



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

Nr pracy

**2936/2016**

Nr opracowania

**05**

**Przebudowa magistralnej sieci ciepłowniczej**  
ZADANIE **2xDN600 od ul. Łęczyckiej 15**  
**do ul. Łęczyckiej 37 w Bydgoszczy**



ZAMAWIAJĄCY

**ENERGOEKSPERT Sp. z o.o.**  
**40-145 Katowice, ul. Karłowicza 11a**



INWESTOR

**Komunalne Przedsiębiorstwo**  
**Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.**  
**85-315 Bydgoszcz, ul. Księdza Schulza 5**

TEMAT OPRACOWANIA

**Geotechniczne warunki posadowienia**  
**1. Opinia geotechniczna**  
**2. Dokumentacja badań podłoża gruntowego**

Autorzy dokumentacji	Imię i nazwisko, numer uprawnień	Podpis
	mgr inż. Zbigniew Ciesielski uprawnienia geologiczne 071024 uprawnienia budowlane WBPP-NB-7210/211/83	
	techn. Kamil Sikorski	

**BYDGOSZCZ, PAŹDZIERNIK 2016 ROK**



## **SPIS TREŚCI**

### **do geotechnicznych warunków posadowienia**

<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 opracowania .....	5
1.3. Cel i zakres badań geotechnicznych .....	5
<b>2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI .....</b>	<b>6</b>
2.1. Przedmiot i położenie inwestycji .....	6
2.2. Ogólny opis inwestycji .....	6
<b>3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....</b>	<b>7</b>
3.1. Położenie fizycznogeograficzne, geomorfologia i hydrografia terenu.....	7
3.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne.....	7
<b>4. OPINIA GEOTECHNICZNA.....</b>	<b>8</b>
4.1. Przydatność gruntów dla potrzeb budownictwa .....	8
4.2. Kategoria geotechniczna .....	9
4.2.1. Stopień skomplikowania warunków gruntowych.....	9
4.2.2. Ryzyko realizacji posadowienia (kategoria geotechniczna) ..	10
<b>5. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....</b>	<b>10</b>
5.1. Zakres, metodyka, wyniki oraz interpretacja wykonanych polowych i laboratoryjnych badań gruntów .....	10
5.1.1. Prace terenowe (polowe) .....	10
5.1.1.1. Wiercenia geotechniczne .....	11
5.1.1.2. Sondowania dynamiczne .....	11
5.1.1.3. Opróbowanie wyrobisk .....	11
5.1.2. Badania laboratoryjne .....	12
5.2. Model geologiczny podłoża gruntowego .....	12
5.2.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie w rejonie projektowanego inwestycji .....	12
5.2.2. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych wraz z danymi geotechnicznymi.....	12
5.2.3. Warunki geotechniczne pod projektowaną siecią.....	14

## **6. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA ..... 14**

6.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych .....	14
6.2. Zalecenia projektowe.....	15
6.3. Zalecenia realizacyjne.....	16
6.3.1. Odbiory podłoża i inne zalecenia realizacyjne .....	16
6.3.2. Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania .....	17
6.3.3. Kontrola zagęszczenia podłoża .....	18
6.3.4. Obsługa geotechniczna budowy .....	20
6.3.5. Uwagi końcowe .....	20

## **7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOTECHNICZNEJ ..... 21**

7.1. Przepisy prawne.....	21
7.2. Normy państwowe i branżowe.....	21
7.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne .....	21
7.4. Literatura, geotechniczne materiały archiwalne, dokumentacje projektowe .....	22

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW do geotechnicznych warunków posadowienia**

- Z1. *Mapy orientacyjne*
  - Z1/1. Mapa topograficzna Polski. Arkusz Bydgoszcz. Skala 1:10 000.
  - Z1/2. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Skala 1:50 000.
- Z2. Mapa dokumentacyjna. Skala 1:500.
- Z3. Objasnienia znaków i symboli użytych na metrykach, przekroju oraz w legendzie.
- Z4. Legenda do metryk i przekroju geotechnicznego.
- Z5. Przekrój geotechniczny I-I. Skala 1:100/1 000.
- Z6. *Zestawienie wyników badań terenowych*
  - Z6/1.1÷2. Metryki otworów wiertniczych.
  - Z6/2.1÷2. Metryki wykonanych sondowań podłoża sondą DPL.

## **CZĘŚĆ OPISOWA**

### **do geotechnicznych warunków posadowienia**

## **1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA**

### **1.1. Podstawa opracowania**

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia nr EE/1496/2016 zawartej pomiędzy firmą ENERGOEKSPERT Sp. z o.o. (40-145 Katowice, ul. Karłowicza 11a) a Przedsiębiorstwem Geotechniczno-Konsultingowym GEOTECH<sup>®</sup> Sp. z oo. (85-383 Bydgoszcz, ul. Kartuska 15). Praca została zarejestrowana pod numerem 2936/2016.

### **1.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja ustalająca warunki geotechniczne dla potrzeb zadania „Przebudowa magistralnej sieci ciepłowniczej 2xDN600 od ul. Łęczyckiej 15 do ul. Łęczyckiej 37 w Bydgoszczy”.

Orientacyjną lokalizację wykonanych prac geotechnicznych przedstawiono w załączniku nr Z1/1.

### **1.3. Cel i zakres badań geotechnicznych**

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- opinię geotechniczną,
  - dokumentację badań podłoża gruntowego,
- Dokumentacja zawiera więc wszystkie elementy geotechnicznych warunków posadowienia przewidzianych w rozporządzeniu [1].

Celem opinii geotechnicznej było ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb budownictwa oraz wskazanie sugerowanej kategorii geotechnicznej.

Celem badań podłoża gruntowego było rozpoznanie budowy geologicznej podłoża i występujących w tym podłożu warunków hydrologicznych, cech fizycznych i mechanicznych gruntów oraz innych własności gruntów, które mogą mieć

wpływ na warunki wykonania zamierzonej inwestycji. W szczególności celem badań było:

- rozpoznanie budowy geologicznej z uwzględnieniem litologii i miąższości poszczególnych warstw,
- określenie warunków hydrogeologicznych,
- określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów podłoża w zakresie niezbędnym do zaprojektowania obiektów budowlanych.

Lokalizacje punktów badań i ich głębokość określił Zleceniodawca. Ze względu na duży rozstaw miejsc prowadzonych badań, rozpoznanie warunków geotechnicznych ma charakter punktowy, a przekroje mają charakter zgeneralizowany.

## **2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI**

### **2.1. Przedmiot i położenie inwestycji**

Przedmiotem inwestycji jest przebudowa magistralnej sieci ciepłowniczej 2xDN600 od ul. Łęczyckiej 15 do ul. Łęczyckiej 37 w Bydgoszczy.

Lokalizację terenu badań przedstawiono ogólnie w załączniku nr Z1/1. Bardziej szczegółową lokalizację terenu badań przedstawiono w załączniku nr Z2.

Całkowita długość projektowanej sieci ciepłowniczej 2xDN600/800 wyniesie około 230 m. Przebiegać będzie wzdłuż ulicy Łęczyckiej, tj. od działki będącej własnością Gminy Bydgoszcz, poprzez działkę Skarbu Państwa będącej w wieczystym użytkowaniu Chemia Sp. z o.o., do działki będącej w posiadaniu Miasta Bydgoszcz [15]. Wszystkie projektowane otwory są położone więc w granicach administracyjnych miasta Bydgoszczy.

### **2.2. Ogólny opis inwestycji**

Projektowana sieć ciepłownicza będzie przebiegała po trasie istniejącej sieci kanałowej. W tym przypadku nie nastąpi zmiana sposobu zagospodarowania terenu. Nowa sieć ciepłownicza wykonana będzie w technologii rur

preizolowanych. Będzie to system dwururowy, przesyłający gorącą wodę o parametrach obliczeniowych zmiennych szczytowo 130/60°C w sezonie grzewczym i stałych 70/35°C w okresie letnim dla przygotowania ciepłej wody użytkowej. Sieć zostanie wykonana jako podziemna bezkanałowa, na podsypce z piasku o grubości około 10÷20 cm z przykryciem gruntu około 1÷2 m. Minimalny prześwit pomiędzy rurami wynosi 0,25 m [15].

### 3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

#### 3.1. Położenie fizycznogeograficzne, geomorfologia i hydrografia terenu.

Teren badań położony jest w północnej części Kotliny Toruńskiej będącej częścią Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej [12, 16].

Pod względem geomorfologicznym badany budują formy pochodzenia rzeczno-erozyjnego. Obszar położony jest na VI tarasie erozyjnym [17].

Pod względem hydrograficznym dokumentowany teren leży w zlewni rzeki Brdy, od której oddalony jest o około 0,5 km w kierunku północnym. [11].

#### 3.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Na podstawie przeprowadzonych prac, literatury geologicznej oraz map geologicznych [13, 17] stwierdzono, że podłoże gruntowe w zakresie głębokości wykonanych wierceń zbudowane jest z utworów czwartorzędowych.

Przypowierzchniowa warstwa podłoża zbudowana jest przede wszystkim z plejstoceńskich rzecznych piasków ze żwirami leżących na piaskach, mułkach i iłach fazy poznańskiej zlodowacenia północnopolskiego. Poniżej występują gliny.

W dokumentowanym podłożu, w trakcie wykonywania prac, nie stwierdzono występowania poziomu wodonośnego. Na podstawie mapy geologicznej, wynika że pierwszy poziom

wody podziemnej w przeważającej części roku występuje na głębokości od 2 m ppt do 5 m ppt [17].

Poziom wód podziemnych, po intensywnych i długotrwałych opadach atmosferycznych, roztopach wiosennych lub długotrwałych okresach podwyższonych temperatur może się zmieniać. Ostatnie lata, powszechnie uważane są za lata, gdzie występuje generalnie obniżony poziom wód gruntowych. W rejonie wykonanych otworów nie prowadzono wieloletnich obserwacji poziomu wód gruntowych, dlatego też dokładna prognoza ich zmian w czasie nie jest możliwa. Nie można wykluczyć pojawienia się wody podziemnej w lokalnych zagłębieniach glin zwałowych.

Badany obszar leży w rejonie o korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich dla budownictwa [17].

## **4. OPINIA GEOTECHNICZNA**

W przypadku obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych opracowuje się opinię geotechniczną. Opinia geotechniczna powinna ustalać przydatność gruntów na potrzeby budownictwa oraz wskazywać kategorię geotechniczną obiektu budowlanego [1].

### **4.1. Przydatność gruntów dla potrzeb budownictwa**

Z przeprowadzonych badań wynika, że przypowierzchniową warstwę podłoża stanowi gleba (humus) o miąższości średnio 0,4 m. Poniżej występują ciągłą warstwą średniozagęszczone piaski drobne, lokalnie z domieszkami piasków średnich. W trakcie badań do głębokości 3 m ppt nie nawiercono wody podziemnej.

Obiekty zlokalizowane w pobliżu terenu badań znajdują się w dobrym stanie technicznym.

Z istniejących przesłanek można stwierdzić, że podłoże jest bardzo korzystne do realizacji inwestycji, a występujące grunty są bezproblemowo przydatne dla potrzeb budownictwa.



## 4.2. Kategoria geotechniczna

Kategorię geotechniczną ustala się w opinii geotechnicznej w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego, charakteryzujących możliwości przenoszenia odkształceń i drgań, stopnia złożoności oddziaływań, stopnia zagrożenia życia i mienia awarią konstrukcji, jak również od wartości zabytkowej lub technicznej obiektu budowlanego i możliwości znaczącego oddziaływania tego obiektu na środowisko. Kategorię geotechniczną całego obiektu budowlanego lub jego poszczególnych części określa się na podstawie badań geotechnicznych gruntu.

Po stwierdzeniu innych od przyjętych w badaniach warunków geotechnicznych gruntu projektant obiektu budowlanego może zmienić kategorię geotechniczną [1].

### 4.2.1. Stopień skomplikowania warunków gruntowych

Przypowierzchniową warstwę gruntu stanowi humus oraz nasypy związane z budową istniejących obiektów oraz infrastruktury. Humus nie stanowi podłoża budowlanego.

Poniżej występują przede wszystkim grunty piaszczyste reprezentowane przez piaski drobne. Grunty te występują w stanie średniozagęszczonym. Piaski podścielone są mocno wyerodowaną gliną. Nie można też wykluczyć lokalnego występowania iłów plicieńskich

Wstępujące grunty są jednorodne genetycznie i litologicznie, zalegają mniej więcej poziomo. Nie stwierdzono mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych, mogących stanowić podłoża budowlane. Brak też jest występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych

Woda podziemnej, w zakresie głębokości prowadzonych prac, nie przewiercono.

Uwzględniając całość inwestycji, występujące warunki stwarzają przesłanki do stwierdzenia, że warunki gruntowo-wodne mają charakter prosty, zgodnie z charakterystyką zawartą w rozporządzeniu [1].

#### **4.2.2. Ryzyko realizacji posadowienia (kategoria geotechniczna)**

Na podstawie aktualnych danych proponuje się przyjąć kategorię geotechniczną wg rozporządzenia [1] jako pierwszą (I). Ryzyko realizacji posadowienia inwestycji jest więc niewielkie.

### **5. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

W przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej opracowuje się dokumentację badań podłoża gruntowego. Dokumentacja badań podłoża zawiera opis metodyki polowych i laboratoryjnych badań gruntów, ich wyniki i interpretację, model geologiczny oraz zestawienie wyprowadzonych wartości danych geotechnicznych dla każdej warstwy [1].

W celu określenia kategorii geotechnicznej konieczne było jednak wykonanie badań podłoża. Dla obiektów budowlanych pierwszej kategorii geotechnicznej zakres badań geotechnicznych może być ograniczony do wierceń i sondowań oraz określenia rodzaju gruntu na podstawie analizy makroskopowej. Wartości parametrów geotechnicznych można określać przy wykorzystaniu lokalnych zależności korelacyjnych [1].

#### **5.1. Zakres, metodyka, wyniki oraz interpretacja wykonanych polowych i laboratoryjnych badań gruntów**

Zakres i lokalizacja wykonanych badań wynikał z wytycznych jednostki projektowania. Metodyka prowadzonych badań i ich interpretacja wynikały z norm technicznych. Wyniki badań zamieszczono w odpowiednich załącznikach.

##### **5.1.1. Prace terenowe (polowe)**

Prace terenowe obejmowały wiercenia, sondowania oraz pobranie próbek gruntu do kontrolnych badań laboratoryjnych.

#### 5.1.1.1. Wiercenia geotechniczne

Z poziomu istniejącego terenu wykonano 3 otwory wiertnicze o głębokości do 3,0 m. Łącznie wykonano 9 m wierceń. Wiercenia prowadzono zgodnie z metodyką zawartą w normie [7] a ich wyniki zinterpretowano z uwzględnieniem norm [2, 3].

Lokalizację wierceń przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr Z2. Wyniki wiercenia przedstawiono na metrykach otworów wiertniczych (załącznik nr Z6/1.) oraz na przekroju geotechnicznym stanowiącym załącznik nr Z5.

#### 5.1.1.2. Sondowania dynamiczne

Występujące w podłożu grunty niespoiste poddano sondowaniu sondą dynamiczną DPL. Sondowanie sondą prowadzono zgodnie z metodyką opisaną w normie [7].

Przy interpretacji sondowań dynamicznych nie podwyższano liczby uderzeń w pobliżu występowania wody podziemnej. Taka interpretacja jest na korzyść bezpieczeństwa.

Łącznie wykonano 9 m sondowań dynamicznych. Metraż i ilość punktów badawczych dostosowano do zakresu występowania gruntów niespoistych.

Wyniki sondowania podłoża przedstawiono w załączniku nr Z6/2. oraz na przekrojach geotechnicznych stanowiących załącznik nr Z5.

#### 5.1.1.3. Opróbowanie wyrobisk

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano łącznie 7 próbek gruntów. Liczba pobranych próbek gruntów w poszczególnych kategoriach metodycznych była następująca:

Lp.	Kategoria [5] (metoda [7]) pobierania próbek	Opis metody pobierania próbki wg [10]	Liczba pobranych próbek
1.	Kategoria B	Próbki z zachowaną wilgotnością i składem ziarnowym	7

Próbki gruntów pobierano z każdej makroskopowo różnej warstwy i nie rzadziej, niż co około 2 m. Wszystkie próbki przewieziono do laboratorium i ponownie poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań

makroskopowych określano dla wszystkich gruntów ich rodzaj, barwę oraz wilgotność.

Próbki pobrane metodą B odpowiadały klasie jakościowej 3, natomiast metodą C - klasie jakościowej 5 według norm [8].

Miejsca pobrania próbek przedstawiono na metrykach otworów wiertniczych zamieszczonych w załącznikach nr Z6/1 oraz na przekrojach geotechnicznych przedstawionych w załączniku nr Z5.

### **5.1.2. Badania laboratoryjne**

Pobrane w terenie próbki gruntów poddano w laboratorium zakładowym kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych oznaczano rodzaj gruntów oraz ich barwę, a dla gruntów spoistych dodatkowo ich stan.

## **5.2. Model geologiczny podłoża gruntowego**

Na dwuwymiarowy model geologiczny podłoża gruntowego składają się przekroje geotechniczne stanowiące załącznik nr Z5 wraz z legendą przedstawioną w załączniku Z4.

### **5.2.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie w rejonie projektowanego inwestycji**

Badany obszar położony jest w obszarze występowania gruntów piaszczysto - żwirowych tarasów rzecznych. Warunki budowlane na tym terenie są generalnie dobre i polepszają się w miarę obniżania się zwierciadła wody gruntowej.

Podane dane mają charakter bardzo ogólny, lecz zostały potwierdzone badaniami szczegółowymi zawartymi w niniejszej dokumentacji.

### **5.2.2. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych wraz z danymi geotechnicznymi**

W celu dokładniejszej charakterystyki występujących warunków, w podłożu gruntowym dokonano wydzielenia warstw geotechnicznych. Podstawowym kryterium podziału na warstwy, była budowa geologiczna. Dalszy podział wynikał wyłącznie z geotechnicznych właściwości gruntów.

Zgodnie z normą [3] grunty budujące podłoża dokumentowanego terenu zaliczono do:

- organicznych,
- nasypowych,
- rodzimych mineralnych nieskalistych: niespoistych i spoistych.

Występujące w podłożu grunty ujęto w cztery warstwy. Cechy fizyczno-mechaniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych oraz zależności korelacyjnych podanych w normie [2]. Współczynniki materiałowe  $\gamma_m$  parametrów wiodących w poszczególnych warstwach obliczono metodami statystycznymi. W przypadku, gdy wyliczona wartość współczynnika była niewielka, zgodnie z zaleceniami normy [2], nie przyjmowano wartości bliższych jedności niż  $\gamma_m=1\pm 0,10$ . Uogólnione wartości cech fizyczno-mechanicznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych podano w załączniku nr **Z4**.

Grunty podłoża budowlanego ujęto w cztery warstwy o symbolach Ib, II, III oraz V.

**Warstwę Ib** - stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy. Nasypy mają stosunkowo korzystny skład mechaniczny, gdyż zbudowane są przede wszystkim z utworów niespoistych. Grunty spoiste w obrębie nasypów występują lokalnie. Nasypy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,41$  ( $\gamma_m=1\pm 0,21$ ).

**Warstwę II** - stanowią grunty organiczne - humus. Szkielet mineralny humusu zbudowany jest z piasków drobnych i średnich z domieszką kamieni. Humus nie jest przewidziany jako podłożę budowlane

**Warstwę III** - budują piaski drobne występujące w stanie średnio zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,43$  ( $\gamma_m=1\pm 0,13$ ),

**Warstwę V** - budują gliny znajdujące się w konsystencji plastycznej i stanie twardoplastycznym o średniej

wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,12$   
( $\gamma_m=1\pm 0,46$ ).

Gliny są niezwykle wrażliwe na rozmakanie oraz przemarzanie. Niewielka zmiana ich wilgotności, może istotnie zmienić ich stan. Do zmiany stanu bardzo łatwo dochodzi w przypadku, gdy zmiany wilgotności towarzyszą drgania wywołane na przykład praca ciężkiego sprzętu budowlanego. Aby nie pogorszyć własności tych gruntów, należy je bardzo starannie chronić przed przemarzaniem i rozmakaniem. Z uwagi na głębokość występowania, zmiana własności tych gruntów po odkryciu jest prawdopodobna. Powyższe zlecenia należy stosować w przypadku stwierdzenia w podłożu iłów. Dodatkowo te grunty należy także chronić przed wysychaniem.

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekrojach geotechnicznych, które zamieszczono jako załącznik nr Z5. Dane geotechniczne do wydzielonych warstw zawiera załącznik nr Z4.

### **5.2.3. Warunki geotechniczne pod projektowaną siecią**

Warunki geotechniczne występujące pod projektowaną siecią wynikają z przekroju geotechnicznego (załącznik nr Z5) oraz legendy (załącznik nr Z4).

Zasadnicze czynniki determinujące posadowienie obiektu sprowadzają się do:

- Występowania w poziomie posadowienia średniozagęszczonych piasków drobnych,
- Brak występowania wody podziemnej w zakresie głębokości przewidywanego posadowienia.

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

### **6.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych**

- 6.1.1. W wyniku wykonanych terenowych oraz laboratoryjnych badań geotechnicznych materiałów archiwalnych, dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie



- projektowanej inwestycji.
- 6.1.2. W miejscu lokalizacji planowanej inwestycji występują proste warunki geotechniczne.
  - 6.1.3. Przypowierzchniowa warstwa podłoża zbudowana jest z humusu oraz nasypów.
  - 6.1.4. Poniżej, podłożę gruntowe zbudowane jest z drobnych piasków rzecznych. Badany obszar pościelony jest warstwa wyerodowanych glin. Nie można także wykluczyć pojawienia się iłów.
  - 6.1.5. Na trasie projektowanego ciepłociągu nie stwierdzono występowania zjawisk geodynamicznych ani innych niekorzystnych zjawisk geologicznych.
  - 6.1.6. W trakcie wykonywania prac geotechnicznych nie stwierdzono występowania zwierciadła wody podziemnej.
  - 6.1.7. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,00 m ppt.
  - 6.1.8. Ze względu na duże odległości pomiędzy wykonanymi otworami wiertniczymi, nie można wykluczyć bardziej złożonej budowy podłoża gruntowego.

## 6.2. Zalecenia projektowe

- 6.2.1. Do ewentualnych obliczeń, można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w załączniku nr Z4. Ze względu na duże odległości pomiędzy poszczególnymi punktami badań, na niewielkich obszarach, wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.
- 6.2.2. Wartości parametrów obliczeniowych ustalić przez pomnożenie wartości parametrów charakterystycznych z załącznika nr Z4 przez współczynnik materiałowy  $\gamma_m$ . Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować bardziej niekorzystną, zapewniającą większe bezpieczeństwo budowli.
- 6.2.3. Zaleca się, aby projekt budowlany określał wymagane zagęszczenie, wyrażone minimalną wartością stopnia zagęszczenia  $I_D$  lub wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , dla gruntów niespoistych stanowiących zasypkę lub pod-

sypkę.

- 6.2.4. Ze względu na rodzaj występujących gruntów, maksymalne pochylenie skarp wykopów nieumocnionych, przy nieobciążonej koronie, nie powinno przekraczać wartości kąta tarcia wewnętrznego poszczególnych warstw gruntu, zestawionych w załączniku Z4 z jednoczesnym uwzględnieniem wymagań normy [8].
- 6.2.5. Zgodnie z normą [8] maksymalne pochylenie skarp wykopów tymczasowych, nieumocnionych, nie powinno przekraczać 1:1,5, przy czym w tym przypadku głębokość wykopu nie powinna być większa niż 4 m.

## **6.3. Zalecenia realizacyjne**

### **6.3.1. Odbiory podłoża i inne zalecenia realizacyjne**

- 6.3.1.1. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z przebudową sieci ciepłowniczej wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego.
- 6.3.1.2. Przeprowadzone badania podłoża gruntowego mają charakter punktowy i przy dużych odległościach pomiędzy poszczególnymi otworami występujące warunki mogą się różnić od założonych. Z tych względów w trakcie odbioru podłoża każdorazowo należy sprawdzić zgodność występujących warunków z założeniami.
- 6.3.1.3. W przypadku braku innych ustaleń, odbiór podłoża pod projektowaną przebudowę sieci ciepłowniczej można wykonać zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych [8, 9].
- 6.3.1.4. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektów i budowli odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz geologa lub geotechnika. Nie jest to jednak wymóg obligatoryjny.
- 6.3.1.5. W przypadku stwierdzenia na poziomie posadowienia lub nieco poniżej gruntów spoistych, należy je bardzo starannie chronić przez rozmakaniem oraz przemarzaniem. W przypadku wystąpienia iłów, należy je także chronić przed przesuszeniem. Zmiana wilgotności gruntów spoistych może doprowadzić



do zmiany ich własności mechanicznych - wytrzymałościowych oraz odkształceniowych. W przypadku iltów, mogą się ujawnić własności ekspansywne.

- 6.3.1.6. Przed posadowieniem obiektów w istniejących nasypach, zaleca się dogęszczenie podłoża, w celu wyrównania wartości zagęszczenia.

### **6.3.2. Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania**

- 6.3.2.1. W trakcie wykonywania robót ziemnych znajdzie konieczność wykonywania zasypek wykonanych wcześniej wykopów oraz ewentualnie podsypek pod projektowaną sieć ciepłowniczą. Generalnie zaleca się wykonywanie zasypek z gruntów niespoistych (piaszczysto-żwirowych).
- 6.3.2.2. Zwraca się uwagę, że grunty niespoiste występujące w warunkach naturalnych w obrębie inwestycji, są źle uziarnione pod względem możliwości ich zagęszczania, gdyż wskaźnik jednorodności uziarnienia tych gruntów nie przekracza wartości  $C_u < 6$  a wskaźnik krzywizny jest mniejszy od  $C_c < 1$ .
- 6.3.2.3. 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.
- 6.3.2.4. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy i zasypki, podsypki itp. jest ich prowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
- 6.3.2.5. Grunt o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $C_u < 3$  w zasadzie nie powinien być używany do wykonania zasypek i podsypek chyba, że badania na poletku doświadczalnym wykażą możliwość jego zagęszczenia. W przypadku, gdy badania na poletku doświadczalnym okażą się negatywne, grunt należy doziarnić.
- 6.3.2.6. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie.

- 6.3.2.7. Proces zagęszczania żle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
- 6.3.2.8. Walce wibracyjne o dużej masie pozwalają na zagęszczanie żle uziarnionego podłoża niespoistego warstwami większej miąższości.
- 6.3.2.9. W przypadku, gdy zagęszczanie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ) warstw o niewielkiej miąższości nie da oczekiwanych rezultatów, konieczne będzie odziarnienie zagęszczanych gruntów odpowiednio dobranymi frakcjami lub innymi gruntami, aby spełniony został warunek  $C_u > 6$  oraz  $3 > C_c > 1$ .
- 6.3.2.10. Wskazane jest, aby materiał stosowany do wbudowywania był w miarę możliwości jednorodny. Wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  wylicza się bowiem w oparciu o uprzednio wyznaczona wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$  ( $\gamma_d^{max}$  ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej).
- 6.3.2.11. 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.
- 6.3.2.12. Uwzględniając ewentualne problemy związane z odbiorami zagęszczanego podłoża, zaleca się rozważenie zasadności technicznej i ekonomicznej stosowania w szczególnie odpowiedzialnych miejscach odpowiedniego materiału gwarantującego bezproblemowo skuteczne zagęszczanie (np. pospółki frakcji 0/12).

### **6.3.3. Kontrola zagęszczenia podłoża**

- 6.3.3.1. Podstawowym miarodajnym parametrem do odbioru nasypów, zasypek, podsypek itp. nie jest stopień zagęszczenia  $I_D$ , lecz wskaźnik zagęszczenia  $I_s$ .
- 6.3.3.2. Odbiór zagęszczanego podłoża powinien odbywać się poszczególnymi warstwami. Do wykonania kolejnej warstwy powinno się przystąpić po dokonaniu odbioru warstwy poprzedniej. Ze względu na metodykę badań wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s$ , odbiory zagęszczenia podłoża mają

- charakter zanikający.
- 6.3.3.3. W przypadku, gdy kontrola nie będzie się odbywać zagęszczanymi warstwami, lecz w sposób kompleksowy, wyznaczenie wartości wskaźników zagęszczenia  $I_S$  w przekroju pionowym jest możliwe, lecz niezwykle kosztowne, gdyż wymaga pobrania prób o nienaruszonej strukturze z poszczególnych głębokości.
- 6.3.3.4. Do określania wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  nie zaleca się wykorzystywania sondowań podłoża.
- 6.3.3.5. Korelacje pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  a stopniem zagęszczenia  $I_D$  są niedokładne i mają charakter orientacyjny. Badania wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  za pomocą sondowań podłoża nie przewiduje żadna norma zagraniczna ani krajowa.
- 6.3.3.6. Sondowania dynamiczne gruntu są natomiast bardzo przydatne do oceny jednorodności zagęszczenia podłoża w całym profilu pionowym.
- 6.3.3.7. W przypadku braku kryteriów odbioru, można wykorzystać, zależnie od charakteru nasypu czy zasypki, zalecenia podane w normach przedmiotowych.
- 6.3.3.8. Zastępczo, zamiast badania wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , można stosować oznaczanie dynamicznego modułu odkształcenia  $E_D$ . W przypadku, gdy projekt budowlany nie będzie określał wymaganej wartości dynamicznego modułu odkształcenia  $E_D$  lecz tylko wymagane wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , dla każdego rodzaju gruntu należy opracować zależności korelacyjne pomiędzy wartościami  $E_D$  a  $I_S$ .
- 6.3.3.9. Przy końcowym odbiorze robót ziemnych pod istniejącymi ulicami należy posługiwać się wartościami pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia ( $E_1$  i  $E_2$ ) oraz wskaźnikiem odkształcenia ( $I_o$ ).
- 6.3.3.10. Parametry związane z prowadzonymi pracami ziemnymi a w szczególności charakteryzujące zagęszczenie zasypek i podsypek powinny być kontrolowane na bieżąco w trakcie budowy a ich wyniki zapisywane do dziennika budowy.

- 6.3.3.11. Szczególną uwagę należy zwrócić przy zagęszczaniu gruntu, stanowiącego zasypkę ciepłociągu, pod istniejącymi ulicami. W tym przypadku, do odbiorów zaleca się wykorzystywać normę [9].

#### **6.3.4. Obsługa geotechniczna budowy**

- 6.3.4.1. Zaleca się, aby na czasach trwania inwestor ustanowił stały nadzór geotechnicznych, którego zadaniem będzie prowadzenie geotechnicznej obsługi budowy.
- 6.3.4.2. Zadaniem obsługi geotechnicznej budowy byłoby:
- udział w odbiorach podłoża gruntowego pod poszczególne obiekty budowlane,
  - kontrola własności materiału przewidzianego do wykonywania nasypów, zasypek i podsyppek,
  - kontrola zagęszczenia wbudowywanych w podłoże gruntów.

#### **6.3.5. Uwagi końcowe**

Zalecenia dotyczące samych zasad odbioru podłoża gruntowego i poszczególnych elementów robót ziemnych należy traktować wyłącznie jako sugestię. Zasady odbioru (wymagana liczba oraz rodzaj badań kontrolnych) powinny zostać określone wspólnie przez inwestora i projektanta z ewentualnym udziałem geologa (geotechnika). Wymienione w niniejszej dokumentacji normy, ustalające zasady odbioru podłoża gruntowego oraz prac ziemnych nie mają charakteru obligatoryjnego (obowiązkowego). Ich stosowanie ma charakter całkowicie dobrowolny a naruszenie tych norm nie stanowi naruszenia obowiązującego prawa budowlanego. Natomiast same wartości liczbowe poszczególnych wymaganych parametrów zagęszczania podłoża (wskaźnik zagęszczenia  $I_s$ , stopień zagęszczenia  $I_D$ , moduły odkształcenia  $E_1$  i  $E_2$  oraz wskaźnik odkształcenia  $I_o$ , dynamiczny moduł odkształcenia  $E_D$ ) powinny wynikać bezpośrednio z projektu budowlanego lub odpowiednich norm przedmiotowych, jeżeli autorzy projektu na te normy się powołają. Szczegółowy zakres przewidywanych badań powinien zostać przedstawiony w specyfikacji technicznej budowy. Zakres ten powinien

obejmować co najmniej: rodzaj przewidywanych badań oraz częstotliwość ich wykonywania.

## 7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOTECHNICZNEJ

Przy sporządzaniu dokumentacji geotechnicznej korzystano z niżej wymienionych przepisów prawnych, norm państwowych i branżowych, map geologicznych, sytuacyjnych i topograficznych a także literatury:

### 7.1. Przepisy prawne

- [1]. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*Dz.U. Nr 126, poz. 839*).

### 7.2. Normy państwowe i branżowe

- [2]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [3]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [4]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [5]. PN-B 02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [6]. PN-B 02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [7]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [8]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [9]. PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

### 7.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne

- [10]. Mapa sytuacyjno-wysokościowa terenu badań z uzbrojeniem terenu dostarczona przez Zleceniodawcę.
- [11]. Mapa topograficzna Polski. Arkusz Bydgoszcz. Skala

- 1:10 000. Główny Geodeta Kraju. Warszawa 2000 rok.
- [12]. Regionalizacja fizyczno - geograficzna Polski. Skala 1:1 500 000. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Geodeta Kraju. Warszawa 1994 rok.
- [13]. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Bydgoszcz Wschód. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 1992 rok.

#### **7.4. Literatura, geotechniczne materiały archiwalne, dokumentacje projektowe**

- [14]. Ignut R., Kłebek A., Puchalski R.: Terenowe badania geologiczno-inżynierskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973 rok.
- [15]. Karta informacyjna przedsięwzięcia do wniosku o wydanie decyzji środowiskowych. Opracowanie Energoexpert Sp. z o.o. Katowice, wrzesień 2016.
- [16]. Kondracki J.: Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2002 rok.
- [17]. Kozłowska M., Kozłowski I.: Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 1992 rok.
- [18]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komun. Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.

Bydgoszcz, październik 2016 rok