



Geotechnika
Tel. 503 533 521
geo4tech@gmail.com

ul. Balkonowa 5 lok. 6
03-329 Warszawa
www.hydro4tech.pl

Hydrotechnika
tel. 666 712 606
hydro4tech@gmail.com

OBIEKT	linia tramwajowa	
ADRES INWESTYCJI	ul. Wojska Polskiego, Bydgoszcz, pow. bydgoski, woj. kujawsko-pomorskie	
OPRACOWANIE	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego oraz Opinia Geotechniczna	
TYTUŁ	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego oraz Opinia Geotechniczna dla potrzeb projektu przebudowy trasy tramwajowej wzdłuż ul. Wojska Polskiego na odcinku od ul. Baczyńskiego do ul. Chemicznej w Bydgoszczy, woj. Kujawsko-pomorskie	
ZAMAWIAJĄCY	WYG International Sp. z o.o. Ul. Karmelicka 14/7 31-128 Kraków	
DATA OPRACOWANIA	styczeń 2017 r.	Egzemplarz
		NR
	Imię i Nazwisko	Podpis
ZESPÓŁ	mgr inż. Wojciech Rogowski	mgr inż. Wojciech Rogowski uprawnienia geologiczne DZ .U. Nr 30 poz. 254 § 1 ust. 1 pkt 1c MOŚZNIŁ Nr 011077 uprawnienia konstrukcyjno-budowlane kierownika budowy i robót UAN-33/83 projektanta Lom. 40/89 PDL/BO/2113/02
	mgr inż. Anna Szwarc	
	mgr inż. Anna Gunicka	
	mgr inż. Łukasz Charczuk upr. XI-054, XII-187	mgr Łukasz Charczuk geolog geotechnik upr. geologiczne XI-054, XII-187

SPIS TREŚCI

I. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	3
1. WSTĘP	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Wykorzystane materiały	3
1.3. Charakterystyka terenu badań oraz inwestycji	3
2. ZAKRES WYKONANYCH ROBÓT I BADAŃ	4
3. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA	5
3.1. Warunki gruntowo – wodne	5
3.2. Charakterystyka warstw geotechnicznych	5
4. CHARAKTERYSTYKA NAWIERZCHNI I PODBUDOWY DROGOWEJ	8
5. CHARAKTERYSTYKA PODTORZA	8
II. OPINIA GEOTECHNICZNA	9
III. PROJEKT GEOTECHNICZNY	10

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1.0	Mapa lokalizacyjna, skala 1:25 000
Załącznik 2.0	Mapy dokumentacyjne, skala 1: 5000, 1: 2000
Załącznik 3.0	Przekroje geotechniczne, skala 1:500/1:50
Załącznik 4.0	Karty otworów geotechnicznych, skala 1:30
Załącznik 5.0	Karty sondowań dynamicznych sondą DPL, skala 1:30
Załącznik 6.0	Fotografie rdzeni przez nawierzchnię i podbudowę
Załącznik 7.0	Objaśnienia do kart otworów i przekrojów geotechnicznych

I. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

1. WSTĘP

Dokumentacja została sporządzona na zlecenie firmy **WYG International** z siedzibą w Krakowie przy ul. Karmelickiej 14/7.

1.1. Przedmiot opracowania

Dokumentacja powstała w celu oceny stanu podłoża gruntowego dla potrzeb projektu przebudowy trasy tramwajowej wzdłuż ulicy Wojska Polskiego w Bydgoszcz, woj. kujawsko-pomorskie.

Dokumentacja zawiera opis i interpretację przeprowadzonych badań podłoża gruntowego oraz określenie warunków gruntowo-wodnych.

1.2. Wykorzystane materiały

Dla potrzeb opracowania niniejszej dokumentacji wykorzystane zostały:

- [1] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [2] PN-B-02480:1986. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [3] PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- [4] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [5] PN-B-03020:1981. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [6] PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [7] Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa. 1998.
- [8] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430).
- [9] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).
- [10] Zenon Wiłun, „Zarys Geotechniki”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. 2010 r.

1.3. Charakterystyka terenu badań oraz inwestycji

Teren inwestycji zlokalizowany jest w południowo - wschodniej części miasta w rejonie osiedla

Kapuściska. Projektuje się przebudowę dwutorowej linii tramwajowej na ul. Wojska Polskiego od ul. Łukaszewicza do ul. Chemicznej łącznie z pętlą tramwajową i przebudową skrzyżowania ul. Wojska Polskiego z ul. Chemiczną. Lokalizację inwestycji przedstawiono na Zał. 1.0.

2. ZAKRES WYKONANYCH ROBÓT I BADAŃ

Na badanym terenie wykonano:

- 10 otworów geotechnicznych o głębokości do 4÷6 m ppt, w tym:
- 3 otwory rdzeniowe przez nawierzchnię i podbudowę,
- 10 sondowań sondą dynamiczną lekką DPL, przy i w otworach badawczych,
- 10 badań modułów odkształcenia podłoża gruntowego za pomocą płyty dynamicznej lekkiej VD.

Liczba otworów badawczych oraz ich lokalizacja i głębokość określone zostały przez Zamawiającego. Ich lokalizację przedstawiono na Zał. 2.0.

Cechy gruntów jako podłoża budowlanego zostały określone na podstawie wyników badań polowych.

Zakres badań polowych:

- makroskopowe badania próbek pobieranych z otworów geotechnicznych z każdej warstwy litologicznie zmiennej i maksymalnie co 1,0 m, określające rodzaje, wilgotności gruntów oraz stany gruntów spoistych wg [1], [2] i [3] (wyniki zostały przedstawione na Zał. 4.0),
- pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych (wyniki zostały przedstawione na Zał. 4.0),
- określenie stanu gruntów niespoistych na podstawie sondowania sondą dynamiczną z końcówką stożkową; parametry sondowań N10 i N20 przeliczono na wartości I_D wg normy [6] (wyniki sondowań DPL przedstawiono na Zał.5.0, wyniki sondowań DPSH przedstawiono na Zał.6.0),
- określenie dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} , wtórnego modułu odkształcenia E_2 oraz wskaźnika zagęszczenia I_s na podstawie badań płytą dynamiczną lekką VD (wyniki przedstawiono w Tab.2.0).

Uzyskane wartości charakterystyczne stopnia zagęszczenia I_D i wilgotności gruntów niespoi-

stych oraz stopnia plastyczności I_L i grupy konsolidacji gruntów spoistych posłużyły jako cechy wiodące do wyznaczenia wartości pozostałych parametrów geotechnicznych metodą „B” wg [5].

3. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

3.1. Warunki gruntowo – wodne

Teren badań zlokalizowany jest na obszarze Kotliny Toruńskiej. Na podstawie wykonanych wierceń stwierdza się, iż na badanym terenie pod warstwą tłucznia kamiennego i nasypów zalegają utwory spoiste w postaci piasków gliniastych, pyłów, glin, glin pylastych i piaszczystych oraz niespoiste w postaci piasków pylastych, drobnych i średnich. Przewidywany schemat budowy geologicznej przedstawiony został na przekrojach geotechnicznych (Zał. 3.0) oraz na kartach otworów geotechnicznych (Zał. 4.0).

W trakcie wykonywania badań nie nawiercono ciągłego zwierciadła wód gruntowych. Miejscami zaobserwowano sączenia wód z przewarstwień piaszczystych w obrębie utworów spoistych. Badania zostały przeprowadzone w okresie suchym.

Po intensywnych opadach deszczów oraz w czasie wiosennych roztopów możliwe jest okresowe gromadzenie się wód zawieszonych na stropach utworów słabo przepuszczalnych.

3.2. Charakterystyka warstw geotechnicznych

Na podstawie badań polowych wydzielono sześć warstw geotechnicznych. Szczegółowe zestawienie charakterystycznych parametrów geotechnicznych przedstawiono w Tab. 1.

Współczynnik korekcyjny do parametrów warstw: $m=0,9$.

a) Warstwa geotechniczna I

Nasypy zbudowane humusu z domieszką piasków humusowych, piasków gliniastych i piasków drobnych, wilgotnych, szaro-brązowe.

Występują w zależności od składu i miejsca występowania w różnym stanie – przeważnie luźnym i średniozagęszczonym.

Parametru wiodącego nie podano.

Geneza antropogeniczna.

b) Warstwa geotechniczna IIa

Wyształcona jest w postaci piasków drobnych, pylastych i humusowych, miejscami zaglinionych, suchych i wilgotnych, szarych, żółtych i brązowych.

Grunty te występują w stanie średniozagęszczonym.

Parametr wiodący – stopień zagęszczenia $I_D=0,40\div0,50$

Geneza: akumulacja wodna lub wodnolodowcowa.

c) Warstwa geotechniczna IIb

Wykształcona jest w postaci piasków pylastych, drobnych i średnich, miejscami zaglinionych, wilgotnych, szarych i brązowych.

Grunty te występują w stanie średniozagęszczonym.

Parametr wiodący – stopień zagęszczenia $I_D=0,60-0,65$.

Geneza: akumulacja wodna lub wodnolodowcowa.

d) Warstwa geotechniczna IIIa

Wykształcona jest w postaci pyłów i piasków gliniastych, mokrych, brązowo-szarych.

Grunty te występują w stanie plastycznym.

Parametr wiodący – stopień plastyczności $I_L=0,50\div0,60$.

Symbol konsolidacji C.

Geneza: akumulacja zastoiskowa.

e) Warstwa geotechniczna IIIb

Wykształcona jest w postaci piasków gliniastych na pograniczu glin i glin piaszczystych oraz glin i glin pylastych na pograniczu pyłów, wilgotnych, brązowych.

Grunty te występują w stanie plastycznym.

Parametr wiodący – stopień plastyczności $I_L=0,25\div0,40$.

Symbol konsolidacji C.

Geneza: akumulacja zastoiskowa.

f) Warstwa geotechniczna IIIc

Wykształcona jest w postaci piasków gliniastych i piasków gliniastych na pograniczu glin, wilgotnych, żółtych, brązowych.

Grunty te występują w stanie twardoplastycznym.

Parametr wiodący – stopień plastyczności $I_L=0,20\div0,25$.

Symbol konsolidacji C.

Geneza: akumulacja zastoiskowa.

Tab. 1 Parametry warstw geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Parametry charakterystyczne							Wysadzinowość wg [10]
		Symbol konsolidacji	Stopień zagęszczenia (stopień plastyczności)	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzny	Spójność	Moduł ścisłości	Moduł ścisłości wtórnej	
		-	$I_D(I_L)$ [-]	ρ [g/cm ³]	ϕ [°]	c [kPa]	M_0 [MPa]	M [MPa]	
I	nasypy	-	-	-	-	-	-	-	grunty wątpliwe lub grunty wysadzinowe
II	piaski pylaste, piaski drobne, piaski humusowe,	-	0,40	1,75	29,9	-	51,2	64,0	grunty wątpliwe
III	piaski pylaste, piaski drobne, piaski średnie	-	0,60	1,65	33,0	-	94,7	105,2	grunty wątpliwe
IIIa	pyły, piaski gliniaste	C	(0,60)	1,95	10,0	8,6	15,7	26,2	grunty bardzo wysadzinowe
IIIb	piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste	C	(0,35)	2,05	13,2	13,3	23,6	39,3	grunty wysadzinowe
IIIc	piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste	C	(0,25)	2,15	14,0	15,0	26,3	43,8	grunty wysadzinowe

4. CHARAKTERYSTYKA NAWIERZCHNI I PODBUDOWY DROGOWEJ

Istniejące na badanym terenie drogi posiadają nawierzchnię asfaltową w stanie zniszczonym, z widocznymi spękaniami oraz ubytkami. W celu oceny budowy nawierzchni i podbudowy wykonano 3 otwory rdzeniowane (w punktach 7, 8 oraz 10) o średnicach 102 mm. Lokalizację wykonanych odwiertów przedstawiono na Zał. 2.0.

Po wykonanych badaniach można stwierdzić, iż nawierzchnia:

- w punkcie nr 6 zbudowana jest z warstw asfaltowych o grubości 17 cm położonych na podbudowie z betonu o grubości 22 cm,
- w punkcie nr 7 zbudowana jest z warstw asfaltowych o grubości 9 cm położonych na podbudowie z kruszywa łamanego o grubości 14 cm,
- w punkcie nr 10 zbudowana jest z warstw asfaltowych o grubości 13 cm położonych na podbudowie z kruszywa łamanego o grubości 16 cm.

Karty otworów oraz fotografie pobranych rdzeni wiertniczych przedstawiono na Zał.4.0 oraz Zał.6.0.

5. CHARAKTERYSTYKA PODTORZA

Badane podtorze kolejowe znajduje się w stanie zniszczonym z widocznymi miejscami wycienienia oraz ubytkami. Zbudowane jest ono z tłucznia łamanego w znacznym stopniu zanieczyszczonego humusem, piaskiem humusowym, pylastym, miejscami zaglinionym. Nawiercona grubość tłucznia kolejowego w punktach od 2 do 6 wynosi od 30 do 40 cm (wiercenia wykonywane od wierzchu podkładu). Rzeczywista grubość tłucznia na którym ułożone są podkłady to 15÷25 cm. W punkcie nr 1 znajduje się tłuczeń kolejowy niezanieczyszczony o grubości 60 cm (jest to punkt zlokalizowany na końcu ostatnio zmodernizowanego odcinka linii tramwajowej).

Lokalizację wykonanych odwiertów przedstawiono na Zał. 2.0. Karty otworów przedstawiono na Zał.4.0.

II. OPINIA GEOTECHNICZNA

1. Zgodnie z Rozporządzeniem [9] przebudowę linii tramwajowej należy zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej. W podłożu występują proste warunki gruntowo-wodne.
2. Na podstawie wykonanych wierceń stwierdza się, iż na badanym terenie pod warstwą tłucznia kolejowego i nasypów zalegają utwory spoiste w postaci piasków gliniastych, pyłów, glin, glin pylastych i piaszczystych oraz niespoistych w postaci piasków pylastych, drobnych i średnich. Przewidywany schemat budowy geologicznej przedstawiony został na przekrojach geotechnicznych (Zał. 3.0) oraz na kartach otworów geotechnicznych (Zał. 4.0).
3. W trakcie wykonywania badań nie nawiercono ciągłego zwierciadła wód gruntowych. Miejscami zaobserwowano sączenia wód z przewarstwień piaszczystych w obrębie utworów spoistych. Badania zostały przeprowadzone w okresie suchym.
4. Po intensywnych opadach deszczów oraz w czasie wiosennych roztopów możliwe jest okresowe gromadzenie się wód zawieszonych na stropach utworów słabo przepuszczalnych.
5. Wyróżniono sześć warstw geotechnicznych. Szczegółowe zestawienie charakterystycznych parametrów geotechnicznych przedstawiono w Tab. 1.
6. Strefa przemarzania dla rejonu badań zgodnie z [5] wynosi 1,0 m ppt.
7. Piaski gliniaste, gliny i pyły są gruntami bardzo wrażliwymi, na zmiany stanu pod wpływem zmian wilgotności, drgań oraz wibracji. Grunt w dnie wykopów należy chronić przed wpływem długotrwałych, niekorzystnych warunków atmosferycznych (intensywne opady, roztopy) oraz przed przemarzaniem, aby nie pogorszyć parametrów wytrzymałościowych (uplastycznienie lub skurcz).
8. Zalecane jest uzupełnienie i uszczegółowienie wykonanych badań podczas realizacji inwestycji.
9. Planowana inwestycja powinna być zrealizowana i eksploatowana w sposób zapewniający ochronę środowiska gruntowo-wodnego przed zanieczyszczeniem substancjami szkodliwymi.
10. Wszystkie roboty ziemne należy prowadzić pod stałym nadzorem geotechnicznym.

III. PROJEKT GEOTECHNICZNY

WSTĘP

Projekt geotechniczny zawiera zalecenia określone w celu optymalnego pod względem technicznym i technologicznym zaprojektowania torowiska oraz wykonania przebudowy trasy tramwajowej w udokumentowanych warunkach gruntowo-wodnych.

Podstawy opracowania

Dla potrzeb opracowania niniejszej dokumentacji wykorzystane zostały:

- [1] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [2] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [3] PN-B-03020:1981. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [4] PN-EN 1997-1:2008 Eurocod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1, Część 2. Zasady ogólne, Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [5] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).
- [6] Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego oraz Opinia Geotechniczna dla potrzeb projektu przebudowy trasy tramwajowej wzdłuż ul. Wojska Polskiego na odcinku od ul. Baczyńskiego do ul. Chemicznej w Bydgoszczy, woj. Kujawsko-pomorskie. 01-2017.
- [7] Dane wstępne. Projekt budowlany przebudowy trasy tramwajowej wzdłuż ul. Wojska Polskiego na odcinku od ul. Baczyńskiego do ul. Chemicznej w Bydgoszczy, woj. Kujawsko-pomorskie. 01-2017.

Zakres i cel opracowania

W oparciu o kompleksową analizę udokumentowanych wyników technicznych badań podłoża gruntowego [6] oraz wstępne dane dotyczące posadowienia torowisk [7] precyzuje się warunki geotechniczne jako proste, a kategorię geotechniczną obiektu jako drugą.

Niniejszy projekt zawiera:

- a) zalecenia dla zaprojektowania sposobu posadowienia torowisk [7] w celu zapewnienia nośności oraz dopuszczalnych i równomiernych osiadań w udokumentowanych warunkach gruntowo-wodnych.
- b) zalecenia dotyczące poprawnego wykonania robót geotechnicznych oraz sprawowania

kontroli w trakcie i po ich realizacji.

Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie

Zmiany podłoża gruntowego podczas prawidłowego zaprojektowania i wykonawstwa (wykonywania wykopów, odwodnienia i posadowienia) konstrukcji torowiska będą małe i niezauważalne, ze względu na obciążenia przekazywane na grunt o wielkości równej długotrwałym poprzedzającym modernizację.

Nastąpi osiadanie, konsolidacja gruntu i ustabilizowanie się równowagi między obiektem i podłożem. Zalecane jest wykonanie wymiany gruntu pod torowiskiem na jednorodną warstwę (poduszka piaskowo-żwirowa), co spowoduje ujednolicenie odporu, równomierne rozłożenie naprężeń na grunty podłoża, które w efekcie doprowadzi do nieznacznych i równomiernych osiadań od obciążeń przekazywanych przez tramwaje na konstrukcję i podłoże torowiska.

Należy zwrócić szczególną uwagę na miejsca, w których torowisko przebiegać będzie przez grunty o różnej odkształcalności. Aby uniknąć nierównomiernych osiadań, należy zastosować wymianę gruntów słabonośnych pod konstrukcją torowiska na nośne, tj. odpowiedniej grubości warstwę o jednakowych parametrach geotechnicznych (z gruntu niespoistego, różnoziarnistego i niewysadzinowego), ewentualnie zastosować inne sposoby wzmocnienia. Parametry fizyko-mechaniczne podłoża gruntowego należy doprowadzić do wymagań określonych przez projektanta.

Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Obliczeniowe parametry geotechniczne powinno przyjmować się metodą B na podstawie charakterystycznych parametrów wiodących (stopień zagęszczenia I_D i wilgotność gruntów niespoistych oraz stopień plastyczności I_L i grupa konsolidacji gruntów spoistych) przedstawionych w Dokumentacji Badań Podłoża Gruntowego mnożąc je przez współczynniki bezpieczeństwa.

Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Do obliczeń statycznych w związku z określaniem parametrów metodą B częściowe współczynniki bezpieczeństwa zaleca się przyjąć:

Współczynniki materiałowe:

- zmniejszający $\gamma = 0,90$
- zwiększający $\gamma = 1,10$

Współczynnik korekcyjny: $m = 0,81$.

Określenie oddziaływań od gruntu

Grunt oddziaływać będzie na konstrukcję torowiska poprzez odpór równoważący obciążenia.

Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

Zaleca się przyjąć model wyjściowy w postaci konstrukcji torowiska (podkładów, kruszywa, wzmocnienia gruntów) ułożonych na warstwie posadowionej na podłożu o parametrach przyjętych w Dokumentacji Badań Podłoża Gruntowego [6]. Zaleca się przyjąć obciążenia dynamiczne torowiska od ruchu tramwajów w zakresach dopuszczalnych prędkości podanych przez odpowiednie normy branżowe.

Nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólna stateczność

Nośność będzie zachowana pod warunkiem prawidłowego zaprojektowania i wykonawstwa posadowienia.

Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia

Dane podłoża gruntowego zostały ustalone w Dokumentacji Badań Podłoża Gruntowego [6], a ostateczne posadowienie torowiska zostanie zaprojektowane w projekcie budowlanym [7].

Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geologicznych

W celu uzyskania założeń projektowych dotyczących parametrów fizyko-mechanicznych zasypki prace ziemne należy prowadzić i kontrolować je wg poniższych zaleceń:

Wykonanie wykopów

Wykonywane wykopy należy realizować systematycznie, odcinkami o długości odpowiadającej postępowi układania konstrukcji. Niedopuszczalne jest wykonywanie wykopów wyprzedzających znacznie układanie warstw konstrukcyjnych.

Wykopy odkryte należy zabezpieczyć przed opadami atmosferycznymi, a wodę, która dostanie się do wykopu natychmiast odpompować.

Zabezpieczenia wykopów

Wykopy poniżej głębokości 1,2 m ppt. zaleca się realizować w osłonie systemowych rozpór zabezpieczających.

Poduszka piaskowo-żwirowa na gruncie rodzimym

Materiał na poduszkę piaskowo-żwirową układać grubością dobraną do rodzaju i stanu podłoża

gruntowego.

Zagęszczenie materiału

Zagęszczenia poduszki piaskowo-żwirowej kontynuować do osiągnięcia wymaganego przez projekt zagęszczenia za pomocą sprzętu zagęszczającego tak, aby nie uplastyczyć gruntów rodzimych podłoża.

Wymagania materiałowe

Grunt na zastosowanie do wbudowania i wykorzystania jako poduszkę piaskowo-żwirową powinien być:

- różnoziarnisty (wskaźnik różnoziarnistości $U > 3,5$),
- dobrze zagęszczalny (o wilgotności naturalnej bliskiej wilgotności optymalnej),
- nie zawierać domieszek, cząstek organicznych i frakcji kamienistej mogącej uszkodzić przewody.

Wymagane parametry geotechniczne

Poduszkę piaskowo-żwirową doprowadzić do wskaźnika zagęszczenia I_s wymaganego przez projektanta torowiska.

Odbiory geotechniczne

Podczas odbiorów w ramach nadzoru geotechnicznego należy kontrolować jakość wykonanych robót (odbory wykopów oraz zagęszczeń) oraz zgodność wbudowywanych materiałów z wymaganiami projektu. Badania wykonywać przy użyciu normowych metod badawczych. Wyniki odbiorów przedstawić w raportach geotechnicznych. Zalecane jest uzupełnienie i uszczegółowienie wykonanych badań podczas realizacji inwestycji.

Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposób przeciwdziałania tym zagrożeniom

Oddziaływania takie nie nastąpią podczas prawidłowego wykonawstwa torowiska. Aby nie dopuścić do zmiany stanu gruntów w wykopach należy je chronić przed zalewaniem, a wodę z dna odpompowywać.

Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego

Wykonać odbiory geotechnicznych wykopów oraz poduszek piaskowo-żwirowych.

Ze względu na to, że projektowanie i wybudowanie torowiska jest wynikiem współpracy wielu branżystów, wymagane będzie spełnienie warunków zawartych w poszczególnych specyfikacjach branżowych dotyczących wyrobów jak i wykonawstwa robót i eksploatacji obiektu.

PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

1. Projektowane torowisko zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej. W podłożu występują proste warunki gruntowo-wodne. Schemat budowy geologicznej przedstawiono i opisano w [6].
2. Realizację prac prowadzić pod nadzorem geotechnicznym.
3. Grunty w dnie wykopów należy chronić przed wpływem długotrwałych, niekorzystnych warunków atmosferycznych (intensywne opady, roztopy) oraz przed przemarzaniem, aby nie pogorszyć parametrów wytrzymałościowych (uplastycznienie lub skurcz).
4. Konieczna jest ochrona wykopów przed zalewaniem wodami opadowymi i odwadnianie ich dna w celu zabezpieczenia gruntów niespoistych przed rozluźnieniem.
5. Wykonywanie wykopów poniżej zwierciadła wód gruntowych doprowadzić może do rozluźnienia i upłynnienia piasków (zjawisko „kurzawki”).
6. Wykopy poniżej głębokości 1,2 m ppt. zaleca się realizować w osłonie systemowych rozpór zabezpieczających.
7. Podczas projektowania i wykonawstwa zaleca się zastosować rozwiązania wzmacniające podłoże gruntowe np. za pomocą poduszek piaskowo-żwirowych, geosyntetyków, stabilizacji spoiwami hydraulicznymi lub inne (fundamenty żelbetowe w postaci płyty).
8. Zaleca się przyjąć stałą grubość poduszki piaskowo-żwirowej pod torowiskiem w przypadku wyboru tej metody.
9. Ostateczną metodę posadowienia torowiska powinien określać projekt budowlany lub projekt wykonawczy wykonany przed realizacją inwestycji przedstawiony do zaopiniowania zamawiającemu i inspektorowi nadzoru.
10. Zalecane jest uzupełnienie i uszczegółowienie wykonanych badań podczas realizacji inwestycji.
11. Grunty rodzime spoiste nie nadają się do wbudowania w zasypki wykopów. Dopuszcza się możliwość częściowego wykorzystania gruntów sypkich pod warunkiem: doziarnienia, stabilizacji spoiwami, osiągnięcia wilgotności naturalnej bliskiej wilgotności optymalnej oraz osiągnięcia wymaganych wskaźników zagęszczenia.