



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] 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

04

Przebudowa magistralnej sieci ciepłowniczej

ZADANIE

**2xDN600 od komory K-521 w kierunku
ul. Iławskiej 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

SPIS TREŚCI.....	3
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW.....	4
CZĘŚĆ OPISOWA	5
1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA	5
1.1. Podstawa opracowania.....	5
1.2. Przedmiot opracowania	5
1.3. Cel i zakres badań geotechnicznych	5
2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI	6
2.1. Przedmiot i położenie inwestycji	6
2.2. Ogólny opis inwestycji	6
3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....	7
3.1. Położenie fizycznogeograficzne, geomorfologia i hydrografia terenu.....	7
3.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne.....	7
4. OPINIA GEOTECHNICZNA.....	8
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
5. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	10
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.....	15
6.3.1. Odbiory podłoża	15
6.3.2. Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania	16
6.3.3. Kontrola zagęszczenia podłoża	18
6.3.4. Obsługa geotechniczna budowy	19
6.3.5. Uwagi końcowe	19

7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOTECHNICZNEJ 20

7.1. Przepisy prawne.....	20
7.2. Normy państwowe i branżowe.....	20
7.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne	21
7.4. Literatura, geotechniczne materiały archiwalne, dokumentacje projektowe	21

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[®] 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 komory K-521 w kierunku ul. Iławskiej 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 komory K-521 w kierunku ul. Iławskiej 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 166 m. Przebiegać będzie od komory K-521 w kierunku ulicy Iławskiej, przez działki będące w posiadaniu Gminy Bydgoszcz oraz działkę Skarbu Państwa w użytkowaniu MSW, do działki będącej własnością Gminy 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 rzecznego. Obszar położony jest na VII nadzalewowy tarasie erozyjno-akumulacyjnym. W południowej części, do terenu badań, przylega krawędź erozyjna[17]..

Pod względem hydrograficznym dokumentowany teren leży w zlewni rzeki Brdy, od której oddalony jest o około 0,2 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 plejstocénskich rzecznych piasków ze żwirami fazy leszczyńskiej zlodowacenia północnopolskiego.

W dokumentowanym podłożu, w trakcie wykonywania prac, nie stwierdzono występowania poziomego 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.

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 lokalnie (otwór wiertniczy A1) przypowierzchniową warstwę podłoża stanowi gleba (humus) o miąższości średnio 0,4 m. Poniżej występują ciągłą warstwą średniozagęszczone piaski średnie lub grube z domieszkami kamieni. Lokalnie (rejon otworu A3) piaski te są luźne. 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 lokalnie stanowi humus. Humus nie stanowi podłoża budowlanego. W rejonie otworu A3 stwierdzono przypowierzchniowo utwory piaszczyste luźne, lecz nie będą one stanowić podłoża budowlanego.

Poniżej wykształcone zostały przede wszystkim grunty piaszczyste reprezentowane przez średnie i grube z domieszkami kamieni. Grunty te występują w stanie średniozagęszczonym lub zagęszczonym.

Wstępujące grunty są jednorodne genetycznie i litologicznie, zalegają mniej więcej poziomo. Nie stwierdzono mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych. 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 6 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	6

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,
- rodzimych mineralnych nieskalistych niespoistych.

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 γ_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 następujące cztery warstwy geotechniczne o symbolach II, IVa, IVb oraz IVc.

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 IV - budują piaski średnie z domieszką piasków grubych i kamieni oraz piaski grube z domieszką piasków średnich i kamieni. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie IV warstwy wyróżniono trzy podwarstwy:

podwarstwę IVa - obejmującą piaski w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,11$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$); podwarstwa IVa występuje lokalnie i przypowierzchniowo i nie ma znaczenia dla posadowienia projektowanej sieci,

podwarstwę IVb - obejmującą piaski występujące w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,51$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,18$); warstwa ta stanowi zasadnicze podłożę budowlane projektowanej sieci,

podwarstwę IVc - obejmującą piaski występujące w stanie zagęszczonym o średniej wartości

stopnia zagęszczenia $I_D=0,68$ ($\gamma_m=1\pm 0,10$); pisaki te zalegają lokalnie.

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 średnich i grubych,
- 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 lokalnie z humusu oraz luźnych piasków grubych.
- 6.1.4. Poniżej, podłoże gruntowe zbudowane jest z średnich i grubych występujących w stanie średniozagęszczonym, lokalnie zagęszczonym.
- 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 γ_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 podsypkę.
- 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

- 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.

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

- 6.3.2.1. W trakcie wykonywania robót ziemnych zajdzie 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 sku-

- tecznego 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 źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
- 6.3.2.8. Walce wibracyjne o dużej masie pozwalają na zagęszczanie źle 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 γ_d^{max} (γ_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 γ_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 podsypek,
 - 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 bezpośrednio 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