



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] 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

2957/2017

Nr opracowania

01

Przebudowa sieci ciepłowniczej 2xDN400

Z A D A N I E

**w rejonie ulic Unii Lubelskiej, Królowej
Jadwigi, Dworcowej, Obrońców
Bydgoszczy w Bydgoszczy - Astoria**



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

	Imię i nazwisko, numer uprawnień	Podpis
Autorzy dokumentacji	mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa uprawnienia geologiczne VII-1603 uprawnienia geologiczne XI-027/POM uprawnienia geologiczne XII-012/POM	
	techn. Kamil Sikorski	
	mgr Paulina Wesołowska	

BYDGOSZCZ, MARZEC 2017 ROK

SPIS TREŚCI

do geotechnicznych warunków posadowienia

SPIS TREŚCI	3
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	5
CZĘŚĆ OPISOWA	7
1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA	7
1.1. Podstawa opracowania.....	7
1.2. Przedmiot opracowania	7
1.3. Cel i zakres badań geotechnicznych	7
2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI	8
2.1. Przedmiot i położenie inwestycji	8
3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	9
3.1. Położenie fizycznogeograficzne, geomorfologia i hydrografia terenu.....	9
3.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne.....	9
4. OPINIA GEOTECHNICZNA	10
4.1. Przydatność gruntów dla potrzeb budownictwa	11
4.2. Kategoria geotechniczna	12
4.2.1. Stopień skomplikowania warunków gruntowych.....	12
4.2.2. Ryzyko realizacji posadowienia (kategoria geotechniczna) ..	12
5. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	13
5.1. Zakres, metodyka, wyniki oraz interpretacja wykonanych polowych i laboratoryjnych badań gruntów	13
5.1.1. Prace terenowe (polowe)	13
5.1.1.1. Wiercenia geotechniczne	13
5.1.1.3. Opróbowanie wyrobisk	15
5.1.2. Badania laboratoryjne	15
5.2. Model geologiczny podłoża gruntowego	16
5.2.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie w rejonie projektowanego inwestycji	16
5.2.2. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych wraz z danymi geotechnicznymi	16
5.2.3. Warunki geotechniczne pod projektowaną siecią.....	19
6. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA	20

6.1.	Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych	20
6.2.	Zalecenia projektowe.....	21
6.3.	Zalecenia realizacyjne.....	22
6.3.1.	Odbiory podłoża	22
6.3.2.	Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania	22
6.3.3.	Kontrola zagęszczenia podłoża	24
6.3.4.	Obsługa geotechniczna budowy	25
6.3.5.	Uwagi końcowe	26
7.	MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOTECHNICZNEJ	26
7.1.	Przepisy prawne.....	27
7.2.	Normy państwowe i branżowe	27
7.3.	Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne	27
7.4.	Literatura, geotechniczne materiały archiwalne, dokumentacje projektowe	28

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

do geotechnicznych warunków posadowienia

- Z1. *Mapy orientacyjne*
 - Z1/1. Mapa topograficzna Polski. Skala 1:10 000.
 - Z1/2. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Bydgoszcz Zachód. Skala 1:50 000.
- Z2.1÷4 Mapa dokumentacyjna. Skala 1:500.
- Z3. Objasnienia znaków i symboli użytych na metrykach, przekroju oraz w legendzie.
- Z4. Legenda do przekroju geotechnicznego.
- Z5. Przekroje geotechniczne.
 - Z5/1. Przekrój geotechniczny od I-I do III-III. Skala 1:100/2 500.
 - Z5/2. Przekrój geotechniczny IV-IV. Skala 1:100/1 000

CZĘŚĆ OPISOWA

do geotechnicznych warunków posadowienia

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

1.1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia firmy ENERGOEKSPERT Sp. z o.o. (40-145 Katowice, ul. Karłowicza 11a) skierowanego do Przedsiębiorstwa Geotechniczno-Konsultingowego GEOTECH[®] Sp. z o.o. (85-383 Bydgoszcz, ul. Kartuska 15). Praca została zarejestrowana pod numerem 2957/2017.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja ustalająca warunki geotechniczne dla potrzeb zadania: „Przebudowa sieci ciepłowniczej 2xDN400 w rejonie ulic Unii Lubelskiej, Królowej Jadwigi, Dworcowej, Obrońców Bydgoszczy 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.

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 przekrój wykonano z uwzględnieniem archiwalnych wierceń co nie wyklucza, że ma on charakter zgeneralizowany.

2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

2.1. Przedmiot i położenie inwestycji

Przedmiotem inwestycji jest przebudowa sieci ciepłowniczej 2xDN400 w rejonie ulic Unii Lubelskiej, Królowej Jadwigi, Dworcowej, Obrońców Bydgoszczy w Bydgoszczy.

Lokalizację terenu badań przedstawiono ogólnie w załączniku nr Z1/1. Bardziej szczegółową lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik nr Z2.

Inwestycja składa się z 4 etapów [11]. Etap 1, część I obejmować będzie projektowaną sieć ciepłowniczą 2xDN400 o długości 237,3 m od nowoprojektowanej komory K-3 przy ulicy Unii Lubelskiej do połączenia z istniejącą siecią 2XDN400/560 na działce 9/14.

Etap 1, część II obejmować będzie dwa odcinki łączące sieć 2XDN400/560, pierwszy długości 231,0 m od działki 52/2 do działki 54/11 i prostopadły do niego odcinek o długości 75,2 m.

Etap 2 obejmować będzie projektowany odcinek sieci o długości 99,0 m od komory K-4/8, znajdującej się na działce 67/2 przy ulicy Rejtana do połączenia z siecią 2XDN400/560 przy ulicy Królowej Jadwigi.

Etap 3 obejmować będzie odcinek sieci o długości 109,7 m od włączenia sieci do komory K4/10 na działce 48/4 do włączenia do istniejącej sieci na działce 48/14 w pobliżu budynku biurowego nr 63 przy ulicy Dworcowej.

Etap 4 obejmować będzie odcinek sieci o długości 388,0 m biegnący wzdłuż Bulwarów od włączenia do sieci istniejącej na działce 128/5 do włączenia do istniejącej komory K-4/17 przy ulicy Obrońców Bydgoszczy.

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 [14].

Pod względem geomorfologicznym badany obszar budują formy pochodzenia rzecznego. Obszar położony jest w dolinie Brdy na VI nadzalewowym tarasie erozyjno-akumulacyjnym. Powierzchnia kolejnych, coraz młodszych tarasów zmniejsza się, a zwiększa się wielkość wcięcia erozyjnego [16].

Pod względem hydrograficznym dokumentowany teren leży w zlewni rzeki Brdy na odcinku od Kanału Bydgoskiego do połączenia z basenem portowym Brdujście. Inwestycja przebiega w odległości około 100 w kierunku północnym i północno-wschodnim koryta Brdy [10].

3.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Na podstawie przeprowadzonych prac, literatury geologicznej oraz map geologicznych [15, 16] stwierdzono, że podłoże gruntowe w zakresie głębokości wykonanych wierceń zbudowane jest z utworów holocenijskich takich jak współczesne nasypy i utwory organiczne, plejstocenijskich wykształconych w postaci utworów niespoistych piaszczystych i spoistych

piasków gliniastych oraz neogeńskich reprezentowanych przez ility.

Dokumentowany obszar badań charakteryzuje się niejednorodną budową geologiczną. Pod przypowierzchniową warstwą nasypów podłoże gruntowe budują piaszczyste utwory rzeczne tarasów zalewowych i rzeczno-wodnolodowcowe tarasy nadzalewowe z wkładkami utworów organicznych. Poniżej zalegają neogeńskie ility.

Z przeglądowej mapy hydrogeologicznej, wynika że pierwszy poziom wody podziemnej w przeważającej części roku występuje na głębokości od 5 m p.p.t. do 10 m p.p.t., a jego poziom może się wahać w ciągu roku nawet do 6,0 m [13].

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.

W dokumentowanym podłożu, w trakcie wykonywania prac stwierdzono występowanie poziomu wodonośnego. Wykorzystane archiwalne wiercenia potwierdzają występowanie wody podziemnej. Wodę podziemną nawiercono na głębokości 1,8÷6,0 m p.p.t. i stabilizowała się na głębokości 0,7÷4,97 m.

Badany obszar leży w rejonie przeważnie złych warunków budowlanych [12].

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 geotechnicz-

ną obiektu budowlanego [1].

4.1. Przydatność gruntów dla potrzeb budownictwa

Dokumentowany obszar badań w zakresie rozpoznania budują grunty niespoiste reprezentowane przez nasypy i piaski różnoziarniste w stanie luźnym i średniozagęszczonym.

Z przeprowadzonych badań z uwzględnieniem wierceń archiwalnych wynika, że przypowierzchniową warstwę podłoża stanowią nasypy dochodzące do głębokości 5,0 m. Zbudowane są one przede wszystkim z utworów piaszczystych, ale także w ich składzie występują domieszki gruntów spoistych (piasków gliniastych i gliny piaszczystej) i domieszki elementów antropogenicznych.

Pod nasypami, wykształcone zostały grunty piaszczyste reprezentowane przez piaski różnoziarniste (piaski drobne, piaski średnie, żwiry, pospółkę). Utwory piaszczyste występują w zmiennej miąższości od 0,8 m do 5,3 m w stanie średnio zagęszczonym.

W rejonie otworów nr A1, C1, D1 i D2 nawiercono warstwę namułów o miąższości od 0,5 m do 0,8 m. Na podstawie archiwalnych wierceń stwierdza się występowanie ciągłej warstwy osadów organicznych o miąższości od 0,5÷1,0 m. Strop tej warstwy występuje na rzędnej 38,0÷32,0 m n. p. m.

Woda podziemna została nawiercona na głębokości 1,8÷3,2 m p.p.t., to jest na głębokości poniżej poziomu posadowienia instalacji i nie ma możliwości bezpośredniego jej oddziaływania na rozbudowywane elementy.

Z istniejących przesłanek można stwierdzić, że do głębokości posadowienia warunki gruntowo – wodne mają charakter prosty, jednakże należy tutaj zastrzec konieczność zagęszczenia warstwy nasypów.

Poniżej tego poziomu można spodziewać się warunków złożonych w tym wystąpienia osadów organicznych.

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

Występujące grunty generalnie zalegają poziomo. Jednakże stwierdzono występowanie mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych oraz nasypów o zróżnicowanych parametrach geotechnicznych. Brak jest występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

W zakresie głębokości prowadzonych prac, we wszystkich otworach (za wyjątkiem otworu A4) przewiercono wodę podziemną.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w zakresie realizacji inwestycji tj. do poziomu 1,2 m warunki gruntowe są proste [1]. Poniżej tego poziomu budowa geologiczna wykazuje złożone warunki gruntowe.

4.2.2. Ryzyko realizacji posadowienia (kategoria geotechniczna)

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

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 wy-prowadzonych wartości danych geotechnicznych dla każdej warstwy [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 oraz pobranie próbek gruntu do kontrolnych badań laboratoryjnych.

5.1.1.1. Wiercenia geotechniczne

Z poziomu istniejącego terenu wykonano 9 otworów wiertniczych. Głębokości poszczególnych wykonanych otworów wiertniczych były następujące:

Lp.	Głębokość otworu	Liczba otworów	Wyszczególnienie otworów	Łączny metraż wierceń
1.	4,0	3	A3, A4, D3	12,0
2.	4,5	1	B1,	4,5
3.	5,5	1	A2,	5,5
4.	6,5	1	C1,	6,5
5.	7,0	1	D1,	7,0
6.	8,0	2	A1, D2,	16,0

Razem:	51,5
---------------	-------------

Łącznie wykonano 51,5 m wierceń. Wiercenia prowadzono zgodnie z metodyką zawartą w normie [7] a ich wyniki zinterpretowano z uwzględnieniem norm [2].

Lokalizację wierceń przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr Z2. Wyniki wiercenia przedstawiono na przekrojach geotechnicznych stanowiących załącznik nr Z5.

5.1.1.2. Sondowania dynamiczne

Występujące w podłożu grunty niespoiste poddano sondowaniu sondą dynamiczną DPL. Sondowanie sondą DPL prowadzono zgodnie z metodyką podaną w normie [7] i prowadzono mechanicznie wykorzystując wiertnice, przystosowane do wykonywania tego rodzaju badań. Do wszystkich sondowań wykorzystano końcówki zgodne z normą [7].

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

W tabeli poniżej zestawiono wykonane sondowania dynamiczne:

Lp.	Głębokość sondowania	Liczba sondowań	Wyszczególnienie otworów	Łączny metraż sondowań
1.	4,0	3	A3, A4, D3,	12,0
2.	4,5	1	B1,	4,5
3.	5,0	1	D1,	5,0
4.	5,5	1	A2,	5,5
5.	6,5	2	C1, D2,	13,0
6.	8,0	1	A1,	8,0
Razem:				48,0

Łącznie wykonano 48,0 m sondowań dynamicznych – 9 sztuk. Metraż i ilość punktów badawczych dostosowano do zakresu występowania gruntów niespoistych.

Wyniki sondowania podłoża przedstawiono na przekrojach geotechnicznych stanowiących załącznik nr Z5.

5.1.1.3. Opróbowanie wyrobisk

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano łącznie 35 próbek gruntów. Liczba pobranych próbek gruntów według [7] była następująca:

Lp.	Kategoria [5] pobierania próbek	Opis metody pobierania próbki wg [7]	Liczba pobranych próbek
1.	Kategoria B	Próbki z zachowaną wilgotnością i składem ziarnowym	23
2.	Kategoria C	Próbki umożliwiające określenie składu ziarnowego	12

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 według normy, natomiast metodą C – klasie jakościowej 5 według normy [5].

Miejsca pobrania próbek przedstawiono 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. Dla wytypowanych próbek gruntów przeprowadzono dalsze szczegółowe badania laboratoryjne.

Wszystkie badania laboratoryjne wykonano na podstawie normy [4]. Badania laboratoryjne obejmowały wykonanie wymienionych niżej oznaczeń cech fizycznych próbek gruntów.

Lp.	Rodzaj badania	Jednostka	Symbol	Wykonana liczba badań	Metodyka badania wg normy
1.	Wilgotność	[%]	w_n	35	[4]
2.	Uziarnienie gruntu	[%]	f	6	[4]
3.	Zawartość części organicznych	[%]	I_{om}	8	[4]

5.2. Model geologiczny podłoża gruntowego

Na dwuwymiarowy model geologiczny podłoża gruntowego składają się przekroje geotechniczne stanowiące załącznik nr Z5.1÷2 wraz z legendą przedstawioną w załączniku Z4.

5.2.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie w rejonie projektowanego inwestycji

Badany obszar położony jest w obszarze gruntów piaszczysto-madowych tarasów niższych, poniżej 4-6 m. Warunki budowlane na tym terenie są przeważnie złe [12].

Podane dane mają charakter bardzo ogólny, lecz częściowo zostały potwierdzone wykonanymi badaniami. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie różnoziarnistych utworów piaszczystych genezy rzecznej i wodnolodowcowej.

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 z geotechnicznych właściwości gruntów.

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

- rodzimych organicznych,
- rodzimych mineralnych nieskalistych spoistych

- rodzimych mineralnych nieskalistych niespoistych.

Występujące w podłożu grunty ujęto w siedem warstw. Cechy fizyczno-mechaniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych oraz zależności korelacyjnych podanych w normach [2] oraz archiwalnych wyników badań. 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 $\gamma_m=1\pm 0,25$. Uogólnione wartości cech fizyczno-mechanicznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych podano w załączniku nr Z4.

Grunty podłoża budowlanego ujęto w następujące siedem warstw geotechnicznych:

Warstwę I - stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie I warstwy wyróżniono dwie podwarstwy:

podwarstwę Ia - obejmującą nasypy z piasków różnoziarnistych z udziałem gruntów organicznych (gleby i namułu piaszczystego) i części antropogenicznych w postaci gruzu ceglanego. Grunty reprezentujące tą podwarstwę występują w stanie luźnym o niskiej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,31$ ($\gamma_m = 1\pm 0,10$).

podwarstwę Ib - obejmującą nasypy z piasków różnoziarnistych z udziałem utworów spoiстых, gruntów organicznych (gleby, namułu piaszczystego i torfu) i części antropogenicznych w postaci gruzu ceglanego i budowlanego. Grunty reprezentujące tą podwarstwę występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,43$ ($\gamma_m = 1\pm 0,11$).

Z uwagi na zmienny skład mechaniczny i zawartości części organicznych, podany parametr wiodący dla nasypów (I_D) ma w dużej mierze charakter orientacyjny. Wątpliwości dotyczące miarodajnych parametrów nasypów wynikają przede wszystkim z ich zmiennego składu mechanicznego.

Warstwę II – budują utwory organiczne. Wśród, których wyodrębniono następujące podwarstwy:

podwarstwę IIa - obejmującą glebę próchniczną. Są to grunty przypowierzchniowe nie przewidziane do wykorzystania jako podłoże budowlane.

podwarstwę IIb - obejmującą namuły piaszczyste.

podwarstwę IIc - obejmującą namuły gliniaste.

podwarstwę IId - obejmującą torfy.

Wyżej wymienione grunty składające się na warstwę II wykazują dużą zawartość części organicznych, posiadają dużą odkształcalność i małą wytrzymałość. Należą one do gruntów wątpliwych do wykorzystania jako podłoże budowlane bez zastosowania ulepszeń lub środków wzmacniających.

Warstwę III - budują piaski drobne z lokalnymi domieszkami części organicznych lub z przewarstwieniami namułów piaszczystych. Grunty reprezentujące tą warstwę występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,45$ ($\gamma_m = 1\pm 0,17$),

Warstwę IV - budują piaski średnie z lokalnymi domieszkami otoczków. Grunty reprezentujące tą warstwę występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,51$ ($\gamma_m = 1\pm 0,10$),

Warstwę V - budują pospółki i żwiry z domieszkami otoczków. Grunty reprezentujące tą warstwę występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,40$ ($\gamma_m = 1\pm 0,20$).

Warstwę VI - stanowią utwory wodnolodowcowe wykształcone w postaci glin zwałowych i są reprezentowane przede wszystkim przez piaski gliniaste. Dla utworów warstwy VI przyjęto grupę konsolidacji geologicznej B [2]. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,40$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$).

Grunty tej warstwy są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Z tych względów grunty te należy bardzo starannie chronić przed rozmakaniem i przemarzaniem.

Warstwę VII - stanowią utwory zastoiskowe wykształcone w postaci iłków. Dla utworów warstwy VI przyjęto grupę konsolidacji geologicznej D [2]. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twaroplastycznym o niskiej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,10$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$).

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekroju geotechnicznym, który 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 przekrojów geotechnicznych (załączniki nr Z5.1÷2) oraz legendy (załącznik nr Z4).

Wykonane badania mają charakter punktowy i zostały uzupełnione o archiwalne profile otworów. Na podstawie tych danych stwierdzono powierzchniowe występowanie nasypów niekontrolowanych w stanie luźnym (w pobliżu otworu C1) oraz w stanie średniozagęszczonym w pozostałych otworach wiertniczych. Zarówno wiercenia wykonane na potrzeby niniejszego opracowania jak i archiwalne wskazują na występowanie pod nasypami dużej miąższości osa-

dów piaszczystych w stanie średniozagęszczonym. Lokalnie bezpośrednio pod nasypami zalega warstwa utworów organicznych takich jak torfy, namuły piaszczyste i gliniaste. W części zachodniej badanego obszaru nie stwierdzono utworów organicznych.

Biorąc pod uwagę wcześniejsze rozpoznanie podłoża w tym rejonie, nie można wykluczyć występowania wody podziemnej na głębokości posadowienia instalacji.

6. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

6.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych

- 6.1.1. W wyniku wykonanych terenowych oraz laboratoryjnych badań geotechnicznych i materiałów archiwalnych, dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie projektowanej inwestycji.
- 6.1.2. W miejscu lokalizacji planowanej inwestycji do głębokości realizacji posadowienia tj. do głębokości 1,2, występują proste warunki gruntowe.
- 6.1.3. Przypowierzchniowa warstwa podłoża zbudowana jest z nasypów niekontrolowanych w stanie zagęszczenia od luźnego $I_D=0,31$, do średnio zagęszczonego o $I_D=0,43$.
- 6.1.4. Poniżej nasypów w podłożu dominują grunty niespoiste – piaszczyste różnoziarniste w stanie średniozagęszczonym.
- 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 stwierdzono występowanie zwierciadła wody podziemnej na głębokości 1,8-4,0 m p.p.t., tj. poniżej poziomu posadowienia.
- 6.1.7. W otworach A1, C1, D1 i D2 stwierdzono od 0,5 m do 0,8 m utworów organicznych.

- 6.1.8. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,0 m p.p.t..
- 6.1.9. 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 1:0,5, przy czym w tym przypadku głębokość wykopu nie powinna być większa niż 4,0 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. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy i zasypki, podsypki itp. jest ich prowadzenie przy wilgotności opty-

- malnej (w^{opt}), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
- 6.3.2.3. 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.
- 6.3.2.4. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie.
- 6.3.2.5. Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
- 6.3.2.6. Walce wibracyjne o dużej masie pozwalają na zagęszczanie źle uziarnionego podłoża niespoistego warstwami większej miąższości.
- 6.3.2.7. 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 $3 > C_c > 1$.
- 6.3.2.8. 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 γ_d^{max} (γ_d^{max} ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej).
- 6.3.2.9. 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.

- 6.3.2.10. 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 przewidyje 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 należy posługiwać się wartościami pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia (E_1 i E_2) oraz wskaźnikiem odkształcenia (I_0).
- 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.

6.3.4. Obsługa geotechniczna budowy

- 6.3.4.1. Zaleca się, aby na czas trwania robót ziemnych 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,
- 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_0 , 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 wykorzystano z niżej wymienionych przepisów prawnych, norm pań-

stwowych i branżowych, map geologicznych, sytuacyjnych i topograficznych a także literatury:

7.1. Przepisy prawne

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012, poz. 463).

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 podziału hydrograficznego. Arkusze N-34-97-C. Skala 1:50 000.¹
- [11]. Mapa sytuacyjno-wysokościowa terenu badań z uzbrojeniem terenu dostarczona przez Zleceniodawcę.
- [12]. Przeglądowa mapa geologiczno - inżynierska Polski. Arkusz Bydgoszcz. Skala 1:300000. Wydawnictwo Geotechniczne. Warszawa 1956 rok.
- [13]. Przeglądowa mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz

¹ Mapy podziału hydrograficznego wykonane zostały przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministra Środowiska i sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Bydgoszcz. Skala 1:300000. Wydawnictwo Geotechniczne. Warszawa 1959 rok.

[14]. Regionalizacja fizyczno - geograficzna Polski. Skala 1:1 500 000. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Geodeta Kraju. Warszawa 1994 rok.

[15]. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Bydgoszcz Zachód. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2010 rok.
15.

7.4. Literatura, geotechniczne materiały archiwalne, dokumentacje projektowe

[16]. Butrymowicz N., Włodek M.,: objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2012 rok.

[17]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komun. Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.

Bydgoszcz, marzec 2017 rok