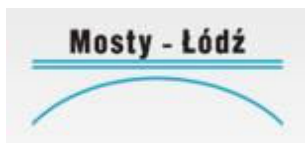


PROJEKT REALIZOWANY PRZEZ



Przedsiębiorstwo Robót Mostowych
„Mosty-Łódź” S.A.
Ul. Bratysławska 52; 94-112 Łódź



Transprojekt Gdański Sp. z o.o.
ul. Partyzantów 72A, 80-254 Gdańsk

Dokumentacja badań podłoża gruntowego

Branża: Geotechnika
Tom: XI/2
Kod (CPV): 45230000-8
Kat. obiektu budowlanego IV, XXV, XXVI, XXVIII

Nazwa i adres
zadania:



**Projekt i budowa Drogi S6 na odcinku
Nowogard –Ploty (koniec obwodnicy
m.Nowogard-koniec obwodnicy m.Ploty).**

woj. Zachodniopomorskie, pow. Goleniowski, gm. Nowogard,
pow. Gryficki, gm. Ploty

Nazwa
Inwestora:

Skarb Państwa –
Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad
reprezentowany przez
Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Szczecinie
al. Bohaterów Warszawy 33, 70-340 Szczecin

Numery ewidencyjne działek, na których obiekt jest usytuowany	wg zestawienia - TOM I/1
Nr projektu	01/211/2015

Zespół Autorski				
Imię i Nazwisko	Stanowisko	Nr uprawnień	Specjalność	Podpis
CZĘŚĆ DROGOWA				
mgr inż. Łukasz Stepnowski	Główny projektant	POM/0101/POOD/03	drogowa	
mgr Marek Ober	Geolog	070947	geologiczna	
mgr Artur Bącik	Geolog	VII-1442	geologiczna	

Faza	Kilometr	Obiekt/Branża	Numer	Tom	Rys./Ark.	Wersja	Biuro
PB	49+098	GT	000	1102	0000	03	TG

Gdańsk, sierpień 2016r.

Nr egz.

Spis treści

TOM I (Części 1 i 2, opis i mapy)

T e k s t

1. Wstęp
 - 1.1. Opis położenia geograficznego i administracyjnego terenu projektowanej inwestycji
 - 1.2. Charakterystyka projektowanej inwestycji, określenie kategorii geotechnicznej
 - 1.3. Opis wykonanych robót i wykorzystanych materiałów archiwalnych
2. Opis budowy geologicznej
3. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych
4. Ocena technicznych właściwości podłoża
5. Wnioski

Z a ł ą c z n i k i

1. Mapa topograficzna w skali 1:25000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000 (12 ark.)

TOM II (Trasa drogi S6)

1. Przekrój podłużny w skali 1:100/1000 (16 ark.)
2. Przekroje poprzeczne w skali 1:100/500, 1:100/1000 i 1:100/2000 (74 ark.)
3. Przekroje dla zbiorników retencyjnych w skali 1:100/500 (2 ark.)
4. Karty otworów
5. Wyniki sondowań dynamicznych, ścinań i sondowań CPTU
6. Obliczenia stopnia zagęszczenia I_D i wytrzymałości na ścinanie T_{max}

TOM III (Obiekty inżynierskie)

Łącznie 17 części dla poszczególnych obiektów,
każda część zawiera następujące załączniki:

1. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
2. Przekroje geologiczno – inżynierskie w skali 1:100/250
3. Karty otworów
4. Wyniki sondowań dynamicznych, ścinań i sondowań CPTU
5. Obliczenia stopnia zagęszczenia I_b i wytrzymałości na ścinanie T_{max}
6. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych
7. Wyniki analizy chemicznej wody (jeżeli występuje w strefie posadowienia danego obiektu)

Poza ww. numeracją załączników pozostają objaśnienia symboli i znaków użytych na przekrojach, dołączone na początku tomu II i dla każdego obiektu inżynierskiego w tomie III.

1. Wstęp

Celem niniejszej dokumentacji jest rozpoznanie i przedstawienie w postaci graficznej i opisowej warunków geotechnicznych i budowy geologicznej podłoża projektowanego odcinka drogi ekspresowej S6 Nowogard - Płoty, określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów, a także stopnia agresywności wód gruntowych w stosunku do betonu.

Dokumentacja niniejsza oparta została przede wszystkim na wynikach robót geologicznych, które wykonane zostały na podstawie projektu robót geologicznych dla dodatku do dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dla przemiotowej inwestycji, zatwierdzonego przez Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego decyzją nr WOŚ.III.7440.2.2016.PW z dnia 20 czerwca 2016 r. W toku prac projektowych, wskutek lokalnych zmian przebiegu i niwelety drogi w stosunku do opracowanej w 2014 r. koncepcji programowej, wynikła potrzeba niewielkiego poszerzenia zakresu badań w stosunku do ukończonej już dokumentacji geologiczno – inżynierskiej - wykonania 10 głębszych otworów dla pięciu obiektów inżynierskich, oraz pięciu otworów na trasie drogi. Wyniki tych badań udokumentowano w niniejszej dokumentacji łącznie z badaniami dla dokumentacji geologiczno – inżynierskiej.

Podstawę prawną opracowania dokumentacji stanowią następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo Geologiczne i Górnicze (Dz. U. 2011 r., poz. 163, z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r., w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 r., Nr 213, poz. 1397, oraz Dz. U. 2013 r., poz. 817)
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. nr 63, poz. 735, oraz Dz. U. z 2013 r., poz. 528)
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430, oraz Dz. U. z 2015 r., poz. 329)

1.1. Opis położenia geograficznego i administracyjnego terenu projektowanej inwestycji

Teren, na którym zlokalizowana jest projektowana droga ekspresowa S-6, obejmuje odcinek Nowogard – Płoty, od końca istniejącej obwodnicy miasta

Nowogard w km 49+098, do końca projektowanej obwodnicy miasta Płoty w km 69+460.56; długość objętego badaniami odcinka wynosi 20.362 km.

W fizycznogeograficznym podziale Polski jest to fragment mezoregionu nr 313.32 o nazwie Równina Nowogardzka, będącego częścią makroregionu 3131.2-3 Pobrzeże Szczecińskie.

Cały objęty projektem odcinek położony jest w województwie zachodniopomorskim. Początkowa część trasy o długości ok. 6.6 km, do km 55+700, przebiega przez gminę Nowogard w powiecie goleniowskim, dalsza jej część prowadzi przez gminę Płoty w powiecie gryfickim.

Roboty geologiczne dla dodatku do dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wykonywano na 269 działkach, będących własnością Skarbu Państwa, oraz osób fizycznych. Inwestor dysponował prawem wykonania robót geologicznych na 38 spośród tych działek, pozostałe działki są własnością osób fizycznych, lub Agencji Nieruchomości Rolnych.

Pod względem geomorfologicznym trasa drogi prowadzi przez falistą wysoczyznę morenową o rzędnych ok. 40 – 60 m n.p.m. Wysoczyzna poprzecinana jest szeregiem dolin powstałych jako rynny glacialne, tworzących „rusztowy” układ o dominujących dwóch prostopadłych kierunkach przebiegu NE – SW i NW – SE; pomiędzy dolinami znajdują się płaty wysoczyzny, niekiedy nadbudowane pagórami i stoliwami kemowymi (południowy stok najwyższego z takich wzniesień, które osiąga w kulminacji wysokość ok. 61.5 m n.p.m., badana trasa przekracza w początkowej części trasy, w km około 50+750). Rzeźbę wysoczyzny urozmaicają niekiedy także zagłębienia wytopiskowe. Projektowana droga przekracza kolejno następujące doliny i obniżenia:

- w km ok. 49+800 płytką rynną Gardominki, o głębokości zaledwie ok. 5 – 7 m i szerokości ok. 500 m, biegnącą w tym miejscu w kierunku NW – SE
- w km ok. 54+200 rynną biegnącą w kierunku NE – SW, odwadnianą przez ciek bez nazwy. Głębokość tej rynny nie przekracza ok. 10 m, jej szerokość wynosi ok. 500 m
- w km ok. 55+800 wąską rynną o przebiegu NW – SE, głęboką na ok. 3 – 5 m
- w km od ok. 58+400 do ok. km 59+200 szeroką na ok. 800 m rynną biegnącą z NW ku SE, o głębokości ok. 10 m

- w km ok. 61+650 i od ok. 62+450 do km ok. 62+700 dwa zagłębienia wytopiskowe o nieregularnym kształcie, o głębokości ok. 8 i 5 m
- w km ok. 63+700 wąską rynną biegnącą z WNW na ESE, głęboką zaledwie na ok. 4 m
- w km od ok. 65+300 do km ok. 65+600 płytkie (ok. 3 m) zagłębienie wytopiskowe
- w km od ok. 66+900 do ok. 67+500 rynnową dolinę rzeki Regi o szerokości ok 350 m (trasa przekracza tę rynną ukośnie) i głębokości ok. 20 – 25 m, biegnącą z tym miejscu z SSW na NNE. Dno doliny zajmuje jezioro Rejowickie o powierzchni ok. 200 ha, utworzone w 1926 r. przez spiętrzenie wód rzeki stopniem wodnym o wysokości 7.3 m, usytuowanym pomiędzy wsiami Lubin i Smolęcín.

Trasa projektowanej drogi niemal w całości przebiega przez tereny użytkowane rolniczo, jedynie na początku trasy, od km ok. 49+500 do km ok. 50+550, a także na brzegach doliny Regi (ok. km 67+000 do 67+180 i od 67+520 do 68+040), droga przekracza obszary zalesione.

Droga na znacznej długości przebiega wzdłuż istniejącej drogi krajowej nr 6, omijając obszar zabudowy wsi Żabowo od strony południowo - wschodniej, a wieś Lisowo od strony zachodniej. Na odcinku od km ok. 62+000 do km ok. 67+000 projektowana jest obwodnica miasta Płoty, biegnąca do ok. 1900 m na zachód i północ do biegnącej przez centrum miasta obecnej drogi krajowej nr 6.

Trasa drogi S-6 na badanym odcinku przekracza na obwodnicy Płot przez obszar chroniony Natura 2000 - obszar siedliskowy Dorzecze Regi (PLH320049), od km ok. 67+000 do km ok. 68+000. W pobliżu trasy położone są ponadto następujące obszary chronione:

- użytek ekologiczny Pijawkowe Oczko (PL.ZIPOP.1393.UE.3204043.49) na południe od Żabowa (ok 500 m na SE od drogi w km ok. 52+000)
- użytek ekologiczny bez nazwy (PL.ZIPOP.1393.UE.3204043.1128) przy stacji PKP Wyszogóra (ok. 150 m na NW od drogi w km ok. 56+200)
- użytek ekologiczny bez nazwy (PL.ZIPOP.1393.UE.3204043.1300) na SW od Lisowa (ok. 150 m na NW od drogi w km ok. 59+100)

- użytek ekologiczny bez nazwy (PL.ZIPOP.1393.UE.3204043.27) na północ od Lisowa (ok. 150 m na W od projektowanej drogi w km ok. 61+750).

1.2. Charakterystyka projektowanej inwestycji i jej wpływu na środowisko, określenie kategorii geotechnicznej

Długość projektowanego odcinka drogi S6 Nowogard – Płoty wynosi ok. 20.362 km. Droga realizowana będzie w ramach „Ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych”

Projektowana droga posiadać będzie następujące parametry techniczne:

- klasa techniczna - S
- prędkość projektowa V_p - 100 km/h
- dopuszczalne obciążenie nawierzchni - 115 kN/oś
- skrajnia pionowa nad drogą S6 - 5,00 m
- liczba jezdni - 2
- szerokość jezdni - 7.00 m (2 × 3.50 m)
- szerokość pasa ruchu - 3.50 m
- liczba pasów ruchu - 2 x 2
- szerokość pasa awaryjnego postoju - 2.50 m
- szerokość pobocza ziemnego - 0.75 m lub większa
- szerokość pasa dzielącego wraz z opaskami - co najmniej 5.0 m
- minimalna szerokość korony drogi ekspresowej - 25.50 m
- pochylenia poprzeczne drogi ekspresowej na prostej - 2.5%.

Droga S6 będzie przeważnie wykorzystywać obecny przebieg drogi krajowej, tylko w części poprowadzoną po całkowicie nowym śladzie będzie drogą ekspresową o ograniczonej dostępności, wraz z konieczną infrastrukturą drogową, zapewniającą poprawne powiązania komunikacyjne ustalone na wcześniejszych etapach przedmiotowej dokumentacji. Obsługa przyległego terenu na poziomie lokalnym zostanie zapewniona poprzez istniejący i przebudowywany układ dróg lokalnych i projektowane drogi dojazdowe. W km ok. 56+400 projektuje się miejsca obsługi podróżnych (MOP) „Wyszogóra Zachód” i „Wyszogóra Wschód”, oraz pasy włączeń i wyłączeń, na potrzeby MOP przy drodze S6. Na obu MOP projektowane są budynki toalet.

W rejonie istniejącego węzła „Nowogard Wschód” w km 48+300 drogi S6 projektowany jest obwód utrzymania drogi (OUD) „Wojcieszyn”, z budynkiem biurowo – socjalnym, warsztatowo – garażowym, oraz magazynem soli z silosem.

Na objętym niniejszym projektem odcinku drogi S-6 projektuje się szereg obiektów inżynierskich. W dokumentacji projektowej stosowane są następujące oznaczenia rodzaju i funkcji poszczególnych obiektów:

WD – wiadukt drogowy nad drogą S-6
 WS – wiadukt szlakowy w ciągu drogi S-6
 MS – most drogowy w ciągu drogi S-6
 PZ – przejście dla dużych zwierząt.

- 1) **PZ-6D** w km 0+913.57 projektowanej drogi dojazdowej DD1 (km drogi S6 50+015.98), przejście dla zwierząt, o szerokości 9.38 m i długości 18.1 m
- 2) **PZ-6(S)** w km 50+015.98, podwójne przejście dla zwierząt w ciągu drogi S-6, o szerokości 13.28 m dla każdej jezdni i długości 18.1 m
- 3) **PZ-6(K)** w km 113+744.08 linii kolejowej, przejście dla zwierząt w ciągu linii kolejowej, o szerokości 6.78 m i długości 18.1 m
- 4) **WD-28** w km 52+362,80 w ciągu drogi gminnej nad drogą S6, o szerokości 8.18 m i długości 45.2 m
- 5) **WK-28A** w km 111+262.198 linii kolejowej i km 52+558.998 drogi S6, o szerokości 8.7 m, oraz długości 104.0 m
- 6) **WS-30** w km 54+212.98, podwójny wiadukt w ciągu drogi S6 nad drogą powiatową, o szerokości 12.68 m i długości 15.1 m
- 7) **WD-31** w km 56+784.02 w ciągu drogi gminnej, o szerokości 11.08 m i długości 50.04 m
- 8) **PZ-7** w km 58+785.71, podwójne przejście dla zwierząt w ciągu drogi S-6, o szerokości 13.84 m i długości 18.1 m
- 9) **PZ-7C** w km 4+703.78 drogi dojazdowej DL-3 (km 58+785.71 drogi S6), przejście dla zwierząt w ciągu drogi dojazdowej o szerokości 10.88 m i długości 18.1 m
- 10) **WD-33** w km 60+367.58 w ciągu drogi gminnej nad drogą S6, o szerokości 11.08 m i długości 43.01 m
- 11) **PZ-7A** w km 61+744.94, podwójne przejście dla zwierząt w ciągu drogi S-6, o szerokości 13.84 m i długości 18.1 m
- 12) **PZ-7B** w km 0+211.88 drogi dojazdowej DL-6 (km 61+744.94 drogi S6), przejście dla zwierząt w ciągu drogi dojazdowej o szerokości 10.88 m i długości 18.1 m
- 13) **WS-36** w km 63+151.45, podwójny wiadukt w ciągu drogi S6 nad projektowanymi drogami DL-7 i DL-8 i istniejącą linią kolejową, o szerokości 12.68 m (jezdnia lewa) i 14.38 m (jezdnia prawa) i długości 40.07 m
- 14) **WS-38** w km 64+899.01, podwójny wiadukt w ciągu drogi S6 nad drogą wojewódzką DW108, o szerokości 16.44 m (jezdnia lewa) i 12.64 m (jezdnia

- prawa), oraz długości 18.5 m
- 15) **WS-39** w km 65+245.85, podwójny wiadukt w ciągu drogi S6 nad drogą gminną DG40 i istniejącą linią kolejową, o szerokości 17.04 m (jezdnia lewa) i 14.64 m (jezdnia prawa), oraz długości 27.5 m
 - 16) **WS-40** w km 65+666,50, podwójny wiadukt w ciągu drogi S6 nad drogą wojewódzką DW109, o szerokości 15.04 m (jezdnia lewa) i 12.64 m (jezdnia prawa), oraz długości 75.72 m
 - 17) **MS-41** w km 67+355.186, sześcioprzęsłowy most nad dnem doliny Regi na północ od Płot, o szerokości 13.68 m i łącznej długości 326,4 m.
 - 18) **WD-42** w km 69+367.58, w ciągu drogi gminnej nad drogą S6, o szerokości 12.08 m i długości 50.19 m.

Niniejsza dokumentacja badań podłoża gruntowego służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

1.3. Opis wykonanych robót i wykorzystanych materiałów archiwalnych

W ramach robót geologicznych dla dodatku do dokumentacji geologiczno – inżynierskiej w dniach 2016.07.08 – 07.15 wykonano 321 otworów (wierceń mechanicznych obrotowych świdrem ślimakowym przelotowym o średnicy zewnętrznej ślimaka 160 mm i średnicy wewnętrznej przelotowej żerdzi 80 mm, a w miejscach niedostępnych dla wjazdu samochodu z wiertnicą sondowań próbnikiem przelotowym RKS o średnicach 36 – 80 mm). Otwory wykonano do głębokości 4.0 – 25.0 m p.p.t.; ich łączny metraż wynosi 2392.5 mb. Przy otworach, lub wyprzedzająco w ich miejscu wykonano 232 sondowania mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.0 – 8.0 m p.p.t. (łącznie 610.1 mb); 79 sondowań mechaniczną sondą udarową DPH (wg ww. norm) do głębokości 3.5 – 25.0 m p.p.t. (549.3 mb); oraz 201 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 1.0 – 12.0 m p.p.t. (515.3 mb), wraz z 1054 ścinaniami gruntów spoistych i organicznych. Ponadto wykonano 64 sondowania sondą statyczną CPTU do głębokości 2.3 – 20.0 m p.p.t., o łącznym metrażu 217.0 mb. Na trasie drogi 38 sondowań zlokalizowane zostało jako osobne punkty badań (sondowania te objęto wspólną numeracją z otworami na trasie drogi), natomiast dalszych 26 sondowań dla obiektów inżynierskich wykonano w bezpośrednim sąsiedztwie otworów (z zachowaniem takiej odległości, by spowodowane wierceniem rozluźnienie podłoża wokół otworów nie miało wpływu na wyniki sondowań). Miejsca sondowań przy obiektach inżynierskich wyznaczono na podstawie wyników wierceń, sondowań dynamicznych i ścinań sondą krzyżakową.

Dodatkowe badania dla pięciu obiektów inżynierskich (PZ-6, WD-28, WK-28A, WS-30 i PZ-7) objęły odwiercenie 10 otworów do głębokości 20.0 m p.p.t. (w miejscach dwukrotnie płytszych otworów z lipca b.r.), wykonano także 8 sondowań

DPH do głębokości 17.0 - 20.0 m p.p.t.; na zmienionej trasie drogi wykonano 5 otworów do głębokości 4.0 m p.p.t. Łączna ilość otworów dla projektu drogi S6 na odcinku Nowograd – Płoty wynosi w związku z tym 326 szt., o łącznym metrażu 2612.5 mb, metraż sondowań DPH to 623.8 mb.

Większość punktów otworów wytyczona została przez obsługę geodezyjną projektu za pomocą odbiornika GPS, która dostarczyła również zestawienia współrzędnych i wysokości tych punktów; tylko niewielką część otworów wytyczono w dowiązaniu do szczegółów terenowych (przeważnie metodą domiarów prostokątnych), oraz zaniwelowano w nawiązaniu do pokryw studzienek kanalizacyjnych i telekomunikacyjnych, oraz utwardzonych nawierzchni istniejących dróg, których rzędne podane zostały na mapie do celów projektowych w skali 1:500, zaktualizowanej na dzień 2016.05.06. Mapę wykonało Przedsiębiorstwo Usług Geodezyjnych i Kartograficznych inż. Zbigniew Królik, 73-200 Choszczno, ul. Norwida 37, w ramach roboty geodezyjnej KERG 05-270/2013 (ETAP II) zgłoszonej w PODGiK w Gryficach, oraz nr KERG WGK.6640.525.2016, zgłoszonej w WGKiK SP w Goleniowie. Mapa wykonana została w układzie współrzędnych PUWG 2000, z poziomem odniesienia wysokości Kronsztad '86. Współrzędne dolnego lewego (południowo – zachodniego) narożnika zakresu mapy wynoszą $x = 5950400.00$ m, $y = 5508700.00$ m.

W poniższej tabeli zestawiono współrzędne w ww. układzie odniesienia wszystkich wykonanych do projektu drogi otworów i samodzielnych sondowań CPTU,:

Otwór	X	Y	H
1	5950793.06	5509059.67	57.32
2	5950847.77	5509100.87	56.78
3	5950821.29	5509128.54	57.70
4	5950790.14	5509123.62	58.34
5	5950800.33	5509170.63	59.50
6	5950888.17	5509186.14	57.31
7	5950821.88	5509217.63	59.27
8	5950902.46	5509241.39	57.69
9	5950854.82	5509263.36	58.97
10	5950802.62	5509266.92	59.64
11	5951192.90	5509998.18	56.90
12	5951168.34	5510016.82	56.58
13	5951258.02	5510069.74	54,99
14	5951235.05	5510090.68	55,80
15 CPTU	5952350.07	5511109.27	59,76

Otwór	X	Y	H
16	5952376.80	5511154.90	59,20
17 CPTU	5952438.38	5511158.39	58,33
18	5952422.83	5511185.09	57,63
19	5952525.34	5511217.04	56,32
20A	5952699.74	5511310.02	51,56
21	5952689.33	5511327.28	51,67
22	5511327.28	5511346.3153	50,41
24	5953187.02	5511565.94	49,73
25	5953116.30	5511624.62	50,81
26	5953232.99	5511594.36	49,92
27	5953214.26	5511619.75	50,13
28	5953315.85	5511662.06	50,38
29	5953294.13	5511685.80	50,12
30	5953388.89	5511735.33	52,02
31	5953362.94	5511757.70	52,08
32 CPTU	5953455,50	5511810,70	53.08
33	5953421,18	5511838,84	53.00
34	5953508,78	5511892,59	53.44
35 CPTU	5953471,29	5511916,21	53.16
36	5953450,63	5512013,88	52.39
37	5953590,65	5512063,46	53.00
38 CPTU	5953682,55	5512303,57	53.19
39	5953642,25	5512319,82	51.91
40	5953725,28	5512392,64	52.03
41 CPTU	5953684,69	5512411,63	50.94
42	5953774,00	5512480,42	50.84
43	5953737,16	5512504,18	49.96
44 CPTU	5953832,03	5512564,50	49.49
45	5953797,81	5512590,28	48.60
46	5953902,08	5512648,11	48.12
47	5953878,54	5512671,53	47.43
48	5953975,55	5512714,33	47.50
49	5953952,73	5512738,82	47.01
50	5954053,29	5512772,03	46.89
51	5954033,96	5512799,30	46.68
52	5954140,78	5512824,71	46.17
53	5954123,27	5512852,56	46.17
54	5954229,87	5512865,01	45.25
55	5954217,73	5512896,60	45.54
56	5954322,61	5512901,08	44.92
57	5954311,85	5512928,39	44.91

Otwór	X	Y	H
58	5954421,24	5512929,87	44.60
59	5954412,17	5512958,40	44.54
60 CPTU	5954713,69	5513009,75	42.64
61	5954702,86	5513045,37	42.59
62	5954799,18	5513037,28	42.10
63 CPTU	5954782,45	5513064,26	42.06
64	5954751,89	5513111,98	42,12
65	5954977,30	5513087,02	44.82
66	5954967,62	5513119,94	45.15
67	5955061,11	5513109,72	44.58
68 CPTU	5955039,63	5513164,39	43.06
69 CPTU	5955109,79	5513127,98	44.47
70	5955098,63	5513160,54	42.69
71	5955166,30	5513147,95	44.32
72	5955155,31	5513179,73	44.21
73	5955222,80	5513167,83	45.78
74	5955211,62	5513197,73	44.47
75	5955265,73	5513184,52	45.78
76	5955255,29	5513214,15	44.49
77	5955319,51	5513211,59	45.54
78	5955310,97	5513235,39	44.34
79	5955824,77	5513450,02	48.33
80	5955810,91	5513476,91	48.21
81 CPTU	5955910,99	5513494,97	47.43
82	5955897,34	5513521,45	47.58
83	5956003,19	5513542,49	46.64
84	5955989,75	5513568,56	46.84
85	5956094,33	5513590,65	45.61
86	5956080,53	5513617,42	46.11
87	5956331,84	5513691,22	42.36
88	5956308,15	5513706,84	42.25
89	5956285,13	5513721,56	44.90
90	5956261,17	5513737,16	42.20
91	5956713,16	5513931,96	51.17
92	5956691,95	5513965,12	51.61
93	5956748,23	5513914,09	50.56
94	5956680,84	5514014,86	51.09
95	5956897,60	5513945,22	50.70
96	5956876,78	5514031,89	51.27
97	5956855,33	5514064,67	51.06
98	5956863,04	5514174,73	49.41

Otwór	X	Y	H
99	5957038,68	5513962,58	50.99
100	5957168,95	5514029,30	50.26
101	5957212,63	5514417,43	48.65
102	5957332,69	5514306,90	49.43
103	5957313,38	5514341,10	49.73
104	5957420,42	5514363,27	48.02
105	5957402,16	5514393,82	48.42
106	5957748,82	5514573,84	47.09
107	5957739,62	5514599,15	45.70
108 CPTU	5957843,55	5514622,53	48.86
109	5957832,16	5514649,00	47.85
110	5957932,55	5514662,71	48.73
111 CPTU	5957919,02	5514690,53	47.14
112 CPTU	5958026,69	5514702,36	46.76
113	5958013,45	5514731,65	45.97
114	5958126,51	5514745,76	45.67
115	5958113,36	5514770,85	44.73
116	5958208,83	5514781,40	44.38
117	5958197,70	5514808,07	43.28
118	5958731,82	5515090,94	36.10
119	5958716,26	5515111,65	36.25
120	5958815,17	5515153,63	34.60
121 CPTU	5958798,07	5515176,35	36.18
122	5958990,30	5515265,96	34.55
123	5958978,42	5515282,48	34.12
124	5958963,09	5515304,21	36.15
125	5958940,31	5515334,10	34.53
126	5959026,13	5515309,17	34.22
127	5959007,84	5515340,25	36.44
128	5959295,60	5515443,95	41.72
129 CPTU	5959280,75	5515481,12	41.03
130 CPTU	5959392,22	5515479,17	42.73
131	5959378,46	5515517,39	42.16
132	5959487,11	5515505,12	43.41
133	5959474,37	5515544,44	42.73
134	5959579,21	5515527,62	43.30
135A	5959942.09	5515954.68	38.98
136A-1	5959942.09	5515954.68	36.10
136A-2	5959927.71	5515985.47	34.60
137 CPTU	5959751,30	5515552,04	38.20
138	5959744,79	5515593,60	37.74

Otwór	X	Y	H
139	5959788,41	5515556,68	39.66
140 CPTU	5959784,10	5515594,60	39.30
141 CPTU	5959815,64	5515563,32	40.71
142	5959811,78	5515597,98	40.17
143	5959849,27	5515568,52	41.36
144 CPTU	5959844,88	5515599,65	41.08
145	5959965,40	5515582,62	43.18
146	5959962,34	5515611,94	42.73
147	5960419,67	5515574,30	40.50
148	5960374,67	5515815,27	41.88
149	5960533,38	5515741,46	40.39
150	5960519,60	5515771,81	40.76
151	5960657,24	5515787,77	40.05
152	5960807,35	5515880,49	40.27
153	5960990,03	5516020,83	40.93
154	5960917,00	5516128,91	40.94
155	5960909,49	5516228,63	40.91
156	5961174,63	5516177,00	39.05
157	5961440,69	5516357,06	36.52
158 CPTU	5961426,29	5516388,78	37.61
159	5961706,31	5516465,95	36.29
160	5961696,12	5516495,74	36.32
161	5961838,60	5516487,41	34.02
162	5961944,99	5516510,95	33.60
163	5962270,91	5516580,23	31.27
164	5962305,17	5516564,49	30.80
165	5962296,39	5516588,71	30.79
166	5962292,95	5516606,50	30.89
167	5962380,42	5516597,85	30.76
168 CPTU	5962409,62	5516597,70	31.46
169	5962489,77	5516618,97	31.97
170 CPTU	5962773,10	5516650,84	30.71
171	5962770,18	5516688,26	30.68
172 CPTU	5963263,82	5516599,49	31.26
173	5963272,89	5516633,35	31.30
174 CPTU	5963742,20	5516424,48	31.63
175 CPTU	5963837,65	5516384,57	32.39
176 CPTU	5964223,52	5516296,51	33.28
177	5964483,02	5516101,12	38.84
178	5964537,40	5516173,11	38.32
179	5964588,56	5516241,98	36.53

Otwór	X	Y	H
180	5964648,29	5516413,39	34.39
181	5964681,19	5516487,30	33.77
182	5964730,68	5516561,41	38.46
182.1	5964780.52	5516539.37	37.44
182.2	5964693.48	5516465.98	38.07
182.3	5964693.48	5516465.98	37.11
182.4	5516465.98	5516465.98	37.03
183 CPTU	5964735,82	5516344,05	40.15
184	5964725,68	5516377,04	39.53
185	5964826,27	5516375,29	40.40
186 CPTU	5964810,35	5516410,68	39.05
187	5964900,66	5516408,83	39.91
188	5964881,34	5516443,90	38.80
189	5965051,81	5516495,26	40.58
190	5965029,06	5516529,42	39.95
191	5965132,00	5516555,03	41.58
192	5965106,32	5516587,18	40.40
193 CPTU	5965193,04	5516586,53	40.31
194	5965195,02	5516692,21	40.45
195	5965392,25	5516781,09	42.31
196	5965387,60	5516821,49	42.04
197	5965358,55	5516842,52	41.77
198	5965324,52	5516852,75	41.83
199	5965453,21	5516917,20	42.79
200	5965435,94	5516927,51	42.60
201	5965417,51	5516939,51	42.31
202	5965633,22	5517250,26	46.15
203	5965606,22	5517266,09	46.06
204	5965759,79	5517403,31	47.73
205	5965726,47	5517429,67	47.63
206	5965823,94	5517476,09	48.74
207	5965805,91	5517488,10	49.13
208 CPTU	5965788,89	5517502,93	49.03
209 CPTU	5965885,93	5517545,05	48.58
210	5965867,24	5517559,59	48.33
211	5965850,90	5517575,25	47.82
212	5965949,87	5517620,47	48.06
213	5965929,12	5517636,54	47.88
214 CPTU	5965910,02	5517653,32	47.80
215 CPTU	5966008,73	5517704,58	46.53
216	5965963,45	5517729,46	46.54

Otwór	X	Y	H
217	5966050,97	5517794,30	42.63
218	5966028,14	5517811,14	43.66
219 CPTU	5966007,23	5517824,49	43.82
220 CPTU	5966080,25	5517841,35	40.30
221	5966039,36	5517869,04	40.50
222	5966111,29	5517921,74	33.47
223	5966083,44	5517937,80	29.65
227	5966281,11	5518283,18	23.72
228	5518296,51	5966252,44	30.83
229 CPTU	5966330,45	5518368,90	38.25
230	5966286,24	5518389,63	40.32
231	5966372,61	5518459,57	36.72
232 CPTU	5966331,32	5518479,49	38.87
233	5966413,25	5518550,94	40.17
234	5966374,51	5518569,01	39.79
235	5966456,24	5518641,23	42.59
236	5966417,63	5518660,40	42.06
237	5966841,51	5519507,85	41.77
237-1	5966807.30	5519590.05	37.03
238	5966905,68	5519584,54	42.40
239	5966999,34	5519619,58	44.22
240	5967231,66	5519601,13	44.55
241	5967300,26	5519673,78	45.02
242	5967348,00	5519761,64	46.17
243	5966505.49	5518755.87	42.27
244	5966482.41	5518766.41	41.77
245	5966548.80	5518843.17	43.30
246	5966598.13	5518927.50	43.60
247	5966649.55	5519013.01	43.64
PZ-6/1	5951754.17	5510550.76	53,31
PZ-6/2	5951765.63	5510562.19	53.26
PZ-6/3	5951726.79	5510575.50	53.40
PZ-6/4	5951739.74	5510588.84	53.32
PZ-6/5	5951711.68	5510592.74	54.73
PZ-6/6	5951720.13	5510607.25	54.58
WD-28/1	5953558.86	5511992.66	53.51
WD-28/2	5953562.21	5512000.16	53.46
WD-28/3	5953539.57	5512000.18	53.37
WD-28/4	5953542.93	5512007.65	53.51
WD-28/5	5953520.24	5512007.72	53.39
WD-28/6	5953523.76	5512015.36	53.24

Otwór	X	Y	H
WK-28A/1	5953577.61	5512135.95	52.51
WK-28A/2	5953588.55	5512168.44	52.30
WK-28A/3	5953609.74	5512171.58	52.88
WK-28A/4	5953619.38	5512196.07	52.98
WK-28A/5	5953642.51	5512202.78	53.53
WK-28A/6	5953650.27	5512227.57	53.80
WS-30/1	5954909,44	5513071,88	45.53
WS-30/2	5954888,56	5513093,22	45.11
WD-31/1	5957185,23	5514241,32	50.18
PZ-7/1	5958902,27	5515243,77	34.76
PZ-7/2	5958917,65	5515255,26	34.70
PZ-7/3	5958870,11	5515288,87	34.41
PZ-7/4	5958883,42	5515298,97	34.28
WD-33/1	5960400,83	5515701,57	41.32
WD-33/2	5960390,31	5515697,54	41.15
PZ-7A/1	5961574.29	5516435.97	34.76
PZ-7A/2	5961557.03	5516429.02	34.70
PZ-7B/1	5961551.06	5516494.67	34.41
PZ-7B/2	5961534.68	5516490.59	34.28
WS-36/1	5962968,92	5516680,57	33.05
WS-36/2	5962956,52	5516669,37	32.79
WS-36/3	5962956,06	5516681,42	32.71
WS-36/4	5962943,94	5516670,54	32.70
WS-36/5	5962941,25	5516682,26	32.49
WS-36/6	5962931,32	5516657,61	32.71
WS-36/7	5962929,30	5516670,93	32.43
WS-36/8	5962914,36	5516658,29	32.43
WS-36/9	5962916,55	5516671,16	32.16
WS-37/1	5963083,16	5516642,57	33.49
WS-37/2	5963106,83	5516666,30	33.14
WS-37A/1	5963450,86	5516553,08	28.38
WS-37A/2	5963432,32	5516560,23	28.68
WS-38/1	5963450,86	5516553,08	28.38
WS-38/2	5963432,32	5516560,23	28.68
WS-38/9	5964625,15	5516316,47	38.69
WS-38/10	5964602,40	5516310,99	38.57
WS-38/11	5964637,44	5516347,48	39.11
WS-38/12	5964614,66	5516341,90	38.16
WS-38/3	5964525,19	5516289,19	37.60
WS-38/4	5964534,10	5516313,24	38.54
WS-38/5	5964543,44	5516336,29	38.89

Otwór	X	Y	H
WS-38/6	5964511,10	5516287,40	38.97
WS-38/7	5964520,39	5516310,51	38.98
WS-38/8	5964526,42	5516333,69	38.41
WS-39/1	5964952,14	5516458,00	39.79
WS-39/2	5964931,80	5516446,90	39.70
WS-40/1	5965266,45	5516703,22	41.80
WS-40/2	5965294,75	5516715,92	41.92
WS-40/3	5965286,31	5516725,53	41.68
WS-40/4	5965273,36	5516734,33	41.98
WS-40/5	5965317,11	5516736,96	41.77
WS-40/6	5965307,77	5516749,67	41.59
WS-40/7	5965297,95	5516759,37	41.54
WS-40/8	5965326,11	5516771,31	41.60
WS-40/9	5965333.19	5516761.19	41.68
WS-40/10	5965333.12	5516761.23	41.61
WS-40/11	5965279.96	5516705.26	41.64
MS-41/1	5966149,32	5518005,38	23.96
MS-41/2	5966174,82	5518059,69	23.70
MS-41/3	5966200,32	5518114,01	22.22
MS-41/4	5966230.79	5518178.66	21.76
MS-41/5	5966251.32	5518222.63	21.76
MS-41/6	5966269.16	5518260.65	21.76
MS-41/7	5966136,36	5518011,52	24.09
MS-41/8	5966161,86	5518065,83	23.22
MS-41/9	5966187,36	5518120,14	22.09
MS-41/10	5966219.13	5518187.71	21.76
MS-41/12	5966256.20	5518266.79	21.76
MS-41/13	5966123,40	5518017,66	24.57
MS-41/14	5966148,90	5518071,97	22.80
MS-41/15	5966174,40	5518126,28	21.77
MS-41/16	5966105.51	5517979.66	21.76
MS-41/17	5966225.40	5518234.91	21.76
MS-41/18	5966243,24	5518272,92	22.55
MS-41/19	5966130,96	5517967,61	26.16
MS-41/20	5966118,47	5517973,52	25.82
MS-41/21	5966105,51	5517979,66	25.62
WD-42/1	5967103.23	5519591.04	43.52
WD-42/2	5967112.36	5519600.71	43.71
WD-42/3	5967081.90	5519595.21	42.99
WD-42/4	5967089.14	5519606.65	43.56
WD-42/5	5967057.87	5519603.34	43.63

Otwór	X	Y	H
WD-42/6	5967066.58	5519612.55	43.61
ZR-1	5950904,57	5509107,1732	56,24
ZR-2	5950925,22	5509153,00	56,42
ZR-3	5951503.86	5510255.59	50,59
ZR-4	5951864.37	5510629.83	55,47
ZR-5	5953011.44	5511407.07	49,39
ZR-6	5953815,87	5512687,39	45.50
ZR-7	5953857,01	5512719,02	45.73
ZR-8	5954714,18	5513077,14	42.58
ZR-9	5954817,42	5513113,12	43.25
ZR-10	5956308,13	5513787,75	44.88
ZR-11A	5957013,16	5514208,39	48.79
ZR-12A	5957069,92	5514234,32	48.56
ZR-14	5958713,85	5515197,08	34.40
ZR-15	5958965,40	5515396,81	34.01
ZR-16A	5960164.54	5515691.09	38,95
ZR-17	5960229,89	5515695,88	39.05
ZR-19	5963403,81	5516619,84	30.82
ZR-20	5963506,16	5516575,24	28.69
ZR-21	5964140,06	5516349,28	32.50
ZR-22	5964876,47	5516466,43	39.31
ZR-27	5966964,05	5519551,44	41.39
ZR-28	5964919,73	5516515,05	37.56

Z podłoża badanego terenu pobrano do badań laboratoryjnych łącznie 271 próbek gruntów, z reguły stosując metodę B wg PN-EN 1997-2, dzięki czemu były to próbki klasy 3; natomiast dla 6 próbek gruntów organicznych z podłoża mostu MS-41 zastosowano metodę A, uzyskując próbki klasy 2.

Dla próbek gruntów niespoistych wykonano analizy sitowe i oznaczenia współczynnika filtracji. Dla próbek gruntów spoistych oznaczono wilgotność naturalną, oraz granice konsystencji, przy czym dla piasków gliniastych w stanie półzwałym oznaczanie granic konsystencji nie było potrzebne. Dla próbek gruntów organicznych oznaczono wilgotność, zawartość części organicznych, oraz gęstość objętościową. Badania laboratoryjne prowadzono stosownie do zaleceń normy PN-EN 1997-2.

Prace kameralne objęły interpretację wyników wierceń, sondowań, ścinań i wyników badań laboratoryjnych; obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu dokumentacji.

Do koncepcji programowej drogi S6 Nowogard – Kołobrzeg (którego fragment stanowi badany odcinek od Nowogardu do Płot) wykonana została dokumentacja geologiczno – inżynierska, określająca warunki geologiczno-inżynierskie na potrzeby koncepcji programowo przestrzennej budowy drogi ekspresowej S-6 Nowogard – Kołobrzeg Wschód, EGIS Poland Sp. z o.o., Wrocław 2014, opr. P. Janiszewski. Liczba otworów archiwalnych na objętym niniejszym projektem odcinku trasy wynosi łącznie 482 otwory, w tym pod obiekty inżynierskie 55 otworów do głębokości 10.0 – 20.0 m p.p.t., pod przepusty, łącznice na węzłach i miejsca obsługi podróżnych 33 otwory do głębokości 3.0 – 6.0 m p.p.t.; oraz pod główną trasę drogi 394 otwory do głębokości 3.0 – 5.0 m p.p.t. Archiwalne dokumentacje geologiczno – inżynierska i hydrogeologiczna znajdują się w zasobach państwowych archiwów geologicznych, w tym Wojewódzkiego Archiwum Geologicznego w Szczecinie.

Wobec powyższego niniejsza dokumentacja badań podłoża gruntowego, wraz z dodatkiem do dokumentacji geologiczno – inżynierskiej, mają charakter uzupełnienia badań z 2014 r., którego potrzeba wynikała m.in. ze zmian szczegółowej lokalizacji obiektów inżynierskich, zaprojektowania dodatkowych elementów inwestycji, takich jak przepusty, zbiorniki retencyjne wód opadowych, a także przebiegu dróg dojazdowych, a lokalnie w dolinie Regi i na wschód od niej także z korekty przebiegu osi drogi. Lokalizacja punktów wierceń i sondowań CPTU na trasie drogi została wyznaczona przez Biuro Projektów, lokalizację punktów sondowań CPTU przy obiektach inżynierskich wyznaczyli autorzy niniejszej dokumentacji na podstawie wyników wierceń i sondowań dynamicznych. Przy opracowaniu przekrojów geologiczno – inżynierskich przyjęto w związku z tym zasadę, że przekroje przebiegają głównie przez otwory wykonane obecnie, natomiast otwory z dokumentacji archiwalnej włączono do przekrojów w miejscach, gdzie wyrobiska z obu etapów badań wzajemnie się uzupełniają. Pominięto przy tym otwory archiwalne, które dla obecnie projektowanej niwelety drogi, lub lokalizacji obiektów inżynierskich są zbyt płytkie, lub też nie przypadają w miejscach podpór mostów i wiaduktów. Na mapie dokumentacyjnej przedstawiono wszystkie otwory archiwalne (barwa zielona) i wykonane obecnie dla niniejszej dokumentacji, oraz dla dodatku do dokumentacji geologiczno - inżynierskiej (barwa czerwona).

Dokumentację niniejszą wykonano w 8 egzemplarzach, oraz w postaci elektronicznej jako komplet plików pdf.

2. Opis budowy geologicznej

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych i archiwalnych stwierdzono, że w podłożu badanego terenu występują osady wieku czwartorzędowego, wykształcone jako plejstoceny utwory zwałowe,

wodnolodowcowe i limniczne, a także utwory rzeczne wieku późnoplejstoczeńskiego i holoczeńskiego, oraz holoczeńskie utwory deluwialne i bagienne; niekiedy na gruntach rodzimych zalegają utwory antropogeniczne – nasypy niekontrolowane.

Najczęściej w podłożu trasy występują utwory zwałowe – natrafiono na nie aż w 273 spośród 326 wykonanych dla niniejszej otworów, przy czym w 89 otworach¹ budują one całość gruntów rodzimych w objętej badaniami strefie. Utwory zwałowe budują przeważającą część podłoża badanej trasy, często zalegając na przemian z utworami wodnolodowcowymi lub – znacznie rzadziej – limnicznymi; niekiedy na stropie utworów zwałowych leżą utwory deluwialne, rzeczne i bagienne. Utwory zwałowe dzielą się na dwie odmienne pod względem litologicznym serie – zwałowe grunty spoiste, oraz grunty niespoiste. Grunty spoiste akumulowane były poprzez bezpośrednie wytapianie cząstek mineralnych ze spągowych partii lądolodu ostatniego zlodowacenia, natomiast grunty niespoiste powstawały przy udziale wód roztopowych.

Grunty spoiste budują przeważającą część utworów zwałowych, występują w 257 otworach, w 22 spośród nich² budując cały profil gruntów rodzimych. Najczęściej są to piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), występujące aż w 216 otworach; znacznie rzadziej gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), na które natrafiono w 47 otworach; podrzędnie także gliny pylaste (sacI Si wg PN-EN 1997-2, jedynie w 7 otworach). Zwałowe grunty spoiste zalegają niekiedy w profilach poszczególnych otworów w dwóch (w 70 otworach), a nawet w trzech strefach (w pięciu głębokich otworach pod obiekty inżynierskie, nr WD-33/1, WD-33/2, PZ-7A/1, PZ-7B/1 i WS-40/3). Miąższość poszczególnych stref zalegania zwałowych gruntów spoistych waha się od 0.1 do ponad 16.6 m (nieprzewiercone do głębokości 20.0 m p.p.t. w otworze nr WS-30/2).

Zwałowe grunty niespoiste występują w 146 otworach, przy czym tylko w sześciu z nich budują cały profil rodzimego podłoża (są to otwory nr 71, 73, 75 – 77 i 114); wykształcone są najczęściej jako piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2, grunty te określano dawniej jako piaski drobne silnie zaglinione), występujące w 99 otworach; niekiedy jako piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2, w 27 otworach), podrzędnie także piaski średnie (MSa wg PN-EN 1997-2, w 11 otworach), piaski grube (CSa wg PN-EN 1997-2, w dwóch otworach), a w jednym otworze nawet pospółki (grSa wg PN-EN 1997-2), oraz piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2).

¹ nr 6 – 11, 14, 18, 21, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 48, 66, 71 – 80, 82, 83, 85, 99 – 102, 104, 106, 110, 114, 115, 117, 128, 131 – 134, 135A, 136A-2, 139, 145, 146, 148, 153, 157, 159, 160, 178 – 181, 184, 196, 202, 203, 205, 213, 216, 218, 221, 243, 245, 246, 247, WD-28/2, WD-28/3, WD-28/4, WD-28/5, WD-28/6, WS-38/3, WS-38/4, WS-38/5, WS-38/6, WS-38/7, WS-38/7, WS-38/8, WS-40/1, WS-40/4, WS-40/9, WS-40/10, ZR-1, ZR-2, ZR-6, ZR-9, ZR-17 i ZR-28

² nr 34, 40, 74, 80, 82, 101, 102, 104, 128, 131, 139, 157, 179 – 181, 205, 213, 216, ZR-2, ZR-6, ZR-16A i ZR-28

Piaski średnie, piaski grube i pospółki, o uziarnieniu właściwym raczej utworom wodnolodowcowych, uznano za grunty genezy zwałowej w przypadkach, gdy zawierają one warstewki piasku gliniastego lub gliny piaszczystej. Zwałowe piaski zalegają najczęściej jako pojedyncze warstwy o miąższości od 0.2 do ponad 5.5 m (najwięcej w otworze nr 114, gdzie nie przewiercono ich do 6.0 m p.p.t.), tylko w 24 otworach tworzą dwie strefy o miąższości 0.3 – 5.2 m, rozdzielone gruntami spoistymi. Tylko w dwóch otworach, nr 114 i WD-28/4, miąższość zwałowych piasków przekracza 5.0 m.

Utwory wodnolodowcowe, akumulowane przez wody roztopowe w szczelinach lądolodu i na jego bezpośrednim przedpolu, występują w 169 otworach, przy czym jedynie w 8 otworach³ budują cały profil rodzimego podłoża w objętej badaniami strefie. Utwory wodnolodowcowe to wyłącznie grunty niespoiste, najczęściej wykształcone jako piaski drobne (FSa, występują w 132 otworach) i piaski średnie (MSa, w 71 otworach), znacznie rzadziej jako piaski grube (CSa, w 10 otworach), pospółki (grSa, w 13 otworach) i piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2, występują w 4 otworach). Wodnolodowcowe piaski w profilach 121 otworów zalegają w jednym poziomie, w 36 otworach tworzą dwie warstwy, natomiast w trzech otworach (nr 113, 236 i WS-37/1) zalegają w trzech strefach, rozdzielonych warstwami utworów zwałowych. Miąższość poszczególnych stref zalegania wodnolodowcowych piasków waha się od 0.2 do ponad 13.0 m (najwięcej w otworze nr PZ-6/4), przy czym w 14 otworach⁴ wynosi 5.0 m, lub więcej.

Utwory limniczne, akumulowane w lokalnych zastoiskach wód roztopowych w wytopiskach lub niekiedy w dnie rynien glacialnych, występują jedynie w 18 otworach⁵. Generalnie są to grunty drobnoziarniste, jednak także w ich obrębie wydzielić należy grunty spoiste i grunty niespoiste. Limniczne grunty niespoiste akumulowane były w warunkach powolnego przepływu wody, natomiast grunty spoiste – w okresach niemal zupełnej jego stagnacji.

Limniczne grunty spoiste, na które natrafiono w 16 otworach, to pyły (Si wg PN-EN 1997-2, występują w 9 otworach) i gliny pylaste (saclSi, w 8 otworach). Miąższość pyłów i glin pylastych waha się od 0.2 do 12.2 m (największa jest w otworze nr PZ-7/2).

Limniczne grunty niespoiste występują jedynie w 7 otworach, przy czym w czterech z nich zalegają łącznie z glinami pylastymi i pyłami. Są to piaski pylaste

³ są to otwory nr 24, 25, 103, 105, 107, 244, ZR-4 i ZR-7

⁴ nr 45, 46, PZ-6/4, PZ-6/5, PZ-6/6, WK-28A/1, WK-28A/2, WK-28A/3, WK-28A/6, WS-36/5, ZR-3, ZR-4, ZR-7 i ZR-15

⁵ utwory limniczne występują w otworach nr 51, 54, 59, 62 i 70 w rejonie Żabowa, nr 119, PZ-7/1, PZ-7/2, PZ-7/3 i PZ-7/4 pomiędzy Wyszogórą i Lisowem, nr 136A-1 w Wilczyńcu na początku obwodnicy Płot, oraz nr 182, 188, 189, WS-37A/1 i ZR-20 na obwodnicy Płot na północ od miasta

(siSa, w czterech otworach), piaski ilaste (clSa, w dwóch otworach) i piaski drobne (FSa, w dwóch otworach). Miąższość limnicznych piasków wynosi od 0.4 do 4.0 m (najwięcej w otworze nr ZR-5, gdzie nie przewiercono ich do głębokości 8.0 m p.p.t.). Łączna miąższość utworów limnicznych (piasków, pyłów i glin pylastych) w otworze nr PZ-7/4 przekracza 9.7 m (nie przewiercono ich do głębokości 20.0 m p.p.t.).

Póznoplejstocieńskie utwory rzeczne występują w 42 otworach, z czego połowa (21) to otwory pod most MS-41 w dolinie Regi i otwór nr 227 na wschodnim brzegu rzeki. Poza tą doliną na niewielkie płyty utworów rzecznych natrafiono w otworach nr 62 w dnie rynnowej doliny koło Żabowa, w dnie rynny pomiędzy Wyszogórą i Lisowem⁶, oraz w wytopiskach koło Wilczyńca na początku obwodnicy Płot⁷, oraz na obwodnicy Płot na północ od miasta (otwory nr 182, 182.1 i 182.2). Utwory rzeczne to niemal wyłącznie grunty niespoiste, tylko w trzech otworach w dnie doliny Regi (nr MS-41/2, MS-41/8 i MS-41/19) w ich obrębie leżą gliny pylaste (sacSi) o miąższości 0.3 – 1.8 m (najwięcej w ostatnim spośród ww. otworów), powstałe jako mady rzeczne – osady powstające po wezbraniach rzeki, w stagnujących w starorzeczach wodach, zawierających zwiększoną ilość drobnoziarnistych cząstek. Rieczne grunty niespoiste wykształcone są jako piaski o zróżnicowanym uziarnieniu – od piasków pylastych (siSa, występują w 10 otworach), przez piaski drobne (FSa, w 33 otworach), piaski średnie (MSa, w 30 otworach), piaski grube (CSa, w 12 otworach), po pospółki (grSa, w dwóch otworach) i żwiry (Gr, tylko w jednym otworze). Miąższość utworów rzecznych poza doliną Regi wynosi od 0.4 do ponad 5.5 m (najwięcej w otworze nr 126 w rynnie między Wyszogórą i Lisowem); w dolinie Regi przekracza 23.8 m (nie przewiercono ich do głębokości 20.0 - 25.0 m p.p.t. w 20 otworach pod most MS-41). Plejstocieńskie utwory rzeczne budują cały profil otworów nr 124, 125, 126, 127 i 169, oraz sześciu otworów w dnie doliny Regi.

Utwory rzeczne wieku holocenińskiego, akumulowane w dolinach w końcowym etapie ich przekształcania z rynien glacialnych w doliny rzek, występują w 18 otworach, w tym 13 z nich w dnie doliny Regi⁸, to wyłącznie grunty niespoiste, wykształcone jako piaski drobne, piaski średnie i podrzędnie piaski grube, najczęściej z domieszką humusu (orFSa, orMSa i orCSa wg PN-EN 1997-2). Miąższość holocenijskich piasków rzecznych jest na ogół niewielka i poza doliną Regi wynosi 0.3 – 1.3 m, w dnie tej doliny waha się od 0.4 do 3.0 m (najwięcej w otworze nr MS-41/2).

⁶ w otworach nr 122 – 127, PZ-7/1, PZ-7/2, PZ-7/3 i PZ-7/4

⁷ w otworach nr 163 – 169 i 171

⁸ są to otwory nr MS-41/1, MS-41/2, MS-41/3, MS-41/4, MS-41/6, MS-41/8, MS-41/9, MS-41/10, MS-41/11, MS-41/12, MS-41/15, MS-41/16, MS-41/17 i MS-41/18

Na zboczach i w dnie dolin i zagłębień wytopiskowych w rejonie 40 otworów zalegają utwory deluwialne, powstałe w holocenie wskutek splukiwania i spełzywania gruntów ze stoków. Podobnie jak utwory zwałowe i limniczne, poprzez których grawitacyjne przemieszczenie powstawały deluwia, osady tej genezy dzielą się na grunty spoiste i niespoiste. Utwory deluwialne budują płyty pokrywy na stropie starszych osadów, ich miąższość z reguły jest niewielka (w 31 otworach nie przekracza 1.0 m), maksymalnie osiąga ponad 3.2 m (nieprzewiercone do 4.0 m p.p.t.) lokalnie w otworze nr 88 w rejonie Wyszogóry.

Deluwialne grunty spoiste, na które natrafiono w 21 otworach⁹, to gliny piaszczyste (saCl, występują w 11 otworach), piaski gliniaste (clsiSa, w 5 otworach), gliny pylaste (sacSi, w trzech otworach), oraz pyły (Si, w czterech otworach). Miąższość tych gruntów waha się od 0.2 do 2.4 m (najwięcej w otworze nr 57 w rejonie Żabowa).

Deluwialne grunty niespoiste występują w 27 otworach¹⁰, są to piaski ilaste (clSa, w czterech otworach), piaski drobne, często humusowe (w 10 otworach), piaski średnie (MSa, w czterech otworach), piaski ilaste (clSa, w 8 otworach), oraz w jednym otworze piaski grube (CSa). Miąższość deluwialnych piasków waha się od 0.3 do ponad 3.2 m (najwięcej w otworze nr 88 między Żabowem i Wyszogórą).

Utwory bagienne to grunty organiczne (Or wg PN-EN 1997-2), akumulowane w holocenie w zbiornikach wodnych, zajmujących dna dolin i zagłębień wytopiskowych, występują w 25 otworach¹¹ i przeważnie wykształcone są jako torfy [Or(T)], na które natrafiono w 19 otworach, rzadziej jako namuły organiczne [Or(Nm), w 8 otworach]. Bagienne grunty organiczne osiągają miąższość od 0.3 do 7.6 m (najwięcej w otworze nr 164 w dnie wytopiska w rejonie Wilczyńca); zalegając w rejonie Żabowa, w rymie pomiędzy Wyszogórą i Lisowem, na początku i lokalnie w północnej części obwodnicy Płot, oraz w dolinie Regi w miejscu mostu MS-41, gdzie ich miąższość jest stosunkowo mała (0.4 – 3.3 m), przy czym występują tam one tylko w ośmiu spośród 26 wykonanych pod most otworów.

Na stropie gruntów rodzimych w rejonie 240 otworów leży warstwa próchnicza gleby – humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.2 – 1.6 m. W 52 otworach natrafiono natomiast na nasypy niekontrolowane (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.2 – 3.0 m, często złożone z piasku drobnego humusowego ([Mg(orFSa)], przemieszanego z gruzem, żużlem, kamieniami, itp.; podrzędnie z humusu piaszczystego [Mg(saOr)] z analogicznymi domieszkami. Miąższość

⁹ nr 55, 56, 57, 64, 138, 150, 151, WS-37A/1, WS-37A/2, WS-38/2, WS-38/9, WS-38/11 i WS-38/12

¹⁰ nr 1 – 5, 58, 88, 90, 135A-1, 182, 182.3, 182.4, 188 – 192, 222, 223, 231 i MS-41/7

¹¹ nr 61, 62, 64, 70, 122, 123, 163, 164, 165, 166, 167, 171, 182.1, PZ-7/2, WS-37A/1, MS-41/5, MS-41/6, MS-41/9, MS-41/10, MS-41/12, MS-41/15, MS-41/16, MS-41/17, ZR-8 i ZR-14

nasypów jest na ogół niewielka i w 35 otworach nie przekracza 1.0 m, natomiast ponad 2.0 m wynosi w otworach nr 89 między Żabowem i Wyszogórą, 105 koło Wyszogóry, 124 i 127 w rynnie między Wyszogórą i Lisowem, PZ-6/6, PZ-6/6 koło Wojcieszyna, oraz WS-39/2 na obwodnicy Płot.

Poniżej omówiono budowę geologiczną podłoża poszczególnych obiektów inżynierskich.

Przepusty dla zwierząt PZ-6D, PZ-6(S) i PZ-6(K) usytuowane są w dnie płytkiej rynny glacialnej o przebiegu NNW – SSE. Podłoże tych łącznie czterech jednoprzęsłowych obiektów budują wodnolodowcowe piaski drobne (FSa), a głębiej także piaski średnie (MSa) i piaski grube (CSa, tylko w archiwalnym otworze nr PZ-6-3), przewarstwione zwałowymi piaskami gliniastymi (clsiSa). Utworów wodnolodowcowych nie przewiercono w otworach nr PZ-6/1 i PZ-6/4 do głębokości 20.0 m p.p.t. Głębokość do stropu warstwy piasków gliniastych waha się od 5.6 m p.p.t. w otworze nr PZ-6/4 (gdzie wodnolodowcowe piaski drobne zalegają ponownie poniżej 7.0 m p.p.t.), do ponad 10.0 m p.p.t. w otworze nr PZ-6/6 i archiwalnym otworze nr PZ-6-3; miąższość piasków gliniastych dochodzi do 4.3 m w otworze nr PZ-6/1. W korpusie istniejącej drogi i sąsiadującego z nią nasypu linii kolejowej (otwory nr PZ-6/5 i PZ-6/6) nasypy złożone z piasku z domieszką humusu osiągają miąższość 2.8 – 3.0 m.

Wiadukt WD-28 położony jest na grzbiecie łagodnego wzniesienia w obrębie wysoczyzny morenowej, jego podłoże budują w przewodzie zwałowe piaski gliniaste, (clsiSa), na ogół przykryte cienką (0.7 – 0.9 m) warstwą zwałowych piasków ilastych (clSa) i piasków drobnych (FSa). W głębokim otworze nr WD-28/5 (przyczółek południowy) pod utworami zwałowymi, poniżej głębokości 10.0 m p.p.t., zalegają utwory wodnolodowcowe, wykształcone jako piaski drobne (FSa), piaski średnie (MSa), a poniżej 19.0 m p.p.t. także piaski grube (CSa); w obrębie wodnolodowcowych piasków zalega strefa utworów zwałowych o miąższości 2.8 m (budują ją piaski gliniaste i piaski drobne przewarstwiane piaskami gliniastymi). W miejscu północnego przyczółka obiektu (w otworach nr WD-28/1 i WD-28/2) piasków gliniastych nie przewiercono do głębokości 10.0 m p.p.t., natomiast w miejscu podpory środkowej i przyczółka południowego miąższość piasków gliniastych wynosi odpowiednio 3.7 – 3.9 m i 7.0 – 7.3 m, pod nimi leżą bowiem wodnolodowcowe piaski drobne (FSa) i zwałowe piaski pylaste (siSa), których strop zalega na głębokości 4.4 – 4.8 m p.p.t. w miejscu podpory środkowej, oraz 7.5 – 8.5 m p.p.t. w miejscu przyczółka południowego (druga, głęboka warstwa piasków gliniastych, ma miąższość 1.7 m).

Wiadukt WK-28A położony jest na wschodnim stoku wzniesienia, na którego grzbiecie usytuowany jest wiadukt WD-28. Płytsze partie podłoża obiektu budują

zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), podrzędnie także gliny piaszczyste (saCl) i gliny pylaste (sacI Si) o niewielkiej miąższości, lokalnie w otworach nr WK-28A/3 i WK-28A/6 przykryte cienką warstwą wodnolodowcowych piasków drobnych (FSa). Druga, głębsza warstwa utworów zwałowych (piasków średnich przewarstwianych piaskiem gliniastym) zalega na głębokości 12.0 – 12.4 m p.p.t. Przeważającą część objętej badaniami strefy budują jednak wodnolodowcowe piaski drobne (FSa), piaski średnie (MSa) i piaski grube (CSa), których nie przewiercono do głębokości 20.0 m p.p.t., zalegające w dwóch lub trzech strefach o miąższości od 0.7, do ponad 6.0 m.

Wiadukt WS-30 usytuowany jest na wschodnim skraju dna płytkiej rynny glacialnej, stropowe partie jego podłoża, do głębokości 2.6 – 3.4 m p.p.t., budują wodnolodowcowe piaski drobne (FSa). Głębiej zalegają zwałowe grunty spoiste, wykształcone jako piaski gliniaste (w obu otworach wykonanych dla niniejszej dokumentacji), a głębiej jako gliny piaszczyste (saCl), a w otworze nr WS-30/2 i pogłębiającym go sondowaniu CPTU, także jako gliny pylaste (sacI Si), z warstwami piasku pylastego (siSa). Miąższość utworów zwałowych w otworze nr WS-30/2 wynosi ponad 16.6 m (sięgają one poniżej 20.0 m p.p.t.). W obrębie utworów zwałowych w profilach otworu nr WS-30/1 i archiwalnego otworu WD30-2 zalegają nieciągłe warstwy wodnolodowcowych piasków drobnych o bardzo zmiennej miąższości (odpowiednio ponad 3.5 i 0.3 m).

Podłoże **wiaduktu WD-31** cechuje silnie zróżnicowana budowa geologiczna – o ile w otworach archiwalnych (w tym w otworze nr WD31-2, którego profil włączono do opracowanego dla niniejszego dodatku przekroju geologiczno – inżynierskiego) niemal całość objętej badaniami strefy budują wodnolodowcowe piaski drobne, to w wykonanym obecnie otworze nr WD-31/1 płytsze partie podłoża, do głębokości 6.0 m p.p.t., tworzą utwory zwałowe, wykształcone w przewodzie jako grunty spoiste (piaski gliniaste, clsiSa), tylko w partiach stropowej i spągowej o miąższości 0.8 i 1.3 m jako piaski ilaste (clSa) i piaski średnie ze żwirem, przewarstwiane piaskiem gliniastym (grMSa//clsiSa).

Przepust dla zwierząt PZ-7 położony jest w dnie rynny glacialnej, przekształconej w holocen w dolinę rzeczną. Płytsze partie podłoża obiektu budują rzeczne piaski drobne humusowe (orFSa) i piaski średnie (MSa) wieku holoceni i późnoplejstoceni, lokalnie w rejonie otworu nr PZ-7/2 przykryte cienką (0.6 m) warstwą bagiennego torfu [Or(T)]. Pod rzeczными piaskami w NW części obiektu leżą zwałowe gliny piaszczyste (saCl) i piaski gliniaste (clsiSa) o miąższości 3.0 – 4.8 m, podścielone limnicznymi glinami pylastymi (sacI Si). W SE części obiektu utworów zwałowych brak, a pod rzeczными piaskami zalegają limniczne gliny pylaste i pyły (Si), przewarstwione piaskiem pylastym (siSa), w otworze nr PZ-7/4 przewarstwione wodnolodowcowymi piaskami drobnymi. W

otworze nr PZ-7/2 pod limnicznymi glinami, na głębokości 19.0 m p.p.t., leżą wodnolodowcowe piaski średnie ze żwirem (grMSa).

Wiadukt WD-33 zlokalizowany jest na wysoczyźnie morenowej. Niemal całość podłoża w objętej badaniami strefie budują zwałowe grunty spoiste, wykształcone jako piaski gliniaste (clsiSa), w głębszych partiach z warstewkami piasku drobnego (clsiSa//FSa). W obrębie piasków gliniastych zalegają dwie cienkie (0.4 – 1.7 m) warstwy wodnolodowcowych piasków drobnych (FSa).

Równoległe **przepusty dla zwierząt PZ-7A i PZ-7B** pod drogą S6 i drogą dojazdową, oddalone od siebie o 45 m, położone są na wzniesieniu w obrębie wąskiego (ok. 250 m) pasa wysoczyzny morenowej pomiędzy doliną Regi na wschodzie i równoległym do niej wytopiskiem na południe od Wilczyńca. Niemal całość podłoża w objętej badaniami strefie budują zwałowe grunty spoiste, wykształcone jako piaski gliniaste (clsiSa). W obrębie piasków gliniastych zalegają dwie cienkie (0.3 – 1.2 m), nieciągłe warstwy wodnolodowcowych piasków średnich ze żwirem (grMSa) i podrzędnie piasków drobnych (FSa), oraz pojedyncza, równie cienka warstwa zwałowych piasków pylastych (siSa, w otworze nr PZ-7A/1), oraz piasku grubego z warstewkami piasku gliniastego (CSa//clsiSa).

Wiadukt WS-36 usytuowany jest na wysoczyźnie morenowej, bezpośrednio na południe od płytkiego obniżenia wytopiskowego. Podłoże obiektu dzieli się na dwie serie – w płytszych jego partiach zalegają wodnolodowcowe i niekiedy zwałowe grunty niespoiste o zróżnicowanym uziarnieniu: piaski pylaste (siSa) i piaski drobne (FSa), przeważnie jednak wodnolodowcowe piaski grube (CSa) i pospółki (grSa). Łączna miąższość gruntów niespoistych waha się od 4.3 m w otworze nr WS-36/6, do 5.7 m w otworze nr WS-36/9. Głębiej, poniżej 4.7 – 5.9 m p.p.t., zalegają utwory zwałowe, wykształcone wyłącznie jako grunty spoiste – piaski gliniaste (clsiSa). Piasków gliniastych nie przewiercono do głębokości 10.0 m p.p.t.

Wiadukt WS-37 położony jest na wysoczyźnie morenowej, zaledwie 135 m na północ od wiaduktu WS-36. Podłoże obiektu budują trzy serie utworów zwałowych rozdzielone dwiema seriami wodnolodowcowych. Górną serię utworów zwałowych tworzą w przewodzie grunty niespoiste – piaski drobne na pograniczu piasków pylastych (FSa/siSa), oraz piaski ilaste (clSa); w otworze nr WS-37/2 spągowe jej partie budują gliny piaszczyste (saCl). Dwie głębsze serie utworów zwałowych to wyłącznie grunty spoiste – piaski gliniaste (clsiSa). Miąższość utworów zwałowych w otworze nr WS-31/1 wynosi kolejno 0.4 m, 2.9 m i ponad 2.0 m; w otworze nr WS-37/2 2.1 m i 5.1 m (w otworze tym do głębokości 10.0 m p.p.t. nie osiągnięto stropu serii dolnej). Dwie serie utworów wodnolodowcowych, o miąższości 2.6 m i 1.5 m w otworze nr WD-37/1, oraz 0.9 i ponad 1.3 m w otworze nr WS-37/2,

budują płycej pospółki (grSa) i piaski średnie ze żwirem (grMSa); głębiej piaski drobne (FSa).

Wiadukt WS-37A zlokalizowany jest w dnie płytkiej rynnowej doliny o przebiegu SSW – NNE, odwadniającej przez ciek o nazwie Sowno, który ok. 1.3 km na wschód od obiektu uchodzi do Regi. W stropowych partiach podłoża obiektu zalegają bagienne namuły organiczne o miąższości 0.6 m (tylko w otworze nr WS-37A/1), rzeczne piaski drobne (FSa), oraz warstwa deluwialnych glin pylastych (saclSi) i pyłów (Si). Te osady wieku holocenijskiego sięgają głębokości 1.6 – 2.0 m p.p.t. Głębiej leżą plejstocenijskie utwory zwałowe i podrzędnie (tylko w otworze nr WS-37A/1 poniżej 7.7 m p.p.t.) utwory limniczne, wykształcone jako zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), niekiedy także jako gliny piaszczyste (saCl) i piaski ilaste (clSa), oraz limniczne gliny pylaste (saclSi) i głębiej piaski drobne (FSa).

Ostateczna lokalizacja **wiaduktu WS-38**, przesunięta w stosunku do pierwotnie planowanego usytuowania o ok. 100 m na północ (wyróbiska wykonane dla pierwszej lokalizacji obiektu udokumentowano jedynie w postaci kart otworów), przypada na skraju płata wysoczyzny morenowej, obniżającego się na południe, do niewielkiego wytopiska. Pod cienką pokrywą deluwialnych pyłów i piasków gliniastych, sięgających głębokości zaledwie 0.7 – 1.6 m (najwięcej w otworze nr WS-38/11, przy czym deluwii brak całkowicie w otworach nr WS-38/1 i WS-38/10), podłożę wiaduktu budują zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), podścielone i lokalnie w otworze nr WS-38/1 przewarstwione wodnolodowcowymi piaskami drobnymi (FSa). Głębokość do stropu wodnolodowcowych piasków wynosi 7.0 – 8.7 m p.p.t.

Podobnie na północnym skraju innego niewielkiego wytopiska usytuowany jest **wiadukt WS-39**. Podłożę obiektu budują zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), przykryte wodnolodowcowymi piaskami średnimi (MSa) i drobnymi (FSa) o miąższości 1.1 - 2.0 m. Na piaskach tych w miejscu otworu nr WS-39/2 leżą nasypy z piasku drobnego humusowego z gruzem [Mg(orFSa)] o miąższości 2.2 m.

Wiadukt WS-40 usytuowany jest na wysoczyźnie morenowej pomiędzy niewielkimi wytopiskami. Niemal całość podłoża budują utwory zwałowe, w przewadze wykształcone jako grunty spoiste – piaski gliniaste (clsiSa) i w stropie gliny piaszczyste (saCl); w najpłytszych partiach z izolowanymi warstwami piasków drobnych (FSa) i piasków średnich z warstewkami piasku gliniastego (MSa//clsiSa). Lokalnie na utworach zwałowych leżą wodnolodowcowe piaski drobne.

Most MS-41 usytuowany jest w dolinie Regi, w górnej części zbiornika zaporowego Jezioro Rejowickie. Przyczółki mostu zlokalizowane są w dolnych partiach zboczy doliny, wciętej w wysoczyznę na blisko 30 m, natomiast 5 podpór

pośrednich rozmieszczono w dnie doliny w taki sposób, by pod piątym od zachodu przęsłem w całości zmieścił się poszerzony wskutek spiętrzenia nurt rzeki. Po obu stronach otwartej powierzchni wody rozciąga się porośnięta gęsto trzciną i sitowiem aluwialna równina, w całości podtopiona przez wody rzeki, zbudowana z młodych (współczesnych) osadów organicznych całkowicie nienośnych. Na równinę tę nie można wejść, a tym bardziej wjechać jakimkolwiek pojazdem, ani też wpłynąć od strony nurtu nawet bardzo płytko zanurzonym sprzętem pływającym. W związku z tym wiercenia i sondowania pod czwartą i piątą od zachodu podporę pośrednią wykonywano z pontonów (o charakterystyce zbliżonej do elementów saperskich mostów pontonowych), holowanych za pomocą łodzi motorowej. Otwory nr MS-41/4, MS-41/10 i MS-41/16 pod podporę po lewej stronie nurtu wykonano z pontonów, dociągając je zamocowanymi do rosnących na zachodnim brzegu drzew linami możliwie najbliższej miejsca podpory, jednak znaczna w tym miejscu szerokość aluwialnej równiny uniemożliwiła zbliżenie otworów mniej, niż 12 – 19 m od osi podpory. Pod kolejną podporę, po wschodniej stronie nurtu, możliwe było wykonanie jedynie skrajnych otworów nr MS-41/5 (z pontonów), oraz MS-41/17 (z wąskiego półwyspu o powierzchni utrwalonej przez korzenie drzew), natomiast nie można było dojść (ani dopłynąć pontonami) do miejsca środkowego otworu (miał on mieć numer MS-41/11). Największa głębokość nurtu Regi po południowej stronie podpory po prawej (wschodniej) stronie rzeki, pomierzona echosondą, wynosi 5.8 m.

Podłoże mostu MS-41 budują utwory rzeczne wieku późnoplejstoceniowego, wykształcone jako piaski drobne (FSa), w najgłębszych partiach doliny przykryte rzeczными piaskami drobnymi humusowymi (orFSa) wieku holoceniowego o miąższości do 3.0 m, oraz bagiennymi torfami i namułami organicznymi o łącznej miąższości 0.4 – 3.3 m (najwięcej w otworze nr MS-41/5 przy wschodnim brzegu doliny). Rzecznych piasków drobnych nie przewiercono do głębokości 20.0 – 25.0 m p.p.t.

Wiadukt WD-42 usytuowany jest na wysoczyźnie morenowej. Podłoże obiektu budują utwory zwałowe, wykształcone jako gliny piaszczyste (saCl), a w partiach stropowych także jako gliny pylaste (saclSi). Na utworach zwałowych, a lokalnie także głębiej, w ich obrębie, leżą warstwy wodnolodowcowych piasków drobnych (FSa) i piasków średnich (MSa).

3. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W 177 spośród 326 wykonanych na badanym terenie otworów¹² stwierdzono występowanie zwierciadła wody gruntowej, która przesycza grunty niespoiste. Woda

¹² zwierciadło wody gruntowej stwierdzono w otworach nr 22, 26 – 31, 42, 43, 45 – 54, 56 – 59, 61, 62, 64, 70 – 73, 75 – 78, 84, 87 – 90, 109, 113 – 116, 118 – 120, 122 – 127, 148 – 151, 156, 162 – 167, 169, 171, 173, 181, 182, 182.1, 187, 194, 198, 206, 227, 237-1, 238, PZ-6/1, PZ-6/2, PZ-6/3, PZ-6/4, PZ-6/5, PZ-6/6, WD-28/3,

ta w 114 otworach posiada zwierciadło swobodne, natomiast w 59 otworach jest ono napięte przez nadkład słabo przepuszczalnych gruntów spoistych lub organicznych. Zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się na głębokości od 0.0 m p.p.t. w trzech otworach w dnie doliny Regi (nr MS-41/6, MS-41/12 i MS-41/17), co oznacza, że woda stabilizuje się tam w poziomie równym z poziomem terenu, do 7.6 m p.p.t. w otworze nr PZ-6/5 w rejonie Wojcieszyna. W 12 otworach¹³ nie stabilizowano napiętego zwierciadła wody drugiego, głębszego poziomu, nawierconego na głębokości od 4.0 (otwór nr PZ-7/3), do 11.5 m p.p.t. (otw. nr WS-37A/1). W dnie doliny Regi cztery otwory (nr MS-41/4, MS-41/5, MS-41/10 i MS-41/16) wykonano z pontonów na wodach rzeki; głębokość do jej dna wahała się tam od 0.5 do 2.3 m.

W kolejnych 38 otworach nie stwierdzono wprawdzie zwierciadła wody, lecz zaobserwowano sączenia (na ogół obfite) wody infiltracyjnej na stropie i niekiedy w obrębie słabo przepuszczalnych gruntów spoistych¹⁴, na głębokości od 1.0 m p.p.t. w otworze nr 92, do 8.0 m p.p.t. w otworze nr WS-40/1.

W 113 otworach do głębokości 4.0 – 10.0 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej.

W poniższej tabeli zestawiono dane o głębokości i rzędnych naj płytszych przejawów wody gruntowej i infiltracyjnej w poszczególnych otworach. W tabeli pominięto otwory, w których brak jakichkolwiek przejawów wody.

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
22	50,41	1,8	48,61	zwierciadło swobodne		
26	49,92	4,0	45,92	zwierciadło swobodne		
27	50,13	4,2	45,93	zwierciadło swobodne		
28	50,38	4,4	45,98	zwierciadło swobodne		
29	50,12	4,3	45,82	zwierciadło swobodne		
30	52,02	4,5	47,52	zwierciadło napięte	4,7	47,32

WD-28/4, WD-28/5, WD-28/6, WD-28A/1, WD-28A/2, WD-28A/3, WD-28A/4, WD-28A/5, WD-28A/6, WS-30/1, WS-30/2, WD-31/1, PZ-7/1, PZ-7/2, PZ-7/3, PZ-7/4, WD-33/1, WD-33/2, PZ-7A/1, PZ-7A/2, PZ-7B/1, PZ-7B/2, WS-36/1, WS-36/2, WS-36/3, WS-36/4, WS-36/5, WS-36/6, WS-36/7, WS-36/8, WS-36/9, WS-37/1, WS-37/2, WS-37A/1, WS-37A/2, WS-38/1, WS-38/2, WS-38/4, WS-38/5, WS-38/6, WS-38/7, WS-38/10, WS-38/11, WS-38/12, WS-39/1, WS-39/2, WS-40/2, WS-40/3, WS-40/6, WS-40/7, WS-40/9, WS-40/10, WS-40/11, MS-41/1, MS-41/2, MS-41/3, MS-41/6, MS-41/7, MS-41/8, MS-41/9, MS-41/12, MS-41/13, MS-41/14, MS-41/15, MS-41/17, MS-41/18, MS-41/19, MS-41/20, MS-41/21, ZR-3, Zr-4, ZR-5, ZR-7, ZR-8, ZR-9, ZR-10, ZR-14, ZR-15, ZR-17, ZR-19, ZR-20, ZR-21 i ZR-27

¹³ nr 113, 119, 120, WS-30/1, PZ-7/2, PZ-7/3, PZ-7B/1, WS-37A/1, WS-40/3, WS-42/2, WS-42/3 i WS-42/4

¹⁴ sączenia wody stwierdzono w otworach nr 55, 65, 67, 74, 92, 95, 106, 117, 134, 135A, 136A-1, 138, 139, 185, 188 – 192, 210 – 213, 216, 221, 240, WD-28/2, WD-28/3, WD-28/4, WS-38/3, WS-38/8, WS-38/9, WS-40/1, WS-40/4, WS-40/5, WS-40/8, ZR-1 i ZR-6

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
31	52,08	4,6	47,48	zwierciadło swobodne		
42	50,84	4,9	45,94	zwierciadło swobodne		
43	49,96	3,9	46,06	zwierciadło swobodne		
45	48,60	2,8	45,80	zwierciadło swobodne		
46	48,12	2,1	46,02	zwierciadło swobodne		
47	47,43	2,3	45,13	zwierciadło swobodne		
48	47,50	2,2	45,30	zwierciadło swobodne		
49	47,01	2,0	45,01	zwierciadło swobodne		
50	46,89	2,2	44,69	zwierciadło swobodne		
51	46,68	2,6	44,08	zwierciadło swobodne		
52	46,17	1,7	44,47	zwierciadło napięte	2,6	43,57
53	46,17	1,6	44,57	zwierciadło napięte	2,5	43,67
54	45,25	1,7	43,55	zwierciadło napięte	2,5	42,75
55	45,54	1,0	44,54	sączenie		
56	44,92	1,8	43,12	zwierciadło napięte	1,9	43,02
57	44,91	1,4	43,51	zwierciadło napięte	2,7	42,21
58	44,60	1,3	43,30	zwierciadło swobodne		
59	44,54	1,6	42,94	zwierciadło swobodne		
61	42,59	0,8	41,79	zwierciadło swobodne		
62	42,10	0,1	42,00	zwierciadło napięte	3,2	38,90
64	42,12	0,1	42,02	zwierciadło napięte	2,6	39,52
65	44,82	2,0	42,82	sączenie		
67	44,58	2,2	42,38	sączenie		
70	42,69	0,2	42,49	zwierciadło napięte	1,8	40,89
71	44,33	1,6	42,73	zwierciadło swobodne		
72	44,21	1,8	42,41	zwierciadło swobodne		
73	45,78	3,1	42,68	zwierciadło swobodne		
74	44,47	2,0	42,47	sączenie		
75	45,68	3,0	42,68	zwierciadło swobodne		
76	44,49	1,9	42,59	zwierciadło swobodne		
77	45,54	2,7	42,84	zwierciadło swobodne		
78	44,34	1,5	42,84	zwierciadło swobodne		
84	46,84	3,5	43,34	zwierciadło swobodne		
87	43,46	1,3	42,16	zwierciadło swobodne		
88	42,75	1,2	41,55	zwierciadło swobodne		
89	44,60	2,6	42,00	zwierciadło napięte		
90	41,94	1,4	40,54	zwierciadło swobodne		
92	51,61	1,0	50,61	sączenie		
95	50,69	3,8	46,89	sączenie		

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
106	47,09	3,8	43,29	sączenie		
109	47,85	3,8	44,05	zwierciadło swobodne		
113	45,97	3,1	42,87	zwierciadło swobodne		
114	45,67	3,0	42,67	zwierciadło swobodne		
115	44,73	2,0	42,73	zwierciadło swobodne		
116	44,38	2,5	41,88	zwierciadło swobodne		
117	43,28	1,9	41,38	sączenie		
118	36,10	1,1	35,00	zwierciadło swobodne		
119	36,25	1,9	34,35	zwierciadło swobodne		
120	34,60	0,7	33,90	zwierciadło swobodne		
122	34,55	0,4	34,15	zwierciadło napięte	2,50	32,05
123	34,12	0,4	33,72	zwierciadło napięte	1,00	33,12
124	36,15	2,6	33,55	zwierciadło swobodne		
125	34,53	0,8	33,73	zwierciadło swobodne		
126	34,22	0,7	33,52	zwierciadło swobodne		
127	36,44	2,8	33,64	zwierciadło swobodne		
134	43,30	5,0	38,30	sączenie		
135A	38,98	3,7	35,28	sączenie		
136A-1	36,10	3,0	33,10	sączenie		
138	37,74	1,7	36,04	sączenie		
139	39,66	4,3	35,36	sączenie		
148	41,88	3,3	38,58	zwierciadło swobodne		
149	40,39	1,8	38,59	zwierciadło swobodne		
150	40,76	1,9	38,86	zwierciadło swobodne		
151	40,05	1,7	38,35	zwierciadło napięte		
156	39,05	3,4	35,65	zwierciadło swobodne		
162	33,60	1,5	32,10	zwierciadło napięte	1,70	31,90
163	31,27	0,5	30,77	zwierciadło napięte	1,00	30,27
164	30,80	0,1	30,70	zwierciadło napięte	7,60	23,20
165	30,79	0,1	30,69	zwierciadło napięte	2,60	28,19
166	30,89	0,3	30,59	zwierciadło napięte	0,80	30,09
167	30,76	0,1	30,66	zwierciadło napięte	2,60	28,16
169	31,97	0,6	31,37	zwierciadło swobodne		
171	30,68	0,5	30,18	zwierciadło napięte	2,00	28,68
173	31,30	3,4	27,90	zwierciadło swobodne		
181	33,77	0,6	33,17	zwierciadło swobodne		
182	38,46	3,0	35,46	zwierciadło swobodne		
182.1	37,44	1,1	36,34	zwierciadło napięte	1,60	35,84
185	40,40	3,5	36,90	sączenie		

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
187	39,91	2,5	37,41	zwierciadło napięte	3,30	36,61
188	38,80	1,5	37,30	sączenie		
189	40,58	2,2	38,38	sączenie		
190	39,95	2,0	37,95	sączenie		
191	41,58	2,5	39,08	sączenie		
192	40,40	2,2	38,20	sączenie		
194	40,45	2,2	38,25	zwierciadło swobodne		
198	41,83	3,4	38,43	zwierciadło swobodne		
206	48,74	6,6	42,14	zwierciadło napięte	6,80	41,94
210	48,33	5,6	42,73	sączenie		
211	47,82	5,6	42,22	sączenie		
212	49,06	2,5	46,56	sączenie		
213	47,88	5,2	42,68	sączenie		
216	46,54	5,5	41,04	sączenie		
221	40,50	4,9	35,60	sączenie		
227	23,72	0,7	23,02	zwierciadło swobodne		
237-1	37,03	1,7	35,33	zwierciadło swobodne		
238	42,40	2,0	40,40	zwierciadło napięte	2,20	40,20
240	44,56	2,8	41,76	sączenie		
PZ-6/1	53,31	6,5	46,81	zwierciadło swobodne		
PZ-6/2	53,26	6,4	46,86	zwierciadło swobodne		
PZ-6/3	53,40	6,3	47,10	zwierciadło swobodne		
PZ-6/4	53,32	6,3	47,02	zwierciadło napięte	7,00	46,32
PZ-6/5	54,73	7,6	47,13	zwierciadło swobodne		
PZ-6/6	54,58	7,4	47,18	zwierciadło swobodne		
WD-28/2	53,46	3,6	49,86	sączenie		
WD-28/3	53,37	1,1	52,27	sączenie		
WD-28/4	53,51	1,5	52,01	sączenie		
WD-28/5	53,39	7,3	46,09	zwierciadło napięte	8,50	44,89
WD-28/6	53,24	7,2	46,04	zwierciadło napięte	7,50	45,74
WK-28A/1	52,51	5,8	46,71	zwierciadło swobodne		
WK-28A/2	52,30	5,6	46,70	zwierciadło swobodne		
WK-28A/3	52,88	5,9	46,98	zwierciadło swobodne		
WK-28A/4	52,98	6,6	46,38	zwierciadło swobodne		
WK-28A/5	53,53	7,1	46,43	zwierciadło napięte	7,70	45,83
WK-28A/6	53,80	7,5	46,30	zwierciadło napięte		
WS-30/1	45,53	2,1	43,43	zwierciadło swobodne		
WS-30/2	45,11	1,8	43,31	zwierciadło swobodne		
WD-31/1	49,18	6,3	42,88	zwierciadło swobodne		

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
PZ-7/1	34,76	0,8	33,96	zwierciadło swobodne		
PZ-7/2	34,70	0,7	34,00	zwierciadło swobodne		
PZ-7/3	34,41	0,7	33,71	zwierciadło swobodne		
PZ-7/4	34,28	0,6	33,68	zwierciadło swobodne		
WD-33/1	41,17	4,3	36,87	zwierciadło napięte	4,60	36,57
WD-33/2	41,15	4,4	36,75	zwierciadło swobodne		
PZ-7A/1	38,53	6,0	32,53	zwierciadło napięte	8,80	29,73
PZ-7A/2	38,86	6,4	32,46	zwierciadło napięte	7,50	31,36
PZ-7B/1	38,12	5,0	33,12	zwierciadło napięte	6,00	32,12
PZ-7B/2	38,52	5,5	33,02	zwierciadło napięte	6,10	32,42
WS-36/1	33,06	2,8	30,26	zwierciadło swobodne		
WS-36/2	32,79	2,6	30,19	zwierciadło swobodne		
WS-36/3	32,71	2,5	30,21	zwierciadło swobodne		
WS-36/4	32,70	2,5	30,20	zwierciadło swobodne		
WS-36/5	32,49	2,2	30,29	zwierciadło swobodne		
WS-36/6	32,71	2,5	30,21	zwierciadło swobodne		
WS-36/7	32,43	2,1	30,33	zwierciadło swobodne		
WS-36/8	32,43	2,1	30,33	zwierciadło swobodne		
WS-36/9	32,16	1,7	30,46	zwierciadło swobodne		
WS-37/1	33,49	3,0	30,49	zwierciadło swobodne		
WS-37/2	33,14	2,5	30,64	zwierciadło napięte	2,70	30,44
WS-37A/1	28,38	0,4	27,98	zwierciadło napięte	1,00	27,38
WS-37A/2	28,68	0,7	27,98	zwierciadło swobodne		
WS-38/1	38,82	6,7	32,12	zwierciadło napięte	7,00	31,82
WS-38/2	38,29	6,2	32,09	zwierciadło napięte	8,10	30,19
WS-38/9	38,69	2,2	36,49	sączenie		
WS-38/10	38,57	6,4	32,17	zwierciadło napięte	8,70	29,87
WS-38/11	39,11	7,1	32,01	zwierciadło napięte	8,30	30,81
WS-38/12	38,16	6,0	32,16	zwierciadło napięte	8,70	29,46
WS-38/3	37,60	1,8	35,80	sączenie		
WS-38/4	38,54	3,3	35,24	zwierciadło swobodne		
WS-38/5	38,89	3,5	35,39	zwierciadło napięte	4,40	34,49
WS-38/6	37,87	1,3	36,57	zwierciadło swobodne		
WS-38/7	38,17	1,5	36,67	zwierciadło napięte	1,8	36,37
WS-38/8	37,96	4,4	33,56	sączenie		
WS-39/1	39,79	1,7	38,09	zwierciadło swobodne		
WS-39/2	39,70	1,9	37,80	zwierciadło swobodne		
WS-40/1	41,80	3,1	38,70	sączenie		
WS-40/2	41,92	3,3	38,62	zwierciadło swobodne		

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
WS-40/3	41,68	3,0	38,68	zwierciadło swobodne		
WS-40/4	41,98	1,5	40,48	sączenie		
WS-40/5	41,77	3,3	38,47	sączenie		
WS-40/6	41,59	3,0	38,59	zwierciadło swobodne		
WS-40/7	41,54	3,0	38,54	zwierciadło swobodne		
WS-40/8	41,60	3,9	37,70	sączenie		
WS-40/9	41,68	3,0	38,68	zwierciadło swobodne		
WS-40/10	41,61	3,1	38,51	zwierciadło napięte	3,6	38,01
WS-40/11	41,64	3,0	38,64	zwierciadło swobodne		
MS-41/1	23,96	0,4	23,56	zwierciadło swobodne		
MS-41/2	23,70	1,5	22,20	zwierciadło swobodne		
MS-41/3	22,22	0,4	21,82	zwierciadło swobodne		
MS-41/4	21,76	0,0	21,76	rzeka		
MS-41/5	21,76	0,0	21,76	rzeka		
MS-41/6	21,76	0,0	21,76	zwierciadło napięte	1,60	20,16
MS-41/7	24,09	0,5	23,59	zwierciadło swobodne		
MS-41/8	23,22	1,0	22,22	zwierciadło swobodne		
MS-41/9	22,09	0,3	21,79	zwierciadło napięte	0,90	21,19
MS-41/10	21,76	0,0	21,76	rzeka		
MS-41/12	21,76	0,0	21,76	zwierciadło napięte	0,70	21,06
MS-41/13	24,57	0,6	23,97	zwierciadło swobodne		
MS-41/14	22,80	1,0	21,80	zwierciadło swobodne		
MS-41/15	21,77	0,4	21,37	zwierciadło swobodne		
MS-41/16	21,76	0,0	21,76	rzeka		
MS-41/17	21,76	0,0	21,76	zwierciadło napięte	2,60	19,16
MS-41/18	22,55	0,1	22,45	zwierciadło swobodne		
MS-41/19	26,16	1,9	24,26	zwierciadło napięte		
MS-41/20	25,82	1,8	24,02	zwierciadło swobodne		
MS-41/21	25,61	1,6	24,01	zwierciadło swobodne		
WD-42/1	43,52	1,9	41,62	zwierciadło napięte	2,30	
WD-42/2	43,71	2,1	41,61	zwierciadło napięte	3,00	40,71
WD-42/3	42,99	1,3	41,69	zwierciadło swobodne		
WD-42/4	43,56	1,9	41,66	zwierciadło swobodne		
WD-42/5	43,63	1,9	41,73	zwierciadło swobodne		
WD-42/6	43,61	1,9	41,71	zwierciadło napięte	2,00	41,61
ZR-1	56,24	5,0	51,24	sączenie		
ZR-3	50,59	3,6	46,99	zwierciadło swobodne		
ZR-4	55,47	6,1	49,37	zwierciadło swobodne		
ZR-5	49,39	2,5	46,89	zwierciadło swobodne		

Otwór	Rzędna	Głębokość wody	Rzędna wody	Rodzaj przejawu wody	Głębokość wody nawierconej	Rzędna wody nawierconej
ZR-6	46,21	4,4	41,81	sączenie		
ZR-7	46,14	1,5	44,64	zwierciadło swobodne		
ZR-8	42,58	1,2	41,38	zwierciadło napięte	1,40	41,18
ZR-9	43,25	1,0	42,25	zwierciadło swobodne		
ZR-10	44,98	2,5	42,48	zwierciadło swobodne		
ZR-14	34,40	0,7	33,70	zwierciadło napięte	1,40	33,00
ZR-15	34,01	0,7	33,31	zwierciadło swobodne		
ZR-17	39,05	2,7	36,35	zwierciadło napięte	4,90	34,15
ZR-19	30,82	2,5	28,32	zwierciadło napięte	2,70	28,12
ZR-20	28,69	1,5	27,19	zwierciadło swobodne		
ZR-21	32,50	2,2	30,30	zwierciadło napięte	4,40	28,10
ZR-27	41,39	1,7	39,69	zwierciadło swobodne		
Min	21,76	0,00	21,37		0,70	19,16
Max	56,24	7,60	52,27		8,80	47,32

Ilość otworów z najpłytszymi przejawami wody w klasach głębokości co 0.5 m poniżej powierzchni terenu zestawiono w poniższej tabeli:

Głębokość (m p.p.t.)	Ilość otworów ze zwierciadłem wody	Ilość otworów z sączeniami
0.0 – 0.5	21	-
0.5 – 1.0	18	3
1.0 – 1.5	16	4
1.5 – 2.0	29	6
2.0 – 2.5	20	6
2.5 – 3.0	18	2
3.0 – 3.5	11	3
3.5 – 4.0	4	5
4.0 – 4.5	6	3
4.5 – 5.0	3	3
5.0 – 5.5	1	2
5.5 – 6.0	5	2
6.0 – 6.5	9	-
6.5 – 7.0	3	-
7.0 – 7.5	6	-
7.5 – 8.0	1	-

Poziom, ilość i wydajność najpłytszych przejawów wody gruntowej i infiltracyjnej, jakie stwierdzono podczas wykonywania wierceń, uznać należy za zbliżone do stanu przeciętnego. W okresie lata i jesieni 2015 r., oraz zimą i wiosną 2016 r., na Pomorzu Zachodnim panowała wprawdzie susza, lecz w czerwcu i początku lipca miały miejsce intensywne i długotrwałe opady, wskutek czego na obszarach, gdzie zalegające w stropowych partiach podłoża grunty niespoiste ułatwiają infiltrację (a obszarem takim jest znaczna część badanej trasy), pierwszy poziom wody gruntowej powrócił do normalnego stanu. W okresach roztopów grubej pokrywy śnieżnej, oraz o znacznie o zwiększonej ilości opadów zwierciadło wody może podnosić się przeciętnie o ok. 0.5 – 1.0 m wobec stanu stwierdzonego w otworach, najsilniej na obszarach, gdzie wodnolodowcowe, deluwialne i rzeczne piaski o niewielkiej miąższości podścielone są słabo przepuszczalnymi zwałowymi gruntami spoistymi, a ukształtowanie powierzchni terenu utrudnia bądź uniemożliwia powierzchniowy spływ wody.

Woda gruntowa o zwierciadle napiętym, przesycająca głębsze, śródglinowe warstwy piasków, pozbawione bezpośredniego kontaktu hydraulicznego z powierzchnią terenu, nie podlega wahaniom bezpośrednio zależnym od bieżących zmian sumy opadów.

Na przekrojach geologiczno – inżynierskich liczbami barwy niebieskiej podano przy poszczególnych otworach informacje o przejawach wody gruntowej – większa liczba oznacza głębokość do przejawu wody w metrach p.p.t.; mniejsza liczba, ujęta w nawias, oznacza jego rzędną w metrach n.p.m.

W ramach badań laboratoryjnych gruntów niespoistych z próbek pobranych z podłoża projektowanych zbiorników retencyjnych oznaczono dla nich wartości współczynnika filtracji. Wyniki badań zestawiono w poniższej tabeli:

Otwór	Głębokość pobrania próby (m p.p.t.)	Rodzaj gruntu	Średnice miarodajne (mm)			Współczynnik filtracji k (m/d)		
			d_{60}	d_{20}	d_{10}	wg Bayera	wg USBSC	wg Hazena
ZR-3	4.0	FSa	0.28	0.17	0.15	21.1	5.3	22.1
ZR-4	2.0	FSa	0.30	0.18	0.15	20.7	6.0	22.1
ZR-5	2.0	FSa	0.30	0.16	0.14	17.3	4.6	19.2
ZR-5	3.5	FSa	0.28	0.15	0.12	13.3	4.0	14.1
ZR-7	2.0	FSa	0.22	0.14	0.09	7.7	3.4	7.9
ZR-11A	3.7	MSa	0.60	0.25	0.18	26.8	12.8	31.8
ZR-12A	3.2	FSa	0.20	0.15	0.13	16.4	4.0	16.6
ZR-14	2.0	MSa	0.65	0.30	0.24	49.2	19.5	56.5
ZR-19	3.3	MSa	1.50	0.28	0.18	22.5	16.6	31.8

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych, oraz danych archiwalnych, dla nawodnionych gruntów niespoistych należy przyjąć następujące przeciętne wartości współczynnika filtracji:

- dla żwirów (Gr)	$k = 40.0 \text{ m/d}$
- dla pospółek (grSa)	$k = 25.0 \text{ m/d}$
- dla piasków grubych (CSa)	$k = 20.0 \text{ m/d}$
- dla piasków średnich (MSa)	$k = 15.0 \text{ m/d}$
- dla rzecznych piasków drobnych (FSa)	$k = 8.0 \text{ m/d}$
- dla limnicznych i deluwialnych piasków drobnych	$k = 4.0 \text{ m/d}$
- dla piasków pylastych (siSa)	$k = 0.5 \text{ m/d}$
- dla piasków ilastych (clSa)	$k = 0.2 \text{ m/d}$

Zwałowe, limniczne, rzeczne i deluwialne grunty spoiste, oraz bagienne torfy i namuły organiczne, są gruntami o bardzo niskiej wodoprzepuszczalności.

W otworach wykonanych w miejscu zbiorników retencyjnych (otwory nr ZR-1 – ZR-28) dokonano podziału podłoża ze względu na wodoprzepuszczalność, wydzielając 5 warstw:

WARSTWA A to piaski średnie (MSa), o przeciętnej wartości współczynnika filtracji $k = 15.0 \text{ m/d}$. Piaski warstwy A występują w 9 otworach (nr ZR-3, ZR-8, ZR-10, ZR-14, ZR-15, ZR-19, ZR-21 i ZR-27), osiągając miąższość od 0.4 do ponad 5.4 m (najwięcej w otworze nr ZR-15).

WARSTWA B to piaski średnie (FSa), o przeciętnej wartości współczynnika filtracji $k = 6.0 \text{ m/d}$. Piaski warstwy B występują w 13 otworach (nr ZR-3, ZR-4, ZR-5, ZR-7, ZR-8, ZR-10, ZR-11A, ZR-12A, ZR-17, ZR-20, ZR-22 i ZR-27); ich miąższość wynosi od 0.9 do ponad 7.7 m (najwięcej w otworze nr ZR-4).

WARSTWA C to piaski pylaste (siSa), o przeciętnej wartości współczynnika filtracji $k = 0.5 \text{ m/d}$. Piaski warstwy C występują tylko w dwóch otworach, nr ZR-5 i ZR-8; ich miąższość wynosi 0.5 – 3.3 m (więcej w otworze nr ZR-5).

WARSTWA D to piaski ilaste (clSa), o przeciętnej wartości współczynnika filtracji $k = 0.2 \text{ m/d}$. Na piaski warstwy D natrafiono w sześciu otworach (nr ZR-1, ZR-5, ZR-9, ZR-10 i ZR-22), ich miąższość wynosi 0.7 – 1.7 m.

WARSTWA E to grunty spoiste (saCl, clsiSa, sacISi, Si) i organiczne (torfy, namuły, gytie). Są to grunty bardzo słabo przepuszczalne, o szacunkowej wartości współczynnika filtracji $k < 0.01 \text{ m/d}$. Grunty te występują w 17 otworach pod zbiorniki

retencyjne, w tym w otworze nr budują cały profil objętej badaniami strefy (ich miąższość wynosi tam ponad 5.7 m).

Badania chemiczne próbek wody gruntowej dla dwóch obiektów inżynierskich wykazały, że w podłożu obiektu PZ-7/3 woda jest słabo agresywna wobec betonu (klasa ekspozycji XA1), natomiast w podłożu obiektu WS-37A woda jest silnie agresywna (klasa ekspozycji XA3).

Poniżej omówiono warunki hydrogeologiczne w podłożu poszczególnych obiektów inżynierskich.

W podłożu **przepustów dla zwierząt PZ-6D, PZ-6(S) i PZ-6(K)** woda gruntowa przesyca głębsze partie wodnolodowcowych piasków, a jej na ogół swobodne zwierciadło stabilizuje się na głębokości 6.3 – 7.6 m p.p.t., tj. na rzędnych 46.81 – 47.18 m n.p.m. Woda gruntowa w znacznej mierze podparta jest przez słabo przepuszczalne piaski gliniaste (clsiSa), podścielające serię wodnolodowcowych piasków.

W podłożu **wiaduktu WD-28** woda gruntowa o zwierciadle swobodnym, lub napiętym przez nadkład piasków gliniastych (clsiSa), występuje w miejscu podpory środkowej i przyczółka południowego, w wodnolodowcowych piaskach drobnych (FSa) i piaskach pylastych (siSa). Zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się w otworach nr WD-28/3 – WD-28/6 na głębokości 6.9 – 7.3 m p.p.t. (tj. na rzędnych 46.04 – 46.47 m n.p.m.). W otworach nr WD-28/1 – WD-28/2 w miejscu przyczółka północnego wody gruntowej brak, zaobserwowano jedynie śródglinowe sączenie na głębokości 3.6 m p.p.t. W głębokim otworze nr WD-28/5 stwierdzono ponadto wodę o zwierciadle napiętym w zwałowych i wodnolodowcowych piaskach, wodę tę nawiercono na głębokości 17.9 m p.p.t., stabilizuje się ona na poziomie równym z wodą płytszego poziomu (7.3 m p.p.t.).

W miejscu **wiaduktu WK-28A** woda gruntowa o zwierciadle swobodnym, lub napiętym przez nadkład piasków gliniastych (clsiSa), przesyca niemal całość serii wodnolodowcowych piasków drobnych i pylastych (FSa, siSa), która podściela utwory zwałowe. Zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się na głębokości 5.6 – 7.5 m p.p.t.; tj. na rzędnych 46.30 – 46.98 m n.p.m.

W podłożu **wiaduktu WS-30** woda gruntowa występuje w dwóch strefach. Strefa górna to woda zawieszona ponad stropem zwałowych gruntów spoistych, na głębokości 1.8 – 2.1 m p.p.t. (tj. 43.31 – 43.43 m n.p.m.); wody tej strefy nie stwierdzono w archiwalnym otworze nr WD30-2. Woda o zwierciadle napiętym, nawierconym na głębokości 5.6 – 13.4 m p.p.t., występuje w głębszych warstwach

piasków w otworach nr WS-30/1 i archiwalnym WDE30-2, w tym ostatnim otworze stabilizowała się ona na głębokości 2.8 m p.p.t. (43.0 m n.p.m.).

Wodę gruntową w podłożu **wiaduktu WD-31** osiągnięto w głębszych partiach wodnolodowcowych piasków drobnych (FSa), jej swobodne zwierciadło stabilizuje się na głębokości 6.3 – 7.2 m p.p.t. (tj. 42.7 – 42.88 m n.p.m.).

W podłożu **przepustu dla zwierząt PZ-7** woda gruntowa przesyca praktycznie całość gruntów niespoistych (rzecznych i limnicznych piasków), a jej zwierciadło stabilizuje się na głębokości zaledwie 0.6 – 0.8 m p.p.t.

Woda gruntowa w podłożu **wiaduktu WD-33** występuje w dolnej, śródglinowej warstwie piasków drobnych, a jej swobodne lub nieznacznie napięte zwierciadło stabilizuje się na głębokości 4.3 – 4.4 m p.p.t. (tj. 36.75 – 36.87 m n.p.m.).

Także w podłożu **przepustów dla zwierząt PZ-7A i PZ-7B** woda gruntowa występuje w najgłębszej śródglinowej warstwie wodnolodowcowych piasków średnich ze żwirem (grMSa); jej napięte zwierciadło stabilizuje się na głębokości 5.0 – 6.4 m p.p.t. (tj. 32.46 – 33.12 m n.p.m.).

Woda gruntowa w podłożu **wiaduktu WS-36** podparta jest przez słabo przepuszczalne zwałowe piaski gliniaste, a jej zwierciadło stabilizuje się na głębokości 1.7 – 2.8 m p.p.t.; tj. na rzędnych 30.19 – 30.46 m n.p.m.

W podłożu **wiaduktu WS-37** woda gruntowa o zwierciadle na ogół napiętym (swobodnym tylko w otworze nr WS-37/1 w górnej warstwie utworów wodnolodowcowych) występuje w obu seriach wodnolodowcowych piasków, przy czym stabilizuje się ona na jednym poziomie, na głębokości 2.5 – 3.0 m p.p.t.; tj. na rzędnych 30.49 – 30.64 m n.p.m.

W miejscu **wiaduktu WS-37A** woda gruntowa, zawieszona w cienkich warstwach rzecznych i zwałowych piasków, występuje bardzo płytko, na głębokości 0.4 – 0.7 m p.p.t. (tj. na rzędnej 27.98 m n.p.m.). Poniżej 2.0 – 2.2 m p.p.t. podłoże budują grunty bardzo słabo przepuszczalne.

W podłożu **wiaduktu WS-38** woda gruntowa występuje jedynie w zalegających głęboko wodnolodowcowych piaskach jej nawiercone na głębokości 7.0 – 8.7 m p.p.t. zwierciadło stabilizuje się na głębokości 6.0 – 7.1 m p.p.t.; tj. na rzędnych 32.01 – 32.17 m n.p.m.

W miejscu **wiaduktu WS-39** woda gruntowa występuje w pokrywie wodnolodowcowych piasków, a jej podparte przez zwałowe piaski gliniaste

zwierciadło stabilizuje się na głębokości 1.7 – 1.9 m p.p.t. (tj. 37.80 – 38.09 m n.p.m.).

Woda gruntowa w podłożu **wiaduktu WS-40** występuje w płytkich warstwach piasków, izolowanych od powierzchni terenu warstwami słabo przepuszczalnych glin i piasków gliniastych. Jej zwierciadło stabilizuje się na głębokości 3.0 – 3.3 m p.p.t.; tj. na rzędnych 38.51 – 38.70 m n.p.m.

Niemal całe podłoże mostu **MS-41** przesycone jest wodą – wodą gruntową i wodami rzeki. Wskutek spiętrzenia wód Regi przegradą, zakres wahań ich poziomu został znacznie ograniczony.

W wodnolodowcowych i zwałowych piaskach, zalegających w stropowych partiach podłoża **wiaduktu WD-42**, występuje woda gruntowa podparta przez niżejległe gliny piaszczyste, stabilizująca się na głębokości 1.3 – 2.1 m p.p.t.; tj. na rzędnych 41.61 – 41.73 m n.p.m. Wodą przesycone są także głębsze, śródglinowe warstwy wodnolodowcowych piasków.

Na mapie obszarów zagrożonych podtopieniami w skali 1:1000, będącej wraz z mapą geologiczno – inżynierską i mapą miąższości gruntów słabonośnych elementem dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wymaganym przez rozporządzenie Ministra Środowiska 9 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz. U. poz. 596), przedstawiono granice tych obszarów. Na mapie geologiczno – inżynierskiej przedstawiono m.in. warunki wodne – głębokość do pierwszego poziomu wody gruntowej w odniesieniu do niwelety drogi..

4. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie rodzimego podłoża badanego terenu, z uwagi na zróżnicowanie litologii i genezy gruntów wydzielono 20 warstw geotechnicznych.

WARSTWA I to wodnolodowcowe, zwałowe, rzeczne, limniczne i deluwialne piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2) i piaski ilaste (ciSa wg PN-EN 1997-2), niekiedy z domieszką humusu (orFSa), wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 29\%$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, występują w profilach 41 otworów na trasie i w podłożu niektórych obiektów inżynierskich (w szczególności usytuowanego w dnie Regi mostu MS-41, gdzie natrafiono na nie w 17 spośród 20 otworów wykonanych dla tego obiektu). Piaski warstwy I budują stropowe partie rodzimego podłoża, oraz niekiedy głębsze strefy rozluźnienia, ich miąższość jest na ogół

niewielka i rzadko przekracza 1.0 m, tylko lokalnie w otworze nr MS-41/6 osiąga aż 3.3 m (1.6 – 4.9 m p.p.t.).

WARSTWA II to wodnolodowcowe, rzeczne i podrzędnie zwałowe piaski średnie (MSa wg PN-EN 1997-2) i piaski grube (CSa wg PN-EN 1997-2), często z domieszką żwiru (grMSa, grCSa), wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 30\%$. Są to grunty o obniżonej nośności, występują w 31 otworach, najczęściej w najpłytszych partiach podłoża, ich miąższość wynosi od 0.3 do 3.6 m (najwięcej w otworze nr MS-41/14, natrafiono na nie w 10 spośród 20 wykonanych dla tego obiektu otworach).

WARSTWA III to wodnolodowcowe pospółki (grSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 29\%$. Są to grunty o obniżonej nośności, występują zaledwie w pięciu otworach, osiągając miąższość 0.4 – 1.8 m (najwięcej w otworze nr WS-36/8).

WARSTWA IV to wodnolodowcowe, zwałowe, rzeczne, limniczne i deluwialne piaski drobne (FSa), piaski pylaste (siSa) i piaski ilaste (clSa), wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 43\%$. Są to grunty nośne, występują w profilach aż 234 otworów; ich miąższość waha się od 0.2 do 12.0 m (najwięcej w otworze nr MS-41/12 w dnie doliny Regi).

WARSTWA V to wodnolodowcowe, rzeczne i podrzędnie zwałowe piaski średnie (MSa) i piaski grube (CSa), często z domieszką żwiru, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 45\%$. Są to grunty nośne, występują w 90 otworach, osiągając miąższość od 0.2 do 5.7 m (najwięcej w otworze nr MS-41/13 w dnie doliny Regi).

WARSTWA VI to wodnolodowcowe pospółki (grSa), nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 46\%$. Są to grunty nośne, natrafiono na nie w 15 otworach; ich miąższość wynosi 0.4 – 4.9 m.

WARSTWA VII to wodnolodowcowe, zwałowe i rzeczne piaski drobne (FSa), piaski pylaste (siSa) i piaski ilaste (clSa), wilgotne i nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 69\%$. Są to grunty nośne, występują w profilach 57 otworów, zalegając z reguły w najgłębszych partiach objętej badaniami strefy; ich miąższość waha się od 0.3 do ponad 14.8 m (najwięcej w otworze nr MS-41/3 w dnie doliny Regi).

WARSTWA VIII to wodnolodowcowe i rzeczne piaski średnie (MSa) i piaski grube (CSa), często z domieszką żwiru, wilgotne i nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 468$. Są to grunty nośne, występują

w 25 otworach w najgłębszych partiach objętej badaniami strefy, ich miąższość dochodzi do 4.1 m w otworze nr PZ-6/5.

WARSTWA IX to wodnolodowcowe pospółki (grSa) i podrzędnie żwiry (Gr wg PN-EN 1997-2), wilgotne i nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 67\%$. Są to grunty nośne, występują w profilach zaledwie dwóch otworów (nr 242 i MS-41/14), ich miąższość wynosi 0.3 – 1.3 m.

WARSTWA X to limniczne gliny pylaste (saclSi wg PN-EN 1997-2) i pyły (Si wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.60$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, natrafiono na nie w 10 otworach, gdzie zalegają na różnych głębokościach w obrębie limnicznych piasków, ich miąższość jest z reguły niewielka, od 0.5 do 1.2 m; tylko w otworze nr WS-30/2 osiąga aż 3.6 m.

WARSTWA XI to deluwialne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.55$. **Są to grunty o znacznie obniżonej nośności**, występują w zaledwie 9 otworach (nr 54 – 57, 64, 149, 161, 162 i 191), a ich miąższość wynosi 0.2 – 0.7 m.

WARSTWA XII to zwałowe gliny piaszczyste (saCl), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.62$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, natrafiono na nie w 26 otworach (nr 50, 86, 152, 181, 238, WK-28A/5, PZ-7/1, PZ-7/2, WS-37/2, WS-38/7, WS-38/8, WS-40/1 i WS-40/11, WD-42/1, WD-42/2, WD-42/5 i WD-42/6), gdzie zalegają w płytszych partiach podłoża i budują strtefy uplastycznienia o miąższości 0.2 – 2.4 m (najwięcej w otworze nr WS-40/10).

WARSTWA XIII to deluwialne piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.60$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, występują w zaledwie 6 otworach (nr 55, 56, 61, 138, 150 i WS-38/3)), osiągając miąższość 0.7 – 1.1 m (najwięcej w otworze nr 56).

WARSTWA XIV to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.59$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, w 36 otworach (nr 34, 36, 74, 80, 82, 91 – 98, 100 – 102, 104, 128, 131, 138, 139, 173, 188 0 190, 192, 196, 202, 203, WK-28A/3, WK-28A/4, WS-38/2, WS-38/9, WS-38/11, WS-39/1 i WS-39/2) budują strefy uplastycznienia o miąższości 0.4 – 3.7 m (najwięcej w otworze nr 131), zalegające najczęściej w stropowych partiach utworów zwałowych.

WARSTWA XV to limniczne gliny pylaste (sacI Si) i pyły (Si), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.78$. Są to grunty nośne, występują w 26 otworach, osiągając miąższość 0.3 – 3.8 m (najwięcej w otworze nr WS-37A/).

WARSTWA XVI to zwałowe gliny piaszczyste (saCl), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.78$. Są to grunty nośne, występują w 31 otworach; ich miąższość wynosi od 0.2 m, do 3.5 m w otworze nr WD-42/5.

WARSTWA XVII to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.80$. Są to grunty nośne, występują aż w 161 otworach, budując znaczną część zwałowych gruntów spoistych, o miąższości od 0.2 do ponad 6.2 m w otworze nr 65.

WARSTWA XVIII to zwałowe gliny piaszczyste (saCl), mało wilgotne, w stanie półzwałowym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 1.00$. Są to grunty nośne, występują tylko w sześciu otworach w podłożu wiaduktu WD-42; ich miąższość dochodzi do ponad 6.4 m.

WARSTWA XIX to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), mało wilgotne, w stanie półzwałowym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 1.00$. Są to grunty nośne, w profilach 140 otworów budują najczęściej najgłębsze partie objętej badaniami strefy, a ich miąższość dochodzi do ponad 8.3 m (w otworze nr WS-37A/2).

WARSTWA XX to zwałowe gliny pylaste (sacI Si), wilgotne, w stanie miękkoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.45$. **Są to grunty o bardzo obniżonej nośności**, budują strefę silnego uplastycznienia o miąższości 0.8 – 0.9 m lokalnie w otworach nr WD-42/1 i WD-42/2, sięgając głębokości 2.3 – 2.4 m p.p.t.

Ponadto w obrębie nasypów niekontrolowanych (Mg wg PN-EN 1997-2) ich partie złożone w przewadze z mineralnych gruntów niespoistych wydzielono jako dwie kolejne warstwy. Poza podziałem geotechnicznym pozostawiono jednak znaczne partie nasypów szczególnie niejednorodnych i o największej zawartości domieszek organicznych – nasypy te oznaczono na przekrojach geologiczno – inżynierskich symbolem „Mg”.

Warstwa Mg1 to nasypowe piaski drobne humusowe z domieszkami [Mg(orFSa)], wilgotne, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 27\%$. Są to grunty o **znacznie obniżonej nośności**, występują tylko w trzech otworach (nr 119, 124 i WS-40/7), osiągając miąższość 0.8 – 1.8 m.

Warstwa Mg2 to nasypowe piaski drobne humusowe z domieszkami [Mg(orFSa)], wilgotne, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 37\%$. Są to grunty nośne, natrafiono na nie tylko w otworze nr WS39/2, gdzie osiągają miąższość 2.2 m.

Poza powyższym podziałem geotechnicznym pozostają bagienne namuły organiczne, zalegające na rzecznych i deluwialnych piaskach w rejonie 25 otworów i osiągające miąższość 0.3 – 7.6 m. Są to grunty słabonośne, bardzo ściśliwe, o długim czasie konsolidacji pod obciążeniem, a w wielu miejscach dotąd pozbawione istotnych obciążeń. Na podstawie ścinań bez filtracji wody, wykonanych sondą FVT, oraz na podstawie wyników sondowań CPTU, obliczono średnie wartości wytrzymałości na ścinanie T_{max} tych gruntów, wynoszące zaledwie 26 kPa dla torfów, 37 kPa dla namułów organicznych i 30 kPa dla gytii. Wartości te świadczą, że grunty organiczne są praktycznie nieskonsolidowane.

Sposób zalegania i rozprzestrzenienie warstw przedstawiono na przekrojach i profilach geologiczno – inżynierskich. Przekroje te stanowią załączniki w tomach II – III niniejszego dodatku.

Wartości obliczeniowe stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych wyprowadzono z wyników sondowań CPTU, oraz sondowań DPL i DPH, dla sondowań dynamicznych stosując podaną w PN-EN 1997-2, załącznik G, pkt G.1 interpretację dla gruntu źle uziarnionego powyżej i poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności gruntów spoistych wyprowadzono z wyników sondowań CPTU, a także z wartości wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinań FVT, oraz z wyników badań laboratoryjnych.

Wartości obliczeniowe kąta tarcia wewnętrznego, spójności, oraz modułów ściśliwości wyprowadzono z wyników sondowań CPTU.

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa IV	W-wa V
Rodzaj gruntu	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa
Stopień zagęszczenia I_D	29%	30%	43%	45%
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	25	23	26	26
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	33	24	61	58

Nazwa parametru	W-wa VI	W-wa VII	W-wa VIII	W-wa IX	W-wa X
Rodzaj gruntu	grSa	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa	grSa, Gr	sacSi, Si
Stopień zagęszczenia I_D	46%	69%	68%	67%	-
Wskaźnik konsystencji I_c	-	-	-	-	0.60
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	28	28	28	31	11
Spójność c_u (kPa)	-	-	-	-	14
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	47	143	132	165	12

Nazwa parametru	W-wa XI	W-wa XII	W-wa XIII	W-wa XIV	W-wa XV
Rodzaj gruntu	saCl	saCl	clsiSa	clsiSa	sacSi, Si
Wskaźnik konsystencji I_c	0.63	0.67	0.81	0.84	1.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	10	13	13	13	13
Spójność c_u (kPa)	14	22	20	21	19
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	14	20	15	21	16

Nazwa parametru	W-wa XVI	W-wa XVII	W-wa XVIII	W-wa XIX	W-wa XX
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	saCl	clsiSa	sacSi
Wskaźnik konsystencji I_c	0.63	0.67	0.81	1.00	1.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	16	16	21	20	9
Spójność c_u (kPa)	29	29	35	34	9
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	35	38	71	67	8

Dla gruntów mineralnych charakterystyczne wartości gęstości właściwej i wilgotności naturalnej wyprowadzono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu PN-EN 1997-2 (tablice 1 i 2 z normy PN-81/B-03020).

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III	W-wa IV	W-wa V
Rodzaj gruntu	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa	grSa	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa
Stopień zagęszczenia I_D	29%	30%	29%	43%	45%
Wilgotność naturalna W_n (%) dla gruntu:					
- wilgotnego	19	16	15	16	14
- nawodnionego	28	24	23	24	22
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$) dla gruntu:					
- wilgotnego	1.70	1.80	1.85	1.75	1.85
- nawodnionego	1.85	1.95	2.00	1.90	2.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	30	32	37	30	33
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	44700	70000	119800	61800	98000
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	33300	59000	108200	46100	82700
Współczynnik nośności N_D	17.6	23.1	44.1	19.3	26.5
Współczynnik nośności N_B	7.1	10.3	24.6	8.1	12.5

Nazwa parametru	W-wa VI	W-wa VII	W-wa VIII	W-wa IX	W-wa X
Rodzaj gruntu	grSa	FSa,clSa, siSa	MSa, CSa	grSa, Gr	sacSi, Si
Stopień zagęszczenia I_D	46%	69%	68%	67%	-
Wskaźnik konsystencji I_c	-	-	-	-	0.60
Wilgotność naturalna W_n (%) dla gruntu:					
- wilgotnego	12	14	12	10	25
- nawodnionego	18	22	18	14	-
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$) dla gruntu:					
- wilgotnego	1.90	1.85	1.90	2.00	2.00
- nawodnionego	2.05	2.00	2.05	2.10	-
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	39	32	35	40	12
Spójność c_u (kPa)	-	-	-	-	12
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	155800	99900	144100	205100	21200
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	140100	74000	120800	184100	14800
Współczynnik nośności N_D	52.9	22.5	31.7	57.5	3.1
Współczynnik nośności N_B	31.0	10.0	15.9	34.6	0.3
Współczynnik nośności N_c	-	-	-	-	9.5

Nazwa parametru	W-wa XI	W-wa XII	W-wa XIII	W-wa XIV	W-wa XV
Rodzaj gruntu	saCl	saCl	clsiSa	clsiSa	sacIiSi, Si
Wskaźnik konsystencji I_c	0.55	0.62	0.60	0.59	0.78
Wilgotność naturalna w_n (%)	17	17	16	16	20
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	12	16	12	16	15
Spójność c_u (kPa)	10	27	12	27	17
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	18900	28000	21100	28000	29300
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	13200	21300	14700	21300	20500
Współczynnik nośności N_D	2.8	4.4	3.1	4.4	3.9
Współczynnik nośności N_B	0.3	0.7	0.3	0.7	0.6
Współczynnik nośności N_C	8.8	11.6	9.4	11.6	10.8

Nazwa parametru	W-wa XVI	W-wa XVII	W-wa XVIII	W-wa XIX	W-wa XX
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	saCl	clsiSa	sacIiSi
Wskaźnik konsystencji I_c	0.78	0.80	1.00	1.00	0.45
Wilgotność naturalna w_n (%)	12	13	9	10	25
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	2.20	2.15	2.00	2.20	2.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	18	19	20	20	13
Spójność c_u (kPa)	32	32	36	36	22
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	36900	38400	59200	59200	19500
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	28100	29200	45000	45000	14800
Współczynnik nośności N_D	5.4	5.6	6.3	6.3	3.2
Współczynnik nośności N_B	1.1	1.2	1.4	1.4	0.4
Współczynnik nośności N_C	13.3	13.6	14.7	14.7	9.7

Nazwa parametru	Wa-wa Mg1	Wa-wa Mg2
Rodzaj gruntu	Mg(FSa)	Mg(FSa)
Stopień zagęszczenia I_D	27%	37%
Wilgotność naturalna w_n (%) dla gruntu - wilgotnego	19	16
- nawodnionego	28	24
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$) dla gruntu: - wilgotnego	1.70	1.75
- nawodnionego	1.85	1.90
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	29	30
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	42700	52300
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	31800	39100
Współczynnik nośności N_D	17.3	18.3
Współczynnik nośności N_B	6.9	7.5

5. Wnioski

Charakterystykę warunków gruntowo – wodnych wraz z wynikającymi z niej wnioskami i zaleceniami zestawiono w poniższej tabeli:

ODCINEK TRASY (KM)	PRZEBIEG NIWELETY	WARUNKI GRUNTOWE	WARUNKI WODNE
49+098 - 51+550	powyżej terenu	Zwałowe i lokalnie deluwialne piaski drobne i piaski ilaste, średniozagęszczone, oraz liczne warstwy zwałowych glin piaszczystych i piasków gliniastych o konsystencji od plastycznej po półzwartą. Korpus istniejącej DK6 budują nasypy o miąższości ok. 1 – 3 m. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne z uwagi na częste zaleganie w stropowych partiach podłoża gruntów wysadzinowych, od km 51+320 korzystne .	W większości otworów brak przejawów wody, niekiedy jednak występuje ona na głębokości od 0.3 do 2.5 m p.p.t. Warunki wodne dobre i przeciętne, złe tylko w km 48+630 – 48+720, 49+170 – 49+200, 50+550 – 50+920, 51+080 – 51+150 i 51+280 – 51+450.
51+550 - 52+020	poniżej terenu	W poziomie niwelety zwałowe i wodnolodowcowe piaski drobne, w partiach stropowych piaski ilaste, średnio-zagęszczone. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne .	Zwierciadło wody poniżej 4.0 m p.p.t. Warunki wodne dobre .
52+020 - 53+000	do 6 m poniżej terenu	W poziomie niwelety zwałowe piaski gliniaste i gliny piaszczyste o konsystencji twardoplastycznej i półzwartej, lokalna warstwa wodnolodowcowych piasków średnich ok. km 52+250. Warunki gruntowe mało korzystne .	Na ogół brak wody gruntowej, lokalnie w piaskach ok. km 52+250 zwierciadło wody 0.5 m poniżej niwelety. Warunki wodne dobre .
53+000 – 53+450	powyżej terenu	Wodnolodowcowe piaski drobne, średnio-zagęszczone, w stropowych partiach podłoża zwałowe piaski ilaste. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne .	Zwierciadło wody 2.0 – 2.8 m p.p.t. Warunki wodne dobre
53+450 – 53+970	powyżej terenu ¹	Deluwialne i głębiej zwałowe piaski gliniaste i gliny piaszczyste, o konsystencji plastycznej, głębiej twardoplastycznej i półzwartej, przewarstwiane zwałowymi piaskami ilastymi i wodnolodowcowymi piaskami drobnymi. Warunki gruntowe mało korzystne z uwagi na wysadzinowość gruntów.	Woda gruntowa o zwierciadle napiętym, przesycająca głębsze warstwy piasków, stabilizuje się na głębokości 1.4 – 1.6 m p.p.t. Warunki wodne dobre .
53+970 – 54+180	do 7.7 m powyżej terenu	W dnie rynnowej doliny na zwałowych piaskach gliniastych o konsystencji plastycznej, twardoplastycznej i półzwartej, a lokalnie także na limnicznych glinach pylastych o konsystencji plastycznej i na deluwialnych piaskach zalegają bagienne torfy i namuły organiczne, o miąższości 0.8 – 3.2 m. Warunki gruntowe złe. Konieczna całkowita wymiana gruntów organicznych pod nasyp drogi , ew. oparcie nasypu na kolumnach żwirowych.	Woda gruntowa stabilizuje się na głębokości 0.0 – 0.8 m p.p.t. Warunki wodne złe .

ODCINEK TRASY (KM)	PRZEBIEG NIWELETY	WARUNKI GRUNTOWE	WARUNKI WODNE
54+180 - 54+440	do 6.0 m powyżej terenu	Zwałowe i podrzędnie wodnolodowcowe piaski ilaste i piaski drobne, podścielone zwałowymi piaskami gliniastymi o konsystencji twardoplastycznej i półzwartej. Warunki gruntowe korzystne.	Zwierciadło wody lokalnie 1.8 m p.p.t., poza tym wody gruntowej brak. Warunki wodne dobre
54+440 – 54+490	do 6.0 m powyżej terenu	W dnie rynnowej doliny bagienne torfy o miąższości 1.8 m p.p.t., podścielone zwałowymi piaskami ilastymi i głębiej limnicznymi pyłami o konsystencji twardoplastycznej. Warunki gruntowe złe. Konieczna całkowita wymiana gruntów organicznych pod nasyp drogi.	Zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się 0.2 m p.p.t. Warunki wodne złe.
54+490 - 55+200	powyżej terenu	Wodnolodowcowe i zwałowe piaski drobne, średniozagęszczone, podścielone zwałowymi piaskami gliniastymi o konsystencji plastycznej i twardoplastycznej. Warunki gruntowe korzystne.	Brak wody gruntowej. Warunki wodne dobre
55+200 – 55+400	do 0.5 m poniżej terenu	W poziomie niwelety zwałowe piaski gliniaste o konsystencji plastycznej, głębiej twardoplastycznej, lokalnie cienkie soczewki zwałowych piasków drobnych. Warunki gruntowe niekorzystne.	Brak wody gruntowej, tylko lokalnie jej zwierciadło 2.6 – 3.5 m p.p.t. Warunki wodne dobre
55+400 – - 56+000	w poziomie terenu i nieznacznie powyżej	Wodnolodowcowe piaski drobne, średniozagęszczone i zagęszczone. Warunki gruntowe korzystne.	Zwierciadło wody 2.8 m p.p.t. Warunki wodne dobre
56+000 – 56+980	powyżej terenu	Zwałowe i wodnolodowcowe piaski drobne, średniozagęszczone, podścielone lub przewarstwione zwałowymi piaskami gliniastymi o konsystencji twardoplastycznej. Warunki gruntowe korzystne.	Zwierciadło wody gruntowej 1.6 – 3.6 m p.p.t. Warunki wodne dobre
56+980 – 57+400	do 1.0 m poniżej i powyżej terenu	W poziomie niwelety wodnolodowcowe piaski drobne, średniozagęszczone, z reguły przykryte cienką warstwą zwałowych piasków gliniastych, o konsystencji plastycznej. Warunki gruntowe mało korzystne.	Brak wody gruntowej. Warunki wodne dobre.

ODCINEK TRASY (KM)	PRZEBIEG NIWELETY	WARUNKI GRUNTOWE	WARUNKI WODNE
57+400 – - 58+080	do 5.0 m poniżej terenu	W poziomie niwelety wodnolodowcowe i zwałowe piaski drobne, piaski średnie i piaski ilaste, średniozagęszczone i głębiej zagęszczone, podścielone zwałowymi piaskami gliniastymi o konsystencji twardoplastycznej i półzwartej, które od 57+510 do 57+57+900, od 57+620 do 57+700 i od 57+950 do końca odcinka sięgają poziomu niwelety. Warunki gruntowe korzystne, na ww. odcinkach niekorzystne.	Woda gruntowa sporadycznie w piaskach 0.7 m poniżej niwelety, lokalnie ok km 57+760 zawieszone zwierciadło wody 0.3 m powyżej niwelety. Warunki wodne przeciętne, ok. km 57+760 złe.
58+080 – - 59+100	do 5.0 m poniżej terenu	Wodnolodowcowe i rzeczne piaski drobne i piaski średnie, luźne, średniozagęszczone, podścielone zwałowymi piaskami gliniastymi i glinami piaszczystymi. Na odcinkach od km 58+560 do 58+660, oraz od 58+730 do 58+900 na piaskach leżą słabonośne torfy o miąższości do 1.4 m. Warunki gruntowe dobre, w miejscach zalegania torfów warunki gruntowe złe, konieczna całkowita wymiana gruntów organicznych pod nasyp drogi.	Woda gruntowa 0.4 – 1.7 m p.p.t. Warunki wodne złe.
59+100 – 62+300	powyżej terenu, lokalnie do ok. 0.5 m poniżej terenu	W przewadze zwałowe piaski gliniaste o konsystencji w przewadze twardoplastycznej, lokalnie plastycznej, przewarstwiane piaskami; na odcinku od km 61+100 do 61+600 wodnolodowcowe i zwałowe piaski drobne, średniozagęszczone. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne.	Woda gruntowa w izolowanych warstwach i płatach piasków, najpłycej 1.5 m p.p.t. Warunki wodne dobre, lokalnie przeciętne.
62+300 – 63+300	do 9.2 m powyżej terenu	Rzeczne i wodnolodowcowe piaski drobne i piaski średnie, luźne i głębiej średniozagęszczone, na odcinkach od km 62+430 do km 62+660 i od km 62+950 do km 63+080 słabonośne bagienne torfy, namuły organiczne i gytie o łącznej miąższości 1.0 – 2.6 m. Warunki gruntowe dobre, w miejscach zalegania gruntów organicznych złe. Konieczna całkowita wymiana gruntów organicznych pod nasyp drogi.	Woda gruntowa na głębokości 0.0 – 0.5 m p.p.t., tylko na końcu odcinka 2.5 m p.p.t. Warunki wodne złe, od km 63+120 przeciętne i dobre.

ODCINEK TRASY (KM)	PRZEBIEG NIWELETY	WARUNKI GRUNTOWE	WARUNKI WODNE
63+300 - - 66+200	do 8.7 m powyżej terenu	Zwałowe piaski gliniaste o konsystencji plastycznej i twardoplastycznej, głębiej także półzwartej, na odcinku od km 63+450 do km 63+750 i od km 65+500 do km 65+650 przykryte płatami wodnolodowcowych piasków drobnych, średniozagęszczonych. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne, w miejscach zalegania piasków dobre.	Woda gruntowa w płatach i izolowanych warstwach piasków, niekiedy na głębokości 0.5 – 1.0 m p.p.t. Warunki wodne przeciętne, lokalnie złe.
66+200 - - 67+050	do 7.1 m poniżej terenu	W poziomie niwelety zwałowe piaski gliniaste o konsystencji twardoplastycznej i półzwartej. Warunki gruntowe niekorzystne.	Wody gruntowej brak lub pojedyncze sączenia śródglinowe. Warunki wodne dobre.
67+050 - - 67+550	powyżej terenu	W dnie doliny Regi rzeczne piaski drobne, częściowo przykryte bagiennymi torfami o niewielkiej miąższości, na zachodnim zboczu doliny zwałowe piaski gliniaste o konsystencji półzwartej, przewarstwione wodnolodowcowymi piaskami drobnymi i średnimi, średniozagęszczonymi. Warunki gruntowe na zboczu doliny niekorzystne , dno doliny droga przekracza mostem.	Woda gruntowa tworzy wysięki w dolnych partiach zbocza doliny, dno doliny podtopione spiętrzonymi wodami Regi. Warunki wodne złe.
67+550 - - 68+350	do 6.0 m poniżej terenu	W poziomie niwelety na wschodnim stoku doliny Regi zwałowe piaski gliniaste i lokalnie deluwialne pyły o konsystencji twardoplastycznej i półzwartej, od km 67+670 wodnolodowcowe piaski drobne, średniozagęszczone i zagęszczone. Warunki gruntowe niekorzystne, od km 67+670 korzystne.	Wody gruntowej brak. Warunki wodne dobre.
68+350 - - 69+460	w poziomie terenu	Zwałowe piaski gliniaste, przykryte wodnolodowcowymi i zwałowymi piaskami drobnymi, średniozagęszczonymi, o miąższości do 1.0 m. Warunki gruntowe nie w pełni korzystne.	Wody gruntowej brak. Warunki wodne dobre

Spośród wymienionych w powyższej tabeli odcinków najgorsze warunki dla budowy drogi stwierdzono w miejscach zalegania słabonośnych torfów, namułów organicznych i gytii (są to odcinki od km 53+970 do 54+180, od km 54+440 do 54+490, od km 58+560 do 58+660, od km 58+730 do 58+900, od km 62+430 do 62+660 i od km 62+950 do 63+080) o łącznej długości ok. 890 m. Okolicznością korzystną jest niewielka miąższość gruntów organicznych, do 3.2 m, co pozwoli na dokonanie zwykłej wymiany gruntu.

Poniżej omówiono wnioski dotyczące obiektów inżynierskich.

Dla **przepustów dla zwierząt PZ-6D, PZ-6(S) i PZ-6(K)** warunki gruntowo – wodne są dość korzystne – luźne piaski warstw I – II sięgają głębokości maksymalnie 4.6 – 5.5 m p.p.t. i zalegają w całości powyżej poziomu posadowienia, a pozostałe partie podłoża budują nośne grunty warstw IV, V, VII, VIII i XIX. Jeżeli poziom posadowienia sięgnie poniżej zwierciadła wody gruntowej, konieczne będzie obniżenie jego poziomu, np. za pomocą igłofiltrów lub studni depresyjnych. Odcięcie dopływu wody za pomocą ścianek szczelnych będzie utrudnione przez nierówną głębokość zalegania stropu piasków gliniastych (głębszej ich warstwy brak w otworze nr PZ-6/4 i w archiwalnym otworze nr PZ6-3).

W podłożu **wiaduktu WD-28** warunki gruntowo – wodne także są dość korzystne – występują tu wyłącznie nośne grunty warstw IV, XVII i XIX, a woda gruntowa występuje na znacznej głębokości. Jeżeli poziom posadowienia podpory środkowej i przyczółka południowego przypadnie poniżej zwierciadła wody gruntowej, konieczne będzie obniżenie jego poziomu, np. za pomocą igłofiltrów. Przy odwodnieniu wykopów należy zwrócić szczególną uwagę, by w ich obrębie nie mogło nastąpić przebicie hydrauliczne i powstanie tzw. kurzawki, na co podatne są piaski pylaste (siSa). Obniżenie zwierciadła wody powinno nastąpić z wyprzedzeniem wobec wykonania wykopu.

W miejscu **wiaduktu WK-28A** warunki gruntowe są korzystne, poziom posadowienia obiektu przypada bowiem w nośnych piaskach warstw VII – VIII, a uplastycznione piaski gliniaste i gliny piaszczyste zalegają na niewielkiej głębokości, znacznie powyżej tego poziomu. Warunki wodne w podłożu wiaduktu są jednak mało korzystne, gdyż zwierciadło wody gruntowej w grubej dolnej serii wodnolodowcowych piasków stabilizuje się zaledwie ok. 0.7 – 1.0 m poniżej niwelety biegnącej pod wiaduktem drogi S6, wskutek czego poziom posadowienia przypadnie z pewnością w gruntach nawodnionych. Konieczne będzie tutaj obniżenie zwierciadła wody, np. za pomocą igłofiltrów, najlepiej z wyprzedzeniem w stosunku do głębenia wykopu.

W podłożu **wiaduktu WS-30** zarówno warunki gruntowe, jak i warunki wodne, są mało korzystne, pozwalają jednak na bezpośrednie posadowienie obiektu pomimo płytkiego występowania wody gruntowej, a także zalegania w podłożu luźnych piasków warstwy I (sięgają one głębokości 1.5 – 2.0 m p.p.t.), oraz uplastycznionych glin pylastych warstwy X (na znacznej głębokości w podłożu przyczółka wschodniego). Dopływ wody gruntowej górnej strefy do wykopów fundamentowych można łatwo odciąć ściankami szczelnymi o niewielkiej głębokości.

W podłożu **wiaduktu WD-31** stwierdzono korzystne warunki gruntowo - wodne, gdyż woda gruntowa stabilizuje się znacznie poniżej poziomu posadowienia, a grunty – pomimo zróżnicowania ich litologii i genezy – są gruntami o dobrej nośności.

W miejscu **przepustu dla zwierząt PZ-7** stwierdzono mało korzystne warunki wodne, przy nie w pełni korzystnych warunkach gruntowych. Woda gruntowa występuje płycej, niż 1.0 m p.p.t., a stropowe partie podłoża budują luźne piaski warstw I – II, sięgające głębokości 1.4 – 3.0 m p.p.t., oraz lokalnie cienka pokrywa torfów. Głębiej zalegają jednak grunty nośne, na których – po obniżeniu zwierciadła wody (np. za pomocą igłofiltrów) – można będzie posadzić bezpośrednio przyczółki przejścia.

Całość podłoża **wiaduktu WD-33** budują grunty nośne i bardzo nośne (warstwy VIII, XVII i XIX), a woda gruntowa występuje poniżej poziomu posadowienia. Warunki gruntowo – wodne dla posadowienia obiektu są więc bardzo korzystne.

Także w podłożu **przepustów dla zwierząt PZ-7A i PZ-7B** warunki gruntowo – wodne są bardzo korzystne. Całość objętej badaniami strefy budują grunty nośne i bardzo nośne – piaski warstw IV i VIII, oraz piaski gliniaste warstw XVII i XIX, a woda gruntowa przesyca najgłębszą śródglinową warstwę piasków i stabilizuje się znacznie poniżej poziomu posadowienia.

Warunki gruntowo – wodne dla posadowienia **wiaduktu WS-36** nie są w pełni korzystne, gdyż w stropowych partiach podłoża zalegają na ogół luźne piaski warstw I - II, sięgające głębokości 1.5 – 2.5 m p.p.t., niewiele ponad zwierciadło wody gruntowej. Mimo to bezpośrednie posadowienie obiektu jest w pełni możliwe, ponieważ głębsze partie serii gruntów niespoistych, oraz całość zwałowych gruntów spoistych, budują grunty nośne (warstwy III – VI, XVII i XIX).

W podłożu wiaduktu WS-37 stwierdzono korzystne warunki gruntowo – wodne dla posadowienia bezpośredniego. Tylko w podłożu przyczółka północnego w spągu górnej serii utworów zwałowych zalegają uplastycznione gliny piaszczyste warstwy XII, sięgające 0.2 m poniżej ustabilizowanego zwierciadła wody. Grunty te będzie można łatwo wymienić, nawet bez obniżania zwierciadła wody (np. ubijając w płytkiej wodzie w dnie wykopu warstwę ostrokrawędzistego tłucznia). Pozostałe partie podłoża budują nośne piaski i pospółki warstw IV – VII, oraz piaski gliniaste o konsystencji półzwartej.

Warunki gruntowo – wodne **dla posadowienia wiaduktu WS-37A** nie są w pełni korzystne wobec płytkiego występowania zwierciadła wody gruntowej, oraz

zalegania w stropowych partiach podłoża gruntów słabych, sięgających głębokości 1.6 – 2.0 m p.p.t. Posadowienie bezpośrednie wymagać będzie wymiany tych gruntów, lub zagłębienia fundamentów do stropu piasków gliniastych warstwy XVII. Odwodnienie wykopów najprościej będzie zapewnić przez otoczenie ich płytkimi ściankami szczelnymi.

Warunki gruntowo – wodne w podłożu **wiaduktu WS-38/10** są korzystne. Brak wody gruntowej w stropowych partiach podłoża pozwala na bezpośrednie posadowienie fundamentów w nośnych piaskach gliniastych warstwy XVII lub XIX.

W podłożu **wiaduktu WS-39** stwierdzono nie w pełni korzystne warunki gruntowo – wodne, gdyż stropowe partie zwałowych piasków gliniastych budują grunty o konsystencji plastycznej (warstwa XIV), sięgające głębokości 3.2 – 4.6 m p.p.t., o 1.5 – 2.7 m poniżej zwierciadła wody gruntowej. W związku z tym konieczna będzie wymiana gruntu w warunkach obniżonego zwierciadła wody.

Warunki gruntowo – wodne dla posadowienia bezpośredniego wiaduktu **WS-40** są korzystne, ponieważ warstwy jedynek gruntów o obniżonej nośności – sięgające lokalnie głębokości 1.7 – 2.8 m p.p.t. uplastycznione gliny piaszczyste warstwy XII – zalegają w całości powyżej zwierciadła wody gruntowej.

Warunki gruntowo – wodne w podłożu **mostu MS-41** wskazują na konieczność posadowienia obiektu na palach, zagłębionych w zagęszczonych piaskach warstwy VII.

Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntów warstw I – V, VII, VIII, IX i XV dla posadowienia na palach mostu MS-41 wg PN-83/B-02482 wynoszą:

Nazwa warstwy	Wa-wa I	Wa-wa II	Wa-wa IV	Wa-wa V
Rodzaj gruntu	FSa, siSa, clSa	MSa, CSa	FSa, siSa	MSa, CSa
Stopień zagęszczenia I_D	30%	31%	50%	48%
Jednostkowy opór graniczny gruntu pod podstawą pala, q (kPa)	-	-	1625	2790
Jednostkowy opór graniczny gruntu wzdłuż pobocznicy pala, t (kPa)	29	45	35	59

Nazwa warstwy	Wa-wa VII	Wa-wa VIII	Wa-wa IX	Wa-wa XV
Rodzaj gruntu	FSa, siSa	CSa	Gr	sacSi
Stopień zagęszczenia I_D	70%	70%	65%	-
Wskaźnik konsystencji I_c	-	-	-	0.82
Jednostkowy opór graniczny gruntu pod podstawą pała, q (kPa)	2214	3805	4976	1554
Jednostkowy opór graniczny gruntu wzdłuż pobocznicy pała, t (kPa)	48	79	108	43

Zalegające w podłożu mostu MS-41 grunty organiczne są nieskonsolidowane, wskutek czego po obciążeniu nasypem mogą wywierać tarcie ujemne na pobocznicach pali.

W podłożu **wiaduktu WD-42** warunki gruntowo – wodne są dość niekorzystne z uwagi na zaleganie w najpłytszych jego partiach gruntów o znacznie obniżonej nośności – glin pylastych warstwy XX o konsystencji miękkoplastycznej, glin piaszczystych warstwy XII o konsystencji plastycznej, oraz luźnych piasków warstw I – II. Grunty o obniżonej nośności sięgają głębokości 1.6 – 3.0 m p.p.t., do ok. 1.0 m poniżej zwierciadła wody gruntowej. Wymiana tych gruntów wymagać będzie obniżenia zwierciadła wody gruntowej, lub jej odcięcia przez otoczenie wykopów płytką ścianką szczelną.

Należy podkreślić, że wymianę słabych gruntów mineralnych (luźnych piasków i uplastycznionych gruntów spoistych), wymagającą obniżenia zwierciadła wody gruntowej, zastąpić można wzmocnieniem kolumnami wykonanymi w technologii DSM, lub *jet grouting*. W przypadku zastosowania takiego wzmocnienia nie będzie konieczne odwadnianie wykopu.

Dla wykopów fundamentowych pod podpory niektórych projektowanych obiektów, gdzie ścianki szczelne obudowy nie sięgną podścielających nawodnione piaski słabo przepuszczalnych gruntów spoistych, właściwym rozwiązaniem może okazać się wykonanie wykopu bez pompowania wody do odpowiednio większej głębokości, a następnie wylanie w obrębie ścianki betonowego orka o takiej grubości, by z odpowiednim bezpieczeństwem równoważył on siłę wyporu wody.

Przebieg i rozprzestrzenienie wydzielonych w podłożu drogi warstw litologiczno – stratygraficznych, oraz warstw geotechnicznych jako stref gruntów o homogenicznych właściwościach fizyczno – mechanicznych, które przedstawiono na załączonych przekrojach, są interpretacją autorów opracowania. Nie można w związku z tym wykluczyć, że rzeczywisty przebieg granic pomiędzy poszczególnymi

warstwami może okazać się bardziej nieregularny lub złożony, niż można było to przyjąć na podstawie interpolacji pomiędzy profilami otworów.

Z uwagi na wielkość i charakter projektowanych obiektów inżynierskich i najczęściej korzystne warunki ich posadowienia, nie zachodzi potrzeba prowadzenia szczególnego monitoringu geotechnicznego w trakcie użytkowania inwestycji, poza typowym nadzorem robót i przeglądami eksploatowanych budowli. Systematyczny monitoring należy realizować, gdyby przeglądy wykazały nieprawidłowe zachowanie drogi lub obiektów inżynierskich (osiadania, przemieszczenia, widoczne deformacje nawierzchni, rysy lub pęknięcia konstrukcji itp.). W takich przypadkach należy zainstalować repery, oraz punkty pomiaru osiadań lub przemieszczeń, wykonać odczyty początkowe i prowadzić systematyczne dalsze obserwacje. Wskazane będzie także zainstalowanie piezometrów do obserwacji poziomu i stanu jakości wód gruntowych.

Roboty ziemne powinny być prowadzone taki sposób, by grunty wrażliwe na rozmakanie i przemarzanie – zwałowe piaski gliniaste i gliny piaszczyste – były w jak najmniejszym stopniu narażone na oddziaływanie tych niekorzystnych czynników.

Dokumentację niniejszą należy rozpatrywać łącznie z normami PN-EN 1997-2, PN-81/B-03020 i PN-83/B-02482.