstocenu i holocenu. Ich miąższość przekracza 100 m. Miąższość utworów plejstoceniowych wynosi od ok. 70 m w dolinie rzeki Łeby do ok. 140 m na wysoczyźnie. Na profil utworów czwartorzędowych składają się osady zlodowaceń południowopolskich (osady reprezentowane są przez gliny zwałowe miejscami z brukiem w stropie, piaski i żwiry wodnolodowcowe), środkowopolskich (osady zalegają bezpośrednio na osadach paleogenu, reprezentowane są przez piaski i żwiry wodnolodowcowe o zróżnicowanej granulacji, gliny zwałowe (głównie gliny piaszczyste)) i północnopolskich (osady tego zlodowacenia występują powszechnie w podłożu analizowanego obszaru. Są one reprezentowane przez gliny zwałowe wykształcone w postaci glin piaszczystych, piaski i żwiry lodowcowe, piaski

i żwiry moren czołowych). Reprezentowane są one przede wszystkim przez piaski lodowcowe, piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowymi, piaski i żwiry stożków napływowych, gliny zwałowe i in. Największe miąższości do 250 m plejstocen osiąga w obrębie głębokości rozcięć erozyjnych.

Utwory holocenu reprezentowane są głównie przez rezydualne i eluwialne piaski, żwiry oraz piaski i żwiry stożków napływowych. W dolinach rzek osady holoceniskie reprezentowane są przez piaski rzeczne tarasów zalewowych oraz lokalnie utwory organiczne: namuły, torfy i gytie. Miąższość osadów organicznych jest niewielka, poza doliną Łeby gdzie w zagłębieniach po martwym lodzie osiąga nawet 13 m. Piaski rzeczne tarasów zalewowych występują w dnach dolin dopływów rzeki Łeby (Okalicy, Kisewskiej Strugi itp.). wykształcone są w postaci szarych piasków o różnej granulacji.

Warunki hydrogeologiczne

Projektowana droga ekspresowa S6 na odcinku Szemud – Obwodnica Trójmiasta pod względem hydrogeologicznym położona jest w obrębie regionu słupsko-chojnickiego, w podregionie kaszubskim. Podregion ten charakteryzuje się występowaniem głównego piętra wodonośnego w piaszczystych i żwirowych utworach czwartorzędu, na głębokości 20-120 m, lokalnie w dnach pradolin płycej. Obszar pradoliny charakteryzuje się brakiem izolacji utworów wodonośnych i stanowi potencjalne miejsce zagrożenia jakości wód podziemnych. Głębokość zwierciadła wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze pradoliny Redy-Łeby wynosi od 0 do 5 m, na obszarze tarasów nadzalewowych do 10 m, a na odcinku Strzebielino – Nowy Kack wynosi przeważnie od 5 m (doliny cieków wodnych) do 20 m, miejscami, w okolicach miejscowości Luzino i Szemud powyżej 20 m (strefy morenowe)

Generalnie odpływ wód podziemnych poziomów użytkowych odbywa się ku dolinom Redy i Łeby, stanowiących bazę drenażu wód podziemnych, a we wschodniej części obszaru w kierunku wschodnim i północnym. Wody podziemne płytszych poziomów wodonośnych są drenowane przez lokalne cieki powierzchniowe.

Szczegółowy opis stwierdzonych warunków geologicznych i hydrogeologicznych przedstawiono w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej.

6. ZAKRES WYKONANYCH PRAC BADAWCZYCH

6.1. WIERCENIA BADAWCZE

Wiercenia badawcze wykonano zgodnie z programem badań geotechnicznych. Część punktów badawczych przewidzianych w programie badań pokrywała się z badaniami realizowanymi w ramach badań geologiczno-inżynierskich. Wyniki tych badań przedstawiono również w dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [29a]. Rozmieszczenie wykonanych punktów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej [Zał. 2.1-2.7].

Wykonane wiercenia badawcze

- Droga główna: 367 wierceń o głębokości od 3,0 m do 18,0 m p.p.t. o łącznym metrażu 2 828,2 mb; w tym:
 - 162 dodatkowych wierceń o głębokości od 3,0 do 16,0 m p.p.t. o łącznym metrażu 1 199,0 mb;
 - 205 przegłębianych otworów z etapu koncepcji o głębokości od 3,5 do 18,0 m p.p.t. o łącznym metrażu 1 629,2 mb;
- Drogi dojazdowe: 124 wiercenia o głębokości od 3,0 m do 18,0 m p.p.t., o łącznym metrażu 882,3 mb;
- Węzły: 6 wierceń o głębokości od 5,2 m do 9,0 m p.p.t., o łącznym metrażu 38,2 mb;
- Zbiorniki retencyjne: 31 wierceń o głębokości od 6,0 m do 10,5 m p.p.t., o łącznym metrażu 221,8 mb;
- Punkty dodatkowe: 38 wierceń o głębokości od 6,0 m do 16,0 m p.p.t., o łącznym metrażu 375,6 mb;

Obiekty inżynierskie:

Wykonano 55 wierceń do głębokości od 10,0 m do 25,7 m p.p.t. o łącznym metrażu 1 074,7 mb

Razem wykonano 621 punktów badawczych o łącznym metrażu 5420,8 mb

6.2. SONDOWANIA STATYCZNE

Wykonane sondowania statyczne CPTu

Trasa główna, węzły, drogi dojazdowe i serwisowe, zbiorniki retencyjne oraz punkty dodatkowe:

Wykonano 198 sondowań CPTu o łącznym metrażu 1 546,6 mb

Obiekty inżynierskie:

Wykonano 27 sondowań CPTu o łącznym metrażu 485,6 mb

Razem wykonano 226 sondowań statycznych CPTu o łącznym metrażu 2 035,2 mb

6.3. SONDOWANIA DYNAMICZNE

Wykonano 71 sondowań DPL o łącznym metrażu 348,0 mb.

Wykonano 31 sondowań DPH o łącznym metrażu 282,3 mb.

Razem wykonano 102 sondowań udarowych DPL/DPH o łącznym metrażu 630,3 mb.

6.4. ŚCINANIA SONDĄ OBROTOWĄ VANE (FVT)

Łącznie wykonano 8 badań ścinania VANE (FVT)

6.5. SONDOWANIA DYLATOMETRYCZNE DMT

Łącznie wykonano 9 sondowań dylatometrycznych DMT

6.6. RODZAJE I ZAKRES POBIERANYCH PRÓBEK

W trakcie wierceń pobierane były próbki gruntów i wody podziemnej do badań laboratoryjnych.

W trakcie prac stosowano kategorie pobierania prób A, B i C według EN ISO 22475-1, odpowiednio dla wymagań klasy jakości próbek.

6.7. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ LABORATORYJNYCH

Badania gruntów

W celu określenia parametrów geologiczno-inżynierskich (geotechnicznych) gruntów w podłożu projektowanej inwestycji wykonano następujący zakres badań laboratoryjnych:

Grunty niespoiste:

- analiza granulometryczna – 150 oznaczeń,
- współczynnik filtracji (aparatury ITB) – 10 oznaczeń,

Grunty spoiste i organiczne:

- wilgotność naturalna – 225 oznaczeń,
- ciężar objętościowy – 225 oznaczeń,
- granice konsystencji – 60 oznaczeń,
- zawartość części organicznych – 64 oznaczeń,
- współczynnik filtracji (edometr) – 13 oznaczeń,
- kąt tarcia wewnętrznego i spójność w aparacie skrzynkowym – 30 oznaczeń,
- kąt tarcia wewnętrznego i spójność w aparacie trójosiowego ściskania – 25 oznaczeń,
- efektywny kąt tarcia wewnętrznego i efektywna spójność w aparacie trójosiowego ściskania – 25 oznaczeń,
- edometryczny moduł ścisłości – 22 oznaczenia,
- wytrzymałość gruntu na ścinanie – 30 oznaczeń.

Z uwagi na duże trudności z pobieraniem miarodajnych próbek NNS z gruntów organicznych głównie gytii w stanie miękkoplastycznym (zbliżonym do półpłynnego) nie udało się wykonać przewidzianej ilości badań wytrzymałościowych w laboratorium. Z tej przyczyny zwiększono ilość badań wytrzymałościowych wykonywanych bezpośrednio w terenie „in-situ”. W ramach tych prac wykonano szereg badań sondą statyczną CPTu oraz sondą obrotową FVT (VANE).

Badania wody gruntowej

- określenie agresywności wody w stosunku do betonu – 10 oznaczeń

7. OPIS METODYKI PRZEPROWADZONYCH PRAC BADAWCZYCH WRAZ Z INTERPRETACJĄ

7.1. WIERCENIA BADAWCZE

Otwory badawcze zostały wykonane wiertnicą mechaniczną, w gwintowanych, stalowych rurach osłonowych o średnicy 6''/8''. Rury osłonowe składały się z odcinków o długości 1,0 m i 1,5 m łączonych w kolumnę. Dla zapewnienia szczelności połączeń poszczególnych łączonych odcinków rur osłonowych, gwinty pokrywane były smarem silikonowym. Część otworów wykonywana była ręcznie świdrami ręcznymi 3,5'' oraz systemem RKS (krótkie rdzeniowanie). W rejonach gdzie w otworze rozpoznawczym nie nawiercono wody gruntowej kolejne „suche” otwory w tych rejonach wykonywano bez konieczności orurowania.

Wykonane wiercenia badawcze stanowią podstawowe i niezbędne dane dla potrzeb opracowania geotechnicznego modelu podłoża dla potrzeb projektowania posadowienia korpusu drogowego, obiektów inżynierskich i infrastruktury towarzyszącej. Podczas wierceń prowadzono makroskopową analizę gruntów budujących podłoże oraz pobierano próbki dla potrzeb dalszej analizy laboratoryjnej.

Opis makroskopowy wykonano w oparciu o normy [11], [16].

Zakres wykonanych wierceń został dostosowany do kategorii geotechnicznej i warunków gruntowo-wodnych. Szczegółowy opis wykonywania oraz likwidacji otworów przedstawiono w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

7.2. SONDOWANIA STATYCZNE CPTu

Badania wykonano zgodnie z wytycznymi [40] i EN ISO 22476-1 Miały one na celu określenie wartości parametrów metodą „A” „in-situ”. Lokalizacja sondowań została wyznaczona z uwzględnieniem przewidywanych warunków gruntowych.

Sondowanie statyczne **CPTu** polega na wciskaniu w podłoże gruntowe, ze stałą prędkością 20 mm/s, specjalnej końcówki pomiarowej wraz z jednoczesnym pomiarem i rejestracją oporów generowanych podczas pogrążania sondy w grunt. Podstawowymi parametrami mierzonymi podczas badania są: qc – opór na stożku sondy, fs – opór tarcia na

tulei czarnej, u_2 – nadwyżka ciśnienia wody (ponad stan hydrostatyczny) w porach gruntu. Podział na warstwy geotechniczne ustala się na podstawie pomierzonych parametrów sondowania oraz na podstawie nomogramów klasyfikacji gruntów wg. Robertsona 90 i Campanelli uwzględniając ich modyfikację do warunków polskich i regionalnych oraz na podstawie doświadczeń własnych i własnych wzorów interpretacyjnych. Pomiar ciśnienia w porach gruntu u_2 pozwala na uściślenie podziału na warstwy geotechniczne. Wartości parametrów wytrzymałościowych gruntów określono na podstawie danych zawartych w literaturze fachowej dotyczących zależności pomiędzy oporem na stożku q_c a stopniem zagęszczenia I_D , stopniem plastyczności I_L , modulem edometrycznym M_o (E_{od}) wytrzymałością na ścinanie w warunkach bez odpływu c_u .

Podczas interpretacji wyników korzystano z następujących korelacji:

Stopień zagęszczenia gruntów niespoistych określono w zależności od wartości pomierzonego parametru q_c w oparciu o założenia zgodne z formułą zaproponowaną przez Borowczyka.

$$I_D = 0,709 \log(q_c) - 0,165$$

gdzie:

q_c – *Opór pod stożkiem pomierzony podczas badania CPTu*

Efektywny kąt tarcia wewnętrzznego dla gruntów niespoistych oszacowano na podstawie formuły DIN4094

$$\phi' = 23 + 13,5 \cdot \log(q_c)$$

Dla gruntów bardzo zagęszczonych wartości ϕ' korygowano zgodnie z nomogramem Schmertmana.[47]

Stopień plastyczności wyznaczono zgodnie z formułą zaproponowaną przez GeoprojektGdańsk.

$$I_L = -0,261 \cdot q_c + 0,706 \text{ (dla gruntów plastycznych)}$$

$$I_L = -0,014 \cdot (q_c) + 0,237 \text{ (dla gruntów twardoplastycznych)}$$

Edometryczny moduł ściśliwości określono na podstawie formuły zaproponowanej w Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2: „Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

$$E_{oed} = q_c \cdot \alpha \text{ [MPa]}$$

Przyjęto współczynnik:

$$\alpha = 2,0 \text{ dla gruntów organicznych}$$

Dla torfów **Ia** zaleca się skorygować wartość podaną na wykresie sondowania o 50%.

Z uwagi na brak korelacji lokalnych wsp. α dla gruntów spoistych warstwy **II i III** wartości modułu ściśliwości wyznaczone na podstawie badania CPTu należy traktować jako orientacyjne. Uzyskane wyniki modułu E_{oed} dla namulów organicznych i gruntów próchnicznych w znacznym stopniu korelują z parametrami uzyskanymi podczas badań laboratoryjnych.

Dla oszacowania modułu ściśliwości gruntów niespoistych zastosowano formułę opracowaną przez Lunne T., Christoffersen H.P. (1985)

$$E_{oed} = q_c \cdot 4 \text{ [MPa]} \quad \text{dla } q_c < 10 \text{ [MPa]}$$

$$E_{oed} = q_c \cdot 2 + 20 \text{ [MPa]} \quad \text{dla } 50 > q_c > 10 \text{ [MPa]}$$

W oparciu o sondowanie CPTu wyznaczono również **wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu c_u** na podstawie formuły wg Lunne, T., Kleven A. (1981).

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_0}{Nk}$$

Do obliczeń przyjęto wartość parametru

$$Nk = 15 - \text{dla warstwy III}$$

$$Nk = 20 - \text{dla warstwy II, Ib i Ic}$$

$$Nk = 25 - \text{dla warstwy Ia}$$

Na podstawie literatury technicznej wartość współczynnika 'Nk' określa się w przedziale 10-19 przy czym dla gruntów organicznych wartości te są nieco większe.

Przedstawione w niniejszym opracowaniu formuły interpretacyjne należy traktować jako propozycję autorów. Zwraca się uwagę, że podstawową wartością pomierzoną (wynikiem badania) jest wartość **qc, fs i u2 oraz N10/N20 oraz wyniki uzyskane z badań laboratoryjnych**. Pozostałe parametry zostały wyprowadzone na podstawie korelacji, zależności oraz doświadczeń własnych. Ostateczna decyzja dotycząca zastosowania parametrów wyprowadzonych dla potrzeb obliczeniowych należy do projektanta konstruktora sporządzającego projekt geotechniczny przedmiotowej inwestycji.

7.3. SONDOWANIA DYNAMICZNE DPL/DPH i DPSH

Sondowanie dynamiczne służy do oceny stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych. Badanie polega na wbijaniu kolumny żerdzi zakończonych końcówką stożkową o znormalizowanych wymiarach przy użyciu odpowiedniego ciężaru zrzucanego z normowej wysokości. Parametrem sondowania jest liczba uderzeń ubijaka sondy potrzebna do zagłębienia żerdzi na odcinku 10 cm sondowania (DPL/DPH) i 20cm sondowania DPSH. Na podstawie liczby uderzeń oblicza się, wg wzoru empirycznego, stopień zagęszczenia I_D gruntów niespoistych. Sondowania dynamiczne lekkie DPL wykonano dla trasy głównej i dróg dojazdowych oraz serwisowych, natomiast dla obiektów inżynierskich wykonano sondowania DPH i DPSH.

W celu interpretacji sondowań dynamicznych stosowano następujące formuły:

Dla sondowań DPL/DPSH – wg PN-B-04452/2002

Dla sondowań DPH – wg DIN 4094/12-1990

Dopuszcza się stosowanie zamiennych korelacji pomiędzy parametrem pomierzonym N_{10} a stopniem zagęszczenia pod warunkiem spełnienia warunków brzegowych stosowania danej formuły interpretacyjnej.

7.4. ŚCINANIA SONDĄ OBROTOWĄ VANE (FVT)

W ramach badań wytrzymałości na ścinanie gruntów organicznych wykonano 8 badań sondą VANE z końcówką krzyżakową w wybranych punktach badawczych. Badania prowadzono na różnych głębokościach w wybranych punktach badawczych w rejonie największych miąższości gruntów organicznych. Badania potwierdziły, że grunty organiczne charakteryzują się bardzo niską wytrzymałością na ścinanie w warunkach bez odpływu. Badania zostały wykonane zgodnie z normą ISO/DIS 22476-9.

Badania VANE przeprowadzono z wykorzystaniem elektronicznego systemu pomiarowego firmy GEOTECH będącego na wyposażeniu sondy statycznej GEOTECH 220-04. Osłonięta końcówka krzyżakowa o wymiarach 65x130 mm była pogrążana za pomocą wciskania na zadana głębokość. Następnie końcówka była wysuwana w podłoże gruntowe na głębokość 30 cm poniżej żerdzi osłonowej. Wykorzystując elektroniczne urządzenie GEOTECH wymuszano obrót końcówki pomiarowej ze stałą prędkością. Równolegle rejestrowano moment ścinający potrzebny do wykonania obrotu żerdzi i końcówki z zachowaniem stałej prędkości ścinania. System komputerowy rejestrował maksymalny moment ścinający. Po korekcie uwzględniającej opór żerdzi wewnętrznych wyliczano wartość wytrzymałości na ścinanie in-situ. Po zakończeniu badania – wykonaniu pełnego obrotu. Końcówkę pomiarową podnoszono w taki sposób aby skrzydełka krzyżaka schowały się wewnątrz żerdzi osłaniającej. Następnie kolumnę wciskano o metr w celu przeprowadzenia kolejnego pomiaru badawczego.

7.5. SONDOWANIE DYLATOMETRYCZNE DMT

W ramach badań wytrzymałości głównie gruntów organicznych wykonano 9 badań dylatometrem płaskim DMT w wybranych punktach badawczych. Badania prowadzono na różnych głębokościach w wybranych punktach badawczych w rejonie największych miąższości gruntów organicznych. Badania potwierdziły, że grunty organiczne charakteryzują się bardzo niską wytrzymałością na ścinanie w warunkach bez odpływu oraz niskim modułem odkształcenia. Badania zostały wykonane zgodnie z normą PN-EN 1997-2 Eurokod 7 oraz procedury opisanej w publikacji Marchetti'ego.

Sondowanie dylatometryczne **DMT** polega na wciskaniu w podłoże gruntowe ze stałą prędkością 20 mm/s, specjalnej końcówki pomiarowej tzw. łopatką dylatometru płaskiego

(Marchetti) na żadaną głębokość rozpoczęcia badania. Po uzyskaniu odpowiedniej głębokości urządzenie (dylatometr) za pomocą specjalnego układu ciśnieniowego powoduje odkształcenie części centralnej łopatki – membrany, która otwiera układ elektryczny a następnie zamyka go. Odkształcenie to uzyskiwane jest przy określonym ciśnieniu [bar]. Poziomy ciśnienie dla dwóch odczytów (zamknięcia i otwarcia układu elektrycznego) oznajmiane jest przez urządzenie odpowiednim sygnałem. Po wykonaniu odczytów urządzenie jest wciskane na kolejną głębokość 0,2 m (odczyty co 20 cm). Wykonane badanie dla danego profilu gruntów pozwala na otrzymanie parametrów wytrzymałościowych gruntu metoda A „in-situ”. Wartości parametrów wytrzymałościowych można otrzymać wykorzystując wzory interpretacyjne zaproponowane przez Marchettiego. Główne parametry to: M – edometryczny moduł ścisłości, C_u – wytrzymałość na ścinanie (dla gruntów spoiwych, organicznych), ϕ' – kąt tarcia wewnętrznego (dla gruntów niespoistych).

Metody interpretacji parametrów gruntów na podstawie sondowania DMT (Marchetti 1980)

Do określenia poszczególnych parametrów wykorzystuje się trzy podstawowe wskaźniki (indeksy) określone na podstawie odczytów urządzenia (dylatometr):

Indeks materiałowy (rodzaj gruntu) - $I_D = (p_1 - p_0) / (p_0 - u_0)$

$p_0 = 1.05 (A - Z_m + \Delta A) - 0.05 (B - Z_m - \Delta B)$ – pierwszy odczyt

$p_1 = B - Z_m - \Delta B$ – drugi odczyt

$p_2 = C - Z_m + \Delta A$ - trzeci odczyt po odprężeniu

$u_0 = p_2 = C - Z_m + \Delta A$ - ciśnienie porowe

Indeks oporu bocznego – $K_D = (p_0 - u_0) / \sigma'_{v0}$

Moduł dylatometryczny $E_D = 34.7 (p_1 - p_0)$

PARAMETRY GRUNTU

Moduł ścisłości

$$M_{DMT}=R_M E_D$$

$$\text{dla } I_D \leq 0.6 \quad R_M = 0.14 + 2.36 \log K_D$$

$$\text{dla } I_D > 3.0 \quad R_M = 0.5 + 2 \log K_D$$

$$\text{dla } 0.6 < I_D \leq 3.0 \quad R_M = R_{M0} + (2.5 - R_{M0}) \log K_D \quad R_{M0} = 0.14 + 0.15 (I_D - 0.6)$$

$$\text{dla } K_D > 10 \quad R_M = 0.32 + 2.18 \log K_D$$

Efektywny kąt tarcia wewnętrznego

$$\phi_{\text{safe}} = 28 + 14.6 \log K_D - 2.1 \log^2 K_D$$

Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu

$$C_U = 0.22 \sigma'_{v0} (0.5 K_D)^{1.25}$$

7.6. POBIERANIE PRÓB DO BADAŃ LABORATORYJNYCH

Stosowano kategorie pobierania prób A, B i C według EN ISO 22475-1, odpowiednio dla wymagań klasy jakości próbek.

Grunty – pobrane zostały próbki kategorii A, B i C;

- kategoria C – próbki gruntów sypkich o naturalnym uziarnieniu (NU),
- kategoria B – próbki gruntów spoistych i sypkich o naturalnej wilgotności (NW),
- kategoria A – próbki gruntów spoistych i organicznych o nienaruszonej strukturze (NNS).

Próbki gruntu kategorii B lub C (do oznaczenia cech fizycznych gruntu) pobierane były z każdej litologicznie odmiennej warstwy, lecz nie rzadziej niż co 1 m. Próbki gruntu o objętości, w zależności od potrzeb od 0,5 do 1,5 dm³, pobierano do szczelnych pojemników szklanych i foliowych.

Próbki gruntu kategorii A NNS (do badań własności mechanicznych i fizycznych) pobierane były z gruntów organicznych oraz spoistych występujących w podłożu.

Pobrane próbki NW i NNS zabezpieczono przed wyschnięciem i zniszczeniem oraz przetransportowano do laboratorium w dniu pobrania, nie narażając ich na wstrząsy i uszkodzenia mechaniczne.

7.7. BADANIA LABORATORYJNE

Badania laboratoryjne próbek pobranych w obszarze obejmującym budowę drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z Obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta przeprowadzono w celu określenia parametrów geotechnicznych gruntów w podłożu projektowanej inwestycji.

Badania wykonano w Laboratorium mechaniki gruntów INGEO Sp. z o.o. przy ul. Galaktycznej 15 w Gdańsku.

Przeprowadzono następujące badania

- analiza granulometryczna
- oznaczenie wilgotności naturalnej
- oznaczenie gęstości objętościowej w pierścieniu
- oznaczenie zawartości części organicznych
- oznaczenie granic Atterberga (plastyczności i płynności)
- oznaczenie kąta tarcia wewnętrznego i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania
- wyznaczenie wytrzymałości na ścinanie bez odpływu w aparacie trójosiowego ściskania
- wyznaczenie modułów ścisłości pierwotnej i wtórnej w badaniach edometrycznych oraz wskaźnika ścisłości pierwotnej C_c i współczynnika ścisłości wtórnej C_a

Metodyka badań laboratoryjnych

- analiza granulometryczna - badanie wykonano wg PN-88/B-04481, przesiewając próbkę gruntu o masie 200-600 g, w zależności od rodzaju gruntu przez zestaw sit o wymiarach oczka kwadratowego: 6 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,1 mm, 0,063 mm. Sita wstrząsano mechanicznie przez 5 min, a następnie przesiewano ręcznie.

- oznaczenie współczynnika filtracji w aparacie ITB ZWKII – badanie wykonano wg normy PN-B-04492
- oznaczenie wilgotności naturalnej – badanie wykonano wg normy PN-B-04481 oraz procedury wewnętrznej INGEO B1.0 Oznaczanie wilgotności gruntu. Wykonywano po dwa oznaczenia, umieszczając grunt w suchej i czystej parownicze o znanej masie i susząc do stałej masy w temperaturze 105 °C. Wilgotność obliczano ze stosunku odparowanej wody do masy szkieletu gruntowego.
- oznaczenie gęstości objętościowej w pierścieniu - badanie wykonano wg normy PN-B-04481
- oznaczenie zawartości części organicznych – badanie wykonano wg normy PN-B-04481, podając średni wynik Iom (z dwóch oznaczeń)
- oznaczenie granic Atterberga (plastyczności i płynności) – granice konsystencji - badanie wykonano wg PN-88/B-04481 oraz Instrukcja stosowania penetrometru stożkowego do badań gruntowych. Granicę plastyczności wyznaczono metodą wałeczowania oznaczając wilgotność wałeczków o średnicy 3 mm, pękających i rozpadających się podczas podniesienia za jeden koniec. Granicę płynności wyznaczono za pomocą penetrometru stożkowego o masie stożka 80 g i kącie 30°. Wilgotność odpowiadającą granicy płynności obliczano ze wzoru podanego w normie PN-B-04481, na podstawie wilgotności dla zagłębienia $h=18$ mm, odczytanej z wykresu.
- oznaczenie kąta tarcia wewnętrznego i spójności w aparacie bezpośredniego ścinania – wykonano wg normy PKN-CEN ISO/TS-17892-10-2009, 3 próbki gruntów spoistych o nienaruszonej strukturze ścinano przy stałej prędkości 0,2 mm/min
- wyznaczenie wytrzymałości na ścinanie bez odpływu w aparacie trójosiowego ściskania (wykonane w Samodzielnym Laboratorium Geotechniki Instytutu Morskiego) – badanie wykonano wg CEN ISO/TS 17892-8:2004; próbkę gruntu ścinano z prędkością odkształcenia 2% mm, Na podstawie wyglądu próbki i wykresu zniszczenia, określano jego mechanizm i wytrzymałość na ścinania (w przypadku ścicia była to maksymalna wartość dewiatora, a w przypadku odkształcenia plastycznego było to 10% odkształcenia osiowego).
- wyznaczenie modułów ściśliwości pierwotnej i wtórnej w badaniach edometrycznych oraz wskaźnika ściśliwości pierwotnej C_c i współczynnika ściśliwości wtórnej C_a –

wykonano wg normy_PKN-CEN ISO/TS-17892-5-2009, sekwencja obciążania i odciążania to 25 -50 -100 – 200 – 100 – 50 – 100 – 200 kPa

- oznaczenie współczynnika filtracji w edometrze – wykonano wg normy_PKN-CEN ISO/TS-17892-10-2009, prowadząc badanie ze zmiennym gradientem hydraulicznym.

8. OPIS PRZYJĘTEGO MODELU GEOTECHNICZNEGO ORAZ CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW GEOTECHNICZNYCH

Na podstawie przeprowadzonych badań geologicznych w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz badań geotechnicznych opracowano model obliczeniowy podłoża gruntowego 2D w formie przekrojów geotechnicznych [Zał. 5, 6, 7]. Model opiera się na danych punktowych zebranych podczas wierceń i sondowań, których wyniki uzupełniono w oparciu o przeprowadzone badania laboratoryjne. Przebieg układu warstw geotechnicznych wyinterpretowano w oparciu o dodatek do dokumentacji geologiczno- inżynierskiej [29a].

Występujące w podłożu grunty ujęto w pięć grup. W obrębie grup wydzielono warstwy, ujmując w nich grunty o zbliżonych wartościach cech fizyczno-mechanicznych.

Cechy fizyczno-mechaniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz zależności korelacyjnych podanych w normach. Parametry geotechniczne w przeważającej większości ustalono na podstawie wartości pomierzonej oporu na stożku sondy statycznej - q_c [MPa], poboczniczy stożka – f_s [MPa] oraz w oparciu o wartość współczynnika N_{10} – w przypadku sondowań dynamicznych (DPL, DPH). Współczynniki zmienności parametrów pomierzonych i wyprowadzonych w poszczególnych warstwach obliczono metodami statystycznymi z uwzględnieniem 95% poziomu ufności oraz liczebności wyników badań. W tabeli podano wartości średnie oraz współczynnik zmienności obliczony dla 95% poziomu ufności. W przypadku gdy wyliczona wartość współczynnika zmienności była niewielka nie przyjmowano wartości bliższych niż $\pm 0,01$. Podstawowy parametr wyprowadzony w przypadku gruntów niespoistych to wartość stopnia zagęszczenia I_d , a w przypadku gruntów spoistych wartość stopnia plastyczności I_L .

Charakterystyczne wartości cech fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w tabelach parametrów geotechnicznych oddzielnie dla trasy głównej z drogami dojazdowymi i technologicznymi (wraz z węzłami) oraz oddzielnie dla każdego obiektu inżynierskiego (TOM II).

W podziale na warstwy geotechniczne pominięto glebę oraz nasypy niekontrolowane a także nasypy budowlane, które wystąpiły jedynie lokalnie w obrębie istniejących dróg.

Grunty organiczne grupowano w warstwy, zależnie od zawartości części organicznych oraz genezy (gytie i namuły oraz torfy). W przypadku gruntów organicznych podział na warstwy nie zawsze był jednoznaczny z uwagi na wzajemne przewarstwianie się tych gruntów. W tym przypadku wydzielono warstwy geotechniczne na podstawie utworu dominującego w danej partii gruntów. Dla gruntów organicznych zdecydowano się na przyjęcie jako wiodącego parametru q_c z sondowania CPTu, jednakże z uwagi na bardzo zbliżone wartości wahające się w granicach $q_c = 0,2 \div 0,8$ MPa ostatecznie podzielono te grunty pod względem litologicznym na dwie podwarstwy **Ia** (torfy) i **Ib** (gytie i namuły oraz lokalnie namuły gliniaste).

Poniżej zestawiono wartości parametrów geotechnicznych określonych dla korpusu drogowego. Wydzielono następujące grupy gruntów, które podzielono na warstwy geotechniczne:

Grupa I – stanowią holocenijskie utwory organiczne akumulacji rzecznej występujące w postaci torfów, namułów oraz gyty. Ze względu na zróżnicowane pochodzenie geologiczno-sedymentologiczne oraz zawartość części organicznych w obrębie warstwy I wyodrębniono dwie warstwy:

Warstwa Ia – stanowią holocenijskie utwory organiczne występujące w postaci torfów. Torfy są barwy brązowej, brunatnej i czarnej. W obrębie torfów stwierdzono liczne przewarstwienia gruntów mineralnych (piasków drobnych, piasków średnich, piasków pylastych oraz lokalnie pyłów i glin pylastych) o niewielkiej miąższości zawierającej się w przedziale od 0,02 m do 0,50 m. Przewarstwienia te stanowią orientacyjnie około 10% miąższości ogólnej torfów. Niezależnie od przewarstwień występują liczne domieszki piasków drobnych, pylastych, średnich, pyłów, namułów piaszczystych a także kawałki

drewna i korzeni. Wilgotność naturalna torfów zawiera się w szerokim przedziale, przy wartości średniej wynoszącej $w_n=524,3 \%$.

Warstwa Ib – obejmuje holocenijskie, organiczne namuły, namuły piaszczyste i gliniaste a także gytie. Namuły i gytie są szare, z różną intensywnością tego koloru, przechodząc lokalnie w barwę czarną lub szarobrazową. W obrębie namułów stwierdzono liczne przewarstwienia gruntów mineralnych (piasków drobnych, piasków średnich, piasków pylastych oraz lokalnie pyłów, glin pylastych i piasków gliniastych) o niewielkiej miąższości zawierającej się w przedziale od 0,02 m do 0,50 m. Przewarstwienia te stanowią orientacyjnie ok. 30% miąższości ogólnej namułów. Przewarstwienia mineralne są stosunkowo dobrze skompresowane. Niezależnie od przewarstwień występują liczne domieszki piasków drobnych, piasków pylastych, piasków średnich, pyłów, glin pylastych, torfów i gytii. Zmienna zawartość części organicznych, zróżnicowana wilgotność i skład mechaniczny powodują, że i pozostałe cechy fizyczne tych gruntów są bardzo zróżnicowane. Dotyczy to zarówno granicy plastyczności i płynności. Grunty te znajdują się w konsystencji plastycznej a generalnie w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,63 \pm 0,01$.

Grupa II – stanowią holocenijskie osady rzeczne oraz osady stożków napływowych występujące w postaci gruntów spoistych, barwy szarej do brązowej. Głównymi gruntami budującymi utwory warstwy II są gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, gliny, pyły oraz pyły piaszczyste z domieszkami i przewarstwieniami gruntów organicznych. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie warstwy II wyodrębniono trzy warstwy:

Warstwa IIa – stanowią gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny oraz pyły piaszczyste z domieszkami i przewarstwieniami gruntów organicznych. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,55 \pm 0,01$.

Warstwa IIb – stanowią gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny oraz pyły piaszczyste z domieszkami i przewarstwieniami gruntów organicznych. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,34 \pm 0,01$.

Warstwa IIc – stanowią gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny oraz pyły piaszczyste z domieszkami i przewarstwieniami gruntów organicznych. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,18 \pm 0,01$.

Grunty spoiste warstwy **II** są niezwykle wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do znacznego uplastycznienia tych gruntów. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo, gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą drgania, wywołane na przykład praca ciężkiego sprzętu budowlanego (zjawisko tiksotropii). Na uplastycznienie będą narażone szczególnie partie gruntu występujące tuż poniżej spągu humusu. Po jego zdjęciu będą one bezpośrednio narażone na oddziaływanie atmosferyczne i mechaniczne spowodowane realizacją inwestycji. Są to grunty wysadzinowe i bardzo wysadzinowe.

Grupa III – stanowią plejstoceny utwory lodowcowe i zastoiskowe występujące w postaci glin zwałowych barwy szarej i brązowej o różnej intensywności. Gliny zwałowe występują głównie w postaci glin piaszczystych, glin pylastych, glin piaszczystych zwięzłych, glin pylastych zwięzłych oraz piasku gliniastego a także pyłów. Jako przewarstwienia stwierdzono występowanie piasku drobnego, średniego. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują głównie w stanie twardoplastycznym.

Warstwa IIIa – stanowią gliny piaszczyste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe, piaski gliniaste a także pyły i pyły piaszczyste. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,54 \pm 0,01$.

Warstwa IIIb – stanowią gliny piaszczyste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe, piaski gliniaste a także pyły i pyły piaszczyste. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,34 \pm 0,01$.

Warstwa IIIc – stanowią gliny piaszczyste, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe, piaski gliniaste a także pyły i pyły piaszczyste. Grunty tej warstwy

charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym i zwartym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,17 \pm 0,01$.

Gliny zwałowe są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Pyły są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo, gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą drgania na przykład od pracy ciężkiego sprzętu mechanicznego (tikotropia). Pyły zalicza się do gruntów bardzo wysadzinowych.

Grupa IV – stanowią ją piaski rzeczne, stożków napływowych oraz wodnolodowcowych. Pomimo różnej charakterystyki deponowania tych gruntów nie zdecydowano się na dalszy podział co doprowadziłoby do powstania warstw o zbliżonych parametrach i jedynie skomplikowałoby proces projektowy. Warstwę IV podłoża gruntowego budują piaski drobne, pylaste, średnie lokalnie grube barwy szarej, brązowej i żółtej o różnej intensywności. Miejscami grunty te są przewarstwione piaskiem gliniastym, torfem, namulem piaszczystym, namulem gliniastym, gliną pylastą, gliną piaszczystą, pyłem piaszczystym. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie IV warstwy wydzielono pięć warstw:

Warstwa IVa – stanowią piaski pylaste, drobne, średnie. Jako przewarstwienia stwierdzono występowanie namulów, gytii oraz torfu, natomiast jako domieszki występują namuły piaszczyste, piaski gliniaste oraz piaski pylaste. Grunty tej warstwy występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_d=0,24 \pm 0,01$.

Warstwa IVb – stanowią piaski pylaste, drobne, średnie oraz grube. Jako przewarstwienia stwierdzono występowanie gliny pylastej, gliny piaszczystej, namułu gliniastego, namułu piaszczystego, piasku gliniastego, pyłu piaszczystego oraz torfu, natomiast jako domieszki występują gliny piaszczyste, namuły piaszczyste, piaski gliniaste, piaski średnie oraz torfy. Lokalnie występują z domieszkami żwiru. Grunty reprezentujące tę warstwę występują w stanie średnio zagęszczonym zbliżonym do luźnego o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_d=0,43 \pm 0,01$.

Warstwa IVc – stanowią piaski drobne, pylaste, średnie i grube. Jako przewarstwienia stwierdzono występowanie gliny pylastej, gliny piaszczystej, piasku gliniastego, pyłu piaszczystego, natomiast jako domieszki występują żwiry oraz kamienie. Grunty

reprezentujące tę warstwę występują w stanie średnio zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,57 \pm 0,01$.

Warstwa IVd – stanowią piaski pylaste, drobne, średnie oraz grube. Grunty reprezentujące tę warstwę występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,71 \pm 0,01$.

Warstwa IVe – stanowią piaski pylaste, drobne, średni i grube. Grunty reprezentujące tę podwarstwę występują w stanie bardzo zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,84 \pm 0,01$.

Grunty warstwy **IV** są niewysadzinowe oraz wątpliwe pod względem wysadzinowości.

Grupa V – stanowią utwory rzeczne, stożków napływowych oraz wodnolodowcowe wykształcone w postaci żwirów oraz pospółek barwy szarej i brązowej o różnej intensywności. W obrębie żwirów i pospółek stwierdzono domieszki otoczków. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie tej warstwy V wydzielono dwie podwarstwy:

Warstwa Va– stanowią żwiry i pospółki. Grunty reprezentujące tę podwarstwę występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,52 \pm 0,10$.

Warstwa Vb– stanowią żwiry i pospółki. Otoczki występują jako domieszki. Grunty reprezentujące tę podwarstwę występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,74 \pm 0,15$.

Grunty warstwy **V** są niewysadzinowe.

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekrojach geotechnicznych załączonych do dokumentacji.

9. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

9.1. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA W OBRĘBIE KORPUSU DROGOWEGO

Geotechniczne warunki posadowienia wzdłuż projektowanej trasy ekspresowej S6, opisano na podstawie badań wykonanych dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Na terenie inwestycji, poniżej przypowierzchniowej warstwy gleby i gruntów z domieszką próchnicy, w przeważającej większości występują grunty nośne – głównie twardoplastyczne i plastyczne grunty lodowcowe reprezentowane przez gliny piaszczyste, piaski gliniaste i gliny zwięzłe oraz wodnolodowcowe i deluwialne piaski i żwiry. Lokalnie na obszarze inwestycji występują grunty organiczne. W rejonie projektowanych wykopów, lokalnie w poziomie projektowanej niwelety oraz powyżej niwelety, mogą występować sączenia oraz wody gruntowe w postaci wód zawieszonych. Przecięcie ww. warstw podczas realizacji robót ziemnych może zagrażać stateczności skarp i spowodować lokalne osunięcia mas ziemnych.

Geotechniczne warunki posadowienia trasy zasadniczej przedstawiono w formie tabelarycznej.

Tabela 5 Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych w km 0+000 ÷ 13+650,50 projektowanej drogi S6 Zadanie 3 odcinek 1

Odcinek trasy [km]	Projektowana niweleta trasy	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych Trasa główna zadanie 3 – odcinek 1	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych
km: 0+000÷0+140	nasyp 2,0m ÷ 9,5m	Pod warstwą gleby zalegają utwory niespoiste w stanie luźnym i średnio zagęszczonym (IVa i IVb) do głębokości rozpoznania, pomiędzy warstwami gruntów niespoistych udokumentowano niespoiste grunty warstwy IIIb i IIIc .	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało udokumentowane.
km: 0+140 ÷ 0+320	wykop < 7,0 m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste warstwy IVb i IVc . Osady te występują do głębokości rozpoznania. Lokalnie do głębokości rozpoznania występują twardoplastyczne osady warstwy IIIc .	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało udokumentowane.

km: 0+320÷0+960	nasyp 1,7m ÷ 6,4 m	Bezpośrednio od powierzchni ziemi występują grunty antropogeniczne reprezentowane przez nasypy niekontrolowane. Pod nasypami udokumentowano grunty organiczne (warstwa Ia i Ib) oraz deluwialne warstw IIa - IIc . Poniżej nawiercano utwory sypkie w stanie od średnio zagęszczonego do zagęszczonego (IVb - IVd), w głębszych partiach udokumentowano także osady lodowcowe warstwy IIIb i IIIc . Lokalnie, grunty te występują także pod warstwami gleby.	Zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się na głębokości od 2,2 m do głębokości 11,5 m p.p.t.
km: 0+960÷1+040	wykop <1,0 m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego (IVa - IVc), do głębokości rozpoznania. Lokalnie do głębokości rozpoznania udokumentowano plastyczne osady warstwy IIIb .	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało udokumentowane.
km: 1+040÷1+220	nasyp 0,7m ÷ 4,4 m	Pod warstwą gleby oraz lokalnie miękkoplastycznych namulów zalegają głównie utwory niespoiste w stanie od luźnego do zagęszczonego do głębokości rozpoznania. Piaski występują naprzemiennie z ciągłymi wydzieleniami osadów spoistych warstw IIIb i IIIc .	Zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się na głębokości 2,9 m p.p.t. bądź nie było nawiercane
km: 1+220÷1+480	wykop <1,0 m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego (IVa - IVb) oraz plastyczne osady warstwy IIIb . Poniżej nawiercano grunty spoiste w stanie twardoplastycznym oraz piaski w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym. Piaski występują do głębokości rozpoznania i nie zostały przewiercone.	Zwierciadło wody podziemnej nawiercono jako swobodne na głębokości 22,1 m p.p.t.
km: 1+480÷2+100	nasyp 0,6m ÷ 4,2 m	Pod warstwą gleby występują utwory niespoiste w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego, reprezentowane głównie przez piaski drobne i średnie. Lokalnie pod warstwami gleby udokumentowano grunty spoiste oraz także bezpośrednio pod powierzchnią terenu grunty antropogeniczne (nasypy niekontrolowane) a pod nimi warstwy torfów (Ia).	Zwierciadło wody podziemnej nawiercano na głębokości 1,5 - 1,8 m p.p.t.
km: 2+100÷3+240	wykop <7,0m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym (IVb - IVc) oraz plastyczne osady spoiste warstwy IIIb . Poniżej osadów deluwialnych (IIIb) nawiercano grunty sypkie, które występują do głębokości rozpoznania. Lokalnie do głębokości rozpoznania występują twardoplastyczne grunty spoiste (IIIc).	Zwierciadło wody podziemnej nawiercano na głębokości od 1,2 do 5,4 m p.p.t.

km: 3+240 ÷ 3+400	nasyp 1,9m ÷ 4,3 m	Pod warstwą gleby zalegają utwory organiczne w postaci torfów (warstwa Ia). Poniżej udokumentowano osady spoiste warstwy IIIa - IIIc . Pomiędzy nimi nawiercano w postaci soczew grunty sytkie na różnych głębokościach.	Zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się na głębokości od 0,9 m p.p.t do głębokości 1,0 m p.p.t.
km: 3+400 ÷ 4+280	wykop <2.0m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie luźnym (IVa). Pod nimi nawiercano grunty spoiste w stanie od plastycznego do twardoplastycznego. Lokalnie w obniżeniach terenu w poziomie niwelety występują torfy warstwy Ia o miąższości ok. 5,0 m. Na części tego odcinka w poziomie niwelety udokumentowano także spoiste osady lodowcowe warstwy IIIb i IIIc .	Zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się na głębokości od 0,1 do głębokości 2,4 m poniżej poziomu niwelety oraz powyżej poziomu niwelety trasy
km: 4+280 ÷ 4+680	nasyp 4.1m ÷ 15.4m	Pod warstwą gleby zalegają utwory organiczne warstwy Ia o miąższości dochodzącej do ok. 12 m. W dalszym odcinku rozpoznania pod warstwami gleby udokumentowano osady spoiste oraz niespoiste warstw odpowiednio: IIIb, IVa i IVb . Poniżej nawiercano spoiste grunty w stanie twardoplastycznym, a także średnio zagęszczone osady niespoiste.	Zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się na głębokości i od 0,7 m do 1.2 m p.p.t.
km: 4+680 ÷ 5+040	wykop <3.0m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym (IVb - IVc) oraz plastyczne osady spoiste warstwy IIIb . Grunty sytkie, występują do głębokości rozpoznania.	Zwierciadło wody podziemnej nawiercano w poziomie niwelety.
km: 5+040 ÷ 5+320.00	ESTAKADA ES-77	Pod warstwą gleby utwory spoiste w stanie od plastycznego do twardoplastycznego (warstwy IIIb ÷ IIIc), lub grunty niespoiste warstw IVa i IVb . Osady niespoiste występują do głębokości rozpoznania.	Pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 4,3 m p.p.t.
km: 5+320 ÷ 5+520.00	wykop <11.6m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym (IVc) oraz plastyczne i twardoplastyczne osady spoiste warstwy IIIb i IIIc . Grunty sytkie i spoiste, występują do głębokości rozpoznania.	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało nawiercone
km: 5+520 ÷ 5+660.0	nasyp 2.5m ÷ 9.4m	Pod warstwą gleby udokumentowano utwory spoiste w stanie od plastycznego do twardoplastycznego (warstwy IIIb ÷ IIIc), lub grunty niespoiste warstw IVa i IVb . Osady spoiste występują do głębokości rozpoznania i nie zostały przewiercone.	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało nawiercone

km: 5+660 ÷ 6+360.0	wykop <11.7m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie od luźnego do zagęszczonego (IVa - IVd) oraz plastyczne i twardoplastyczne osady spoiste warstwy IIb, IIc, IIb i IIc . Grunty sypkie i spoiste, występują do głębokości rozpoznania.	Zwierciadło wody podziemnej nie zostało nawiercone
km: 6+360 ÷ 7+740.0	nasyp 0.4m ÷ 8.2m	Pod warstwą gleby utwory nawiercano spoiste w stanie od plastycznego do twardoplastycznego (warstwy IIb÷IIc), lub grunty niespoiste warstw IVa, IVb i IVc . Osady spoiste występują do głębokości rozpoznania i nie zostały przewiercone.	Pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 1,5 m p.p.t.
km: 7+740 ÷ 7+980.0	ESTAKADA MS-81	Pod warstwą gleby udokumentowano utwory niespoiste w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego (warstwy IVa÷IVb), zaś poniżej nawiercano osady spoiste warstw IVc i IVd . Pomiedzy piaskami występują ciągle wydzielenia gruntów spoistych warstwy IIc .	Pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 0,9 m p.p.t.
km: 7+980 ÷ 8+560.0	wykop <7.5m	W poziomie niwelety występują grunty niespoiste w stanie od luźnego do zagęszczonego (IVa - IVc) oraz twardoplastyczne osady spoiste warstwy IIc i IIc . Grunty sypkie i spoiste, występują do głębokości rozpoznania.	Pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 0,9 m p.p.t.
km: 8+560 ÷ 13+650.50	nasyp 1.5m ÷ 13.5m	Pod warstwą gleby utwory nawiercano spoiste w stanie od plastycznego do twardoplastycznego (warstwy IIb÷IIc), lub grunty niespoiste warstw IVa, IVb i IVc . Osady spoiste występują do głębokości rozpoznania i nie zostały przewiercone.	Pierwsze zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 0,4 m p.p.t.

9.2. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

Geotechniczne warunki posadowienia obiektów inżynierskich przedstawiono w formie tabelarycznej. Dodatkowo dla każdego z obiektów opracowano osobny zeszyt zawierający załączniki graficzne oraz krótki opis, w którym scharakteryzowano zakres wykonanego rozpoznania podłoża, model geotechniczny z opisem wydzielonych warstw geotechnicznych. Przedstawiono również ogólne wnioski dotyczące geotechnicznych warunków posadowienia poszczególnych obiektów inżynierskich. – TOM II.

Tabela 6 Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych dla poszczególnych obiektów inżynierskich projektowanej drogi S6 Zadanie 3 odcinek 1

Nazwa obiektu inżynierskiego	km S6	Charakterystyka występujących warunków geotechnicznych	Charakterystyka występujących poziomów wodonośnych
WD-70	0+450.36	<p>W badanym podłożu pod powierzchnią terenu zalegają nasypy niekontrolowane o zróżnicowanym składzie. Ich miąższość waha się od 0,6 do 2,3 m. Poniżej gruntów antropogenicznych zalegają (w zależności od otworu) luźne piaski warstwy IVa, bądź grunty organiczne warstwy Ia i Ib, lub piaski gliniaste w stanie plastycznym warstwy IIb. Od głębokości 2,0 - 4,0 m p.p.t. udokumentowano ciągłą warstwę osadów deluwialnych warstw IIa - IIc, reprezentowanych przez piaski gliniaste, gliny piaszczyste oraz gliny pylaste w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego. Osady te są podścielane piaskami o różnej granulacji warstw IVa - IVd. Pod piaskami występują osady spoiste pochodzenia lodowcowego, praktycznie do głębokości rozpoznania. Na różnych głębokościach grunty spoiste występują naprzemiennie z osadami lodowcowymi warstwy IIIc.</p>	<p>Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego i stabilizowała się na głębokości 2,3 m p.p.t. Druga warstwa wodonośna występuje w postaci zwierciadła swobodnego i nawiercano ją na głębokości 11,4 - 12,7 m p.p.t.</p>
PZMz-71	0+825.00	<p>W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają luźne piaski warstwy IVa.</p> <p>W otworach 1a, 1 oraz 1b dominują utwory niespoiste o różnej granulacji warstw IVa - IVd. Grunty spoiste warstw IIIb - IIIc występują w postaci ciągłych soczew o niewielkich miąższościach. Lokalnie (otwór nr 1) miąższość warstwy IIIb dochodzi do 1,6 m. W otworach nr 2a, 2 i 2b dominują grunty spoiste warstwy IIIb i IIIc, występując naprzemiennie z gruntami sypkimi warstw IVa - IVd. Do głębokości rozpoznania występują piaski w przypadku otworów linii 1, zaś w otworach linii 2 utwory spoiste.</p>	<p>Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego na głębokości 17,8 m p.p.t.</p>

WD-72	1+374.07	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają luźne piaski warstwy IVa. Generalnie we wszystkich otworach dominują utwory niespoiste różnej granulacji warstw IVa - IVe. Grunty spoiste warstw IIIb - IIIc występują w postaci ciągłych wydzielen o miąższościach 0,5 - 3,4 m.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego na głębokości 3,1 m p.p.t.
PZGd-73	2+190.76	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają luźne piaski warstwy IVa. Generalnie we wszystkich otworach występują wyłącznie utwory niespoiste o różnej granulacji warstw IVa - IVe do głębokości rozpoznania. Grunty spoiste warstwy IIIc występują w postaci soczew o miąższości 0,2 - 0,6 m, w głębszych partiach.	Nie nawiercono zwierciadła wód podziemnych.
PZMz-74	3+300.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby bądź od powierzchni terenu, zalegają grunty organiczne warstwy Ia. Poniżej nawiercano grunty sypkie (warstwa IVa - IVc) lub spoiste warstwy IIIb i IIIc. W przedmiotowej lokalizacji dominują grunty spoiste, przy czym udokumentowano miąższą warstwę miękkoplastycznych glin o bardzo niskich parametrach wytrzymałościowych występującą do głębokości 4,7 - 5,7 m p.p.t. Osady sypkie, występują jako soczewy, bądź ciągłe wydzielania pomiędzy gruntami spoistymi. Ich występowanie udokumentowano do głębokości rozpoznania i nie zostały one przewiercone.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego i swobodnego na głębokości 0,3 - 1,5 m p.p.t.
WD-75	3+441.01	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają zarówno luźne piaski warstwy IVa oraz plastyczne grunty spoiste warstwy IIIb. Osady sypkie podścielane są przez gliny oraz piaski gliniaste. Osady te występują w stanie plastycznym, a głębiej w twardoplastycznym. W przypadku otworów 2b i 2c można stwierdzić, że grunty spoiste tworzą ciągłą warstwę, przy czym zostały przewiercone a pod nimi zalegają grunty niespoiste warstw IVd i IVe do głębokości rozpoznania. W otworach 1b, 1c, 3b oraz 3c osady lodowcowe występują naprzemiennie z wydzieleniami piasków, które tworzą ciągłe warstwy.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego na głębokości 2,6 m p.p.t. oraz napiętego, które stabilizuje się na głębokości 10,6 m p.p.t.

ES-77	5+120.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby bądź nasypów niekontrolowanych zalegają grunty sypkie warstw IVa i IVb, a lokalnie grunty spoiste warstwy IIIb i IIIc. Generalnie w przedmiotowej lokalizacji dominują grunty niespoiste, które nawiercano do głębokości rozpoznania. Grunty spoiste występują w postaci ciągłych wydzieleń oraz soczew, których miąższość waha się od 0,3 do 6,5 m.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego (woda zawieszona na glinach) na głębokości ok. 4,3 - 4,4 m p.p.t. oraz swobodnego pod warstwami gruntów spoistych na głębokości 11,0 - 19,0 m p.p.t.
WD-78	6+148.03	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają grunty sypkie warstw IVa, na następnie naprzemiennie warstwy IVb, IVc i IVa. Grunty niespoiste zalegają do głębokości 7,5 - 15,6 m p.p.t. Następnie nawiercano grunty lodowcowe warstw IIIb oraz IIIc. Miąższość plastycznych utworów lodowcowych waha się od 0,3 do 1,0 m. Osady warstwy IIIc zalegają aż do głębokości rozpoznania.	Podczas prowadzenia prac wiertniczych nie nawiercono zwierciadła wód podziemnych.
PZM-79	6+560.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają grunty sypkie warstw IVa, grunty spoiste warstwy IIb oraz grunty organiczne warstwy Ia. Następnie naprzemiennie nawiercano osady spoiste (IIIb i IIIc) z niespoistymi warstwami IVb - IVd. Do głębokości rozpoznania zalegają zarówno grunty spoiste jak i niespoiste, w zależności od otworu.	Zwierciadło wód podziemnych nawiercano na głębokości 1,3 - 2,6 m p.p.t.
WS-80	7+519.62	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają grunty sypkie warstw IVa, bądź spoiste IIb. Lokalnie bezpośrednio od powierzchni terenu zalegają nasypy niekontrolowane. Grunty warstwy IVa podścielane są deluwialnymi gruntami spoistymi warstwy IIb. W otworze 2a na głębokości 2,3 m p.p.t. nawiercono torfy warstwy Ia o miąższości 1,4m. Poniżej warstw Ia i IIb udokumentowano piaski różnej granulacji w stanie od średnio zagęszczonego do bardzo zagęszczonego (IVb - IVe). W praktycznie wszystkich wykonanych otworach piaski występują do głębokości rozpoznania (za wyjątkiem otworów 1a, 2b i 4b). W piaskach występują także wydzielienia gruntów spoistych warstw w postaci soczew o zróżnicowanej miąższości.	Swobodne zwierciadło wód podziemnych występuje na głębokości 0,9 m p.p.t. jako wody zawieszone na glinach oraz na głębokości 4,3 m p.p.t. jako zwierciadło swobodne.

MS-81	7+870.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby zalegają grunty sypkie warstw IVa, a w obniżeniach terenu grunty organiczne warstwy Ia. Następnie nawiercano piaski warstw IVb - IVe. Występują one naprzemiennie z ciągłymi wydzieleniami gruntów spoistych warstw IIIc, a lokalnie także IIb. Za wyjątkiem otworów 5a i 6a grunty sypkie występują do głębokości rozpoznania. W ww. otworach do głębokości rozpoznania występują grunty spoiste.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego oraz napiętego na głębokości 0,9 - 5,6 m p.p.t.
WD-82	8+412.81	W badanym podłożu bezpośrednio pod powierzchnią terenu grunty spoiste warstw IIIa i IIIb lub sypkie warstw IVa i IVb. Następnie do głębokości rozpoznania nawiercano głównie osady niespoiste. Grunty te występują w stanie od średnio zagęszczonego do bardzo zagęszczonego i nie zostały przewiercone. W podłożu przedmiotowej lokalizacji udokumentowano także osady spoiste występujące w postaci soczew oraz lokalnie warstwy ciągłej. Grunty te występują w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego. Ich miąższość wynosi maksymalnie 1,6 m.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego i lekko napiętego na głębokości 20,0 - 21,1 m p.p.t.
PZM-83	9+010.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalegają luźne piaski warstwy IVa lub plastyczne grunty warstwy IIIb. Następnie piaski podścielane są przez grunty spoiste warstwy IIIb i IIIc. Następnie udokumentowano grunty sypkie (warstwy IVb - IVd) do głębokości rozpoznania (otwory 3b i 4b). W pozostałych otworach, do głębokości rozpoznania występują grunty spoiste.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego i stabilizowała się na głębokości 4,2 - 5,0 m p.p.t. Zwierciadło swobodne nawiercano na głębokości 7,2 - 8,2 m p.p.t.
PP-84	10+250.98	W badanym podłożu bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalegają nasypy niekontrolowane o zróżnicowanym składzie. Ich miąższość waha się od 0,3 do 1,1 m. Poniżej gruntów antropogenicznych zalegają (w zależności od otworu) luźne piaski warstwy IVa i IVb. Następnie nawiercano naprzemiennie osady spoiste z niespoistymi. Osady spoiste występujące w górnych partiach rozpoznania reprezentowane są przez piaski gliniaste i gliny pylaste warstw IIb. Głębiej nawiercano miększe warstwy IIIb oraz IIIc. Grunty sypkie reprezentują warstwy IVc - IVd. Do głębokości rozpoznania występują utwory spoiste za wyjątkiem otworu nr 1, gdzie stwierdzano drobne piaski, których nie przewiercono.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego i nawiercano ją na głębokości od 2,0 do 3,5 m p.p.t.

PZM-85	10+514.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalegają nasypy niekontrolowane o zróżnicowanym składzie, bądź warstwy gleby. Pod gruntami antropogenicznymi nawiercano osady spoiste (warstwy IIb i IIc) o miąższości 0,5 - 1,5 m. Poniżej gruntów deluwialnych występują luźne piaski warstwy IVa i oraz piaski warstwy IVb, które podścielane są osadami organicznymi i deluwialnymi o miąższości 1,0 - 1,6 m. Pod nimi występują do głębokości rozpoznania osady niespoiste warstw IVb - IVd, których nie przewiercono. W głębszych partiach rozpoznania udokumentowano soczewy torfów warstwy Ia o miąższości 0,3 - 0,4 m.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego, które stabilizowało się na głębokości od 0,7 - 2,7 m p.p.t.
WS-87	11+357.29	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwami gleby bądź nasypów niekontrolowanych, pod powierzchnią terenu grunty niespoiste warstwy IVa. Pod nimi występują grunty sypkie warstw IVb - IVe. Osady te tworzą praktycznie ciągłą warstwę do głębokości 12,4 - 19,9 m p.p.t., w której występują w postaci soczew osady spoiste. Następnie udokumentowano występowanie naprzemiennie gruntów niespoistych warstw IIIb i IIIc oraz osadów niespoistych IVc - IVd. Następnie nawiercano nawodnione piaski warstw IVc - IVd. Do głębokości rozpoznania występują osady spoiste (warstwa IIIc), których nie przewiercono.	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła swobodnego na głębokości 1,6 - 4,0 m p.p.t.
PP-88	12+609.98	W badanym podłożu bezpośrednio pod warstwą gleby, bądź bezpośrednio od powierzchni terenu zalegają grunty organiczne warstwy Ia. Miąższość tej warstwy waha się od 0,9 do 2,1 m. Pod torfami nawiercano organiczne namuły i gytie warstwy Ib, a pod nimi, lub bezpośrednio pod warstwą torfu plastyczne pyły piaszczyste warstwy IIb. Głębiej udokumentowano ciągłą warstwę nawodnionych luźnych piasków (IVa), która zalega do głębokości 3,8 - 6,7 m p.p.t. Pod warstwą osadów sypkich zalegają utwory lodowcowe warstwy IIIc (lokalnie IIIb) aż do głębokości rozpoznania.	Woda z napiętego zwierciadła wód podziemnych stabilizuje się na głębokości 0,4 - 0,9 m p.p.t.
PZM-89	12+848.00	W badanym podłożu bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalegają grunty organiczne reprezentowane przez torfy warstwy Ia. Ich miąższość waha się od 1,8 do 3,3 m. Poniżej zalegają luźne piaski warstwy IVa. W otworach nr 2 i 3, pomiędzy torfami,	Woda podziemna była nawiercana w postaci zwierciadła napiętego i stabilizowała się na głębokości 0,4 - 0,9 m p.p.t.

		nawiercono gytie warstwy Ib. Pod piaskami udokumentowano grunty spoiste warstwy IIIb - IIIc. Zalegają one naprzemiennie z warstwami piasków IVb - IVc i mają zróżnicowaną miąższość. Gliny pylaste (warstwa IIIc) występują do głębokości rozpoznania i nie zostały przewiercone.	
--	--	---	--

10. WNIOSKI I ZALECENIA GEOTECHNICZNE

- 10.1. W wyniku wykonanych badań terenowych oraz laboratoryjnych dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie projektowanej inwestycji. Na podstawie wyników badań opracowano model podłoża 2D, który przedstawiono na dołączonych przekrojach geotechnicznych. W badanym podłożu występują nośne grunty warstw IIb, IIc, IIIb, IIIc, IVb, IVc, IVd, IVe, Va i Vb. Grunty warstwy Ia, Ib nasypy niekontrolowane i glebę zaliczono do gruntów słabonośnych. Lokalnie występujące przewarstwienia gruntów miękkoplastyczne warstwy IIa i IIIa zalicza się do gruntów mniej nośnych. Grunty luźne warstwy IVa, w przypadku ich występowania w poziomie posadowienia, należy dogęścić do wymaganego w projekcie wskaźnika zagęszczenia.
- 10.2. W obrębie inwestycji występują zarówno proste i złożone warunki gruntowo-wodne. Występujące warunki geotechniczne na części projektowanej trasy są sprzyjające dla bezpośredniego posadowienia obiektów drogowych. W rejonach występowania gruntów słabonośnych lub mniej nośnych konieczne będzie wykonanie wymiany gruntu lub zastosowania technologii wzmacniania podłoża gruntowego. Szczegółowe propozycje dotyczące posadowienia korpusu drogowego, obiektów towarzyszących oraz obiektów inżynierskich zostaną ustalone przez projektanta na etapie projektu budowlanego.
- 10.3. Wszelkie prace projektowe posadowienia należy prowadzić zgodnie z PN-EN 1997-1 oraz odpowiednimi normami branżowymi. Wartości parametrów obliczeniowych należy ustalić na podstawie parametrów charakterystycznych oraz współczynników zmienności oraz przy wykorzystaniu współczynników bezpieczeństwa wg PN-EN 1997-1. Wartość współczynnika zmienności należy przyjmować bardziej niekorzystną, zapewniającą większe bezpieczeństwo budowli.
- 10.4. W ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, w miejscach projektowanych wykopów wykonano analizę przydatności gruntów pod kątem wbudowania ich

w projektowane nasypy. W przeważającej większości w wykopach udokumentowano grunty spoiste lub piaszczysto spoiste, wysadzinowe.

Grunty spoiste z wykopów mogą być wykorzystane do budowy nasypów w ograniczonym zakresie oraz pod pewnymi warunkami, które określone są w normie PN-S-02205:1998 (Tabela 2). Do budowy zaleca się wykorzystać praktycznie wszystkie wykopywane grunty niespoiste, jednakże po wcześniejszym określeniu ich parametrów świadczących o przydatności do wbudowania w nasyp (np. wskaźnik różnoziarnistości "U", wskaźnik piaszkowy, wskaźnik CBR, wodoprzepuszczalność etc.).

Wstępnie można ocenić, że przydatność gruntów do wbudowania w nasypy - pozyskana z wykopów na Zadaniu nr 3 jest odpowiednia na dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania oraz ewentualnie na górne warstwy nasypów pod warunkiem, że grunty te nie zawierają niedopuszczalnej ilości części organicznych oraz zostaną ulepszone spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp.

- 10.5. Zwraca się uwagę że w strefie podłoża bezpośrednio poniżej warstwy gleby, w obrębie przypowierzchniowych warstw gruntów rodzimych oraz w obrębie gruntów spoistych holoceniskich mogą występować części organiczne pochodzenia roślinnego, których makroskopowo nie zaobserwowano podczas badań o charakterze punktowym.
- 10.6. W obliczeniach statycznych należy uwzględnić wpływ wyporu wody na ciężar objętościowy gruntu. Do obliczeń przyjąć najmniej korzystne położenie zwierciadła wody podziemnej uwzględniając stan obecny jak również możliwe wahania.
- 10.7. Grunty organiczne cechuje bardzo duża zmienność wartości cech fizycznych, mechanicznych i wytrzymałościowych. Charakteryzują się one niewielką nośnością i niskimi wartościami modułów ścisłości. Znajdują się one przede wszystkim w stanie miękkoplastycznym i plastycznym. Grunty niespoiste (piaski i żwiry) występują w różnych stanach zagęszczenia od luźnego poprzez średniozagęszczony do zagęszczonego a nawet bardzo zagęszczonego. Grunty spoiste (holoceniskie) również występują w zróżnicowanym stanie: od przewarstwień miękkoplastycznych, przez plastyczne do twardoplastycznych. Grunty spoiste (plejstoceniskie) nawiercone w najniższych partiach podłoża występują w stanie plastycznym, twardoplastycznym lub lokalnie mogą występować przewarstwienia miękkoplastyczne.
- 10.8. Grunty spoiste są to grunty wrażliwe na zawilgocenie, które wraz ze wzrostem wilgotności tracą swoje własności wytrzymałościowe. Stan gruntów spoistych jak i organicznych odpowiada warunkom stwierdzonym w okresie prowadzenia badań.

W przypadku odkrycia tych gruntów w wykopie prace należy prowadzić szybko i starannie tak aby nie dopuścić do rozmoczenia tych gruntów np. wskutek opadów atmosferycznych. Grunty naruszone należy usunąć i zastąpić dobrze zagęszczoną podsypką piaszczysto-żwirowa lub chudym betonem.

10.9. Prace ziemne zaleca się prowadzić pod nadzorem geotechnicznym osób posiadających odpowiednie uprawnienia. Wszelkie odstępstwa od stwierdzonych warunków gruntowo-wodnych należy na bieżąco konsultować z nadzorem geotechnicznym oraz wykonawcą pierwotnych badań geologicznych.

10.10. Wykonane badania terenowe miały charakter punktowy. Przedstawienie przestrzenne wyników badań jest wynikiem interpretacji rezultatów w poszczególnych punktach i może się różnić od warunków rzeczywistych (odcinki pomiędzy punktami badawczymi). W związku z tym nie można wykluczyć konieczności uszczegółowienia rezultatów przedstawionych badań w dalszych etapach inwestycji – w tym na etapie realizacji.

10.11. Na obszarze prowadzenia badań stwierdzono występowanie wód gruntowych w strefie przypowierzchniowej. W ramach badań pod obiekty inżynierskie nawiercono również zwierciadło wód podziemnych. Wody podziemne podlegają znacznym wahaniom w czasie. Typowe wahania poziomu wód podziemnych wynoszą orientacyjnie $\pm 0,50$ m.

10.12. Poziom zwierciadła wody gruntowej odnosi się do okresu prowadzenia badań i może on ulec wahaniom wskutek:

- nasilenia opadów atmosferycznych,
- zmian pory roku.

Sączenia, które stwierdzono w obrębie piaszczystych przewarstwień w gruntach spoistych mogą również charakteryzować się zmienną intensywnością. Zjawiska te mogą okresowo występować również w lokalizacjach, w których nie zostały stwierdzone w okresie prowadzenia prac badawczych.

Szczególnie w rejonach projektowanych wykopów należy przed przystąpieniem do robót ziemnych zaktualizować rozpoznanie geotechniczne w przedmiotowym zakresie.

10.13. Wody podziemne wykazują lokalnie agresywność korozyjną w stosunku do betonu modelowego. Wyniki przedstawiono w punkcie dotyczącym badań laboratoryjnych wody gruntowej.

- 10.14. Zwraca się uwagę, że w przypadku formowania wykopów na obszarach gdzie udokumentowano występowanie wód gruntowych, wód zawieszonych lub sączeń wymagać będzie starannego zabezpieczenia ścian wykopu. Przecięcie naturalnych uprzywilejowanych dróg filtracji może bowiem wywołać niekorzystne zjawiska geodynamiczne, spowodować sufozję i w konsekwencji doprowadzić do utraty stateczności ścian wykopu. W tych lokalizacjach należy zachować szczególną staranność na etapie projektowania i wykonawstwa. W przypadku konieczności zaleca się stosować lokalne odwodnienia takie jak drenaż wgłębny, drenaż opaskowy lub odpowiednie zabezpieczania i obudowy wykopów.
- 10.15. Konstrukcje betonowe posadowione w obszarach stwierdzonej agresywności korozyjnej wód podziemnych należy zabezpieczyć przed oddziaływaniem środowiska zgodnie z obowiązującymi normami branżowymi. Proponuje się przyjmowanie wartości o klasę ekspozycji niższą od stwierdzonej, co pozwoli zabezpieczyć konstrukcję w przypadku pogorszenia warunków chemicznych wody podziemnej.
- 10.16. Grunty pochodzące z obszarów zmienionych antropogenicznie tzn. nasypy niekontrolowane oraz materiał pochodzący z usuwania powierzchniowej warstwy humusu (gleby) należy gromadzić na odkładzie w miejscach do tego przewidzianych w projekcie wykonawczym. Materiał ten można w efekcie wykorzystać do obudowania skarp nasypów (obsypywania) tak na odcinku trasy głównej jak i na nasypach przy przyczółkach obiektów mostowych.
- 10.17. Ze względu na przewidywany duży zakres prac ziemnych zaleca się, aby na czas trwania robót, inwestor ustanowił stały nadzór geotechniczny, którego zadaniem będzie prowadzenie obsługi budowy.
- 10.18. Zadaniem obsługi geotechnicznej budowy w tym zakresie byłoby:
- udział w odbiorach podłoża gruntowego pod poszczególne obiekty budowlane,
 - kontrola parametrów materiału przewidzianego do wykonania nasypów, zasypek podsypek,
 - kontrola zagęszczenia wbudowywanych w podłoże gruntów,
 - opiniowanie projektów technologicznych oraz wszelkich prac związanych z pracami geotechnicznymi.
- 10.19. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 1,00 m p.p.t.
- 10.20. Zakres wykonanych badań zawartych w niniejszej dokumentacji jest wynikiem wymagań techniczno-budowlanych jednostki projektowania sporządzonych dla

niniejszego opracowania. Wykonane badania należy skonfrontować z wymaganiami techniczno-budowlanymi sformułowanymi na etapie projektu budowlanego oraz wykonawczego oraz dokonać ewentualnego uzupełnienia rozpoznania podłoża.

10.21. Dodatkowe wnioski geotechniczne dotyczące posadowienia poszczególnych obiektów inżynierskich zawarto w TOMIE II dla każdego z obiektów w osobnym zeszycie.

11. SPIS WYKORZYSTANYCH NORM, OPRACOWAŃ ORAZ LITERATURY

Spis wykorzystanych norm

- [1] PKN-CEN ISO/TS 17892-5:2009. Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badania edometryczne.
- [2] PKN-CEN ISO/TS 17892-8:2009. Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 8: Badanie gruntów nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody.
- [3] PKN-CEN ISO/TS 17892-9:2009. Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie gruntów nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania po nasyceniu wodą.
- [4] PKN-CEN ISO/TS 17892-10:2009. Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania.
- [5] PKN-CEN ISO/TS 17892-11:2009. Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym.
- [6] PN-EN ISO 8502-8. Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 2: Sondowanie dynamiczne.
- [7] KN-CEN ISO/TS 17892-12:2009 - Badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów -- Część 12: Oznaczanie granic Atterberga.

- [8] ISO/TS 17892-4:2009 - Badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów - Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego.
- [9] PKN-CEN ISO/TS 17892-6:2009 - Badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów - Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym.
- [10] PN-EN ISO 22475-1. Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonania.
- [11] PN-EN ISO 14688-1. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis;
- [12] PN-EN ISO 14688-2. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania;
- [13] PN-78/G-98016 Torf ogrodniczy.
- [14] PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [15] PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [16] PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [17] PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [18] PN-92/B-10735. Kanalizacja. Przewody kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze.
- [19] PN-B 02481:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [20] PN-B 02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [21] PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [22] PN-B 06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

- [23] PN-EN 1992-2:2010 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty z betonu. Obliczanie i reguły konstrukcyjne.
- [24] PN-EN 1997-1 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [25] PN-EN 1997-2 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego.
- [26] PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [27] PN-S-10040:1999. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- [28] PN-S-10050:1989. Obiekty mostowe. Konstrukcje mostowe. Wymagania i badania.

Spis wykorzystanych opracowań:

- [29] Dokumentacja geologiczno-inżynierska określająca warunki geologiczno-inżynierskie dla przedsięwzięcia: „Koncepcja programowa budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z Obwodnicą Lęborka) – Obwodnica Trójmiasta”; powiat lęborski, gminy: miasto Lębork, Nowa Wieś Lęborska; powiat wejherowski, gminy: Łęczyce, Luzino i Szemud; powiat kartuski, gmina Żukowo; powiat grodzki Gdynia, gmina Miasta Gdyni; woj. pomorskie. INGEO Sp. z o.o. Gdynia, lipiec 2016 r. ver. 01.
- [29a] Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla przedsięwzięcia: „Budowa drogi ekspresowej S6 na Słupsk – Gdańsk na odcinku Bożepole Wielkie – początek Obwodnicy Trójmiasta. Zadanie 3: węzeł Szemud (bez węzła) – węzeł Gdynia Wielki Kack (z Węzłem)” – odcinek 1; powiat wejherowski, gmina Szemud; woj. pomorskie. INGEO Sp. z o.o. Gdynia, grudzień 2018 r. ver 02
- [30] Studium Techniczno- Ekonomiczno- Środowiskowe budowy drogi ekspresowej S6 odc. Lębork (wraz z obwodnicą Lęborka)- obwodnica Trójmiasta” opracowane przez DHV POLSKA Sp. z o.o. w lipcu 2010 r.

- [31] Opinia geotechniczna „Koncepcja Programowa budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork (wraz z Obwodnicą Lęborka) Obwodnica Trójmiasta” Zadanie 1: Leśnice-Godętowo. Transprojekt Gdański Sp. z o.o. 2015r

Spis literatury:

- [32] Bryś H., Przewłocki St. : Geodezyjne metody pomiarów przemieszczeń budowli. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 1998 rok.
- [33] Galon R.: Geomorfologia Polski. Tom 2. Niz Polski. PWN. Warszawa 1972 rok.
- [34] Gwizdała K.: Projektowanie fundamentów na palach. XXX Ogólnopolska Konferencja Warsztat pracy projektanta. Wisła-Ustroń 2005 rok.
- [35] Janas L., Jaromijak A., Michalak E.: Instrukcje przeprowadzania przeglądów drogowych obiektów inżynierskich. GDDKiA. Warszawa 2005 rok.
- [36] Kłosiński B., Bażyński J., Frankowski Zb., Kaczyński R., Wierzbicki St.: Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. GDDP. Warszawa 1998 rok.
- [37] Kłosiński B., Grzegorzewicz K., Rychlewski P., Wierzbicki St., Wileński P.: Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP. Warszawa 2002 rok.
- [38] Kondracki J.: Geografia fizyczna Polski. PWN. Warszawa 1988 rok.
- [39] Lechowicz Z., Szymański A.: Odształcenia i stateczność nasypów na gruntach organicznych. Część I i II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2002 rok.
- [40] Lunne T., Robertson P.K., Powell J.J.M.: cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. Spon Press Taylor&Francis Group, London and New York 2002 rok.
- [41] Molisz R., Baran L., Werno M.: Nasypy na gruntach organicznych. Wydawnictwo komunikacji i Łączności. Warszawa 1986 rok.

- [42] Myslińska E.: Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badań. PWN. Warszawa 2001 rok.
- [43] Pazdro Z.: Hydrogeologia Ogólna. Wydawnictwo Geologiczne. Warszawa 1977 rok.
- [44] Pisarczyk St.: Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005 rok.
- [45] Robertson P.K., Cabal K.L.: Guide Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering. Gregg Drilling & Testing Inc. Signal Hill, 2010 rok.
- [46] Sawicka-Siarkiewicz H.: Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa 2004 rok.
- [47] Sikora Z.: Sondowanie statyczne. Metody i zastosowanie w geoinżynierii. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2006 rok.
- [48] Wieczysty A.: Hydrogeologia inżynierska. PWN, Warszawa 1982 rok.
- [49] Wiłun Z. :Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.

Autorzy opracowania:

mgr inż. Paweł Molski upr. geol VII-1374

mgr inż. Wojciech Cieślak upr. geol VII-1356

mgr Olga Kiljańczyk upr. Geol V-1932