

# HYDRO<sub>4</sub>Tech



PROJEKTY, OPINIE, EKSPERTYZY, DOKUMENTACJE

BADANIA GRUNTU, SPECJALISTYCZNE ROBOTY GEOTECHNICZNE, ODWODNIENIA

**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

<b>OBIEKT</b>	<b>SIEĆ KANALIZACYJNA</b>	
<b>ADRES INWESTYCJI</b>	ul. Ściegiennego, Głowno pow. zgierski, woj. łódzkie	
<b>OPRACOWANIE</b>	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego, Opinia Geotechniczna, Projekt Geotechniczny	
<b>TYTUŁ</b>	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego, Opinia Geotechniczna oraz Projekt Geotechniczny dla potrzeb projektu budowy sieci kanalizacji sanitarnej w ul. Ściegiennego w Głownie pow. zgierski, woj. łódzkie	
<b>ZAMAWIAJĄCY</b>	Mel-Wod-Kan Maciej Krzeszewski ul. Rybacka 3, Mysłaków 99-416 Nieborów	
<b>DATA OPRACOWANIA</b>	styczeń 2017 r.	Egzemplarz
		NR
	Imię i Nazwisko	Podpis
<b>ZESPÓŁ</b>	<b>mgr inż. Wojciech Rogowski</b>	<b>mgr inż. Wojciech Rogowski</b> uprawnienia geologiczne DZ .U. Nr 30 poz. 254 § 1 ust. 1 pkt 1c MOŚZNiL Nr 011077 uprawnienia konstrukcyjno-budowlane kierownika budowy i robót UAN-33/83 projektanta Łom. 40/89 PDL/BO/2113/02
	<b>mgr inż. Anna Szwarc</b>	
	<b>mgr inż. Anna Gunicka</b>	
	<b>mgr inż. Łukasz Charczuk</b> upr. XI-054, XII-187	<b>mgr Łukasz Charczuk</b> 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 .....	4
3.1. Warunki gruntowo – wodne	4
3.2. Charakterystyka warstw geotechnicznych	5
II. OPINIA GEOTECHNICZNA .....	8
III. PROJEKT GEOTECHNICZNY .....	9

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Zał. 1.0	Mapa lokalizacyjna, skala 1:50 000
Zał. 2.0	Mapy dokumentacyjne, skala 1:500, 1:5 000
Zał. 3.0	Karty otworów badawczych, skala 1:30
Zał. 4.0	Objaśnienia do kart otworów badawczych

# I. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

## 1. WSTĘP

Dokumentacja została sporządzona na zlecenie firmy **Mel-Wod-Kan Maciej Krzeszewski** z siedzibą w miejscowości Mysłaków przy ul. Rybackiej 3.

### 1.1. Przedmiot opracowania

Dokumentacja powstała w celu oceny stanu podłoża gruntowego dla potrzeb projektu budowy sieci kanalizacyjnej w ul. Ściegiennego w miejscowości Głowno, gm. Głowno, pow. zgierski.

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 bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.
- [6] PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [7] 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).
- [8] Zenon Wiłun, „Zarys Geotechniki”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. 2010 r.

### 1.3. Charakterystyka terenu badań oraz inwestycji

Teren badań zlokalizowany jest w miejscowości Głowno wzdłuż ul. Ściegiennego, na obszarze z zabudową jednorodzinną. W kierunku południowym, w odległości ok.130 m od terenu inwestycji przepływa rzeka Brzuśnia, zaś w kierunku zachodnim w odległości ok. 530 m znajduje się Zalew Mrożyczka. Lokalizację terenu badań przedstawiono na Zał. 1.0

## 2. ZAKRES WYKONANYCH ROBÓT I BADAŃ

Na badanym terenie wykonano następujące prace terenowe:

- 3 otwory badawcze o głębokościach do 4÷6 m ppt.

Liczba otworów oraz ich lokalizacja i głębokość wyznaczone zostały przez Zamawiającego. Lokalizację punktów badawczych 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. 3.0),
- pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych (wyniki zostały przedstawione na Zał. 3.0).

Uzyskane wartości charakterystyczne stopnia zagęszczenia  $I_D$  i wilgotność gruntów niespoistych 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 Równiny Łowicko - Błońskiej. Na podstawie wykonanych wierceń stwierdza się, że na badanym terenie pod warstwą gleby i nasypów zalegają piaski o zróżnicowanym uziarnieniu podścielone gruntami spoistymi w postaci piasków gliniastych, glin i glin piaszczystych. W pobliżu kanału, w otworze nr 2 nawiercono torfy położone na glinach piaszczystych. Przewidywany schemat budowy geologicznej przedstawiono na kartach otworów badawczych (Zał. 3.0).

W trakcie wykonywania badań w otworze nr 1 i 2 nawiercono swobodne i napięte zwierciadło wód gruntowych stabilizujące się na głębokości 1,3÷2,6 m ppt, tj. rzędnej 131,5 m npm.

Zaobserwowano również liczne sączenia wód z przewarstwień piaszczystych w obrębie utworów spoistych.

Badania zostały przeprowadzone w okresie suchym. Po intensywnych opadach atmosferycznych i roztopach poziom wód gruntowych może ulec zmianie, nawet do  $\pm 1,0 \div 1,5$  m od stanu nawierconego.

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 z piasków średnich, piasków gliniastych z domieszkami glin, humusu i cegieł, wilgotnych, szarych, brązowych i żółtych.

Grunty te występują w różnym stanie w zależności od składu i miejsca występowania.

Parametr wiodący – nie podaje się.

Geneza antropogeniczna.

#### b) Warstwa geotechniczna II

Wykształcona jest w postaci namulów i torfów miejscami przewarstwionych piaskami drobnymi i średnimi, mokrych, brązowych i szarych.

Są to grunty słabonośne.

Parametr wiodący – stopień plastyczności  $I_L=0,60 \div 0,80$ .

Geneza bagienna.

#### c) Warstwa geotechniczna III

Wykształcona jest w postaci piasków średnich, piasków drobnych zaglinionych i piasków pylastych na pograniczu piasków drobnych, wilgotnych i nawodnionych, żółtych i szarych.

Grunty te występują w stanie średniozagęszczonym.

Parametr wiodący – stopień zagęszczenia  $I_D=0,40$ .

Geneza wodnolodowcowa lub rzeczna.

d) Warstwa geotechniczna IVa

Wykształcona jest w postaci glin i glin piaszczystych, mokrych, szarych, brązowych i niebieskich.

Grunty te występują w stanie miękkoplastycznym.

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

Symbol konsolidacji C.

Geneza zastoiskowa lub lodowcowa.

e) Warstwa geotechniczna IVb

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

Grunty te występują w stanie plastycznym.

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

Symbol konsolidacji C.

Geneza zastoiskowa lub lodowcowa.

f) Warstwa geotechniczna IVc

Wykształcona jest w postaci glin i glin piaszczystych, wilgotnych, szarych i brązowych.

Grunty te występują w stanie twardoplastycznym.

Parametr wiodący – stopień plastyczności  $I_L=0,05\div 0,20$ .

Symbol konsolidacji C.

Geneza zastoiskowa lub lodowcowa.

Tab. 1 Parametry warstw geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Parametry charakterystyczne							Wysadzinowość wg [8]
		Symbol konsolidacji	Stopień zagęszczenia (stopień plastyczności)	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Moduł ścisłości	Moduł ścisłości wtórnej	
		-	$I_D (I_L)$ [-]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kPa]	$M_0$ [MPa]	M [MPa]	
I	nasypy	-	-	-	-	-	-	-	grunty wątpliwe lub wysadzinowe
II	namuły, torfy	-	(0,60)	-	-	-	-	-	grunty bardzo wysadzinowe
III	piaski średnie, piaski drobne zaglinione, piaski pylaste	-	0,40	1,75	29,9	-	51,3	64,1	grunty wątpliwe
IVa	gliny, gliny piaszczyste	C	(0,60)	2,05	8,4	6,9	12,8	21,3	grunty wysadzinowe
IVb	gliny piaszczyste, gliny, piaski gliniaste	C	(0,30)	2,10	13,2	13,3	23,6	39,3	
IVc	gliny, gliny piaszczyste	C	(0,20)	1,95	14,8	17,0	29,4	49,0	

## II. OPINIA GEOTECHNICZNA

1. Projektowany obiekt – sieć kanalizacji sanitarnej należy zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej. W podłożu występują proste warunki gruntowo-wodne.
2. Na podstawie wykonanych wierceń stwierdza się, że na badanym terenie pod warstwą gleby i nasypów zalegają piaski o zróżnicowanym uziarnieniu podścielone gruntami spójnymi w postaci piasków gliniastych, glin i glin piaszczystych. W pobliżu kanału w otworze nr 2, nawiercono torfy położone na glinach piaszczystych. Przewidywany schemat budowy geologicznej przedstawiono na kartach otworów badawczych (Zał. 3.0).
3. W trakcie wykonywania badań w otworze nr 1 i 2 nawiercono swobodne i napięte zwierciadło wód gruntowych stabilizujące się na głębokości 1,3÷2,6 m ppt, tj. rzędnej 131,5 m npm. Zaobserwowano również liczne sączenia wód z przewarstwień piaszczystych w obrębie utworów spójnych.
4. Badania zostały przeprowadzone w okresie suchym. Po intensywnych opadach atmosferycznych i roztopach poziom wód gruntowych może ulec zmianie, nawet do  $\pm 1,0 \div 1,5$  m od stanu nawierconego.
5. Możliwe jest okresowe gromadzenie się wód zawieszonych na stropach utworów słabo przepuszczalnych.
6. Wyróżniono sześć warstw geotechnicznych. Szczegółowe zestawienie charakterystycznych parametrów geotechnicznych przedstawiono w Tab. 1.
7. Strefa przemarzania dla rejonu badań zgodnie z [5] wynosi 1,0 m ppt.
8. Gliny są gruntami bardzo wrażliwymi na zmiany stanu występowania pod wpływem zmian wilgotności, drgań i wibracji.
9. Na terenie badań nawiercono słabonośne grunty organiczne w postaci torfów i namulów. Należy zastosować wymianę gruntów słabonośnych bezpośrednio pod przewodami sieci.
10. 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).
11. Planowana inwestycja powinna być zrealizowana i eksploatowana w sposób zapewniający ochronę środowiska gruntowo-wodnego przed zanieczyszczeniem substancjami szkodliwymi.
12. 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 oraz wykonania sieci kanalizacyjnej 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, Opinia Geotechniczna dla potrzeb projektu budowy sieci kanalizacji sanitarnej w ul. Ściegiennego w Głownie, pow. zgierski, woj. łódzkie HYDRO4Tech. 01-2017.
- [7] Dane wstępne. Projekt budowlany dla budowy sieci kanalizacji sanitarnej w ul. Ściegiennego w Głownie, pow. zgierski, woj. łódzkie. Mel-Wod-Kan Maciej Krzeszewski. 2016.

#### **Zakres i cel opracowania**

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

#### **Niniejszy projekt zawiera:**

- a) zalecenia dla zaprojektowania sposobu posadowienia [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 wykonywania wykopów, odwodnienia i posadowienia sieci będą małe i niezauważalne, ze względu na niewielkie obciążenia przekazywane na grunt. Ciężar objętościowy instalowanych w gruncie rur wraz z wypełnieniem (ok.  $1,0 \text{ Mg/m}^3$ ) jest mniejszy niż ciężar objętościowy usuniętego urobku (ok.  $1,65 \div 2,00 \text{ Mg/m}^3$ )

Zmiany właściwości podłoża gruntowego w czasie dotyczyć będą wyłącznie strefy bezpośredniego oddziaływania obciążeń w strefie pod przewodami sieci. Nastąpi osiadanie, konsolidacja gruntu i ustabilizowanie się równowagi między obiektem i podłożem. Zalecane jest wykonanie podsypki pod przewodami, co spowoduje ujednoczenie oporu, równomierne rozłożenie naprężeń na grunty podłoża, które w efekcie doprowadzi do nieznacznych i równomiernych osiadań od obciążeń wywołanych przez sieci. Należy zwrócić szczególną uwagę na miejsca, w których sieć przebiegać będzie przez grunty o różnej odkształcalności. Aby uniknąć nierównomiernych osiadań (wywołanych głównie wykonawstwem wykopów i ciężarem zasypek) należy zastosować wymianę gruntów słabonośnych na nośne, odpowiedniej grubości podsypki pod przewodami lub zastosować geosyntetyki, ewentualnie inne sposoby wzmocnienia.

### **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 sieć poprzez odpór równoważący obciążenia.

### ***Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego***

Zaleca się przyjąć model wyjściowy w postaci kołowego przewodu sieci kanalizacji sanitarnej posadowionej na podłożu o parametrach przyjętych w Dokumentacji Badań Podłoża Gruntowego [6]. Zaleca się przyjąć obciążenia gruntem zasypowym, ew. ruchem w zakresach dopuszczalnych określonych dla rur i prefabrykatów.

### ***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 sieci 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 zasypek prace ziemne należy prowadzić i kontrolować je wg poniższych zaleceń:

#### **Wykonanie wykopów**

Wykonywane wykopy należy realizować systematycznie, odcinkami o długości odpowiadającej postępowi układania przewodów. Niedopuszczalne jest wykonywanie wykopów wyprzedzających znacznie układanie przewodów w gruncie.

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

Wykonywanie wykopów poniżej zwierciadła wód gruntowych doprowadzić może do rozluźnienia i upłynnienia piasków (zjawisko „kurzawki”).

#### **Zabezpieczenia wykopów**

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

#### **Podsypki na gruncie rodzimym**

Materiał na poduszkę piaskowo-żwirową lub podsypkę pod rurę układać grubością dobraną do rodzaju i stanu podłoża gruntowego.

### **Obsypki przewodów**

Zagęszczenia obsypok kontynuować do osiągnięcia wymaganego przez projekt zagęszczenia za pomocą sprzętu zagęszczającego tak, aby nie uszkodzić przewodów sieci oraz ich połączeń.

### **Zasyпки przewodów**

Zagęszczenia zasypok można wykonać za pomocą sprzętu zagęszczającego o większej masie stosując się do wytycznych:

- zasypki nakładać i zagęszczać kolejnymi po sobie warstwami.
- pierwsza warstwa (układana na rurze) musi mieć grubość minimum 30 cm. Warstwa ta powinna być zagęszczana sprzętem o tak dobranej masie i w taki sposób aby nie uszkodzić układanych przewodów.
- pozostałe warstwy układać warstwami, co 30 do 50 cm dobierając sprzęt wibracyjny w taki sposób, aby nie uszkodzić układanych przewodów oraz uzyskać wymagane zagęszczenie.

Zasypki z materiałów różnoziarnistych – pospółki lub innych gruntów niespoistych, wykonać do poziomu terenu. Dopuszcza się i zaleca zastosowanie materiału piaszczystego z budowy do wykonania zasypok wykopów w miejscach trawników, zieleni, po spełnieniu odpowiednich warunków zagęszczenia.

### **Wymagania materiałowe**

Grunt na zastosowanie do wbudowania i wykorzystania jako podsypki, obsypki i zasypki sieci 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**

Podsypki, obsypki, zasypki doprowadzić do wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  wymaganego przez projektanta sieci.

### **Odbiory geotechniczne**

Podczas odbiorów w ramach nadzoru geotechnicznego należy kontrolować jakość wykonanych robót (odbiorów wykopów oraz zagęszczeń) oraz zgodność wbudowywanych materiałów z wymaganiami projektu. Badania wykonywać przy użyciu standardowych 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 sieci. Aby nie dopuścić do zmiany stanu gruntów w wykopach należy je chronić przed zalewaniem, a wodę z dna odpompowywać. Wykonywanie głębszych wykopów może wymagać prowadzenia odwodnienia napiętego poziomu wodonośnego tak, aby nie dopuścić do utraty stateczności wykopu i przebiecia hydraulicznego. Roboty odwodnieniowe należy prowadzić w taki sposób, aby zdepresjonowanie poziomu wody trwało jak najkrócej.

W trakcie realizacji prac odwodnieniowych w zależności od przyjętej technologii może być wymagane prowadzenie monitoringu wód podziemnych, aby oddziaływanie odwodnienia nie spowodowało szkód w otoczeniu wykopów.

### ***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 podsypek i zasypek gruntowych.

Ze względu na to, że projektowanie i wybudowanie sieci 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. Zaprojektowana sieć 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. Zaleca się przyjąć stałą grubość poduszki piaskowo-żwirowej pod przewodami.
8. Ostateczną metodę posadowienia sieci powinien określać projekt budowlany.
9. Zalecane jest uzupełnienie i uszczegółowienie wykonanych badań podczas realizacji inwestycji.
10. Podczas projektowania i wykonawstwa zaleca się zastosować rozwiązania wzmacniające podłoże gruntowe np. za pomocą poduszek piaskowo-żwirowych, geosyntetyków, stabilizacji spoiwami hydraulicznymi lub inne.
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.