



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

**GEOTECH<sup>®</sup>** Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

NIP 554-030-81-06

REGON 008004517

KRS 0000226657

N r p r a c y

**3007/2017**

Nr opracowania

**02**

# **P r z e b u d o w a i u m o c n i e n i e k a n a ł u G r u n w a l d z k i e g o**

Z A D A N I E

**E n e r g o p r o j e k t W a r s z a w a S . A .**

**u l . K r u c z a 6 / 1 4 , 0 0 - 5 3 7 W a r s z a w a**

ZAMAWIAJĄCY

TEMAT OPRACOWANIA

## **Projekt geotechniczny**

dla przebudowy i umocnienia kanału Grunwaldzkiego

Autorzy opracowania	Imię i nazwisko, numer uprawnień	Data	Podpis
	mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa uprawnienia geologiczne: VII-1603, XI-027/POM, XII-012/POM	styczeń 2018	
	mgr inż. Zbigniew Ciesielski uprawnienia budowlane WBPP-NB-7210/211/83 uprawnienia geologiczne: 071014	styczeń 2018	
	mgr inż. Anna Kozłowska uprawnienia geologiczne: XI-095/POM, XII-050/POM	styczeń 2018	

**BYDGOSZCZ, STYCZEŃ 2018 ROK**



# SPIS TREŚCI

## do projektu geotechnicznego

<b>SPIS TREŚCI.....</b>	<b>3</b>
<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW.....</b>	<b>4</b>
<b>CZĘŚĆ OPISOWA .....</b>	<b>5</b>
<b>1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA .....</b>	<b>5</b>
1.1. Podstawa opracowania .....	5
1.2. Przedmiot inwestycji .....	5
1.3. Zakres opracowania .....	5
1.4. Kategoria geotechniczna .....	6
1.5. Warunki geotechniczne .....	6
<b>2. PROJEKT GEOTECHNICZNY.....</b>	<b>7</b>
2.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie .....	7
2.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych .....	8
2.2.1. Przyjęty system normatywny do obliczeń.....	8
2.2.2. Parametry wynikające z przyjętego systemu normatywnego .....	8
2.2.3. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7).....	9
2.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń .....	10
2.4. Określenie oddziaływań od gruntu .....	11
2.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego, nośność i osiadania oraz ogólna stateczność .....	11
2.5.1. Model obliczeniowy podłoża gruntowego .....	11
2.5.2. Nośność i osiadanie.....	11
2.5.3. Ogólna stateczność .....	11
2.6. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia.....	12
2.7. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót .....	13
2.7.1. Nadzór .....	13
2.7.2. Badania .....	14
2.7.3. Kontrola .....	15
2.8. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych .....	16
2.9. Zakres niezbędnego monitorowania .....	17
<b>3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>18</b>
<b>4. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....</b>	<b>19</b>

4.1. Przepisy prawne .....	19
4.2. Normy państwowe i branżowe.....	19
4.3. Mapy .....	20
4.4. Literatura i materiały archiwalne .....	20

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

### **do projektu geotechnicznego**

- Z1. Mapa topograficzna. Skala 1:50 000.*
- Z2. Legenda*

## **CZĘŚĆ OPISOWA**

### **do projektu geotechnicznego**

## **1. Charakterystyka ogólna**

### **1.1. Podstawa opracowania**

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia zawartego pomiędzy firmą Energoprojekt Warszawa S.A. (00-537 Warszawa, ul. Krucza 6/14) a Przedsiębiorstwem Geotechniczno - Konsultingowym GEOTECH<sup>®</sup> Sp. z o.o. (85-383 Bydgoszcz, ul. Kartuska 15) pod numerem 3007/2017.

### **1.2. Przedmiot inwestycji**

Dokumentowany obszar badań obejmuje kanał Grunwaldzki łączący jeziora Tałowisko i Kotek Wielki.

Pod względem administracyjnym przedmiotowy kanał zlokalizowany jest w gminie Ryn, powiecie giżyckim w województwie warmińsko - mazurskim.

Orientacyjną lokalizację omawianego terenu badań przedstawiono na mapie topograficznej w załączniku nr Z1.

### **1.3. Zakres opracowania**

Zgodnie z rozporządzeniem [1] zakres opracowania geotechnicznych warunków uzależniony jest od kategorii geotechnicznej projektowanych obiektów:

- dla obiektów wszystkich kategorii geotechnicznych należy opracować opinię geotechniczną,
- dla obiektów zaliczonych do drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej, należy opracować dokumentację badań podłoża gruntowego oraz projekt geotechniczny.

Zarówno opinia geotechniczna jak dokumentacja badań podłoża gruntowego zostały opracowane w osobnej dokumentacji [19]. Poniższa dokumentacja zawiera wyłącznie

projekt geotechniczny dla omawianego zadania: „Przebudowa i umocnienie kanału Grunwaldzkiego”.

## **1.4. Kategoria geotechniczna**

Kategorię geotechniczną określono na podstawie przeprowadzonych badań w ramach opracowania [19].

Kategorię geotechniczną, wynikającą ze stopnia skomplikowania warunków gruntowo – wodnych określono według [1] na II.

W dalszych etapach projektowania a nawet budowy dopuszcza się zmianę kategorii geotechnicznej [1, 14].

## **1.5. Warunki geotechniczne**

Na podstawie przeprowadzonych badań w ramach opracowania [19] stwierdzono, że przypowierzchniową warstwę podłoża (na większości rozpatrywanego terenu) stanowią nasypy dochodzące do głębokości 3,0 m. Zalegające nasypy charakteryzują się bardzo zróżnicowanym składem. Budują je zarówno grunty niespoiste jak i spoiste. W ich składzie spotkać można również grunty organiczne, gruboziarniste (żwiry), kamieniste (otoczaki) oraz gruz ceglany. Z uwagi na ich niejednorodną budowę nie scharakteryzowano ich parametrem geotechnicznym. Występujące w podłożu grunty nasypowe są wątpliwe do wykorzystania jako podłoże budowlane baz zastosowania ulepszeń lub środków wzmacniających.

Na fragmencie kanału Grunwaldzkiego od strony jeziora Tałtowisko w podłożu pod warstwą nasypów stwierdzono znaczne miąższości gruntów organicznych zalegających do głębokości nawet 11,0 m. Namuły gliniaste o miąższości 0,5 m stwierdzono także w końcowym fragmencie. Grunty organiczne są gruntami nieprzydatnymi do bezpośredniego posadowienia z uwagi m.in. na małą nośność oraz dużą odkształcalność.

Ponadto podłoże budują grunty niespoiste reprezentowane przez piaski drobne w stanie od średniozagęszczonego do zagęszczonego oraz piaski średnie i grube w stanie od luźnego do zagęszczonego.

Grunty spoiste zalegają w stanie od plastycznego do twardoplastycznego i reprezentowane są przede wszystkim przez piaski gliniaste, lokalnie gliny piaszczyste.

## **2. PROJEKT GEOTECHNICZNY**

Zgodnie z rozporządzeniem [1, 14] projekt geotechniczny jest wykonywany w przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej. Zawartość projektu geotechnicznego wynika z wymagań rozporządzenia [1]. Projekt obejmuje przedstawienie:

- prognozy zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie,
- określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych,
- określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych,
- określenie oddziaływań od gruntu,
- przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego (projektowego przekroju geotechnicznego – w prostych przypadkach),
- określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności,
- określenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia,
- specyfikacje badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót,
- określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych,
- wytyczne prowadzenia monitoringu.

### **2.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

Podstawowym problemem przy realizacji robót ziemnych będzie zachowanie istniejących parametrów cech fizycznych i mechanicznych podłoża gruntowego.

W trakcie realizacji i eksploatacji inwestycji nie wyklucza się zaistnienia niżej opisanych zmian warunków geotechnicznych:

- zmiana poziomów wód podziemnych, pojawienie się poziomu wody podziemnej na przypowierzchniowo zalegających gruntach organicznych,
- pojawienie się sączeń śródglinowych w obrębie glin zwałowych oraz pyłów,
- zmiana agresywności środowiska w czasie.

Wszystkie możliwe zmiany warunków geotechnicznych powinny być uwzględnione przy sporządzaniu projektu budowlanego oraz w trakcie realizacji prac budowlanych i eksploatacji.

## **2.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych**

### **2.2.1. Przyjęty system normatywny do obliczeń**

Ustawa o normalizacji dopuszcza całkowitą dowolność w stosowaniu systemów normatywnych.

Podłoże gruntowe zostało opisane przy założeniu, że do projektowania zostanie wykorzystana norma [3] a przy bardzo niekorzystnych warunkach gruntowych norma [4].

### **2.2.2. Parametry wynikające z przyjętego systemu normatywnego**

Własności fizyczno-mechaniczne występujących gruntów zawarto w dokumentacji [19] i zostały one opisane z wykorzystaniem zasad zawartych w normach [3, 4]. W związku z tym podane wielkości można wprost wykorzystać do tworzenia parametrów geotechnicznych przyjmując:

- jako wartość charakterystyczną parametru geotechnicznego – wartość średnią,
- jako wartość obliczeniową parametru geotechnicznego – wartość charakterystyczną wymnożoną przez wartość współczynnika zmienności przy czym zależnie od



rozpatrywanego zagadnienia, należy przyjmować najbardziej niekorzystną wartość tego współczynnika.

W przypadku, gdy współczynnik zmienności ma wysoką wartość zaleca się jednak przyjmować jako wartość charakterystyczną, wartość bardziej niekorzystną, niż wartość średnią.

Należy zauważyć, że przedział zmienności danego wiodącego parametru geotechnicznego, wyznaczony współczynnikiem zmienności ma określone prawdopodobieństwo. Z uwagi na to, że uwzględnia się jedną wartość odchylenia standardowego, prawdopodobieństwo to wynosi około 68 %. Oznacza to, że około 32 % wyników może wykraczać poza przedział zmienności.

### 2.2.3. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7)

Norma Eurokod 7 [14] zupełnie inaczej definiuje pojęcie parametru charakterystycznego – jako ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego. Parametr ten można oszacować wykorzystując metody statystyczne. Dokumentacja geologiczno-inżynierska będzie zawierać podstawowe charakterystyki statystyczne parametrów warstw – wartość średnią oraz odchylenie standardowe (zawarte we współczynniku zmienności), które umożliwiają oszacowanie parametrów charakterystycznych według wymagań Eurokodu 7. Przy wykorzystywaniu metod statystycznych, norma [14] zaleca wyznaczyć taką wartość charakterystyczną, żeby obliczone prawdopodobieństwo wystąpienia mniej korzystnej wartości, decydującej o powstaniu rozpatrywanego stanu granicznego, nie było większe niż 5 %.

Parametry zawarte w normach [3, 4] można traktować w pewnym przybliżeniu, jako ostrożne szacowanie parametrów charakterystycznych.

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych wg [17] należy wyznaczać na podstawie wartości charakterystycznych, dzieląc je przez częściowe współczynniki bezpieczeństwa wynoszące zależnie od rozpatrywanego przypadku stanu granicznego:

- dla tangensa kąta tarcia wewnętrznego  $\gamma\phi' = 1,0 \div 1,25$ ,

- dla spójności efektywnej  $\gamma_c' = 1,0 \div 1,25$ ,
- dla ciężaru objętościowego  $\gamma_\gamma = 1,0$ .

### 2.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń statycznych (geotechnicznych) należy przyjmować zgodnie z wartościami podawanymi przez normy przedmiotowe wykorzystywane w projektowaniu [3, 4, 14].

Norma [4] przewiduje stosowanie następujących częściowych współczynników bezpieczeństwa:

- przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności, obliczeniowy opór graniczny podłoża zmniejsza się współczynnikiem korekcyjnym  $m$  o wartości:
  - 0,9 – gdy stosuje się rozwiązania teorii granicznych stanów naprężeń,
  - 0,8 – gdy przyjmuje się kołowe linie poślizgu w gruncie (np. przy sprawdzaniu stateczności budowli na obrót),
  - 0,7 – gdy stosuje się inne, bardziej uproszczone metody obliczeń,
  - 0,8 – przy obliczaniu oporu na przesunięcie w poziomie posadowienia lub w podłożu gruntowym.

W związku z tym, że parametry geotechniczne zostały wyznaczone metodą B, podane wyżej współczynniki należy dodatkowo przemnożyć przez wartość 0,9. przy określaniu wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych dla potrzeb obliczeń według stanu granicznego nośności, należy stosować częściowe współczynniki bezpieczeństwa  $\gamma_m$ , podane w załączniku nr Z2.

Ponadto na podstawie doświadczeń proponuje się przyjąć wartości spójności oraz wytrzymałości na ścinanie bez odplywu pomniejszone o  $\gamma_m = 1,6$  (0,63).

## 2.4. Określenie oddziaływań od gruntu

Z dużym prawdopodobieństwem do przebudowy i umocnienia kanału Grunwaldzkiego zostanie zastosowana ścianka szczelna z oczepem żelbetowym.

Przy tego typu konstrukcjach oddziaływaniem od gruntu jest parcie gruntu (parcie czynne oraz parcie bierne), które należy uwzględnić podczas projektowania ścianki szczelnej.

## 2.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego, nośność i osiadania oraz ogólna stateczność

### 2.5.1. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model obliczeniowy podłoża gruntowego składa się z dwóch elementów:

- przekrojów geotechnicznych zamieszczonych w opracowaniu archiwalnym [19],
- legendy z wartościami cech fizycznych i mechanicznych podłoża, zamieszczonych w załączniku nr Z2.

### 2.5.2. Nośność i osiadanie

Przedmiotowe zadanie obejmuje odcinek planowanej przebudowy i umocnienia kanału Grunwaldzkiego. Zastosowanie ścianek szczelnych nie będzie prowadziło do znacznych osiadań gruntu czy zmian nośności.

Jednak, jeżeli w sąsiedztwie konstrukcji ścianki szczelnej znajdują się budynki lub instalacje podatne na uszkodzenia, to należy wykonać pomiar osiadań budynków i instalacji. Drgania od uderzeń młotów i wibratorów są najczęściej znaczne i mogą rozchodzić się na stosunkowo duże odległości. Drgania z ośrodka gruntowego są przekazywane również na sąsiadujące z placem budowy obiekty [13].

### 2.5.3. Ogólna stateczność

Do projektowania ścianek szczelnych wykorzystywane są najczęściej metody stanów granicznych polegające na:

- wyznaczeniu metodą Coulomba sił parcia czynnego na część ścianki powyżej dna wykopu i sił parcia biernego na część ścianki poniżej dna wykopu oraz parcia wody,
- wyznaczeniu głębokości wbicia ścianki dla przyjętego sposobu jej umocowania w gruncie (podparcie przegubowe lub utwierdzenie),
- obliczeniu momentów zginających i sił w elementach stabilizujących metodami graficznymi lub analitycznymi (np. Bluma),
- wymiarowaniu elementów ścianki oraz elementów stabilizujących.

Obliczenia można wykonywać metodą klasyczną lub numeryczną. Klasyczne metody obliczeniowe mogą prowadzić do popełnienia znaczących błędów przy projektowaniu kotwionych ścianek szczelnych. Nadają się one jednak świetnie do ustalenia wstępnych parametrów konstrukcji kotwionej ścianki szczelnej (głębokość zabicia, profil grodzicy, wymagana nośność kotwi). Parametry te mogą następnie być dokładnie zweryfikowane i ewentualnie skorygowane poprzez zastosowanie metod numerycznych [18].

## **2.6. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia**

Dane niezbędne do zaprojektowania posadowienia są dostępne. Z jednej strony stanowią je dane o podłożu gruntowym zawarte w niniejszej dokumentacji (załącznik Z2) oraz w geotechnicznych warunkach posadowienia (opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego) [19]. Z drugiej strony są to informacje dotyczące rozwiązań technicznych i technologicznych projektowanej inwestycji.

## 2.7. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót

### 2.7.1. Nadzór

Realizacja poszczególnych prac budowlanych powinna być prowadzona pod nadzorem przynajmniej o następujące dane:

- częstotliwość różnych kontroli,
- graniczne wartości odkształceń, sił i poziomów wody.

Nadzór powinien również obejmować kontrole i obserwacje, jeżeli dotyczą prowadzonej budowy, które mają dać odpowiedź na następujące pytania:

- czy warunki na placu budowy oraz dane dotyczące gruntu, wody gruntowej i wody swobodnej odpowiadają założeniom przyjętym w projekcie,
- czy istnieją jakiegokolwiek przeszkody w gruncie, które utrudniają zagłębienie bursów, a których nie przewidziano na etapie projektowania,
- czy metoda zagłębienia bursów nadaje się do wykonania ścianki szczelnej z zachowaniem wymagań według projektu oraz przepisów ochrony środowiska,
- czy kolejność i metoda wykonania jest zgodna z harmonogramem,
- czy elementy nośne i uzupełniające są odpowiednio składowane i przemieszczane,
- czy elementy nośne, grodzice, materiały uzupełniające oraz inne materiały stosowane do ochrony stawiają narzucone im wymagania,
- czy pionowość w czasie ustawienia i zagłębienia elementów nośnych kombinowanych ścianek szczelnych sprawdzana jest odpowiednio dokładnymi przyrządami,
- czy położenia elementów zakotwień są zgodne z projektem,
- czy obciążenia naziomu za ścianą szczelną mieszczą się w dopuszczalnych granicach przyjętych w obliczeniach,
- czy istnieją uszkodzenia w sąsiadujących budynkach, urządzeniach lub podziemnych instalacjach, które mogłyby być spowodowane wykonywanymi pracami,

- czy podczas wykonywanych prac pojawiły się jakiekolwiek zdarzenia, które mogły mieć niekorzystny wpływ na jakość konstrukcji [13].

### 2.7.2. Badania

Zaleca się, aby badania wykonywać zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją, a ewentualne zmiany dokumentować.

Wzdłuż oczepu od strony naziomu planuje się wykonać zasypkę drenażową żwirowo – tłuczniową w geowłókninie.

Dobór materiału powinien się odbywać zgodnie z zasadami podanymi w normie [12].

Generalnie zaleca się wykonywanie nasypów z gruntów niespoistych (piaszczysto-żwirowych).

Przyjmuje się, że grunty są dobrze uziarnione pod względem ich przydatności do zagęszczenia, gdy wartość wskaźnika jednorodności uziarnienia jest większa od 6 ( $C_u > 6$ ) (dla pospółek  $C_u > 4$ ), natomiast wskaźnik krzywizny jest większy od 1 ale mniejszy od 3 ( $1 < C_c < 3$ ) [16]. Przed wbudowaniem tych gruntów w nasyp, należy więc wykonać poletka próbne i ustalić sposób zagęszczenia (np. statyczny, wibracyjny) oraz niezbędną ilość przejęć urządzenia zagęszczającego dla uzyskania oczekiwanych efektów zagęszczania.

Przy niskich wartościach wskaźników ( $3 < C_u < 6$ ;  $C_c > 1$ ), lecz wyższych od wskaźników, jakie wykazują grunty występujące na terenie przeprowadzonych badań, zagęszczenie jest możliwe, lecz w celu uzyskania wymaganych wysokich parametrów zagęszczania konieczne jest bardzo ściśle przestrzeganie wymogów technologicznych. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy i zasypki, podsypki itp. jest ich wprowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych. Grunt o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $C_u < 3$  w zasadzie nie powinien być używany do wykonania nasypów chyba, że badania na poletku doświadczalnym wykażą możliwość jego zagęszczenia. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie, przy czym sposób zagęszczenia (z wibracją lub bez oraz liczba przejęć maszyny zagęszczającej) powinien być ustalano doświadczalnie



na poletku próbnym. Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw. W przypadku, gdy zagęszczanie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ) warstwami o niewielkiej miąższości nie da oczekiwanych rezultatów, konieczne będzie doziarnienie zagęszczanych gruntów tak odpowiednio dobranymi frakcjami lub innymi gruntami, aby spełniony został warunek  $C_u > 6$  oraz  $3 > C_c > 1$ . Przed przystąpieniem do realizacji prac należy przeprowadzić wstępne badania przydatności gruntu do zamierzonych robót, wybierając kruszywo najkorzystniejsze. Badania te powinny swoim zakresem obejmować, co najmniej wilgotność optymalną  $w^{opt}$ , maksymalny ciężar szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$ , uziarnienie (w tym wskaźnik jednorodności uziarnienia  $C_u$ , wskaźnik krzywizny  $C_c > 1$ ) oraz jednorodność gruntów. Wskazane jest, aby materiał stosowany do wbudowywania był w miarę możliwości jednorodny. Wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  wylicza się bowiem w oparciu o uprzednio wyznaczoną wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$  ( $\gamma_d^{max}$  ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej). W przypadku zmiany rodzaju wbudowywanego gruntu lub jego dużej niejednorodności, wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$  musi być ponownie lub każdorazowo wyznaczana, co podraża koszty odbiorów.

### 2.7.3. Kontrola

W celu ustalenia, czy rzeczywiste warunki gruntowe odpowiadają przyjętym w projekcie, zalecane jest wykonanie pomiarów wpędów przynajmniej kilku brusów.

W przypadku, gdy grodzice zaprojektowano, jako przenoszące obciążenia pionowe oraz jeżeli nie opierają się w podłożu, wpęd należy zarejestrować przynajmniej w trakcie zagłębienia ostatniego metra grodzicy. W takim przypadku, w celu ustalenia, że podstawy grodzic osiągnęły żądaną głębokość, kontrolę należy wykonać zgodnie z wymaganiami projektowymi.

Jeżeli poziomy wody gruntowej i wody swobodnej są według projektu parametrami krytycznymi, to należy je kontrolować w krótkich odstępach czasu.

Jeżeli prace realizowane są na terenie zabudowanym, to zaleca się rejestrowanie okresowo drgań i poziomów hałasu na terenie budowy oraz w najbardziej narażonych budynkach.

Zaleca się przeprowadzenie, z odpowiednią dokładnością, okresowych pomiarów przemieszczeń poziomych reperów na koronie ścianki szczelnej, w sposób pozwalający na ich porównanie z wartościami przemieszczeń przewidywanych w projekcie.

Podczas wyrywania brusów lub elementów nośnych jest rejestrowanie czasu wyrywania każdego brusa lub elementu. Dla niektórych brusów zaleca się wykonanie pomiarów przemieszczeń gruntu [13].

## **2.8. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych**

W zakresie rozpoznania podłoża na przedmiotowym odcinku kanału Grunwaldzkiego nawiercono pierwszy poziom wody gruntowej na głębokości od 1,0 m p.p.t. do 6,5 m p.p.t. (na rzędnej od 115,4 do 110,0 m n.p.m.). Woda gruntowa ma charakter swobodny oraz napięty. Woda gruntowa stabilizuje się na głębokości od 1,0 do 2,2 m p.p.t. (na rzędnej około 116,0 m n.p.m.). Warstwę napinającą stanowią grunty organiczne oraz grunty spoiste (piaski gliniaste, gliny piaszczyste, pyły). Lokalnie, w obrębie gruntów organicznych stwierdzono sączenia.

Ścianka szczelna może być wykonana poniżej poziomu wody gruntowej lub nad poziomem wody. Stanowi ona natychmiastowe zabezpieczenie wykopu bezpośrednio po wykonaniu. Należy jednak pamiętać, że w przypadku przepływu wody w gruncie, ścianka stanowi znakomitą przeszkodę i może powodować spiętrzenie przepływającej wody.

Dlatego przy projektowaniu ścianki szczelnej należy uwzględnić wpływy obecności wody gruntowej i możliwe symulacje zmian stosunków wodnych [18].



## **2.9. Zakres niezbędnego monitorowania**

Monitorowanie jest to śledzenie wybranych wielkości geometrycznych poprzez obserwacje pojedynczych punktów obiektu lub „zbiorów ciągłych punktów”, np. powierzchni.

Wytyczne obejmują określenie zakresu niezbędnego monitorowania 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.

Monitoring geotechniczny ma za zadanie, między innymi sprawdzenie słuszności poczynionych założeń i upewnienie się, że po zakończeniu budowy konstrukcja będzie nadal zachowywać się zgodnie z wymaganiami. Zgodnie z zasadami geodezyjnymi należy odroźnić:

- monitoring planowy (monitoring zaplanowany rozpoczynany przed przystąpieniem do robót budowlanych),
- monitoring interwencyjny (prowadzony po zaistnieniu awarii bądź katastrofy budowlanej).

Problemy geotechnicznego monitoringu planowego dotyczą zasadniczo budowli nowo wznoszonych i jest on realizowany w odniesieniu do zaleceń Eurocodu [15].

W monitorowaniu wagi nabiera współpraca specjalistów z różnych dziedzin, szczególnie geodetów i geotechników oraz konstruktorów, bowiem bardzo istotne są takie elementy jak:

- ustalenie miejsca i elementów podlegających kontroli,
- dokładność i wiarygodność wyników pomiaru,
- ocena stanu obiektu,
- prognoza zagrożeń,
- forma prezentacji wyników badań w celu prawidłowej interpretacji i analizy oceny stanu bezpieczeństwa obiektu,
- wpływ zmian naturalnych w środowisku gruntowo – wodnym,

- antropopresja zaznaczająca się w bliższym i dalszym otoczeniu obiektu.

### **3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA**

- 3.1 Dokumentację należy rozpatrywać jednocześnie z opracowaniami sporządzonymi dla przedmiotowego zadania tj. geotechniczne warunki posadowienia (opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego [19]).
- 3.2 Analiza warunków gruntowych wykazała zróżnicowaną budowę podłoża gruntowego.
- 3.3 Przypowierzchniowo, na zdecydowanym fragmencie dokumentowanego obszaru badań podłoże buduje ciągła warstwa nasypów o zróżnicowanym składzie mineralnym. Nasypy tworzą grunty niespoiste, kamieniste, spoiste, organiczne oraz gruz ceglany. Występujące nasypy są wątpliwe pod względem ich przydatności. Ze względu na ich niejednorodność nie scharakteryzowano ich parametrem geotechnicznym.
- 3.4. W obrębie Kanału Grunwaldzkiego stwierdzono utwory słabonośne w postaci gruntów organicznych – o miąższości dochodzącej nawet do 11,0 m (otwór GR7) oraz miękkoplastycznych piasków gliniastych nawierconych na głębokości 4,0 – 4,5 m p.p.t. o maksymalnej miąższości wynoszącej 2,5 m.
- 3.5 Podłoże gruntowe budują także utwory niespoiste – piaski drobne, średnie i grube w stanie od luźnego do średniozagęszczonego oraz grunty spoiste reprezentowane przede wszystkim przez piaski gliniaste w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego, lokalnie także twardoplastyczne gliny piaszczyste i plastyczne pyły.

- 3.6 Woda podziemna występuje stosunkowo płytko. Pierwszy poziom wody gruntowej nawiercono na głębokości od 1,0 m p.p.t. do 6,5 m p.p.t.. Zwierciadło stabilizuje się na głębokości od 1,0 do 2,2 m p.p.t.

Z dostępnych danych archiwalnych wynika, że poziom wód podziemnych może się wahać, w stosunku do stanu obecnego nawet do około 4 m ( $\pm 2,0$  m).

- 3.7 Kategorię geotechniczną, wynikającą ze stopnia skomplikowania warunków gruntowo – wodnych określono na II. W dalszych etapach projektowania (np. na etapie projektu budowlanego) kategorię geotechniczną można ewentualnie zmienić.
- 3.8 Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,2 m p.p.t..

## 4. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

### 4.1. Przepisy prawne

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*Dz.U. 2012, poz. 463*).
- [2]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane (*Dz.U. z 2010 nr 243, poz. 1623, z późn.zm.*)

### 4.2. Normy państwowe i branżowe

- [3]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [4]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [5]. PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [6]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia symbole

- podział i opis gruntów.
- [7]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
  - [8]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
  - [9]. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
  - [10]. PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
  - [11]. PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie.
  - [12]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
  - [13]. PN-EN 12063:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Ścianki szczelne.
  - [14]. PN-EN 1997-1 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne Część 1. Zasady ogólne.
  - [15]. PN-EN 1997-2 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
  - [16]. PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

### **4.3. Mapy**

- [17]. Mapa topograficzna. Skala 1:50 000. Serwis internetowy Geoportal2.

### **4.4. Literatura i materiały archiwalne**

- [18]. Cała M., Flisiak J.: Analiza stateczności ścianki szczelnej. Górnictwo i geoinżynieria, 2005 rok.
- [19]. Geotech Sp. z o.o.: Geotechniczne warunki posadowienia. 1. Opinia geotechniczna. 2. Dokumentacja badań podłoża gruntowego. Przebudowa i umocnienie kanału Grunwaldzkiego. Bydgoszcz, październik 2017 rok.
- [20]. Ignut R., Kłębek A., Puchalski R.: Terenowe badania geologiczno - inżynierskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973 roku.

Bydgoszcz, styczeń 2018 rok