

**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

**przebudowy i budowy magistrali sieci ciepłowniczej
od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem
magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A
do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji
kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego
odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza
elektroenergetycznego do wiaty przystankowej
przy ul. Woronicza w Warszawie**

Wykonawcy:

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



inż. Szymon Czerski



**Prace rozpoczęto:
zakończono:**

luty 2023 r.

luty 2023 r.

**Wykonano w ilości 3 egzemplarzy
Egzemplarz nr**

Warszawa, luty 2023 r.

Spis treści

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

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt geotechniczny przebudowy i budowy magistrali sieci ciepłowniczej od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie.

2. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- ✓ J. Przygoda: „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb projektów budowlanych przebudowy i budowy magistrali sieci ciepłowniczej od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie” opracowana w P.B.G. „GEOBUD” s.c. w lutym 2023 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 i budowy magistrala sieci ciepłowniczej, sieć wodociągowa, sieć kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącze kanalizacyjne oraz przyłącza elektroenergetyczne znajdują się przy ul. J.P. Woronicza w Warszawie, dzielnica Mokotów. Lokalizację planowanej inwestycji na tle mapy topograficznej przedstawiono na rysunku 1.

Aktualne ukształtowanie morfologii omawianego terenu jest efektem działalności antropogenicznej związanej z realizacją zabudowy i infrastruktury miejskiej. Powierzchnia analizowanego terenu jest wyrównana, przy czym wykazuje niewielkie, generalne nachylenie w kierunku zachodnim.

4. Charakterystyka podłoża gruntowego


W wyniku przeprowadzonych prac badawczych, których wyniki zestawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego, w podłożu przewidzianej do przebudowy i budowy magistrali sieci ciepłowniczej od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie wyodrębniono następujące warstwy geotechniczne:

- I warstwa geotechniczna** obejmuje holocenijskie **grunty nasypowe**, zalegające w strefie przypowierzchniowej w formie warstwy o grubości zmieniającej się od 1,7 m do 2,9 m. Utwory nasypowe są reprezentowane głównie przez mieszaninę piasków różnoziarnistych, piasków ilastych i humusowej substancji organicznej z domieszką okruchów gruzu. Nasypy są zaliczane do grupy gruntów o przeciętnej zagęszczalności a także gruntów o wątpliwej wysadzinowości.

- II warstwę geotechniczną** stanowią plejstocieńskie, **spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe** występujące w stanie plastycznym. Uogólniona wartość stopnia plastyczności I_L jest równa 0,35. Nieskonsolidowane, spoiste utwory o genezie zastoiskowej są wykształcone w postaci pyłów piaszczystych, których obecność stwierdzono jedynie w podłożu zachodniego odcinka projektowanej sieci ciepłowniczej, w strefie głębokości 2,4 – 2,7 m p.p.t. Spoiste osady zastoiskowe są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych, o słabej zagęszczalności a tym samym małej przydatności do formowania nasypów.
- III warstwę geotechniczną** tworzą **sypkie grunty wodnolodowcowe górne** w stanie średnio zagęszczonym, dla których uśredniona wartość stopnia zagęszczenia I_D osiąga 0,50. Średnio zagęszczone, sypkie utwory fluwioglacjalne są reprezentowane przez piaski drobne. Osady te zalegają w podłożu zachodniej części analizowanego terenu, na głębokości 2,7 – 2,9 m p.p.t. Piaski wodnolodowcowe cechują się dobrą zagęszczalnością a także dobrą zagęszczalnością.
- IV seria geotechniczna** jest zbudowana z **sypkich gruntów morenowych** w stanie średnio zagęszczonym, o uśrednionej wartości stopnia zagęszczenia I_D równej 0,60. Sypkie osady lodowcowe są reprezentowane przez zailone piaski drobne i żwiry piaszczyste. Utwory te zalegają w obrębie kompleksu glin zwałowych zlodowacenia Warty w formie izolowanych przewarstwień o grubości nie przekraczającej 0,3 m. Piaski i żwiry glacialne wyróżniają się dobrą zagęszczalnością. Naturalna zmienność składu litologicznego stanowiła podstawę wyodrębnienia dwóch warstw geotechnicznych:
- **IVa warstwa geotechniczna** obejmuje średnio zagęszczone **piaski drobne** o genezie lodowcowej.
 - **IVb warstwa geotechniczna** obejmuje morenowe **żwiry piaszczyste**, rozpoznane lokalnie na głębokości 2,9 – 3,2 m p.p.t.
- V warstwę geotechniczną** tworzą **spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe** zlodowacenia Warty, wykształcone w postaci piasków ilastych i ilów piaszczystych z domieszką żwirów, znajdujących się w stanie twardoplastycznym. Uogólniona wartość stopnia plastyczności I_L wynosi 0,0. Strop spoistych utworów lodowcowych zalega na głębokości 1,7 – 3,2 m p.p.t a ich miąższość waha się od 0,5 do 1,7 m. Piaski ilaste i ility piaszczyste cechują się słabą zagęszczalnością a tym samym małą przydatnością do formowania nasypów a ponadto są zaliczane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych.
- VI warstwa geotechniczna** jest zbudowana ze **spoistych, skonsolidowanych gruntów zastoiskowych** w stanie twardoplastycznym. Uśredniona wartość stopnia plastyczności I_L osiąga 0,15. Skonsolidowane utwory zastoiskowe są reprezentowane przez pyły piaszczyste, które charakteryzują się słabą zagęszczalnością a także są kwalifikowane do grupy gruntów bardzo wysadzinowych.
- VII warstwę geotechniczną** budują plejstocieńskie, **sypkie grunty zastoiskowe** występujące w stanie zagęszczonym. Uogólniona wartość stopnia zagęszczenia I_D jest równa 0,70. Pod względem litologicznym są to zapyłone piaski drobne, które cechują się dobrą zagęszczalnością a także są kwalifikowane do grupy gruntów o wątpliwej wysadzinowości. Strop piasków o genezie zastoiskowej rozpoznano na głębokości 3,0 – 4,5 m p.p.t. a ich miąższość dochodzi do 1,9 m.
- VIII serię geotechniczną** stanowią **sypkie grunty wodnolodowcowe dolne**, występujące w stanie zagęszczonym, dla których uśredniona wartość stopnia zagęszczenia I_D osiąga 0,70. Pod względem litologicznym są to piaski różnoziarniste. Zagęszczone piaski fluwioglacjalne zalegają na głębokości przekraczającej 3,0 – 5,6 m p.p.t. a ich miąższość przekracza 3,0 m. Sypkie osady wodnolodowcowe są zaliczane do grupy gruntów niewysadzinowych, o dobrej zagęszczalności. Ze względu na naturalne zróżnicowanie składu granulometrycznego w obrębie serii dolnych utworów fluwioglacjalnych wyodrębniono dwie warstwy geotechniczne:

- **VIIa warstwa geotechniczna** obejmuje zagęszczone **piaski drobne**, które dominują w stropowych partiach serii dolnych utworów wodnolodowcowych.
- **VIIb warstwa geotechniczna** obejmuje **piaski średnie i grube** o genezie fluwioglacjalnej, zalegające na głębokości przekraczającej 4,3 – 5,6 m p.p.t.
- Rys. 1. Położenie projektowanej magistrali sieci ciepłowniczej



-  - lokalizacja projektowanej sieci ciepłowniczej

W podłożu analizowanego terenu stwierdzono obecność jednego poziomu wód podziemnych. Warstwę wodonośną budują słabo wodoprzepuszczalne, sypkie grunty zastoiskowe a także średnio i dobrze wodoprzepuszczalne piaski wodnolodowcowe dolne. Swobodne zwierciadło wód gruntowych stabilizuje się na głębokości zmieniającej się od 5,08 m p.p.t. do ponad 6,0 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 100,3 m n.p.m. w części zachodniej omawianego terenu do 101,9 m n.p.m. w części wschodniej. Poziom zwierciadła wód podziemnych rozpoznany podczas geotechnicznych prac badawczych jest zbliżony do stanu średniego i w czasie stanów maksymalnych może ulec podwyższeniu o ok. 0,4 – 0,6 m powyżej wysokości stwierdzonej w lutym 2023 r.

W czasie wzmożonych opadów atmosferycznych a także szybkiego topnienia pokrywy śniegowej wody opadowe i roztopowe infiltrujące od powierzchni terenu mogą okresowo gromadzić się w obniżeniach powierzchni stropowej półprzepuszczalnych, spoistych gruntów morenowych zlodowacenia Warty tworząc poziom wód zawieszonych. Strop spoistych osadów lodowcowych zalega na głębokości 1,7 – 3,2 m p.p.t.

Uśredniona wartość współczynnika filtracji k_{10} piasków budujących warstwę wodonośną pierwszego poziomu wód podziemnych zmienia się od ok. 1 – 2 m/d w przypadku zapylnych piasków drobnych o genezie zastoiskowej do 35 – 45 m/d w przypadku wodnolodowcowych piasków grubych.

5. Warunki gruntowe i kategoria geotechniczna podłoża

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych wskazują, że warstwy gruntowe zalegające w podłożu projektowanej magistrali 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 projektowana przebudowa i budowa magistrali sieci ciepłowniczej od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie może być zakwalifikowana do drugiej kategorii geotechnicznej.

6. 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 magistrala sieci ciepłowniczej 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.

7. 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.

8. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

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

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

Tabela nr 1 - Współczynniki częściowe γ_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 γ_M do sprawdzania stanów granicznych konstrukcyjnego (STR) i geotechnicznego (GEO)

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego ^a	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,0	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	γ_{qu}	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	γ_{γ}	1,0	1,0
^a Współczynnik ten stosuje się do wartości $\tan \varphi'$			

9. Określenie oddziaływań od gruntu

Projektowana magistrala sieci ciepłowniczej zostanie wbudowane 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 magistrali sieci ciepłowniczej.

10. 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 podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej stabilizuje się na głębokości zmieniającej się od 5,08 m p.p.t. do ponad 6,0 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 100,3 m n.p.m. w części zachodniej omawianego terenu do 101,9 m n.p.m. w części wschodniej.

11. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego

Projektowana przebudowa i budowa magistrali sieci od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie nie spowoduje pojawienia się dodatkowym naprężeń w otaczającym ośrodku gruntowym. Usunięty grunt, w miejsce którego zostaną wbudowane przewody magistrali ciepłowniczej, sieci wodociągowej i kanalizacyjnej cechuje się większą gęstością objętościową a tym samym nie występuje potrzeba wykonywania obliczeń nośności a także osiadań podłoża gruntowego.

12. 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. Zasyпка gruntowa projektowanej magistrali 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 magistrali ciepłowniczej zalecane jest ich dogęszczenie za pomocą efektywnej zagęszczarki dynamicznej.

Kontrola zagęszczenia gruntów zasyпки 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 dróg należy przeprowadzić z wykorzystaniem płyty statycznej (metoda VSS) lub płyty dynamicznej.

13. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt

Problem niekorzystnego oddziaływania wód gruntowych na projektowaną magistralę sieci ciepłowniczej nie wystąpi. Ustalone zwierciadło wód podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej stabilizuje się na głębokości od 5,08 m p.p.t. do ponad 6,0 m p.p.t., występując na rzędnej od ok. 100,3 m n.p.m. w części zachodniej omawianego terenu do 101,9 m n.p.m. w części wschodniej.

14. Monitoring projektowanego obiektu

W podłożu projektowanej magistrali sieci ciepłowniczej od komory C29 do komory C31 wraz z odgałęzieniem magistralnej sieci ciepłowniczej od komory do C29A do komory C29A/P1, sieci wodociągowej, sieci kanalizacji kablowej teletechnicznej, przyłącza kanalizacyjnego odwadniającego komorę C29 oraz przyłącza elektroenergetycznego do wiaty przystankowej przy ul. Woronicza w Warszawie, poniżej przypowierzchniowej warstwy holocenów gruntów nasypowych, wydzielonych jako I warstwa geotechniczna, o miąższości 1,7 – 2,9 m, zalegają plejstoceńskie, rodzime grunty mineralne reprezentowane przez: spoiste, nieskonsolidowane grunty zastoiskowe występujące w stanie plastycznym (II warstwa geotech.), sypkie grunty wodnolodowcowe górne znajdujące się w stanie średnio zagęszczonym (III warstwa geotech.), sypkie grunty morenowe w stanie średnio zagęszczonym (IV seria geotech.), spoiste, nieskonsolidowane grunty morenowe w stanie twardoplastycznym (V warstwa geotech.), spoiste, skonsolidowane grunty zastoiskowe w stanie twardoplastycznym (VI warstwa geotech.), sypkie grunty zastoiskowe w stanie zagęszczonym (VII warstwa geotech.) oraz sypkie grunty wodnolodowcowe dolne w stanie zagęszczonym (VIII seria geotech.). Rodzime osady mineralne charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów wytrzymałościowych oraz niewielką odkształcalnością. 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 magistrali ciepłowniczej zalecane jest systematyczne kontrolowane odpompowywanie wód pod kątem zawartości części mineralnych (ziaren gruntowych), dla wykluczenia możliwości suffozyjnego wmywania 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*

