

Pracownia Badań  
Geotechnicznych

**„GEObud” S.C.**

05-825 Grodzisk Maz., ul. Nadarzyńska 4

02-886 Warszawa, ul. Jagielska 37A

Tel. kom. +48 603 894 776

e-mail: geobud@o2.pl

## Projekt geotechniczny

budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej  
od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U  
przy budynku Plutonu AK Torpedy 36  
w Warszawie

**Wykonawcy:**

*mgr Jarosław Przygoda*  
*upr. geol. nr VII-1732*

*inż. Szymon Czerski*

**Prace rozpoczęto:**  
**zakończono:**

*czerwiec 2022 r.*  
*lipiec 2022 r.*

**Wykonano w ilości 4 egzemplarzy**  
**Egzemplarz nr .....**

**Warszawa, czerwiec 2022 r.**

## **Spis treści**

1.	Przedmiot opracowania .....	2
2.	Podstawa opracowania .....	2
3.	Ogólna charakterystyka terenu .....	2
1.	Charakterystyka podłoża gruntowego .....	2
2.	Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża .....	3
3.	Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie .....	3
4.	Określenie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych .....	4
5.	Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych .....	4
6.	Określenie oddziaływań od gruntu .....	4
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 .....	5
11.	Monitoring projektowanego obiektu .....	5

## **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt geotechniczny :budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U przy budynku Plutonu AK Torpedy 36 w Warszawie.

## **2. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowią:

- ✓ J. Przygoda: „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektu :budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U przy budynku Plutonu AK Torpedy 36 w Warszawie” opracowana w firmie „GEOBUD” s.c. w czerwcu 2022 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 budowy osiedlowa sieć ciepłownicza znajduje się w zachodniej części Warszawy, na terenie dzielnicy Ursus.

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 przedmiotowego obszaru jest efektem działalności antropogenicznej związanej z realizacją zabudowy i infrastruktury miejskiej. Powierzchnia terenu w rejonie planowanej inwestycji jest wyrównana.

### **1. Charakterystyka podłoża gruntowego**

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych, których wyniki zestawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego, w podłożu projektowanej osiedlowej sieci ciepłowniczej wyodrębniono następujące warstwy geotechniczne:

**I warstwę geotechniczną** budują holocenijskie **grunty nasypowe** stanowiące mieszaninę piasków różnoziarnistych, pyłów, piasków ilastych oraz nasypowej substancji organicznej z domieszką okruchów gruzu i żużla. Utwory nasypowe zalegają w strefie przypowierzchniowej, gdzie tworzą warstwę o grubości 0,9 – 2,6 m. Osady organiczne są kwalifikowane do grupy gruntów słabonośnych, o przeciętnej zagęszczalności.

**II warstwę geotechniczną** budują plejstocenijskie, **spoisłe, nieskonsolidowane grunty eoliczno-eluwialne**, wykształcone w postaci pyłów piaszczystych znajdujących się w stanie plastycznym. Uogólniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  osiąga 0,30. Pyły cechują się słabą zagęszczalnością a także są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych. Obecność spoistych utworów o genezie eoliczno-eluwialnej stwierdzono bezpośrednio pod przypowierzchniową warstwą nasypów. Ich miąższość dochodzi do 0,4 m a spąg zalega na głębokości 1,3 m p.p.t.

- III warstwę geotechniczną** budują **spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe** zlodowacenia Warty, wykształcone w postaci piasków ilastych i łąw piaszczystych z domieszką żwirów, występujących w stanie twardoplastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  jest równa 0,20. Strop spoistych utworów lodowcowych nawiercono na głębokości 1,3 m p.p.t. Spoiste osady glacialne cechują się słabą zagęszczalnością a tym samym małą przydatnością do formowania nasypów.
- IV warstwę geotechniczną** stanowią **sypkie grunty morenowe** występujące w stanie średnio zagęszczonym. Uśredniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  wynosi 0,60. Obecność sypkich osadów glacialnych, reprezentowanych przez przeważnie zailone piaski drobne, stwierdzono na różnych głębokościach w obrębie kompleksu glin zwałowych zlodowacenia Warty. Sypkie utwory lodowcowe wyróżniają się dobrą zagęszczalnością a także wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i niewielką odkształcalnością.
- V warstwę geotechniczną** tworzą **spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe** znajdujące się w stanie twardoplastycznym, dla których uśredniona wartość stopnia plastyczności  $I_L$  osiąga 0,15. Pod względem litologicznym są to laminowane łąy pylaste z cienkimi przewarstwieniami pyłów i piasków drobnych. Osady te cechują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych a także są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych oraz gruntów o małej przydatności do formowania nasypów. Zastoiskowe łąy pylaste rozpoznano jedynie w otw. 1, na głębokości przekraczającej 2,7 m p.p.t.
- VI warstwa geotechniczna** obejmuje **sypkie grunty zastoiskowe** w stanie zagęszczonym. Uśredniona wartość stopnia zagęszczenia  $I_D$  wynosi 0,70. Sypkie osady zastoiskowe są reprezentowane przez piaski drobne. Sypkie utwory o genezie zastoiskowej charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych, małą odkształcalnością a także dobrą zagęszczalnością.

W podłożu analizowanego terenu, w strefie głębokości do 3,0 m p.p.t. jedynie lokalnie napotkano na warstwę wodonośną, którą tworzą słabo wodoprzepuszczalne, sypkie grunty o genezie zastoiskowej. Swobodne zwierciadło wód podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej stabilizuje się na głębokości 2,93 m p.p.t., występując na rzędnej ok. 105,5 m n.p.m. Poziom zwierciadła wód gruntowych określony w wykonanych odwiertach badawczych jest zbliżony do stanu niskiego i w czasie stanów maksymalnych może ulec podwyższeniu o ok. 0,8 – 1,0 m powyżej wysokości stwierdzonej w czerwcu 2022 r.

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

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych wskazują, że warstwy gruntowe zalegające w podłożu projektowanej osiedlowej sieci ciepłowniczej cechują się poziomym uwarstwieniem a ponadto nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

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 przewidziana do budowy osiedlowa sieć ciepłownicza od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U przy budynku Plutonu AK Torpedy 36 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	$\gamma_{R,e}$	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	$\gamma_{\infty}$	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**

Projektowana osiedlowa sieci 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.

Swobodne zwierciadło wód gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej stabilizuje się na głębokości przekraczającej 2,9 m p.p.t.

## **8. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego**

Projektowana budowa osiedlowej sieci ciepłowniczej od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U przy budynku Plutonu AK Torpedy 36 w Warszawie nie spowoduje pojawienia się dodatkowym naprężeń w otaczającym ośrodku gruntowym. Usunięty grunt, w miejsce którego zostaną wbudowane przewody 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*. Odstłonięte dno wykopów należy chronić przed zawilgoceniem przez wody opadowe. Zasypka gruntowa projektowanej osiedlowej sieci 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 osiedlową sieć ciepłowniczą nie wystąpi. Swobodne zwierciadło wód podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej stabilizuje się na głębokości przekraczającej 2,9 m p.p.t.

## **11. Monitoring projektowanego obiektu**

W podłożu przewidzianej do budowy osiedlowej sieci ciepłowniczej od komory M-40/L3b do preizolowanego kompensatora typu U przy budynku Plutonu AK Torpedy 36 w Warszawie, poniżej przypowierzchniowej warstwy holocenskich utworów nasypowych o grubości zmieniającej się

od 0,9 do 2,6 m wydzielonych jako I warstwa geotechniczna, zalegają rodzime grunty mineralne reprezentowane przez: spoiste, nieskonsolidowane grunty eoliczno-eluwialne znajdujące się w stanie plastycznym (II warstwa geotech.), spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe w stanie twardoplastycznym (III warstwa geotech.), sypkie grunty lodowcowe w stanie średnie zagęszczonym (IV warstwa geotech.) a także spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym (V warstwa geotech.) oraz zagęszczone piaski zastoiskowe (VI warstwa geotech.). Rodzime grunty mineralne charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz niewielką odkształcalnością. Głębokość planowanych wykopów pod sieć ciepłowniczą nie przekroczy głębokości posadowienia fundamentów sąsiadujących obiektów budowlanych. 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 realizacją 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*