

Pracownia Badań  
Geotechnicznych

**„GEObud” S.C.**

05-825 Grodzisk Mazowiecki, ul. Nadarzyńska 4

02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A

Tel. +48 603 894 776

e-mail: geobud@o2.pl

## Projekt geotechniczny

**przebudowy magistrali ciepłowniczej 2xDN700  
na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do J11  
wraz z kanalizacją teletechniczną  
w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie,  
dzielnica Bemowo**

**Wykonawcy:**

*mgr Jarosław Przygoda  
upr. geol. nr VII-1722*

*inż. Szymon Czernski*

**Prace**

**rozpoczęto:**

*lipiec 2023 r.*

**zakończono:**

*lipiec 2023 r.*

**Wykonano w ilości 3 egzemplarzy**

**Egzemplarz nr .....**

**Warszawa, lipiec 2023 r.**

## **Spis treści**

1. Przedmiot opracowania.....	2
2. Podstawa opracowania .....	2
3. Ogólna charakterystyka terenu .....	2
1. Charakterystyka podłoża gruntowego.....	3
2. Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża .....	4
3. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.....	4
4. Określenie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych .....	4
5. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych .	4
6. Określenie oddziaływań od gruntu .....	5
7. Model obliczeniowy podłoża gruntowego .....	5
8. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego.....	5
9. Wykonawstwo robót ziemnych.....	5
10. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt.....	6
11. Monitoring projektowanego obiektu .....	6



## **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt geotechniczny przebudowy magistrali ciepłowniczej 2xDN700 na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do komory J11 wraz z kanalizacją teletechniczną w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie.

## **2. Podstawa opracowania**

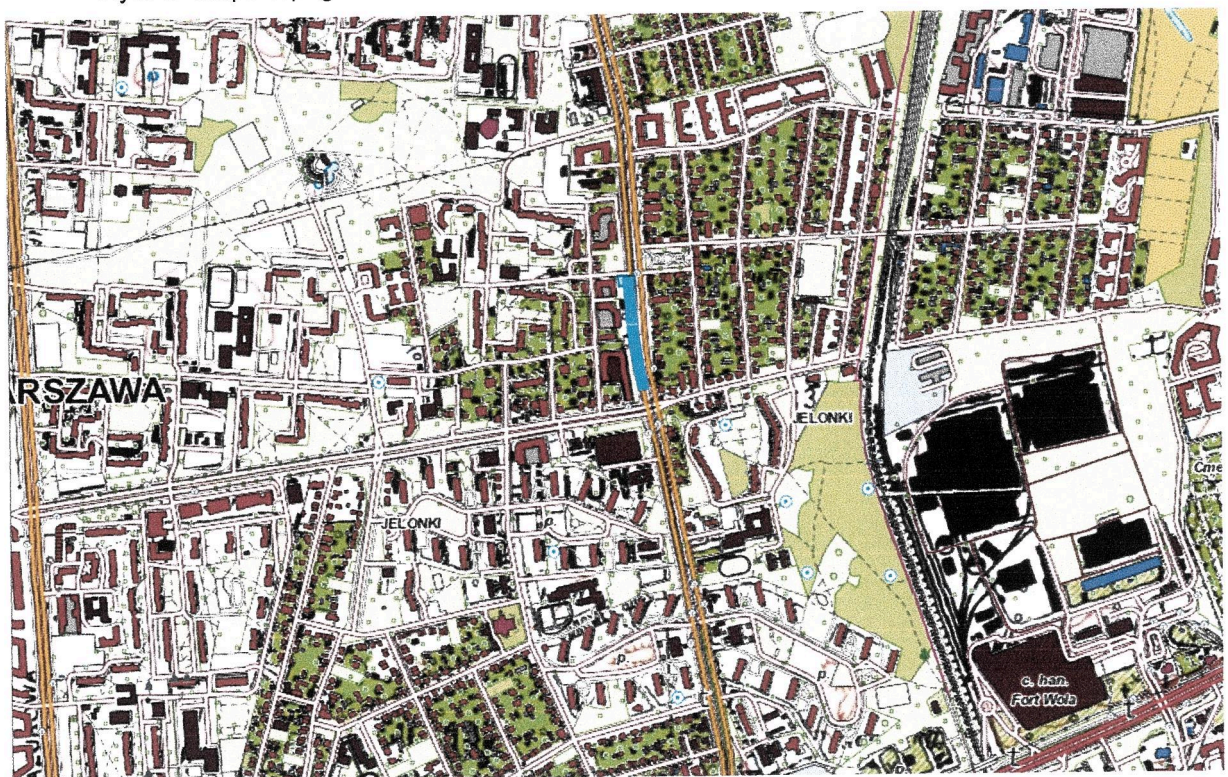
Podstawę formalną i merytoryczną przedmiotowego opracowania stanowią:

- ✓ J. Przygoda: „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektu przebudowy magistrali ciepłowniczej 2xDN700 na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do komory J11 wraz z kanalizacją teletechniczną w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie, dzielnica Bemowo” opracowana w P.B.G. „GEOBUD” s.c. w lipcu 2024 r.,
- ✓ obowiązujące normy określające warunki posadowienia obiektów budowlanych,
- ✓ wymagany zakres opracowania określony przez Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

## **3. Ogólna charakterystyka terenu**

Przewidziana do przebudowy magistrala ciepłownicza przebiega wzdłuż ul. Powstańców Śląskich w Warszawie, dzielnica Bemowo. Lokalizację planowanej inwestycji na tle mapy topograficznej przedstawiono na rysunku 1.

Rys. 1. Mapa topograficzna w skali 1 : 10 000



— - lokalizacja planowanej inwestycji



Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym Polski analizowany teren jest położony na obszarze Równiny Warszawskiej, tworzącej zdenudowaną powierzchnię akumulacji lodowcowej, uformowaną zasadniczo w wyniku procesów sedymentacyjno-denudacyjnych zachodzących w warunkach klimatu peryglacjalnego w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Pod względem geologicznym jest to płaska wysoczyzna morenowa.

Aktualne ukształtowanie omawianego terenu jest efektem działalności antropogenicznej związanej z realizacją zabudowy i infrastruktury miejskiej. Powierzchnia terenu w rejonie planowej inwestycji jest wyrównana.

## **1. Charakterystyka podłoża gruntowego**

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych, których wyniki zestawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego, w podłożu przewidzianej do przebudowy magistrali ciepłowniczej wyodrębniono następujące warstwy geotechniczne:

**I warstwę** budują holoceny **grunty nasypowe**, zalegające w strefie przypowierzchniowej w formie ciągłej warstwy o grubości sięgającej 2,2 – 4,1 m. Utwory nasypowe są reprezentowane głównie przez mieszaninę piasków różnoziarnistych i ilów piaszczystych z domieszką humusowej substancji organicznej oraz okruszków gruzu. Nasypy są zaliczane do grupy gruntów o przeciętnej zagęszczalności.

**II warstwę** stanowią **sympke grunty morenowe** znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym. Uśredniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_p$  jest równa 0,50. Sympke utwory lodowcowe są reprezentowane przez lekko zailone piaski drobne. Piaski glacialne wyróżniają się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych a ponadto są kwalifikowane do grupy gruntów o dobrej zagęszczalności.

**III warstwę** tworzą **spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe** zlodowacenia Warty, ukształcone w postaci ilów piaszczystych występujących w stanie twaroplastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  osiąga 0,20. Spoiste utwory lodowcowe zalegają na głębokości przekraczającej 2,5 – 4,1 m p.p.t. a ich miąższość maksymalna przekracza 2,5 m. Iły piaszczyste cechują się słabą zagęszczalnością a tym samym małą przydatnością do formowania nasypów. Ponadto są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych a także gruntów półprzepuszczalnych, które tworzą naturalną warstwę izolacyjną odpowiedzialną za powstawanie zawieszonego poziomu wód podziemnych.

**IV warstwa** obejmuje **sympke grunty wodnolodowcowe** w stanie zagęszczonym, dla których uśredniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_p$  wynosi 0,70. Pod względem litologicznym jest to lokalnie zapyłony piasek drobny. Zagęszczone piaski wodnolodowcowe cechują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych, małą odkształcalnością a także dobrą zagęszczalnością.

W podłożu analizowanego terenu, w strefie głębokości do 5,0 m p.p.t., nie stwierdzono obecności warstwy wodonośnej. Jedynymi przejawami wód podziemnych były sączenia obserwowane miejscami na pograniczu nasypów i piasków morenowych oraz półprzepuszczalnych, spoistych osadów lodowcowych. Podczas intensywnych opadów atmosferycznych a także szybkiego topnienia pokrywy śniegowej wody opadowe i roztopowe infiltrujące od powierzchni terenu okresowo mogą gromadzić się w obniżeniach powierzchni stropowej półprzepuszczalnych, spoistych gruntów glacialnych a także w obrębie wykopów pod podziemne instalacje infrastrukturalne, tworząc poziom wód zawieszonych i dlatego na etapie robót ziemnych i fundamentowych należy być przygotowanym do prowadzenia odwodnienia powierzchniowego z dna wykopów. Strop spoistych osadów morenowych rozpoznano na głębokości 2,5 – 4,1 m p.p.t.

## **2. Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża**

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych wskazują, że warstwy gruntowe zalegające w podłożu przeznaczonej do przebudowy magistrali ciepłowniczej cechują się poziomym uwarstwieniem a ponadto nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych a swobodne zwierciadło wód podziemnych stabilizuje się poniżej przewidywanego poziomu posadowienia.

Zgodnie z klasyfikacją przedstawioną w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w podłożu analizowanego terenu występują proste warunki gruntowe dzięki czemu przebudowa magistrali ciepłowniczej 2xDN700 na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do komory J11 wraz z kanalizacją teletechniczną w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie może być zakwalifikowana do drugiej kategorii geotechnicznej.

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

W warunkach normalnej eksploatacji projektowanej instalacji nie przewiduje się zmian właściwości gruntów zalegających poniżej dna wykopów pod warunkiem prawidłowego wykonania robót ziemnych. Projektowana sieć ciepłownicza nie spowoduje pojawienia się dodatkowych naprężeń w ośrodku gruntowym. Zmianie ulegnie wykształcenie oraz struktura gruntów w strefie zasypek wykopów, co związane jest z wymieszaniem gruntów zalegających w podłożu analizowanego terenu podczas prowadzenia prac ziemnych. W praktyce nie ma możliwości odtworzenia pierwotnego układu warstw gruntowych podczas formowania zasypek wykopów. Przekształcenia gruntów, które wystąpią powyżej wbudowanej instalacji nie spowodują zmian warunków infiltracji wód gruntowych jak również zmiany właściwości filtracyjnych osadów mineralnych.

## **4. Określenie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych**

Wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych przyjęto na podstawie parametrów geotechnicznych zestawionych w tabeli 1 prezentowanej w rozdziale 5 dokumentacji badań podłoża gruntowego, mnożonych przez odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa zgodnie z tabelami nr 1 + 2 z punktu 8.

## **5. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych**

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa należy przyjąć zgodnie z załącznikiem B do normy EN 1997-1-2004.

Współczynniki częściowe  $\gamma$  do stanów granicznych nośności w trwałych i przejściowych sytuacjach obliczeniowych oraz współczynniki korelacyjne  $\xi$  we wszystkich sytuacjach obliczeniowych, należy przyjmować zgodnie z poniższymi tabelami.

**Tabela nr 1 - Współczynniki częściowe  $\gamma_R$  dotyczące skarp i stateczności ogólnej**

Opór	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Opór ścinania gruntu	$\gamma_{Re}$	1,0	1,1	1,0



**Tabela nr 2** - Współczynniki częściowe  $\gamma_M$  do sprawdzania stanów granicznych konstrukcyjnego (STR) i geotechnicznego (GEO)

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego <sup>a</sup>	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

<sup>a</sup> Współczynnik ten stosuje się do wartości  $\tan \phi'$

## 6. Określenie oddziaływań od gruntu

Przewidziana do przebudowy magistrala ciepłownicza zostanie wbudowana na głębokości przekraczającej maksymalną głębokość przemarzania, która na dokumentowanym terenie dochodzi do 1,0 m p.p.t., a tym samym nie występuje zagrożenie tworzenia się poniżej przedmiotowych instalacji wysadzin mrozowych. Oddziaływania od gruntu na projektowane instalacje po ich wbudowaniu, związane z obciążeniem zasypką gruntową, nie przekroczą wartości typowych i dopuszczalnych dla tego rodzaju przewodów, a więc nie będą miały istotnego wpływu na warunki bezpiecznego użytkowania projektowanej sieci ciepłowniczej.

## 7. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model podłoża gruntowego w rejonie lokalizacji projektowanej inwestycji został zilustrowany na profilach wierceń badawczych prezentowanych w załączniku 2 dokumentacji badań podłoża gruntowego.

Ustalone zwierciadło wód gruntowych pierwszego, zawieszonego poziomu wodonośnego stabilizuje się na głębokości przekraczającej 5,0 m p.p.t.

## 8. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego

Projektowana przebudowa magistrali ciepłowniczej 2xDN700 na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do komory J11 wraz z kanalizacją teletechniczną w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie nie spowoduje pojawienia się dodatkowym naprężeń w otaczającym ośrodku gruntowym. Usunięty grunt, w miejsce którego zostaną wbudowane instalacje ciepłownicze cechuje się większą gęstością objętościową a tym samym nie występuje potrzeba wykonywania obliczeń nośności a także osiadań podłoża gruntowego.

## 9. Wykonawstwo robót ziemnych

Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z regulacjami normy PN-B-06050/1999 *Geotechnika. Roboty ziemne*. Odsłonięte dno wykopów należy chronić przed zawilgoceniem przez wody opadowe. Zasypka gruntowa przewidzianej do przebudowy magistrali ciepłowniczej powinna być wbudowywana warstwami o grubości uzależnionej od stosowanego sprzętu zagęszczającego (zwykle nie więcej niż 0,2 – 0,3 m), które każdorazowo należy dogęścić do wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s$ . W przypadku wykonywania robót w pasie dróg

i chodników wartość wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  formowanych nasypów powinna wynosić minimum 1,00.

W przypadku stwierdzenia obecności gruntów nasypowych (I warstwa geotech.) zalegających poniżej poziomu posadowienia przewodów sieci ciepłowniczej zalecane jest ich dogęszczenie za pomocą efektywnej zagęszczarki dynamicznej.

Kontrola zagęszczenia gruntów zasypki może być prowadzona dla każdej uformowanej i zagęszczonej warstwy metodami laboratoryjnymi (metoda Proctora) lub po całkowitej likwidacji wykopów – za pomocą sondowań dynamicznych. Badania zagęszczenia podbudowy drogi należy przeprowadzić z wykorzystaniem płyty statycznej (metoda VSS) lub płyty dynamicznej.

## **10. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt**

Problem niekorzystnego oddziaływania wód gruntowych na projektowaną magistralę ciepłowniczą nie wystąpi.

## **11. Monitoring projektowanego obiektu**

W podłożu przewidzianej do przebudowy magistrali ciepłowniczej 2xDN700 na odcinku od komory ciepłowniczej J10 do komory J11 wraz z kanalizacją teletechniczną w rejonie ul. Powstańców Śląskich w Warszawie, poniżej przypowierzchniowej warstwy holocenów utworów nasypowych o grubości osiągającej 2,2 – 4,1 m, wydzielonych jako I warstwa geotechniczna, zalegają plejstoceny, rodzime grunty mineralne reprezentowane przez: sypkie grunty morenowe występujące w stanie średnio zagęszczonym (II warstwa geotech.), spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe znajdujące się w stanie twaroplastycznym (III warstwa geotech.) oraz sypkie grunty wodnolodowcowe w stanie zagęszczonym (IV warstwa geotech.). Rodzime grunty mineralne charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz niewielką odkształcalnością. Planowane wykopy pod sieć ciepłowniczą nie będą oddziaływały na sąsiadujące obiekty budowlane. W związku z tym, nie przewiduje się specjalnych działań monitorujących. Powyższe zalecenie dotyczy robót ziemnych prowadzonych zgodnie ze sztuką budowlaną oraz wymaganiami normy PN-B-06050/1999, co oznacza m.in. wykonywanie wykopów pod osłoną konstrukcji rozporowych oraz w warunkach odwodnienia wszędzie tam, gdzie poziom zwierciadła wód gruntowych stabilizuje się powyżej dna wykopów. W przypadku prowadzenia odwodnienia celem obniżenia poziomu zwierciadła wód podziemnych na czas wykonywania robót budowlanych związanych z przebudową osiedlowej sieci ciepłowniczej zalecane jest systematyczne kontrolowane odpompowywanie wód pod kątem zawartości części mineralnych (ziaren gruntowych), dla wykluczenia możliwości suffozyjnego wymywania gruntów podczas pompowania. Siatki filtrów systemu odwodnieniowego muszą być dostosowane do składu granulometrycznego piasków budujących warstwę wodonośną.

*mgr Jarosław Przygoda  
upr. geol. nr VII-1722*

